

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

ELABORACION DEL PLAN DE EJECUCION DE FASE 2 DEL PROYECTO
REEMPLAZO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA ELECTRICA DE LA
REFINERIA DE ECOPETROL S.A UBICADA EN BARRANCABERMEJA,
COLOMBIA

GLENN ESCORCIA FLOREZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MASTER EN ADMINISTRACION
DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Diciembre, 2014

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
Requisito parcial para optar al grado de Máster en Administración de Proyectos

Ing. Alvaro Mata Leitón, PMP, MPM, GPM-b
PROFESOR TUTOR

Ing. Ing. James Pérez C
LECTOR No.1

LECTOR No.2

GLENN ESCORCIA FLOREZ
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

“A Dios quien hizo posible el logro de este reto”

“A mi mama Isabel Florez Acosta, a mi esposa laury Paola Zappa Castaño y a mis dos hermosos hijos Gabrielita Isabel y Leandro”.

“En memoria de mi papá Ismael Escorcía Garcia quien sé que en el cielo debe estar muy orgulloso de mí”.

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa Laury y a nuestros hijos Gabriela Isabel y Leandro, por ser mis compañeros de vida, por su paciencia, comprensión y apoyo, especialmente en esta aventura que ha sido la maestría en administración de proyectos.

A mi mamá por todo su esfuerzo para lograr hacer de su hijo un profesional, lo cual fue su prioridad desde mis primeros años de edad. Esfuerzo que se ve reflejado en mis diferentes títulos obtenidos a lo largo de mi vida estudiantil y profesional. Gracias a su dedicación y apoyo a pesar de tiempos difíciles que los dos como familia pudimos lograrlo y salir adelante.

A la Universidad para la Cooperación Internacional, al Project Management Institute y al cuerpo docente de la universidad por hacer de la administración de proyectos una profesión de la cual se puede sentir un gran orgullo.

INDICE

| | |
|--|-----|
| HOJA DE APROBACION | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| INDICE | v |
| INDICE DE FIGURAS | vii |
| INDICE CUADROS | ix |
| ÍNDICE DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS | xi |
| RESUMEN EJECUTIVO | xv |
| 1. INTRODUCCION | 17 |
| 1.1. Antecedentes | 17 |
| 1.2. Problemática | 17 |
| 1.3. Justificación del problema | 18 |
| 1.4. Objetivo general | 19 |
| 1.5. Objetivos específicos | 20 |
| 2. MARCO TEORICO | 23 |
| 2.1. Marco institucional | 23 |
| 2.2. Teoría de administración de proyectos | 27 |
| 2.3. Otra Teoría propia del tema de interés | 38 |
| 3. MARCO METODOLOGICO | 50 |
| 3.1. Fuentes de información..... | 50 |
| 3.2. Métodos de Investigación | 55 |
| 3.3. Herramientas..... | 57 |
| 3.4. Supuestos y Restricciones. | 60 |
| 3.5. Entregables..... | 64 |
| 4. DESARROLLO | 67 |
| 4.1. Gestión de los interesados del Proyecto..... | 67 |
| 4.2. Gestión del Alcance del Proyecto. | 76 |
| 4.2.1. Planificar la gestión del Alcance..... | 76 |
| 4.2.2. Recopilar requisitos..... | 77 |
| 4.2.3. Definir el alcance..... | 81 |
| 4.2.4. Crear la EDT/WBS | 86 |
| 4.2.5. Validar el alcance | 92 |
| 4.2.6. Controlar el alcance | 92 |
| 4.3. Plan de Gestión del Tiempo..... | 93 |
| 4.3.1. Planificar la gestión del cronograma. | 93 |
| 4.3.2. Definir las Actividades..... | 97 |
| 4.3.3. Secuenciar de Actividades..... | 106 |
| 4.3.4. Estimar los Recursos..... | 111 |
| 4.3.5. Estimar la Duración de las Actividades..... | 115 |
| 4.3.6. Desarrollar el Cronograma..... | 122 |
| 4.3.7. Controlar el Cronograma..... | 136 |
| 4.4. Plan Gestión del Costo..... | 137 |
| 4.4.1. Planificar la gestión de costos..... | 137 |
| 4.4.2. Estimar los costos..... | 150 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 4.4.3. | Determinar el Presupuesto. | 189 |
| 4.4.4. | Controlar los costos. | 190 |
| 4.5. | Plan Gestión de la Calidad..... | 192 |
| 4.5.1. | Planificar la gestión de calidad..... | 192 |
| 4.5.2. | Aseguramiento de la calidad..... | 197 |
| 4.5.3. | Control de la calidad | 197 |
| 4.6. | Gestión de los recursos humanos..... | 198 |
| 4.6.1. | Planificar la gestión de los recursos humanos. | 198 |
| 4.6.2. | Adquirir el equipo del proyecto..... | 209 |
| 4.6.3. | Desarrollar el equipo del proyecto..... | 210 |
| 4.6.4. | Dirigir el equipo del proyecto..... | 211 |
| 4.7. | Gestión de las comunicaciones..... | 212 |
| 4.7.1. | Planificar las comunicaciones. | 212 |
| 4.7.2. | Gestionar las comunicaciones. | 225 |
| 4.7.3. | Controlar las comunicaciones. | 225 |
| 4.8. | Gestión de los riesgos..... | 226 |
| 4.8.1. | Planificar la gestión de riesgos..... | 226 |
| 4.8.2. | Identificar los riesgos. | 235 |
| 4.8.3. | Realizar el análisis cualitativo de los riesgos. | 238 |
| 4.8.4. | Realizar el análisis cuantitativo de los riesgos. | 243 |
| 4.8.5. | Planificar la respuesta a los riesgos..... | 245 |
| 4.8.6. | Controlar los riesgos. | 254 |
| 4.9. | Gestión de las adquisiciones..... | 254 |
| 4.9.1. | Planificar las adquisiciones. | 255 |
| 4.9.2. | Efectuar las adquisiciones. | 268 |
| 4.9.3. | Controlar las adquisiciones. | 269 |
| 4.9.4. | Cerrar las adquisiciones..... | 271 |
| 5. | CONCLUSIONES | 273 |
| 6. | RECOMENDACIONES | 275 |
| 7. | BIBLIOGRAFIA | 277 |
| 8. | ANEXOS | 278 |
| | Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO DEL PFG | 279 |
| | Anexo 2: EDT DEL PFG..... | 282 |
| | Anexo 3: CRONOGRAMA DEL PFG | 283 |
| | Anexo 4: REFERENCIAS NORMATIVAS DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA | 288 |
| | Anexo 5: PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS..... | 290 |
| | Anexo 6: MODELO INFORME MENSUAL DEL PROYECTO | 302 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1: Estructura Organizativa de ECOPETROL S.A. Fuente: el autor | 25 |
| Figura 2: Niveles típicos de costo y dotación de personal en una estructura genérica del ciclo de vida del proyecto. Fuente: PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). | 31 |
| Figura 3: Ejemplo de Proyecto de 3 fases. Fuente: PMBOK 5taEd. (PMI, 2013)... | 33 |
| Figura 4: Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL S.A. Fuente: Gestión de programas y proyectos en ECOPETROL, 2010..... | 42 |
| Figura 5: Partes constructivas de un transformador de potencia sumergido en aceite. Fuente: http://www.mailxmail.com | 47 |
| Figura 6: EDT/WBS del proyecto. Fuente: el autor..... | 87 |
| Figura 7: EDT/WBS de la Fase 2 del proyecto en la que se desarrolla el PFG. Fuente: el autor..... | 88 |
| Figura 8: EDT/WBS de la Fase 3 del proyecto. Fuente: el autor..... | 89 |
| Figura 9: EDT/WBS de la Fase 4 del proyecto. Fuente: el autor..... | 90 |
| Figura 10: EDT/WBS de la Fase 5 del proyecto. Fuente: el autor. | 91 |
| Figura 11: Secuencia de actividades del proyecto parte 1. Fuente: el autor | 107 |
| Figura 12: Secuencia de actividades del proyecto parte 2. Fuente: el autor | 108 |
| Figura 13: Secuencia de actividades del proyecto parte 3. Fuente: el autor | 109 |
| Figura 14: Secuencia de actividades del proyecto parte 4. Fuente: el autor | 110 |
| Figura 15: Secuencia de actividades del proyecto parte 5. Fuente: el autor | 111 |
| Figura 16: Cronograma del proyecto, parte 1 de 8. Fuente: el autor | 123 |
| Figura 17: Cronograma del proyecto, parte 2 de 8. Fuente: el autor | 124 |
| Figura 18: Cronograma del proyecto, parte 3 de 8. Fuente: el autor | 125 |
| Figura 19: Cronograma del proyecto, parte 4 de 8. Fuente: el autor | 126 |
| Figura 20: Cronograma del proyecto, parte 5 de 8. Fuente: el autor | 127 |
| Figura 21: Cronograma del proyecto, parte 6 de 8. Fuente: el autor | 128 |
| Figura 22: Cronograma del proyecto, parte 7 de 8. Fuente: el autor | 129 |
| Figura 23: Cronograma del proyecto, parte 8 de 8. Fuente: el autor | 130 |
| Figura 24: Ruta crítica del proyecto, parte 1 de 4. Fuente: el autor | 132 |

| | |
|--|-----|
| Figura 25: Ruta crítica del proyecto, parte 2 de 4. Fuente: el autor | 133 |
| Figura 26: Ruta crítica del proyecto, parte 3 de 4. Fuente: el autor | 134 |
| Figura 27: Ruta crítica del proyecto, parte 4 de 4. Fuente: el autor | 135 |
| Figura 28: Organigrama del proyecto. Fuente: el autor..... | 199 |
| Figura 29: Matriz de probabilidad e impacto de ECOPETROL. Fuente: documento ECP-DRI-F-045 “Matriz de valoración de riesgos RAM” de ECOPETROL. | 230 |
| Figura 30: Resultados análisis semi-cuantitativo del proyecto. Fuente: herramienta ECP-DPY-F-008 “Matriz de Evaluación semi-cuantitativa (impacto y probabilidad) de riesgos para proyecto. | 244 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|-----|
| Cuadro No. 1: Correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento de la dirección de proyecto. Fuente: el autor. | 37 |
| Cuadro No. 2: Tipos de transformación de voltaje. Fuente: http://www.mailxmail.com | 49 |
| Cuadro No. 3: Valores alta y media tensión. Fuente: http://www.mailxmail.com ... | 49 |
| Cuadro No. 4: Fuentes de Información Utilizadas. Fuente: el autor. | 52 |
| Cuadro No. 5: Métodos de Investigación Utilizadas. Fuente: el autor. | 56 |
| Cuadro No. 6: Herramientas Utilizadas. Fuente: el autor. | 58 |
| Cuadro No. 7: Supuestos y Restricciones. Fuente: el autor. | 60 |
| Cuadro No. 8: Entregables. Fuente: el autor. | 65 |
| Cuadro No. 9: Identificación y análisis de interesados. Fuente: el autor. | 68 |
| Cuadro No. 10: Documentación de requisitos. Fuente: el autor. | 77 |
| Cuadro No. 11: Relación de transformadores a reemplazar por planta. Fuente: el autor. | 81 |
| Cuadro No. 12: Enunciado del alcance del proyecto. Fuente: el autor. | 82 |
| Cuadro No. 13: Lista de actividades del proyecto. Fuente: el autor. | 98 |
| Cuadro No. 14: Lista de hitos del proyecto. Fuente: el autor. | 105 |
| Cuadro No. 15: Estimación de recursos Fase 2 del proyecto. Fuente: el autor. . | 112 |
| Cuadro No. 16: Duración de actividades del proyecto. Fuente: el autor. | 115 |
| Cuadro No. 17: Clasificación de los estimados de costos. | 142 |
| Fuente: ECOPETROL S.A. | 142 |
| Cuadro No. 18: Resumen estimación de los costos de las actividades. Fuente: El autor. | 152 |
| Cuadro No. 19: Estimación de los costos de nuevos transformadores para el proyecto. Fuente: ECOPETROL S.A. | 158 |
| Cuadro No. 20: Estimación de los costos directos de ingeniería detallada y obras de montaje del proyecto. Fuente: ECOPETROL S.A. | 159 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro No. 21: Estimación de los costos indirectos de ingeniería detallada y obras de montaje de los nuevos transformadores. Fuente: ECOPETROL S.A..... | 173 |
| Cuadro No. 22: Estimación de los costos de Gastos administrativos para facilidades y servicios temporales. Fuente: ECOPETROL S.A. | 174 |
| Cuadro No. 23: Estimación de los costos de garantías y seguros e impuestos estimados. Fuente: ECOPETROL S.A. | 174 |
| Cuadro No. 24: Resumen de los costos del contrato de obra. Fuente: ECOPETROL S.A. | 175 |
| Cuadro No. 25: Resumen de costos fase 2 de maduración. Fuente: el autor. | 176 |
| Cuadro No. 26: Resumen de costos fase 3 de maduración. Fuente: el autor. | 178 |
| Cuadro No. 27: Resumen de costos fase 4 de maduración. Fuente: el autor. | 182 |
| Cuadro No. 28: Resumen de costos fase 5 de maduración. Fuente: el autor. | 185 |
| Cuadro No. 29: Línea Base de costos del proyecto. Fuente: Ingeniería conceptual del proyecto de ECOPETROL S.A. | 190 |
| Cuadro No. 30: Métricas de calidad. Fuente: el autor. | 195 |
| Cuadro No. 31: Matriz RACI. Fuente: el autor..... | 200 |
| Cuadro No. 32: Finalidad de elementos de comunicación. Fuente: el autor. | 214 |
| Cuadro No. 33: Distribución de elementos de comunicación. Fuente: el autor. .. | 215 |
| Cuadro No. 34: Consolidado del plan de gestión de las comunicaciones. Fuente: el autor. | 217 |
| Cuadro No. 35: Registro de riesgos del proyecto. Fuente: el autor..... | 236 |
| Cuadro No. 36: Valoración de impacto y probabilidad de los riesgos del proyecto. Fuente: el autor. | 239 |
| Cuadro No. 37: Plan de respuesta a los riesgos del proyecto. Fuente: el autor.. | 246 |
| Cuadro No. 38: Puntaje para indicadores financieros. Fuente: el autor. | 265 |

ÍNDICE DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

| | |
|-------------------|--|
| AACEI | Asociación Internacional para el Avance de la Ingeniería de Costos. Es una asociación sin ánimo de lucro al servicio de la comunidad total de la gestión de costes desde 1956. Ofrece a sus miembros y grupos de interés los recursos que necesitan para mejorar su rendimiento y asegurar el crecimiento continuo y exitoso. Con más de 9.000 miembros en todo el mundo, sirve a los profesionales de gestión total de costos en una variedad de disciplinas y de todas las industrias. |
| APU | Análisis de Precio Unitario. Es un modelo matemático que adelanta el resultado, expresado en moneda, de una situación relacionada con una actividad sometida a estudio. |
| CEE | Es la sigla de la Coordinación de Confiabilidad Eléctrica de la refinería de Barrancabermeja de ECOPETROL S.A. |
| CMM | Capability Maturity Model. Modelo de Madurez de Capacidades, es un modelo de evaluación de los procesos de una organización. Fue desarrollado inicialmente para los procesos relativos al desarrollo e implementación de software por la Universidad Carnegie-Mellon para el SEI (Software Engineering Institute). |
| Downstream | Sector de la industria petrolera que se refiere comúnmente a las tareas de refinamiento del petróleo crudo y al procesamiento y purificación del gas natural, así como también la comercialización y distribución de productos derivados del petróleo crudo y gas natural. El sector downstream llega hasta los consumidores con productos tales como gasolina, querosén, combustibles aeronáuticos, diésel, fueloil, |

lubricantes, ceras, asfalto, gas natural, y gas licuado del petróleo así como también cientos de petroquímicos.

ECOPETROL S.A. Es la empresa más grande de Colombia; es una Sociedad de Economía Mixta, de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, de conformidad con lo establecido en la Ley 1118 de 2006, regida por los Estatutos Sociales que se encuentran contenidos de manera integral en la Escritura Pública No. 5314 del 14 de diciembre de 2007, otorgada en la Notaría Segunda del Círculo Notarial de Bogotá.

OPM3 El Project Management Maturity Model Organizacional o OPM3 es un estándar de mejores prácticas reconocidas a nivel mundial para la evaluación y el desarrollo de capacidades en gestión de portafolios, gestión de programas y gestión de proyectos. Es publicado por el Project Management Institute (PMI).

PDT Programa Diario de Trabajo.

PEP Plan de ejecución del proyecto.

PERT Program Evaluation and review Technique. Técnica de Revisión y Evaluación de Proyectos modelo para la administración y gestión de proyectos inventado en 1957 por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de Guerra del Departamento de Defensa de EEUU como parte del proyecto Polaris de misil balístico móvil lanzado desde submarino. Este proyecto fue una respuesta directa a la crisis del Sputnik. PERT es básicamente un método para analizar las tareas involucradas en completar un proyecto dado, especialmente el tiempo para completar cada tarea, e identificar el tiempo mínimo necesario para completar el proyecto total.

PFG Proyecto final de graduación.

| | |
|---------------------|---|
| PMBOK 5taEd. | Quinta edición de la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (A Guide to the Project Management Body of Knowledge). Publicado por el PMI en español en el año 2013. |
| PMI | Project Management Institute. Es una de las asociaciones profesionales de miembros más grandes del mundo que cuenta con medio millón de miembros e individuos titulares de sus certificaciones en 180 países. Es una organización sin fines de lucro que avanza la profesión de la dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones reconocidas mundialmente, a través de comunidades de colaboración, de un extenso programa de investigación y de oportunidades de desarrollo profesional. |
| PMMM | Project Management Maturity Model. Es una herramienta formal que se utiliza para medir la madurez de gestión de proyectos de una organización. Una vez que el nivel inicial de madurez y las áreas de mejora se identifican, el PMMM proporciona una hoja de ruta, que describe los pasos necesarios hacia la madurez en la gestión de proyectos madurez y la mejora de su rendimiento. |
| SEI | Software Engineering Institute. Es un instituto federal estadounidense de investigación y desarrollo, fundado por Congreso de los Estados Unidos en 1984 para desarrollar modelos de evaluación y mejora en el desarrollo de software, que dieran respuesta a los problemas que generaba al ejército estadounidense la programación e integración de los subsistemas de software en la construcción de complejos sistemas militares. Financiado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y administrado por la Universidad Carnegie Mellon. |
| Upstream | Sector de exploración y producción de la industria petrolera. Este sector incluye las tareas de búsqueda de potenciales |

yacimientos de petróleo crudo y de gas natural, tanto subterráneos como submarinos, la perforación de pozos exploratorios, y posteriormente la perforación y explotación de los pozos que llevan el petróleo crudo o el gas natural hasta la superficie.

RESUMEN EJECUTIVO

ECOPETROL S.A. es la empresa más grande de Colombia y la principal petrolera del país. Cuenta con dos refinerías localizadas en las ciudades de Barrancabermeja y Cartagena de Indias que se encargan de suministrar al país los combustibles que se requieren para dinamizar su economía.

Principalmente, desarrolla en Colombia y en el exterior, actividades comerciales o industriales correspondientes o relacionadas con la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos.

Actualmente, en la refinería de Barrancabermeja existen reportes de las evaluaciones de mantenimiento predictivo realizadas a todos los transformadores de potencia eléctrica encontrándose que cuarenta y uno de los transformadores están con deterioro y/o vida útil mayor a 30 años de servicio, por lo cual están expuestos a fallas que pueden generar paradas de plantas no programadas y como consecuencia altas pérdidas económicas.

La Coordinación de confiabilidad eléctrica de la refinería de Barrancabermeja adelantó la fase 1 del proyecto según el Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL que contempla cinco fases, sin embargo, no cuenta con los recursos humanos suficientes para adelantar el Plan de ejecución de la siguiente fase del proyecto debido a que el personal que puede realizarlo, tiene a su cargo otras iniciativas de proyectos que son de alta prioridad para la refinería.

El objetivo general del Proyecto final de graduación (PFG) fue elaborar el Plan de ejecución de la Fase 2 según el Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL S.A. para el reemplazo de cuarenta y un transformadores de potencia de la refinería de Barrancabermeja de ECOPETROL S.A. Lo anterior, mediante la aplicación de las prácticas de la administración de proyectos establecidas en el PMBOK quinta edición del Project Management Institute (PMI), especialmente, los grupos de procesos de Iniciación y Planeación y de acuerdo con el Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL. Para este fin el PFG contempló los siguientes objetivos específicos.

1. Establecer el plan de gestión de los interesados para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto. Esta gestión incluye el análisis de sus expectativas y su impacto en el proyecto y con base en esto se desarrolla estrategias para lograr la participación de ellos en la ejecución del proyecto.
2. Establecer el plan de gestión de alcance para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto para definir lo que se incluye y lo que no se incluye en el proyecto.
3. Realizar el plan de gestión del tiempo para el reemplazo de los equipos de para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar y controlar los tiempos de modo que el proyecto se complete en el tiempo requerido.
4. Realizar el plan de gestión del costo para el reemplazo de los equipos para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar, presupuestar y

controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro de lo presupuestado.

5. Definir el plan de calidad de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) para la fase 2 del proyecto para describir cómo se prevé cumplir con los requisitos acordados.
6. Definir el plan de recursos humanos para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a definir, organizar y gestionar el equipo del proyecto.
7. Definir el plan de comunicaciones para la fase 2 del proyecto para identificar, analizar y gestionar a los interesados del proyecto y cómo se va a generar, recopilar, distribuir, almacenar y disponer de la información del proyecto adecuada y oportunamente.
8. Definir el plan de gestión de riesgos para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a implementar el ciclo de gestión de riesgos en el proyecto.
9. Definir el plan de adquisiciones para la fase 2 del proyecto para describir cómo se asegurarán las adquisiciones y contrataciones requeridas para la ejecución del proyecto.

El plan de gestión propuesto en el PFG, se realizó con base en la descomposición, revisión y análisis de las áreas de conocimiento y sus grupos de proceso, metodología que se fortificó mediante investigación documental y métodos particulares de observación y experimentación.

Finalmente, el Plan de ejecución obtenido contiene los planes de gestión indicados en los objetivos específicos definidos al inicio de PFG realizados con base en las buenas prácticas de administración de proyectos y el Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPEL. Este Plan de ejecución podrá servir con insumo para la ejecución de la fase 3 del proyecto adelantando de esta manera las gestiones pertinentes para que en el corto plazo se pueda llevar a cabo la etapa de ejecución o fase 4 del proyecto contribuyendo de esta manera a reducir el tiempo de exposición al riesgo de las diferentes plantas de proceso de la refinería de Barrancabermeja ante una eventual falla de los equipos existentes que generen pérdidas económicas para la empresa.

Como recomendación, se debe adelantar la fase 3 del proyecto sin dejar un margen de tiempo amplio, considerando las implicaciones que podrían resultar por el inicio tardío de la ejecución del proyecto y por lo tanto es necesario que la Coordinación de Confiabilidad Eléctrica de la refinería realice las gestiones respectivas ante la Gerencia de la Refinería para asegurar los recursos humanos que se requieren para darle continuidad a la maduración del proyecto.

1. INTRODUCCION

ECOPETROL S.A. es la empresa más grande de Colombia y la principal compañía petrolera en Colombia. Cuenta con dos refinerías, una en Barrancabermeja y la otra en Cartagena de Indias, encargadas de suministrar al país los combustibles necesarios para proporcionarle dinamismo a la economía estatal. La refinería de Barrancabermeja es la más grande y la de mayor aporte de combustibles al país.

1.1. Antecedentes

La refinería de Barrancabermeja, la tiene más de 90 años de funcionamiento dedicada especialmente a la transformación del crudo en productos valiosos contribuyendo con el desarrollo de Colombia. Cuenta con 42 plantas de proceso distribuidas en un área de 297 hectáreas.

La refinería cuenta con su propio sistema eléctrico el cual realiza la generación, transformación, transmisión y distribución a diferentes niveles de tensión de acuerdo con las necesidades de energía de las diferentes plantas de proceso. Actualmente, la refinería busca asegurar la confiabilidad del sistema eléctrico, mediante su reposición y actualización tecnológica.

1.2. Problemática

Según los reportes de las evaluaciones de mantenimiento predictivo realizadas en la refinería a todos los transformadores, se determinó que en la actualidad cuarenta y uno de los transformadores de potencia presentan deterioro y/o han superado la vida útil de 30 años de servicio.

El final de la vida de un transformador esta dado fundamentalmente por la degradación del aislamiento (características de rigidez dieléctrica y mecánicas del papel dieléctrico por reducción del grado de polimerización). Este deterioro es acumulativo a lo largo de la vida de transformador e irreversible.

Por lo anterior, estos transformadores están expuestos a una falla en cualquier momento lo que puede generar altas pérdidas económicas por apagada de las unidades de proceso o subestaciones a las cuales entregan potencia.

1.3. Justificación del problema

Los transformadores objeto de este proyecto se encuentran actualmente operando en las subestaciones de cada planta a diferentes niveles de tensión. Debido a sus condiciones de deterioro y superación de su vida útil existe el riesgo de falla en cualquier momento, pudiendo generar altas pérdidas por apagadas de unidades de proceso o subestaciones, daños a las instalaciones y equipos adyacentes, y posible afectación a personas. Por otro lado, el tiempo de servicio y la alta incidencia de fallas han incrementado la frecuencia de las intervenciones de estos equipos para mantenimiento, impactando los costos y los índices de confiabilidad.

La Coordinación de Confiabilidad Eléctrica con base en el Modelo de maduración de proyectos establecido en ECOPETROL S.A maduró la fase 1 del proyecto en la cual se adelantó la selección de la alternativa para el mejoramiento de la confiabilidad eléctrica de los cuarenta y un transformadores de potencia eléctrica. Las dos alternativas para dar solución a este problema fueron: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores.

De este análisis se tuvo en cuenta que el reparar o reemplazar, tiene que ver con la evaluación de la mejora del desempeño en servicio, mejora de la seguridad en el funcionamiento y con el hecho de que la vida residual de un transformador

eléctrico no puede extenderse al infinito; normalmente entre más se extienda la vida de un transformador lo costos directos de operación y mantenimiento, el riesgo de falla y sus efectos o daños consecuenciales serán más altos, por lo que la alternativa de reparación de los transformadores no es viable y se concluyó que la mejor opción es comprar y montar nuevos transformadores.

Actualmente, la Coordinación de Confiabilidad Eléctrica debe madurar otras iniciativas que también son de alta prioridad para el logro del aseguramiento de la confiabilidad del sistema eléctrico de la refinería, relacionadas con la reposición de Sistemas Ininterrumpidos de Potencia, Motores Eléctricos de diferentes niveles de tensión eléctrica y reemplazo de Centros del Control de Motores. Debido a lo anterior, dicha Coordinación no cuenta con el recurso humano que pueda gestionar en el corto plazo el plan de ejecución del proyecto preliminar de la fase 2 del proyecto para la reposición de los cuarenta y un transformadores eléctricos, enmarcado en el Modelo de maduración y gestión de proyectos establecido en ECOPETROL S.A, que consta de cinco fases de maduración, y aplicando las mejores prácticas de administración de proyectos.

1.4. Objetivo general

El objetivo general del proyecto es elaborar el Plan de ejecución preliminar de la fase 2 según el Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL S.A para el reemplazo de cuarenta y un transformadores de potencia de la refinería de ECOPETROL S.A ubicada en la ciudad de Barrancabermeja en Colombia, siguiendo las mejores prácticas de la administración de proyectos establecidas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), para el mejoramiento de la confiabilidad del suministro de energía eléctrica a las diferentes áreas operativas de la refinería.

1.5. Objetivos específicos

Para el presente PFG, a continuación se precisan los objetivos específicos del mismo con el propósito de definir los resultados y beneficios esperados una vez desarrollado el Plan de ejecución del proyecto preliminar de la fase 2 de maduración del proyecto según los lineamientos establecidos en el modelo de maduración de ECOPETROL y las mejores prácticas señaladas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013):

- Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de los interesados para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para identificar quienes pueden afectar o pueden ser afectados por el desarrollo del proyecto. Esta gestión incluye el análisis de sus expectativas y su impacto en el proyecto y con base en esto se desarrolla estrategias para lograr la participación de ellos en la ejecución del proyecto.
- Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de alcance para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para definir lo que se incluye y lo que no se incluye en el proyecto.
- Realizar el plan de gestión del tiempo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar y controlar los tiempos de modo que el proyecto se complete en el tiempo requerido.

- Realizar el plan de gestión del costo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro de lo presupuestado.
- Definir el plan de calidad de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se prevé cumplir con los requisitos acordados.
- Definir el plan de recursos humanos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a definir, organizar y gestionar el equipo del proyecto.
- Definir el plan de comunicaciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para identificar, analizar y gestionar a los interesados del proyecto y cómo se va a generar, recopilar, distribuir, almacenar y disponer de la información del proyecto adecuada y oportunamente.
- Definir el plan de gestión de riesgos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a implementar el ciclo de gestión de riesgos en el proyecto.
- Definir el plan de adquisiciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de

proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se asegurarán las adquisiciones y contrataciones requeridas para la ejecución del proyecto.

2. MARCO TEORICO

2.1. Marco institucional

Antecedentes de la Institución

ECOPETROL S.A es una Sociedad de Economía Mixta, de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía de Colombia.

La empresa funciona como sociedad de naturaleza mercantil, dedicada al ejercicio de las actividades propias de la industria y el comercio del petróleo y sus afines. Actualmente, Ecopetrol S.A. es la empresa más grande de Colombia con una utilidad neta de \$15,4 billones registrada en 2011 y la principal compañía petrolera en Colombia. Por su tamaño, pertenece al grupo de las 40 petroleras más grandes del mundo y es una de las cuatro principales de Latinoamérica.

Tiene la participación mayoritaria de la infraestructura de transporte y refinación de Colombia, cuenta con campos de extracción de hidrocarburos en el centro, el sur, el oriente y el norte de Colombia, dos refinerías, puertos para exportación e importación de combustibles y crudos en la Costa Atlántica y Pacífica del país y una red de transporte de 8.500 kilómetros de oleoductos y poliductos a lo largo de toda la geografía colombiana, que intercomunican los sistemas de producción con los grandes centros de consumo y los terminales marítimos.

Misión y visión

Según ECOPETROL S.A su misión y visión son las siguientes:

Misión: *“Encontramos y convertimos fuentes de energía en valor para nuestros clientes y accionistas, asegurando la integridad de las personas, la seguridad de los procesos y el cuidado del medio ambiente, contribuyendo al bienestar de las*

áreas donde operamos, con personal comprometido que busca la excelencia, su desarrollo integral y la construcción de relaciones de largo plazo con nuestros grupos de interés”.

Visión: *“Ecopetrol, Grupo Empresarial enfocado en petróleo, gas, petroquímica y combustibles alternativos, será una de las 30 principales compañías de la industria petrolera, reconocida por su posicionamiento internacional, su innovación y compromiso con el desarrollo sostenible”.*

Este PFG se encuentra alineado con la declaración de la misión y visión de ECOPETROL S.A lo que permite que sea aceptado por la empresa teniendo en cuenta que plantea un plan de ejecución que busca la seguridad de las personas, la seguridad de los procesos y el cuidado del medio ambiente. Adicionalmente, el PFG se alinea con las expectativas de la organización al contribuir con un plan de ejecución que a futuro pueda detallarse en las fases sucesoras del proyecto de acuerdo con el Modelo de maduración y gestión del proyectos de la compañía y que finalmente pueda ejecutarse contribuyendo al aporte de esfuerzos para que la organización llegue a posicionarse internacionalmente y sea reconocida por su innovación y compromiso con el desarrollo sostenible.

Estructura organizativa

La estructura organizativa está compuesta por dos grandes negocios, que toman los nombres tal como se conocen en la industria: los negocios de exploración y producción (upstream) y los de refinación, petroquímica, transporte, suministro y mercadeo que componen el negocio de downstream, tal como se muestra en la Figura 1.

Esto le permite a Exploración y Producción contar con la autonomía, apoyo y agilidad para lograr su meta de un millón de barriles de producción al 2015 y a la cadena de Refinación, Transporte y Comercialización asegurar la calidad,

confiabilidad y mayor rentabilidad del portafolio de productos y servicios requeridos por el mercado nacional e internacional.

Las refinéras de Barrancabermeja y de Cartagena de Indias son dependientes de la Vicepresidencia de Refinación y Petroquímica a la cual le corresponde la refinación y cualquier otro proceso industrial de los hidrocarburos y sus derivados, para producir derivados, petroquímicos y otros productos requeridos por el mercado, en forma rentable.

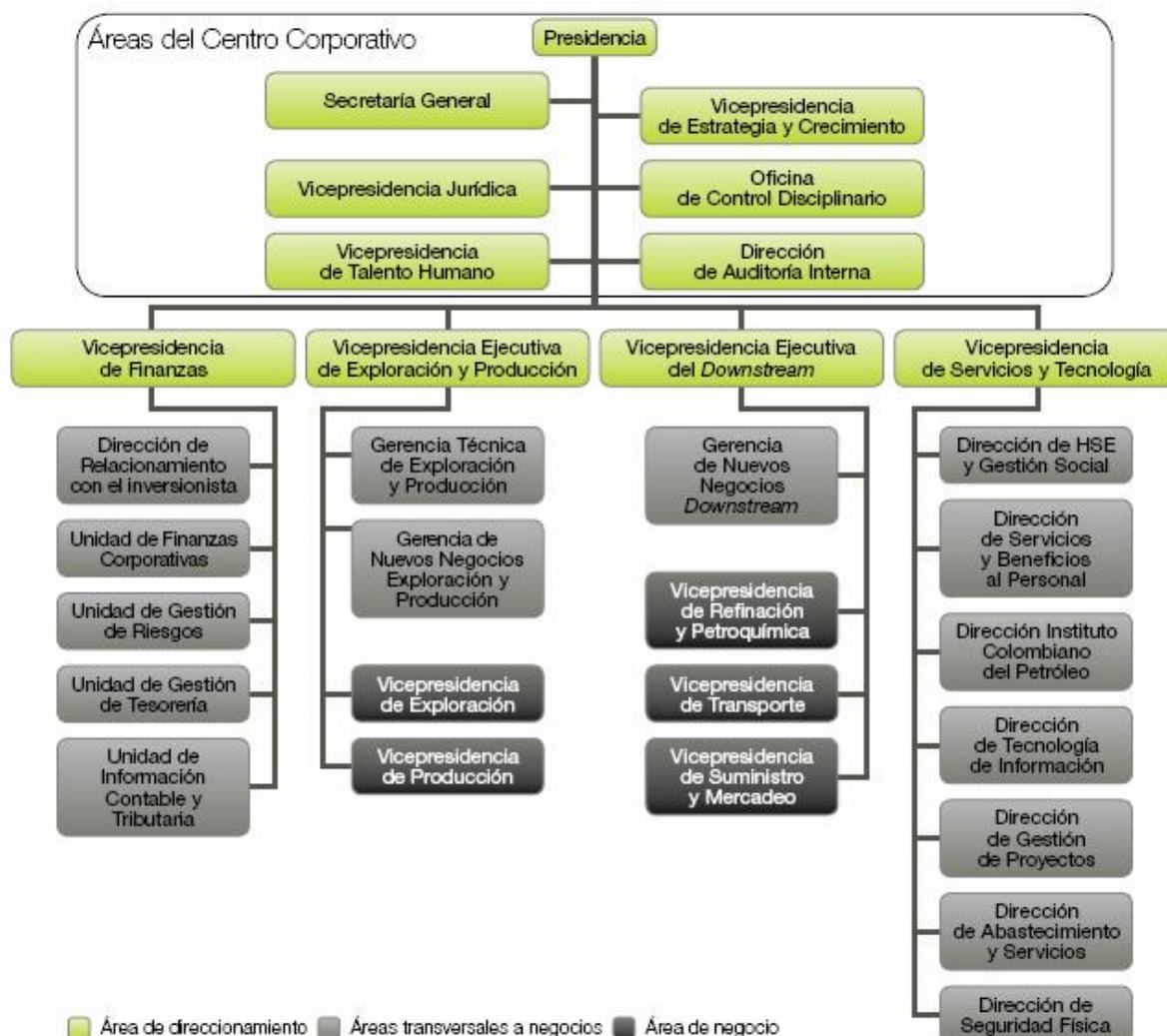


Figura 1: Estructura Organizativa de ECOPETROL S.A. Fuente: el autor

De acuerdo con esta estructura organizativa, el PFG podrá aportar a la Vicepresidencia de Refinación y Petroquímica las directrices de un plan de ejecución elaborado con base en las mejoras prácticas de gestión de proyectos que a futuro podrá detallarse y ejecutarse en otras fases del proyecto en busca del mejoramiento de la confiabilidad del suministro de energía eléctrica en la refinería de Barrancabermeja para la realización de procesos de refinación de petróleo de manera rentable.

Productos que ofrece

ECOPETROL S.A desarrolla, en Colombia y en el exterior, actividades comerciales o industriales correspondientes o relacionadas con la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos. Realiza además:

- La exploración y explotación de hidrocarburos en áreas o campos petroleros operados directamente por Ecopetrol S.A.
- La exploración y explotación de las áreas o campos petroleros que le sean asignadas por la Agencia Nacional de Hidrocarburos.
- Exploración y explotación de hidrocarburos en el exterior, directamente o a través de contratos celebrados con terceros.
- Refinación, procesamiento y cualquier otro proceso industrial o petroquímico de los hidrocarburos, sus derivados, productos o afines, en instalaciones propias o de terceros, en el territorio nacional y en el exterior.
- Compra, venta, importación, exportación, procesamiento, almacenamiento, mezcla, distribución, comercialización, industrialización, y/o venta de hidrocarburos, sus derivados, productos y afines, en Colombia y en el exterior.
- Transporte y almacenamiento de hidrocarburos, sus derivados, productos y afines, a través de sistemas de transporte o almacenamiento propios o de terceros, en el territorio nacional y en el exterior, con excepción del transporte comercial de gas natural en el territorio nacional.

- Realiza la investigación, desarrollo y comercialización de fuentes convencionales y alternas de energía.
- Realizar la producción, mezcla, almacenamiento, transporte y comercialización de componentes oxigenantes y biocombustibles.

2.2. Teoría de administración de proyectos

Proyecto

De acuerdo con el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), un proyecto es un esfuerzo que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, y tiene la característica de ser naturalmente temporal, es decir, que tiene un inicio y un final establecidos, y que el final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto.

Es importante resaltar que un proyecto es un esfuerzo temporal que se realiza para crear el producto o servicio, sin embargo, no es el producto o resultado final del esfuerzo.

Puede concluirse que un proyecto llega a su final de tres formas:

1. Cuando se logran sus objetivos.
2. Cuando no pueden cumplirse sus objetivos.
3. Cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto.

Lo más común de un proyecto es el primer ítem; cuando se logran sus objetivos. El ítem dos puede ser el caso de un proyecto no necesariamente exitoso, ya que existen proyectos en los cuales no se cumplen los objetivos debido a causas en las que no se han podido controlar algunos factores críticos que tenía el proyecto

o en las que los riesgos que se identificaron fueron de poca probabilidad de ocurrencia pero de alto impacto pero que al final sucedió y causó el fin del proyecto.

Finalmente y de manera resumida un proyecto para así ser llamado debe cumplir con dos características principales, la de ser un esfuerzo en conjunto para crear un producto, servicio o resultado único y la de tener un inicio y un final medible.

Administración de Proyectos

La administración de proyectos es el uso del conocimiento, de las habilidades, herramientas y de las técnicas a las actividades de un proyecto para resolver los requisitos del mismo.

La administración de proyectos se constituye por diez áreas del conocimiento, cuyas definiciones y aspectos son imprescindibles para el buen manejo de un proyecto, entre las cuales se agrupan en cinco grupos de procesos de manera lógica cuarenta y siete procesos de administración de proyectos. Estos grupos de procesos son: Iniciación, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, y Cierre.

De acuerdo al PMI la administración un proyecto por lo general incluye:

- Identificar requisitos.
- Aprobar las diversas necesidades, inquietudes y expectativas de los interesados en la planificación y ejecución de un proyecto.
- Establecer, mantener y realizar comunicaciones activas y eficaces y de naturaleza colaborativa entre los interesados.
- Gestionar a los interesados para cumplir los requisitos del proyecto y generar los entregables del mismo.
- Equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto que incluyen entre otras: el alcance, la calidad, el cronograma, el presupuesto, los recursos y los riesgos.

Ciclo de vida de un proyecto

Para facilitar la gestión, los administradores de proyectos o la organización pueden dividir los proyectos en fases, con los enlaces correspondientes a las operaciones de la organización ejecutante. El conjunto de estas fases se conoce como ciclo de vida del proyecto. Muchas organizaciones identifican un conjunto de ciclos de vida específico para usarlo en todos sus proyectos.

El ciclo de vida del proyecto define las fases que conectan el inicio de un proyecto con su fin. Por ejemplo, cuando una organización identifica una oportunidad a la cual le interesaría responder, frecuentemente autoriza un estudio de viabilidad para decidir si se emprenderá el proyecto. La definición del ciclo de vida del proyecto puede ayudar al director del proyecto a determinar si deberá tratar el estudio de viabilidad como la primera fase del proyecto o como un proyecto separado e independiente. Cuando el resultado de dicho esfuerzo preliminar no sea claramente identificable, lo mejor es tratar dichos esfuerzos como un proyecto por separado. Las fases del ciclo de vida de un proyecto no son lo mismo que los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos.

Las fases del ciclo de vida de un proyecto son: Inicio, Planificación, Ejecución, Cierre del proyecto. La transición de una fase a otra dentro del ciclo de vida de un proyecto generalmente implica y, por lo general, está definida por alguna forma de transferencia técnica. Generalmente, los productos entregables de una fase se revisan para verificar si están completos, si son exactos y se aprueban antes de iniciar el trabajo de la siguiente fase. No obstante, no es inusual que una fase comience antes de la aprobación de los productos entregables de la fase previa, cuando los riesgos involucrados se consideran aceptables. Esta práctica de superponer fases, que normalmente se realiza de forma secuencial, es un ejemplo de la aplicación de la técnica de compresión del cronograma denominada ejecución rápida.

No existe una única manera, que sea la mejor, para definir el ciclo de vida ideal de un proyecto. Algunas organizaciones han establecido políticas que estandarizan todos los proyectos con un ciclo de vida único, mientras que otras permiten al equipo de dirección del proyecto elegir el ciclo de vida más apropiado para el proyecto del equipo. Asimismo, las prácticas comunes de la industria a menudo conducen a usar un ciclo de vida preferido dentro de dicha industria.

Los ciclos de vida del proyecto generalmente definen:

- Qué trabajo técnico se debe realizar en cada fase.
- Cuándo se deben generar los productos entregables en cada fase y cómo se revisa, verifica y valida cada producto entregable
- Quién está involucrado en cada fase (por ejemplo, la ingeniería concurrente requiere que los implementadores estén involucrados en las fases de requisitos y de diseño)
- Cómo controlar y aprobar cada fase.
- Las descripciones del ciclo de vida del proyecto pueden ser muy generales o muy detalladas. Las descripciones muy detalladas de los ciclos de vida pueden incluir formularios, diagramas y listas de control para proporcionar estructura y control.
- La mayoría de los ciclos de vida de proyectos comparten determinadas características comunes:
- En términos generales, las fases son secuenciales y, normalmente, están definidas por alguna forma de transferencia de información técnica o transferencia de componentes técnicos.
- El nivel de coste y de personal es bajo al comienzo, alcanza su nivel máximo en las fases intermedias y cae rápidamente cuando el proyecto se aproxima a su conclusión. Esto se puede observar en la figura 2.
- El nivel de incertidumbre es el más alto y, por lo tanto, el riesgo de no cumplir con los objetivos es más elevado al inicio del proyecto. La certeza de terminar con éxito aumenta gradualmente a medida que avanza el proyecto.

- El poder que tienen los interesados en el proyecto para influir en las características finales del producto del proyecto y en el coste final del proyecto es más alto al comienzo y decrece gradualmente a medida que avanza el proyecto.

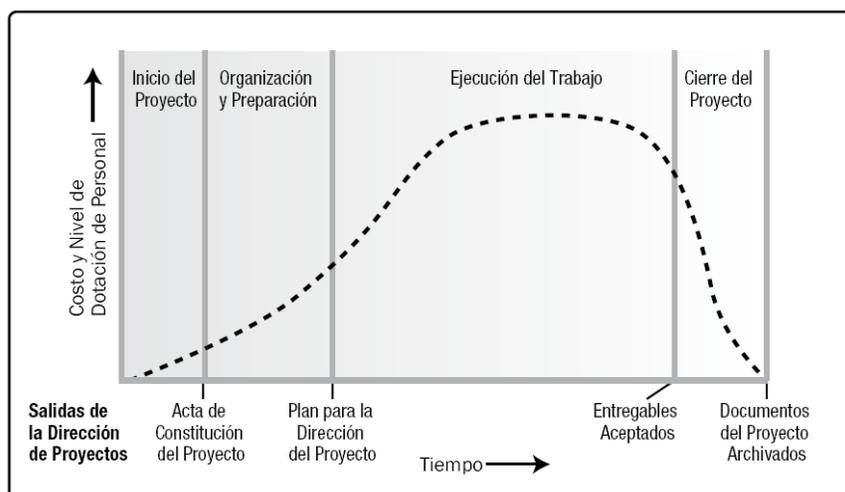


Figura 2: Niveles típicos de costo y dotación de personal en una estructura genérica del ciclo de vida del proyecto. Fuente: PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

La conclusión y la aprobación de uno o más productos entregables caracterizan a una fase del proyecto. Un producto entregable es un producto de trabajo que se puede medir y verificar, tal como una especificación, un informe del estudio de viabilidad, un documento de diseño detallado o un prototipo de trabajo. Algunos productos entregables pueden corresponder al mismo proceso de dirección de proyectos, mientras que otros son los productos finales o componentes de los productos finales para los cuales se creó el proyecto. Los productos entregables, y en consecuencia las fases, son parte de un proceso generalmente secuencial, diseñado para asegurar el adecuado control del proyecto y para obtener el producto o servicio deseado, que es el objetivo del proyecto.

En cualquier proyecto específico, las fases se pueden subdividir en subfases en función del tamaño, complejidad, nivel de riesgo y restricciones del flujo de caja. Cada subfase se alinea con uno o más productos entregables específicos para el seguimiento y control. La mayoría de estos productos entregables de las subfases

están relacionados con el producto entregable de la fase principal, y las fases normalmente toman el nombre de estos productos entregables de las subfases: requisitos, diseño, construcción, prueba, puesta en marcha, rotación, entre otros, según corresponda.

Por lo general, una fase del proyecto concluye con una revisión del trabajo logrado y los productos entregables, a fin de determinar la aceptación, tanto si aún se requiere trabajo adicional como si se debe considerar cerrada la fase. Con frecuencia, la dirección lleva a cabo una revisión para tomar una decisión a fin de comenzar las actividades de la siguiente fase sin cerrar la fase actual, por ejemplo, cuando el director del proyecto elige la ejecución rápida como curso de acción. Otro ejemplo es cuando una compañía de tecnología de la información elige un ciclo de vida iterativo donde más de una fase del proyecto puede avanzar de forma simultánea. Los requisitos de un módulo se pueden recopilar y analizar antes de que el módulo sea diseñado y construido. Mientras se lleva a cabo el análisis de un módulo, se puede comenzar a recopilar los requisitos de otro módulo de forma paralela.

Del mismo modo, se puede cerrar una fase sin la decisión de iniciar alguna otra fase. Por ejemplo, el proyecto está completo o se considera que el riesgo es demasiado alto para permitir la continuidad del proyecto. La conclusión formal de la fase no incluye la autorización de la fase posterior. Para un control efectivo, cada fase se inicia formalmente para producir una salida, dependiente de la fase, del Grupo de Procesos de Iniciación, que especifique lo que está permitido y lo que se espera para dicha fase, como se muestra en la Figura 3.

Se puede realizar una revisión al final de cada fase con el objetivo explícito de obtener la autorización para cerrar la fase actual e iniciar la fase posterior. En ocasiones, se pueden obtener ambas autorizaciones en una sola revisión. Las revisiones al final de cada fase son también conocidas como: salidas de fase, entradas a la fase o puntos de cancelación.

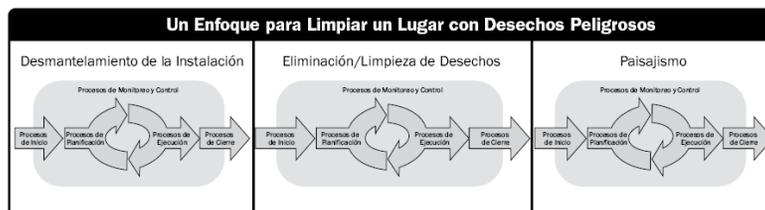


Figura 3: Ejemplo de Proyecto de 3 fases. Fuente: PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

Para nuestro caso en particular, se adopta ciclo de vida establecido según el modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL S.A. Este modelo cubre 5 fases o procesos: identificación de la oportunidad, selección de la alternativa, definición del proyecto, ejecución y entrada en operación. En el numeral 2.3.2 del presente PFG se indica en que consiste cada una de las fases de este modelo.

El desarrollo del presente PFG se centra en el desarrollo del Plan de Ejecución del proyecto preliminar el cual constituye el principal entregable de la Fase 2 – Selección de la alternativa, del modelo de maduración de ECOPETROL S.A.

Procesos en la administración de proyectos

Un proceso es un conjunto de actividades que reciben entradas para generar salidas haciendo uso de una serie de herramientas y técnicas para transformar dichas entradas.

En la gestión de proyectos según el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) existen cuarenta y siete procesos que trabajan de manera concatenada, es decir las salidas de un proceso se convierten en entradas de un proceso posterior.

Estos cuarenta y siete procesos se encuentran distribuidos en cinco grupos de procesos.

Procesos de iniciación

Son aquellos que autorizan el inicio formal de un nuevo proyecto definiendo el alcance inicial, los objetivos y principales requisitos que debe cumplir el proyecto a fin de darlo por aceptado. Es donde se nombra formalmente al gerente de proyecto y se le asignan los recursos financieros con los que va a contar durante el proyecto.

Procesos de planificación

Es el mayor grupo de procesos pues es donde se define el alcance en base a los requisitos estableciendo la estructura desglosada de trabajo o EDT; se define la secuencia, recursos y duración de las actividades estableciendo el cronograma del proyecto; se estiman los costos estableciendo el presupuesto del proyecto; se identifican los riesgos y el plan de respuesta para dichos riesgos; además de planificar la calidad, los recursos humanos, las comunicaciones y adquisiciones que luego serán integrados todos juntos en el plan de gestión del proyecto.

Procesos de ejecución

Es donde se consumen la mayor cantidad de recursos y del presupuesto del proyecto coordinando todas las actividades para ejecutar el trabajo del proyecto asegurando que se cumplan todos los objetivos definidos y que la información sea distribuida a todos los interesados según el plan establecido para las comunicaciones.

Procesos de monitoreo y control

Algo fundamental para la buena marcha de un proyecto son las actividades de supervisión, inspección, análisis y corrección a través de la identificación de aquellos aspectos del proyecto que requieran realizar cambios preventivos o correctivos y así estar mejor preparados para desviaciones que podrían presentarse durante la gestión del proyecto.

Procesos de cierre

Asegura el cierre formal del proyecto obteniendo la aceptación del cliente o usuario final y consiguiendo que se concluyan todas las actividades comprometidas en el proyecto, realizando la documentación de las lecciones aprendidas y el archivo físico o electrónico de toda la información relacionada a los entregables que se constituirán en los activos de la organización.

Áreas del conocimiento de la administración de proyectos

El conocimiento de la administración de proyectos puede ser organizado de muchas maneras, sin embargo, con base en los lineamientos del PMI se presenta una estructura básica para entender la administración de proyectos:

Gestión de la Integración del Proyecto

Se refiere los procesos requeridos para asegurar que los elementos varios de un proyecto están coordinados apropiadamente.

Gestión del Alcance del Proyecto.

Se refiere el proceso requerido para asegurar que el proyecto incluye todo trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para completar el proyecto de manera exitosa.

Gestión del Tiempo del Proyecto

Se refiere los procesos requeridos para asegurar la terminación a tiempo del proyecto.

Gestión de los Costos del Proyecto

Se refiere los procesos requeridos para asegurar que el proyecto es completado dentro del presupuesto aprobado.

Gestión de la Calidad del Proyecto

Se refiere los procesos requeridos para asegurar que el proyecto va a satisfacer las necesidades para lo cual fue desarrollado.

Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto

Se refiere los procesos requeridos para hacer el uso más eficiente de las personas involucradas en el proyecto.

Gestión de las Comunicaciones del Proyecto.

Se refiere los procesos requeridos para asegurar la generación apropiada y a tiempo, colección, diseminación, almacenamiento, y la disposición final de la información del proyecto.

Gestión del Riesgo del Proyecto

Se refiere los procesos concernientes con la identificación, análisis, y respuesta al riesgo del proyecto.

Gestión de las Adquisiciones del Proyecto

Se refiere los procesos requeridos para adquirir bienes y servicios de fuera de la organización ejecutora.

Gestión de los interesados del Proyecto

Incluye los procesos necesarios para identificar a las personas, entes, grupos, organizaciones que se pueden afectar o son afectados por el proyecto, para analizar sus expectativas y su impacto en el desarrollo del proyecto y para establecer estrategias de gestión con el fin de lograr la participación de los interesados en las decisiones y ejecución del proyecto.

En la siguiente tabla se refleja la correspondencia entre los cuarenta y siete procesos de la administración de proyectos dentro de los cinco grupos de procesos y las diez áreas de conocimiento:

Cuadro No. 1: Correspondencia entre grupos de procesos y áreas de conocimiento de la dirección de proyecto. Fuente: el autor.

| Área de Conocimiento | Grupos de Procesos de Gestión de Proyectos | | | | |
|---|--|---|---|--|--------------------------|
| | Procesos de Iniciación | Procesos de Planificación | Procesos de Ejecución | Procesos de Motorización y Control | Procesos de Cierre |
| Gestión de la Integración del Proyecto | Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto | Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto | Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto | Supervisar y Controlar el Trabajo del Proyecto Control Integrado de Cambios | Cerrar Proyecto |
| Gestión del Alcance del Proyecto | | Planificar la Gestión del Alcance Identificar los Requisitos Definir el Alcance Crear EDT | | Validar el Alcance Controlar el Alcance | |
| Gestión del Tiempo del Proyecto | | Planificar la Gestión del Cronograma Definir las Actividades Establecimiento de la Secuenciación de las Actividades Estimar los Recursos de Actividades Estimar la Duración de Actividades Desarrollar el Cronograma | | Controlar el Cronograma | |
| Gestión de los Costes del Proyecto | | Planificar la Gestión de Costes Estimar Costes Definir el Presupuesto | | Control de Costes | |
| Gestión de la Calidad del Proyecto | | Planificar la Gestión de Calidad | Realizar Aseguramiento de Calidad | Controlar la Calidad | |
| Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto | | Planificar la Gestión de Recursos Humanos | Adquirir el Equipo del Proyecto Desarrollar el Equipo del Proyecto Gestionar el Equipo del Proyecto | | |
| Gestión de las Comunicaciones del Proyecto | | Planificar las Comunicaciones | Gestionar las Comunicaciones | Controlar las Comunicaciones | |
| Gestión de los Riesgos del Proyecto | | Planificar la Gestión de Riesgos Identificar los Riesgos Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos Planificar la Respuesta a los riesgos | | Controlar los Riesgos | |
| Gestión de las Adquisiciones del Proyecto | | Planificar las Adquisiciones | Realizar las Adquisiciones | Controlar las Adquisiciones | Cerrar las Adquisiciones |
| Gestión de los Grupos de Interés del Proyecto | Identificar a los Grupos de Interés | Planificar la Gestión de los Grupos de Interés | Gestionar los Grupos de Interés | Controlar los Grupos de Interés | |

2.3. Otra Teoría propia del tema de interés

Modelos de Madurez de proyectos

Se conoce como madurez en administración de proyectos, el grado en el cual una organización, o una unidad organizacional desarrollan, asimila e implementa buenas prácticas en dirección de proyectos, programas y portafolios. El nivel de madurez en administración de proyectos de una organización u unidad organizacional, es factible de ser medido mediante modelos de madurez. Un modelo de madurez, es un conjunto estructurado de elementos como buenas prácticas, herramientas de medición, criterios de análisis, entre otras, que permite identificar las capacidades instaladas en dirección de proyectos en la organización, compararlas con estándares, identificar vacíos o debilidades y establecer procesos de mejora continua.

Los modelos de madurez en administración de proyectos, derivan del Capability Maturity Model, CMM desarrollado, a requerimiento del Gobierno Federal de Estados Unidos, en 1986 por el Software Engineering Institute (SEI), para la evaluación de procesos vinculados con el desarrollo de software. El objetivo de este modelo fue la provisión de un cuestionario que sirviese como herramienta para identificar las áreas donde los procesos de desarrollo de software necesiten mejora. Los modelos de madurez, para medir las capacidades instaladas en dirección de proyectos, más conocidos son:

PMMM (Project Management Maturity Model)

Fue publicado en 1992, por Dekker, este modelo analiza el nivel de madurez a través de las áreas de conocimiento del PMBOK, a través de cinco niveles de medición: i) Inicial; ii) Repetición; iii) definición; iv) Dirección y v) Optimización.

Kezner

Fue publicado por Harold Kezner en el año 2000 en el libro, "Strategic Planning for Project Management". Este modelo basado en el CMM y en el PMBOK, consta de 183 preguntas distribuidas en cinco niveles de medición: i) lenguaje común (80 preguntas); ii) Procesos comunes (20 preguntas); iii) Metodología común (42 preguntas); iv) Comparación (25 preguntas); y v) Mejoramiento continuo (16 preguntas). Si bien este modelo analiza los mismos ámbitos que el OPM3, no evalúa la madurez de programas y de portafolio.

OPM3 (Organizational, Project Management Maturity Model)

Es desarrollado por el PMI desde el año 2003. Este modelo describe la metodología de medición de madurez organizacional en gerencia de proyectos de acuerdo a los estándares del PMI, (Project Management Body Of Knowledge, The Standard for Portfolio Management y The Standard for Program Management, entre otros).

El OPM3 establece buenas prácticas para los niveles de estandarización, medición, control y mejora continua para proyectos, programas y portafolio. Entre sus fortalezas destacan:

- Se basa en la guía del PMBOK;
- Permite identificar las buenas prácticas requeridas para mejorar las capacidades en dirección de proyectos y sus vinculaciones entre sí a nivel de procesos de dirección, áreas de conocimiento, procesos de gestión, procesos de estandarización, medición, control y mejora continua.
- Proporciona un medio objetivo para evaluar la madurez en dirección de proyectos con respecto a un conjunto de mejores prácticas reconocidas a nivel mundial.

- Incorpora la experiencia y conocimientos de cientos de profesionales en dirección de proyectos de un amplio espectro de industrias y área geográficas.

Modelo de maduración y gestión de proyecto de ECOPETROL S.A.

Como antecedente, antes de la implementación del Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos cada proyecto se gestionaba en una forma propia según el área y dependía del conocimiento y experiencia del Jefe o Líder de área; se aprobaban y ejecutaban proyectos mal definidos, sin alcance claro, con altos riesgos y baja rentabilidad, no se contaba con estándares y procedimientos debidamente estructurados; los resultados dependían de la capacidad y habilidad individual de los líderes, resultados no regulares y muchos a la suerte del equipo.

De acuerdo con estas oportunidades de mejora encontradas, ECOPETROL optó por la implementación de una metodología para la gestión de proyectos, Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos (MMGP), en busca de un mecanismo de aseguramiento del uso efectivo del capital, un modelo integral y único en la organización aplicable en proyectos, el mejoramiento del desempeño de los proyectos, toma de decisiones con calidad, mejora continua y gestión del conocimiento, disciplina de fases contemplando integralmente el ciclo de los proyectos y reducción de desviaciones en tiempo, costo y alcance.

El Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos (MMGP) de ECOPETROL S.A cubre los procesos de identificación de la oportunidad, selección de la alternativa, definición del proyecto, ejecución y entrada en operación las cuales constituyen las cinco fases de maduración y gestión de proyectos definidas en el modelo.

Una vez sean desarrolladas las actividades de cada una de las fases, se lleva a cabo un comité de decisión de fase en el cual se toma una de las siguientes decisiones: Aprobar, Reevaluar, Posponer o Cancelar.

El modelo de maduración de proyectos de ECOPETROL S.A tiene como objetivo establecer una metodología para asegurar la efectividad en las decisiones de inversión fundamentada en el aseguramiento de los procesos de planeación y

ejecución de los programas y proyectos de la organización. De acuerdo con lo anterior, este PFG pretende desarrollarse alineado al modelo de maduración de proyectos de ECOPETROL S.A siguiendo las directrices corporativas de la organización la cual desarrolla todos sus programas y proyectos con base en este modelo.

De esta manera el PFG será un entregable de la Fase de 2 de maduración del proyecto el cual estará adaptado a los requerimientos, lineamientos y directrices de ECOPETROL S.A además de contribuir al desarrollo del ciclo de vida del proyecto siendo un insumo de calidad para su revisión y complementación en las fases siguientes de maduración.

Existe una alta relación entre el PMBOK y los modelos de maduración de proyectos los cuales buscan de fondo la realización de proyectos de manera exitosa. Al integrar el modelo de maduración de ECOPETROL S.A con el PMBOK se trata de asegurar el desarrollo de las fases del modelo de maduración siguiendo las directrices de los procesos de gestión de proyectos establecidos en el PMBOK como buenas prácticas de gestión de proyectos.

Así mismo, mediante la integración del modelo de la maduración y el PMBOK se contribuye al cierre de brechas que resulten de la aplicación de modelo de maduración, especialmente durante el desarrollo del plan de ejecución del proyecto de la Fase 2 de maduración obteniendo de esta manera una estructura del plan alineada con las mejores prácticas de gestión de proyectos con base en los grupos de procesos y áreas de conocimiento establecidos en el PMBOK.

Para el desarrollo del presente PFG, se seguirán las directrices establecidas en este modelo, el cual corresponderá al desarrollo del Plan de ejecución del proyecto preliminar de la fase 2 el cual es uno de los principales entregables de esta fase de maduración según se presenta en la figura 4. El PFG o Plan de ejecución del proyecto definirá preliminarmente a través de los planes de gestión

señalados en los objetivos específicos del presente documento, como se llevará a cabo el proyecto para que sus objetivos sean alcanzados, además de servir como plantilla, teniendo en cuenta que ECOPETROL S.A no cuenta con una, para la realización de planes de ejecución futuros para otros proyectos para cualquiera de las fases del modelo de maduración.

En la siguiente figura se presenta un resumen del MMGP de ECOPETROL S.A:

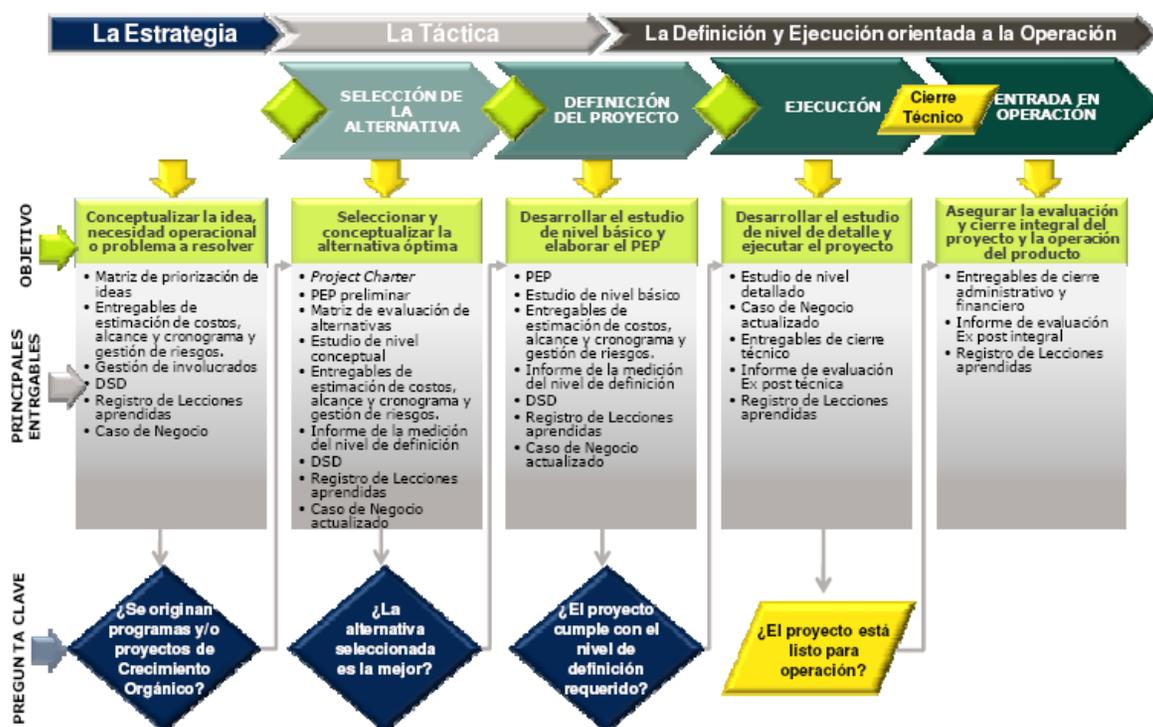


Figura 4: Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL S.A.
Fuente: Gestión de programas y proyectos en ECOPETROL, 2010.

Fase 1: Identificación de la oportunidad

El objetivo de esta fase es identificar y conceptualizar nuevas oportunidades, ideas o necesidades operacionales alineadas con la estrategia del negocio, y que contribuyan al logro de las metas organizacionales y generen valor para la compañía. En esta fase se desarrolla el caso de negocio como documento clave

donde se consigna el análisis del entorno, la alineación con el marco estratégico, el análisis financiero, el análisis de impactos y beneficios para la organización, entre otros. Como resultado del caso de negocio propuesto la compañía evalúa la posibilidad de desarrollar la oportunidad de negocio como un programa o en uno o varios proyectos.

Al concluir la Fase 1 y de acuerdo con el caso de negocio planteado, la organización decide si la oportunidad se desarrolla a través de la estructuración de un programa o la gestión de uno o varios proyectos. De acuerdo con esta decisión, se continúa con el desarrollo de la Fase 2 del programa “Pre-planeamiento y selección” o la Fase 2 de proyectos “Selección de la Alternativa”.

Fase 2: Selección de la alternativa

Esta fase consiste en seleccionar y conceptualizar la mejor alternativa para desarrollar la oportunidad de negocio identificada en la Fase 1, con base en criterios claros de decisión aplicados en la evaluación de las alternativas formuladas. En esta fase se establece el alcance definitivo del proyecto y se desarrolla el estudio de nivel conceptual. Uno de los principales entregables de esta fase es el Plan de ejecución del proyecto (PEP) preliminar.

Para el caso de este PFG, las actividades relacionadas con la selección de alternativas fueron realizadas en la Fase 1 de maduración del proyecto. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores. Para esta alternativa se cuenta con la respectiva ingeniería conceptual, la cual también fue desarrollada en la Fase 1 de maduración del proyecto.

Aunque el Plan de ejecución del proyecto (PEP) preliminar no es el único entregable de la Fase 2 de maduración, es el principal entregable de esta fase por

lo que este PFG se centra en su elaboración dando cumplimiento a los objetivos específicos propuestos.

Fase 3: Definición del proyecto

En esta fase se desarrolla con mayor nivel de profundidad el alcance y el plan de ejecución y control de la alternativa seleccionada en la fase anterior, con el fin de llevarla al nivel de definición requerido para ser sancionada como proyecto, dentro del marco corporativo del portafolio de ECOPETROL.

Las decisiones de inversión requieren cursar un proceso de aprobación de Junta Directiva mediante un análisis integral de Portafolio y de impacto al Plan de Negocio.

Fase 4: Ejecución

Consiste en ejecutar el proyecto según el alcance definido y de acuerdo con lo planeado. En esta etapa se lleva a cabo el diseño a nivel de detalle y se materializa el proyecto realizando las actividades de compras, contratación, construcción, montaje y puesta en marcha y cierre técnico, de acuerdo con los planes definidos en la fase anterior y con los procedimientos existentes en la organización.

Fase 5: Entrada a operación

En esta fase se Transfiere el producto (bien o servicio) al cliente interno para su desarrollo operacional, asegurando la entrada y estabilización de la operación.

Transformadores eléctricos

El uso de los transformadores en el campo doméstico como en el industrial, cobra gran importancia ya que con ellos podemos cambiar la amplitud del voltaje,

aumentándola para ser más económica la transmisión y luego disminuyéndola para una operación más segura en los equipos.

Se denomina transformador a una máquina eléctrica que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.

El transformador, se compone de un núcleo de hierro sobre el cual se han arrollado varias vueltas de alambre. Este conjunto de vueltas se llaman bobinas y se denominan: bobina primaria a aquella que recibe el voltaje de entrada y bobina secundaria a aquella que entrega el voltaje transformado. La bobina primaria recibe un voltaje alterno que hará circular, por ella, una corriente alterna. Esta corriente inducirá un flujo magnético en el núcleo de hierro. Como el bobinado secundario está arrollado sobre el mismo núcleo de hierro, el flujo magnético circulará a través de las espiras de éste. Al haber un flujo magnético que atraviesa las espiras del secundario, se generará por el alambre del secundario un voltaje. En este bobinado secundario habría una corriente si hay una carga conectada (el secundario conectado por ejemplo a un resistor). La relación entre la fuerza electromotriz inductora, la aplicada al devanado primario y la fuerza electromotriz inducida, la obtenida en el secundario, es directamente proporcional al número de espiras de los devanados primario y secundario. La razón de transformación del voltaje entre el bobinado primario y el secundario depende de los números de vueltas que tenga cada uno. Un transformador cuyo voltaje secundario es superior al primario se llama transformador elevador. Si el voltaje secundario es inferior al primario este dispositivo recibe el nombre de transformador reductor.

Transformadores de Potencia

Los transformadores de potencia son dispositivos de gran tamaños utilizados para la generación de energía y también el transporte de la electricidad. Los transformadores de potencia industriales y domésticos, que operan a la frecuencia de la red eléctrica, pueden ser monofásicos o trifásicos y están diseñados para trabajar con voltajes y corrientes elevados. Para que el transporte de energía resulte rentable es necesario que en la planta productora de electricidad un

transformador eleve los voltajes, reduciendo con ello la intensidad. Las pérdidas ocasionadas por la línea de alta tensión son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente por la resistencia del conductor. Por tanto, para la transmisión de energía eléctrica a larga distancia se utilizan voltajes elevados con intensidades de corriente reducidas. En el extremo receptor los transformadores reductores reducen el voltaje, aumentando la intensidad, y adaptan la corriente a los niveles requeridos por las industrias y las viviendas.

Los transformadores de potencia deben ser muy eficientes y deben disipar la menor cantidad posible de energía en forma de calor durante el proceso de transformación. Las tasas de eficacia se encuentran normalmente por encima del 99% y se obtienen utilizando aleaciones especiales de acero para acoplar los campos magnéticos inducidos entre las bobinas primaria y secundaria.

Una disipación de tan sólo un 0,5% de la potencia de un gran transformador genera enormes cantidades de calor, lo que hace necesario el uso de dispositivos de refrigeración. Los transformadores de potencia convencionales se instalan en contenedores sellados que disponen de un circuito de refrigeración que contiene aceite u otra sustancia. El aceite circula por el transformador y disipa el calor mediante radiadores exteriores.

Transformador de potencia sumergido en aceite.

El transformador con cuba de aceite y depósito de expansión es el más utilizado en las estaciones y subestaciones transformadoras. Para hacerlo más funcional, en el propio transformador se incorporan una serie de elementos de control, protección, etc.; que lo hacen más práctico y seguro. Estas son las partes constructivas que forman parte del transformador:

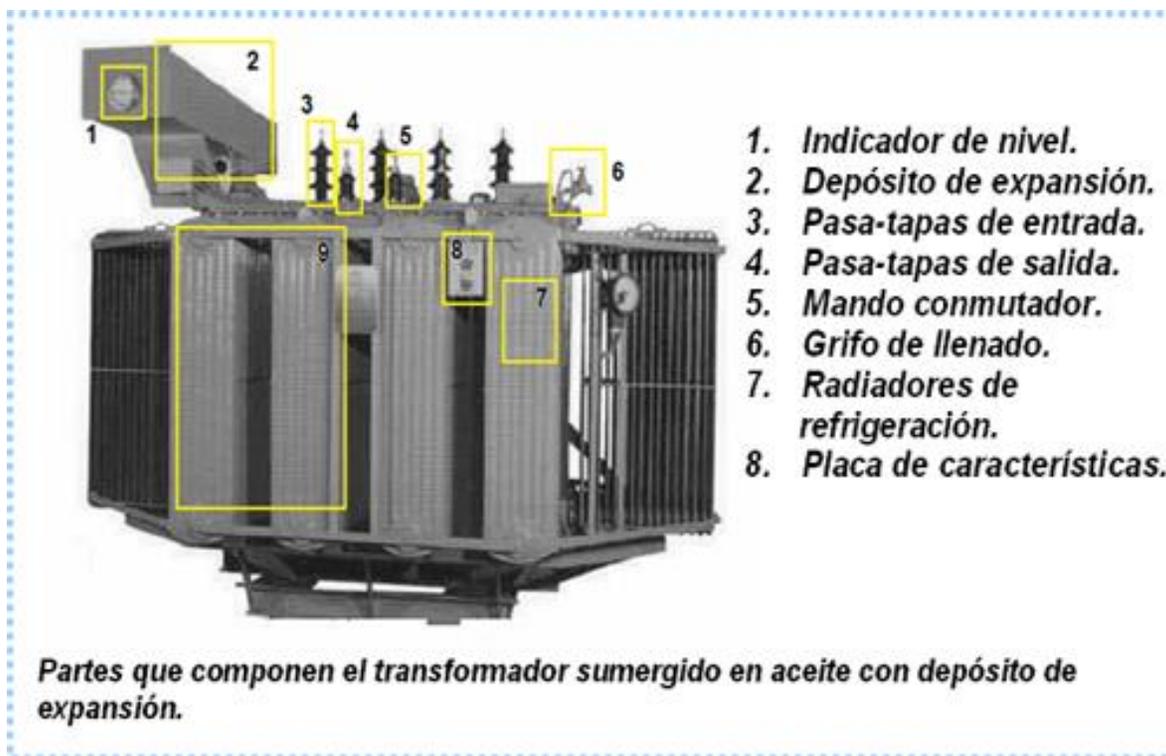


Figura 5: Partes constructivas de un transformador de potencia sumergido en aceite. Fuente: <http://www.mailxmail.com>.

- Pasa-tapas de entrada: conectan el bobinado primario del transformador con la red eléctrica de entrada a la estación o subestación transformadora.
- Pasa-tapas de salida: conectan el bobinado secundario del transformador con la red eléctrica de salida a la estación o subestación transformadora.
- Cuba: es un depósito que contiene el líquido refrigerante (aceite), y en el cual se sumergen los bobinados y el núcleo metálico del transformador.
- Depósito de expansión: sirve de cámara de expansión del aceite, ante las variaciones de volumen que sufre ésta debido a la temperatura.
- Indicador del nivel de aceite: permite observar desde el exterior el nivel de aceite del transformador.
- Relé Bucholz: este relé de protección reacciona cuando ocurre una anomalía interna en el transformador, mandándole una señal de apertura a los dispositivos de protección.

- Desecador: su misión es secar el aire que entra en el transformador como consecuencia de la disminución del nivel de aceite.
- Termostato: mide la temperatura interna del transformador y emite alarmas en caso de que esta no sea la normal.
- Regulador de tensión: permite adaptar la tensión del transformador para adaptarla a las necesidades del consumo. Esta acción solo es posible si el bobinado secundario está preparado para ello.
- Placa de características: en ella se recogen las características más importantes del transformador, para que se pueda disponer de ellas en caso de que fuera necesaria conocerlas.
- Grifo de llenado: permite introducir líquido refrigerante en la cuba del transformador.
- Radiadores de refrigeración: su misión es disipar el calor que se pueda producir en las carcasas del transformador y evitar así que el aceite se caliente en exceso.

Estaciones y subestaciones transformadoras.

Una subestación transformadora, es aquella instalación compuesta por los adecuados elementos de mando, corte, medida, regulación, transformación y protección; y cuya misión es la de reducir los valores de muy alta tensión a valores aptos para la distribución eléctrica.

Al igual que la subestación, la estación transformadora es una instalación formada por elementos de mando, corte, medida, regulación, transformación y protección; y cuya misión es la de reducir los valores de alta tensión procedentes de las subestaciones transformadoras en valores de media tensión.

Cuadro No. 2: Tipos de transformación de voltaje. Fuente:
<http://www.mailxmail.com>.

| Transformación | Fase en la que se realiza | Instalación que la realiza |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Alta tensión – Muy alta tensión | Producción | Estación elevadora |
| Muy alta tensión – Alta tensión | Transporte | Subestación transformadora |
| Alta tensión – Media tensión | Distribución | Estación transformadora |
| Media tensión – Baja tensión | Distribución | Centro de transformación |

En la siguiente tabla se resumen los valores de alta y media tensión:

Cuadro No. 3: Valores de alta y media tensión. Fuente:
<http://www.mailxmail.com>.

| Tipo | Valor | Uso |
|------------------------|--------|--------------------------------------|
| Media tensión (MT) | 3 kV | Producción y distribución de energía |
| | 6 kV | |
| | 10 kV | |
| | 15 kV | |
| | 20 kV | |
| Alta tensión (AT) | 30 kV | Transporte y distribución de energía |
| | 45 kV | |
| | 66 kV | |
| Muy alta tensión (MAT) | 132 kV | Transporte de energía |
| | 230 kV | |
| | 400 kV | |

3. MARCO METODOLOGICO

El Marco Metodológico describe los elementos que permitirán llevar a cabo el presente trabajo, en el que se indican las herramientas, procedimientos y técnicas y la forma sistemática de realizar el trabajo. Es importante resaltar que la identificación de las fuentes de información y metodologías de investigación, resultan predominantes para sustentar el presente Proyecto final de graduación.

3.1. Fuentes de información

Las fuentes de información o lugares en los cuales adquieren los datos para construir el conocimiento del presente trabajo, son las fuentes primarias y secundarias con las que se puede contar en ECOPETROL S.A y agentes externos.

Fuentes Primarias

Están constituidas básicamente por la población de interés, ya que es la portadora de los datos originales que aún no se han retransmitido.

Este tipo de información se obtiene básicamente por observación, experimentación, entrevistas o trabajo de campo. (Eyssautier, 2006).

Para la recopilación de los datos primarios en ECOPETROL, se emplearán herramientas como la observación y las entrevistas, además de la experimentación que será utilizada al momento de establecer cada uno de los componentes del Plan de ejecución.

La recopilación de la información utilizando las herramientas anteriormente indicadas, se hará en ECOPETROL S.A, se realizará mediante la interacción con

personal de las siguientes Dependencias de la empresa: Coordinación de Confiabilidad Eléctrica (CEE) de la Refinería de Barrancabermeja y Gerencia de Proyectos de la Vicepresidencia de Refinación y Petroquímica (GRP) de ECOPETROL S.A. En cuanto a agentes externos se contactará a proveedores de transformadores de potencia y contratistas locales especialistas en obras de construcción.

Fuentes Secundarias

Se refiere a toda la información escrita sobre el tema en estadísticas de la empresa o fuera de ella (Baca, 2001).

El Proyecto final de graduación se soportará en documentos, plantillas, instructivos y directrices publicados por ECOPETROL S.A en la INTRANET de la empresa la cual es de acceso restringido.

Investigación Mixta

Para el desarrollo del Proyecto final de graduación se espera realizar una combinación entre la investigación documental y la de campo para la obtención y el análisis de datos.

Se realizarán entrevistas a los interesados internos y externos a la organización, además de la realización de verificación de registros y normativas y documentos relacionados con el proyecto.

El resumen de las fuentes de información que se utilizarán en este proyecto se presenta en el Cuadro 4:

Cuadro No. 4: Fuentes de Información Utilizadas. Fuente: el autor.

| Objetivos | Fuentes de información | |
|---|---|---|
| | Primarias | Secundarias |
| <p>Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de los interesados para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para identificar quienes pueden afectar o pueden ser afectados por el desarrollo del proyecto. Esta gestión incluye el análisis de sus expectativas y su impacto en el proyecto y con base en esto se desarrolla estrategias para lograr la participación de ellos en la ejecución del proyecto.</p> | <p>Interacción personal con personal de la CEE y GRP de ECOPETROL S.A</p> <p>Interacción personal con proveedores de Transformadores de Potencia</p> <p>Interacción personal contratistas locales</p> | <p>PMBOK 5taEd. (PMI, 2013)</p> <p>Instructivos, plantillas, manuales, directrices y documentos de ECOPETROL publicados en su Intranet.</p> |
| <p>Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de alcance para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para definir lo que se incluye y lo que no se incluye en el proyecto.</p> | <p>Interacción personal con personal de la CEE y GRP de ECOPETROL S.A</p> <p>Interacción personal con proveedores de Transformadores de Potencia</p> <p>Interacción personal contratistas locales</p> | <p>PMBOK 5taEd. (PMI, 2013)</p> <p>Instructivos, plantillas, manuales, directrices y documentos de ECOPETROL publicados en su Intranet.</p> |

| Objetivos | Fuentes de información | |
|--|---|--|
| <p>Realizar el plan de gestión del tiempo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar y controlar los tiempos de modo que el proyecto se complete en el tiempo requerido.</p> | <p>Interacción personal con personal de la CEE y GRP de ECOPETROL S.A</p> <p>Interacción personal con proveedores de Transformadores de Potencia</p> <p>Interacción personal contratistas locales</p> | <p>PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).</p> <p>Instructivos, plantillas, manuales, directrices y documentos de ECOPETROL publicados en su Intranet.</p> |
| <p>Realizar el plan de gestión del costo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro de lo presupuestado.</p> | <p>Interacción personal con personal de la CEE y GRP de ECOPETROL S.A</p> <p>Interacción personal con proveedores de Transformadores de Potencia</p> <p>Interacción personal contratistas locales</p> | <p>PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).</p> <p>Instructivos, plantillas, manuales, directrices y documentos de ECOPETROL publicados en su Intranet.</p> |
| <p>Definir el plan de calidad de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir como se prevé cumplir con los requisitos acordados.</p> | <p>Interacción personal con personal de la CEE y GRP de ECOPETROL S.A</p> <p>Interacción personal con proveedores de Transformadores de Potencia</p> <p>Interacción personal contratistas locales</p> | <p>PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).</p> <p>Instructivos, plantillas, manuales, directrices y documentos de ECOPETROL publicados en su Intranet.</p> |

| Objetivos | Fuentes de información | |
|---|---|--|
| <p>Definir el plan de recursos humanos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a definir, organizar y gestionar el equipo del proyecto.</p> | <p>Interacción personal con personal de la CEE y GRP de ECOPETROL S.A</p> <p>Interacción personal con proveedores de Transformadores de Potencia</p> <p>Interacción personal contratistas locales</p> | <p>PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).</p> <p>Instructivos, plantillas, manuales, directrices y documentos de ECOPETROL publicados en su Intranet.</p> |
| <p>Definir el plan de comunicaciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para identificar, analizar y gestionar a los interesados del proyecto y como se va a generar, recopilar, distribuir, almacenar y disponer de la información del proyecto adecuada y oportunamente.</p> | <p>Interacción personal con personal de la CEE y GRP de ECOPETROL S.A</p> <p>Interacción personal con proveedores de Transformadores de Potencia</p> <p>Interacción personal contratistas locales</p> | <p>PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).</p> <p>Instructivos, plantillas, manuales, directrices y documentos de ECOPETROL publicados en su Intranet.</p> |
| <p>Definir el plan de gestión de riesgos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a implementar el ciclo de gestión de riesgos en el proyecto.</p> | <p>Interacción personal con personal de la CEE y GRP de ECOPETROL S.A</p> <p>Interacción personal con proveedores de Transformadores de Potencia</p> <p>Interacción personal contratistas locales</p> | <p>PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).</p> <p>Instructivos, plantillas, manuales, directrices y documentos de ECOPETROL publicados en su Intranet.</p> |

| Objetivos | Fuentes de información | |
|---|--|---|
| <p>Definir el plan de adquisiciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir como se asegurarán las adquisiciones y contrataciones requeridas para la ejecución del proyecto.</p> | <p>Interacción personal con personal de la CEE y GRP de ECOPETROL S.A</p> | <p>PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).</p> |
| | <p>Interacción personal con proveedores de Transformadores de Potencia</p> | <p>Instructivos, plantillas, manuales, directrices y documentos de ECOPETROL publicados en su Intranet.</p> |
| | <p>Interacción personal contratistas locales</p> | |

3.2. Métodos de Investigación

Método Analítico-Sintético

El Plan de ejecución del proyecto final de graduación (PFG), se soporta en los elementos que componen las áreas de conocimiento y los grupos de proceso propuestos en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Mediante esta metodología, se realizará la revisión de cada uno de dichos elementos, para identificar los requeridos para el logro del resultado del PFG.

Métodos particulares y específicos

Debido a su entorno, el PFG requiere métodos propios de investigación. Ante esta situación, el objeto en estudio se convierte en la fuente de información (Eyssautier, 2006), por lo que se motiva la investigación de campo a través de la observación con entrevistas.

El siguiente cuadro se presenta la relación entre los objetivos y los métodos de investigación que se utilizarán en este proyecto.

Cuadro No. 5: Métodos de Investigación Utilizadas. Fuente: el autor.

| Objetivos | Métodos de Investigación | |
|--|--------------------------|--|
| | Analítico-Sintético | Particular de Observación |
| Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de los interesados para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para identificar quienes pueden afectar o pueden ser afectados por el desarrollo del proyecto. Esta gestión incluye el análisis de sus expectativas y su impacto en el proyecto y con base en esto se desarrolla estrategias para lograr la participación de ellos en la ejecución del proyecto. | Análisis de variables. | Observación con entrevista no estructurada |
| Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de alcance para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para definir lo que se incluye y lo que no se incluye en el proyecto. | Análisis de variables. | Observación con entrevista no estructurada |
| Realizar el plan de gestión del tiempo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar y controlar los tiempos de modo que el proyecto se complete en el tiempo requerido. | Análisis de variables. | Observación con entrevista no estructurada |
| Realizar el plan de gestión del costo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro de lo presupuestado. | Análisis de variables. | Observación con entrevista no estructurada |

| | | |
|--|------------------------|--|
| Definir el plan de calidad de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se prevé cumplir con los requisitos acordados. | Análisis de variables. | Observación con entrevista no estructurada |
| Definir el plan de recursos humanos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a definir, organizar y gestionar el equipo del proyecto. | Análisis de variables. | Observación con entrevista no estructurada |
| Definir el plan de comunicaciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para identificar, analizar y gestionar a los interesados del proyecto y cómo se va a generar, recopilar, distribuir, almacenar y disponer de la información del proyecto adecuada y oportunamente. | Análisis de variables. | Observación con entrevista no estructurada |
| Definir el plan de gestión de riesgos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a implementar el ciclo de gestión de riesgos en el proyecto. | Análisis de variables. | Observación con entrevista no estructurada |
| Definir el plan de adquisiciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se asegurarán las adquisiciones y contrataciones requeridas para la ejecución del proyecto. | Análisis de variables. | Observación con entrevista no estructurada |

3.3. Herramientas.

El cuadro 6 presenta las herramientas que se utilizarán para alcanzar cada uno de los objetivos específicos:

Cuadro No. 6: Herramientas Utilizadas. Fuente: el autor.

| Objetivos | Herramientas |
|---|--|
| <p>Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de los interesados para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para identificar quienes pueden afectar o pueden ser afectados por el desarrollo del proyecto. Esta gestión incluye el análisis de sus expectativas y su impacto en el proyecto y con base en esto se desarrolla estrategias para lograr la participación de ellos en la ejecución del proyecto.</p> | <p>Análisis de interesados. Juicio de expertos. Reuniones.</p> |
| <p>Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de alcance para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para definir lo que se incluye y lo que no se incluye en el proyecto.</p> | <p>Entrevistas. Juicio de Experto. Herramientas de software. Análisis de alternativas. Descomposición.</p> |
| <p>Realizar el plan de gestión del tiempo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar y controlar los tiempos de modo que el proyecto se complete en el tiempo requerido.</p> | <p>Método de diagramación por precedencia. Análisis de alternativas. Determinación de dependencias Herramientas de software.</p> |

| | |
|---|--|
| <p>Realizar el plan de gestión del costo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro de lo presupuestado.</p> | <p>Estimación análoga y paramétrica. Estimación por Tres Valores Análisis de Red. Método de la ruta crítica. Análisis de ofertas de proveedores.</p> |
| <p>Definir el plan de calidad de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se prevé cumplir con los requisitos acordados.</p> | <p>Juicio de Experto. Costos de Calidad. Análisis de interesados. Análisis de tecnologías y requisitos. Revisiones a la documentación.</p> |
| <p>Definir el plan de recursos humanos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a definir, organizar y gestionar el equipo del proyecto.</p> | <p>Juicio de Experto. Costos de Calidad. Análisis de interesados. Análisis de tecnologías y requisitos. Revisiones a la documentación.</p> |
| <p>Definir el plan de comunicaciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para identificar, analizar y gestionar a los interesados del proyecto y cómo se va a generar, recopilar, distribuir, almacenar y disponer de la información del proyecto adecuada y oportunamente.</p> | <p>Juicio de Experto.</p> |
| <p>Definir el plan de gestión de riesgos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a implementar el ciclo de gestión de riesgos en el proyecto.</p> | <p>Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos. Matriz de probabilidad e impacto. Categorización de riesgos.</p> |

| | |
|---|----------------------------------|
| <p>Definir el plan de adquisiciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se asegurarán las adquisiciones y contrataciones requeridas para la ejecución del proyecto.</p> | <p>Investigación de mercado.</p> |
|---|----------------------------------|

3.4. Supuestos y Restricciones.

Los Supuestos y Restricciones y su relación con los objetivos del Proyecto final de graduación se ilustran en el cuadro 7, a continuación.

Cuadro No. 7: Supuestos y Restricciones. Fuente: el autor.

| Objetivos | Supuestos | Restricciones |
|---|--|---|
| <p>Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de los interesados para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para identificar quienes pueden afectar o pueden ser afectados por el desarrollo del proyecto. Esta gestión incluye el análisis de sus expectativas y su impacto en el proyecto y con base en esto se desarrolla estrategias para lograr la participación de ellos en la ejecución del proyecto.</p> | <p>Existe interés en el proyecto por parte de los involucrados. Hay disponibilidad para el acceso a la Información. Se cuenta con Ingeniería conceptual. La fase 1 de maduración del proyecto ya fue realizada. En la fase 1 se adelantó la selección de alternativas. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores</p> | <p>El proyecto debe poder ejecutarse mediante el reemplazo de equipos de forma paralela. Los recursos económicos y el tiempo no son ilimitados</p> |

| Objetivos | Supuestos | Restricciones |
|--|--|---|
| <p>Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de alcance para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para definir lo que se incluye y lo que no se incluye en el proyecto.</p> | <p>Existe interés en el proyecto por parte de los involucrados. Hay disponibilidad para el acceso a la Información. Se cuenta con Ingeniería conceptual. La fase 1 de maduración del proyecto ya fue realizada. En la fase 1 se adelantó la selección de alternativas. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores</p> | <p>El proyecto debe poder ejecutarse mediante el reemplazo de equipos de forma paralela. Los recursos económicos y el tiempo no son ilimitados</p> |
| <p>Realizar el plan de gestión del tiempo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar y controlar los tiempos de modo que el proyecto se complete en el tiempo requerido.</p> | <p>Existe interés en el proyecto por parte de los involucrados. Hay disponibilidad para el acceso a la Información. Se cuenta con Ingeniería conceptual. La fase 1 de maduración del proyecto ya fue realizada. En la fase 1 se adelantó la selección de alternativas. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores</p> | <p>El proyecto debe poder ejecutarse mediante el reemplazo de equipos de forma paralela. Los recursos económicos y el tiempo no son ilimitados</p> |

| Objetivos | Supuestos | Restricciones |
|--|--|---|
| <p>Realizar el plan de gestión del costo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro de lo presupuestado.</p> | <p>Existe interés en el proyecto por parte de los involucrados. Hay disponibilidad para el acceso a la Información. Se cuenta con Ingeniería conceptual. La fase 1 de maduración del proyecto ya fue realizada. En la fase 1 se adelantó la selección de alternativas. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores</p> | <p>El proyecto debe poder ejecutarse mediante el reemplazo de equipos de forma paralela. Los recursos económicos y el tiempo no son ilimitados</p> |
| <p>Definir el plan de calidad de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se prevé cumplir con los requisitos acordados.</p> | <p>Existe interés en el proyecto por parte de los involucrados. Hay disponibilidad para el acceso a la Información. Se cuenta con Ingeniería conceptual. La fase 1 de maduración del proyecto ya fue realizada. En la fase 1 se adelantó la selección de alternativas. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores</p> | <p>El proyecto debe poder ejecutarse mediante el reemplazo de equipos de forma paralela. Los recursos económicos y el tiempo no son ilimitados</p> |

| Objetivos | Supuestos | Restricciones |
|---|--|---|
| <p>Definir el plan de recursos humanos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a definir, organizar y gestionar el equipo del proyecto.</p> | <p>Existe interés en el proyecto por parte de los involucrados. Hay disponibilidad para el acceso a la Información. Se cuenta con Ingeniería conceptual. La fase 1 de maduración del proyecto ya fue realizada. En la fase 1 se adelantó la selección de alternativas. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores</p> | <p>El proyecto debe poder ejecutarse mediante el reemplazo de equipos de forma paralela. Los recursos económicos y el tiempo no son ilimitados</p> |
| <p>Definir el plan de comunicaciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para identificar, analizar y gestionar a los interesados del proyecto y cómo se va a generar, recopilar, distribuir, almacenar y disponer de la información del proyecto adecuada y oportunamente.</p> | <p>Existe interés en el proyecto por parte de los involucrados. Hay disponibilidad para el acceso a la Información. Se cuenta con Ingeniería conceptual. La fase 1 de maduración del proyecto ya fue realizada. En la fase 1 se adelantó la selección de alternativas. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores</p> | <p>El proyecto debe poder ejecutarse mediante el reemplazo de equipos de forma paralela. Los recursos económicos y el tiempo no son ilimitados</p> |

| Objetivos | Supuestos | Restricciones |
|---|--|--|
| <p>Definir el plan de gestión de riesgos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a implementar el ciclo de gestión de riesgos en el proyecto.</p> | <p>Existe interés en el proyecto por parte de los involucrados. Hay disponibilidad para el acceso a la Información. Se cuenta con Ingeniería conceptual. La fase 1 de maduración del proyecto ya fue realizada. En la fase 1 se adelantó la selección de alternativas. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores</p> | <p>El proyecto debe poder ejecutarse mediante el reemplazo de equipos de forma paralela. Los recursos económicos y el tiempo no son ilimitados</p> |
| <p>Definir el plan de adquisiciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se asegurarán las adquisiciones y contrataciones requeridas para la ejecución del proyecto.</p> | <p>Existe interés en el proyecto por parte de los involucrados. Hay disponibilidad para el acceso a la Información. Se cuenta con Ingeniería conceptual. La fase 1 de maduración del proyecto ya fue realizada. En la fase 1 se adelantó la selección de alternativas. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores</p> | <p>El proyecto debe poder ejecutarse mediante el reemplazo de equipos de forma paralela. Los recursos económicos y el tiempo no son ilimitados</p> |

3.5. Entregables.

Los entregables y su relación con los objetivos del proyecto se ilustran en el cuadro 8, a continuación.

Cuadro No. 8: Entregables. Fuente: el autor.

| Objetivos | Entregables |
|---|---|
| <p>Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de los interesados para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para identificar quienes pueden afectar o pueden ser afectados por el desarrollo del proyecto. Esta gestión incluye el análisis de sus expectativas y su impacto en el proyecto y con base en esto se desarrolla estrategias para lograr la participación de ellos en la ejecución del proyecto.</p> | <p>Plan de Gestión de los Interesados del proyecto.</p> |
| <p>Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de alcance para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para definir lo que se incluye y lo que no se incluye en el proyecto.</p> | <p>Plan de Gestión de Alcance.</p> |
| <p>Realizar el plan de gestión del tiempo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar y controlar los tiempos de modo que el proyecto se complete en el tiempo requerido.</p> | <p>Plan de gestión del tiempo.</p> |
| <p>Realizar el plan de gestión del costo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro de lo presupuestado.</p> | <p>Plan de gestión de costos.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Definir el plan de calidad de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se prevé cumplir con los requisitos acordados.</p> | <p>Plan de gestión de calidad.</p> |
| <p>Definir el plan de recursos humanos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a definir, organizar y gestionar el equipo del proyecto.</p> | <p>Plan de gestión de recursos humanos.</p> |
| <p>Definir el plan de comunicaciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para identificar, analizar y gestionar a los interesados del proyecto y cómo se va a generar, recopilar, distribuir, almacenar y disponer de la información del proyecto adecuada y oportunamente.</p> | <p>Plan de gestión de comunicaciones.</p> |
| <p>Definir el plan de gestión de riesgos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a implementar el ciclo de gestión de riesgos en el proyecto.</p> | <p>Plan de gestión de riesgos.</p> |
| <p>Definir el plan de adquisiciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se asegurarán las adquisiciones y contrataciones requeridas para la ejecución del proyecto.</p> | <p>Plan de gestión de adquisiciones.</p> |

4. DESARROLLO

4.1. Gestión de los interesados del Proyecto.

La gestión de los interesados del proyecto incluye los procesos para identificar quienes pueden afectar o pueden ser afectados por el desarrollo del proyecto. Esta gestión incluye el análisis de sus expectativas y su impacto en el proyecto, con base en esto se desarrollan estrategias para lograr la participación de ellos en la ejecución del proyecto lo cual se encuentra alineado a las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

De acuerdo con lo anterior, a continuación en el Cuadro 9 se presenta el resultado del desarrollo de los procesos de identificar a los interesados y planificar la gestión de los interesados, en el cual se incluye la identificación de los interesados, su rol o cargo, si es interno o externo a la organización, su influencia, grado de impacto, sus expectativas, interacción clave, ubicación física y la estrategia de gestión. Estos resultados fueron obtenidos con base en la utilización de herramientas, como análisis de interesados, juicio de expertos, reuniones,

Los procesos y documentos que se generen del desarrollo de los procesos de la Gestión de los interesados del Proyecto, tendrán que ser revisados y ajustados en la Fase 3 del proyecto.

Cuadro No. 9: Identificación y análisis de interesados. Fuente: el autor.

| TIPO DE INVOLUCRADO | ROL/CARGO | INTERNO /EXTERNO | INFLUENCIA | | | | | | GRADO IMPACTO | EXPECTATIVA | INTERACCIÓN CLAVE | UBICACIÓN FÍSICA | GESTIÓN DEL INVOLUCRADO |
|---------------------|---|------------------|------------|---------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------|--|--------------------|---|---|
| | | | OBJETIVO | ALCANCE | OBTENCIÓN DEL BENEFICIO | TOMA DE DECISIONES | GRADO DE INFLUENCIA | TIPO DE INFLUENCIA | | | | | |
| PATROCINADOR | GERENTE GENERAL REFINERÍA BARRANCABERMEJA | Interno | Alta | Alta | Alta | Alta | Alto | Positiva | Alto | Culminación satisfactoria del proyecto | Toma de Decisiones | Refinería de Barrancabermeja - Gerencia General | Patrocinador del proyecto. Afecta el direccionamiento estratégico, decisiones de inversión y asignación de recursos. Estrategia de gestión: Comunicar el desempeño del proyecto en reuniones de gerencia semanal a la cual asisten todos los gerentes de área de la refinería. |
| | GERENTE TECNICO | Interno | Alta | Alta | Alta | Alta | Alto | Positiva | Alto | Culminación satisfactoria del proyecto | Aprobaciones | Refinería de Barrancabermeja - Gerencia Técnica - Segundo piso edificio laboratorio | Copatrocinator del proyecto, afecta las decisiones de inversión. Estrategia de gestión: Comunicar el desempeño del proyecto en reuniones de gerencia semanal a la cual asisten todos los gerentes de área de la refinería. Mantener informado del desarrollo técnico del proyecto mediante informes ejecutivos mensuales (Ver anexo 6). Programar visitas ejecutivas de campo durante la ejecución de los trabajos de reemplazo. |
| | GERENTE DE PRODUCCION | Interno | Alta | Alta | Alta | Alta | Alto | Positiva | Alto | Culminación satisfactoria del proyecto | Aprobaciones | Refinería de Barrancabermeja - Gerencia de Producción - Segundo piso edificio laboratorio | Responsable con consecuencia por el desarrollo de las fases del proyecto. Estrategia de gestión: Comunicar el desempeño del proyecto en reuniones de gerencia semanal a la cual asisten todos los gerentes de área de la refinería. Programar visitas ejecutivas de campo durante la ejecución de los trabajos de reemplazo. |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---------|------|------|-------|------|------|----------|-------|--|------------------------|---|---|
| PATROCINADOR | GERENTE DE PROYECTOS | Interno | Alta | Alta | Alta | Alta | Alto | Positiva | Alto | Culminación satisfactoria del proyecto | Asignación de Recursos | Refinería de Barrancabermeja - Oficinas del 25 de Agosto - Bloque 2 | Asegurar la ejecución del proyecto en los tiempos establecidos. Estrategia de gestión: Comunicar el desempeño del proyecto en reuniones de la gerencia de proyectos semanalmente incluyendo datos de desempeño de los recursos asignados al proyecto y la necesidad futura de recursos. |
| CONTRATISTAS | General Electric POSIBLE PROVEEDOR DE TRANSFORMADORES | Externo | Baja | Baja | Media | Baja | Bajo | Positiva | Medio | Proveer al proyecto | Ejecuciones | Calle 113 No. 7-80 Torre AR of. 1001 Bogota | Proveer al proyecto de los transformadores Estrategia de gestión: Realizar reuniones de socialización del proyecto con los proveedores, solicitar cotizaciones y realización de consultas técnicas los proveedores (por igual) para obtener claridad sobre el cumplimiento de requisitos técnicos por parte de este proveedor y disponibilidad del suministro de equipos. |
| | Siemens POSIBLE PROVEEDOR DE TRANSFORMADORES | Externo | Baja | Baja | Media | Baja | Bajo | Positiva | Medio | Proveer al proyecto | Ejecuciones | Km 9.2 vía Bogotá El Vino | Proveer al proyecto de los transformadores. Estrategia de gestión: Realizar reuniones de socialización del proyecto con los proveedores, solicitar cotizaciones y realización de consultas técnicas los proveedores (por igual) para obtener claridad sobre el cumplimiento de requisitos técnicos por parte de este proveedor y disponibilidad del suministro de equipos. |
| | Asea Brown Boveri (ABB) POSIBLE PROVEEDOR DE TRANSFORMADORES | Externo | Baja | Baja | Media | Baja | Bajo | Positiva | Medio | Proveer al proyecto | Ejecuciones | Carrera 100 No. 25D-61 Bogotá | Proveer al proyecto de los transformadores. Estrategia de gestión: Realizar reuniones de socialización del proyecto con los proveedores, solicitar cotizaciones y realización de consultas técnicas los proveedores (por igual) para obtener claridad sobre el cumplimiento de requisitos técnicos por parte de este proveedor y disponibilidad del suministro de equipos. |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|---------|-------|------|-------|-------|------|----------|-------|--|--------------|--|---|
| CONTRATISTAS | Schneider Electric POSIBLE PROVEEDOR DE TRANSFORMADORES | Externo | Baja | Baja | Media | Baja | Bajo | Positiva | Medio | Proveer al proyecto | Ejecuciones | Complejo Industrial Celta Trade Park - Bodega 105. km 7 Autopista Bogotá - Medellín, Funza - Cundinamarca (Colombia) | Proveer al proyecto de los transformadores. Estrategia de gestión: Realizar reuniones de socialización del proyecto con los proveedores, solicitar cotizaciones y realización de consultas técnicas los proveedores (por igual) para obtener claridad sobre el cumplimiento de requisitos técnicos por parte de este proveedor y disponibilidad del suministro de equipos. |
| CLIENTES | JEFE DE DEPARTAMENTO DE PETROQUIMICA | Interno | Media | Alta | Media | Media | Alto | Positiva | Alto | Recibir satisfactoria mente el proyecto | Validaciones | Refinería de Barrancabermeja - Gerencia de Producción - Segundo piso edificio laboratorio | Definición de requerimientos, interacción del proyecto con la operación día a día. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Realizar socialización de los trabajos de montaje con anticipación para asegurar el otorgamiento de permisos de trabajo de manera oportuna. Informar semanalmente mediante informe ejecutivo el desempeño físico del proyecto. |
| | JEFE DE DEPARTAMENTO DE PARAFINAS Y FENOL | Interno | Media | Alta | Media | Media | Alto | Positiva | Alto | Recibir satisfactoria mente el proyecto | Validaciones | Refinería de Barrancabermeja | Definición de requerimientos, interacción del proyecto con la operación día a día. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Realizar socialización de los trabajos de montaje con anticipación para asegurar el otorgamiento de permisos de trabajo de manera oportuna. Informar semanalmente mediante informe ejecutivo el desempeño físico del proyecto. |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|---------|-------|------|-------|-------|------|----------|------|---|--------------|---|---|
| CLIENTES | JEFE DE DEPARTAMENTO DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS | Interno | Media | Alta | Media | Media | Alto | Positiva | Alto | Recibir satisfactoria mente el proyecto | Validaciones | Refinería de Barrancabermeja | Definición de requerimientos, interacción del proyecto con la operación día a día. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Realizar socialización de los trabajos de montaje con anticipación para asegurar el otorgamiento de permisos de trabajo de manera oportuna. Informar semanalmente mediante informe ejecutivo el desempeño físico del proyecto. |
| | JEFE DE DEPARTAMENTO DE CRAKING I | Interno | Media | Alta | Media | Media | Alto | Positiva | Alto | Recibir satisfactoria mente el proyecto | Validaciones | Refinería de Barrancabermeja | Definición de requerimientos, interacción del proyecto con la operación día a día. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Realizar socialización de los trabajos de montaje con anticipación para asegurar el otorgamiento de permisos de trabajo de manera oportuna. Informar semanalmente mediante informe ejecutivo el desempeño físico del proyecto. |
| | JEFE DE DEPARTAMENTO DE REFINACION DE CRUDOS | Interno | Media | Alta | Media | Media | Alto | Positiva | Alto | Recibir satisfactoria mente el proyecto | Validaciones | Refinería de Barrancabermeja - Gerencia de Producción - Segundo piso edificio laboratorio | Definición de requerimientos, interacción del proyecto con la operación día a día. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Realizar socialización de los trabajos de montaje con anticipación para asegurar el otorgamiento de permisos de trabajo de manera oportuna. Informar semanalmente mediante informe ejecutivo el desempeño físico del proyecto. |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---------|-------|------|-------|-------|------|----------|------|---|--------------|---|---|
| CLIENTES | JEFE DE DEPARTAMENTO DE CRAKING III | Interno | Media | Alta | Media | Media | Alto | Positiva | Alto | Recibir satisfactoria mente el proyecto | Validaciones | Refinería de Barrancabermeja | Definición de requerimientos, interacción del proyecto con la operación día a día. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Realizar socialización de los trabajos de montaje con anticipación para asegurar el otorgamiento de permisos de trabajo de manera oportuna. Informar semanalmente mediante informe ejecutivo el desempeño físico del proyecto. |
| | JEFE DE DEPARTAMENTO DE SERVICIOS INDUSTRIALES AREA BALANCE | Interno | Media | Alta | Media | Media | Alto | Positiva | Alto | Recibir satisfactoria mente el proyecto | Validaciones | Refinería de Barrancabermeja | Definición de requerimientos, interacción del proyecto con la operación día a día. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Realizar socialización de los trabajos de montaje con anticipación para asegurar el otorgamiento de permisos de trabajo de manera oportuna. Informar semanalmente mediante informe ejecutivo el desempeño físico del proyecto. |
| | COORDINADOR DE GESTION Y CONTROL AMBIENTAL | Interno | Media | Alta | Media | Media | Alto | Positiva | Alto | Recibir satisfactoria mente el proyecto | Validaciones | Refinería de Barrancabermeja - Gerencia de Producción - Segundo piso edificio laboratorio | Definición de requerimientos, interacción del proyecto con la operación día a día. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Realizar socialización de los trabajos de disposición final de los equipos retirados con anticipación para asegurar el apoyo logístico dentro de la refinería. |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|---------|-------|------|-------|-------|------|----------|------|--|--------------|---|---|
| CLIENTES | JEFE DE DEPARTAMENTO DE SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERIA | Interno | Media | Alta | Media | Media | Alto | Positiva | Alto | Recibir satisfactoriamente el proyecto | Validaciones | Refinería de Barrancabermeja | Definición de requerimientos, interacción del proyecto con la operación día a día. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Realizar socialización de los trabajos de montaje con anticipación para asegurar el otorgamiento de permisos de trabajo de manera oportuna. Informar semanalmente mediante informe ejecutivo el desempeño físico del proyecto. |
| | COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICO | Interno | Alta | Alta | Alta | Alta | Alto | Positiva | Alto | Recibir satisfactoriamente el proyecto | Aprobaciones | Refinería de Barrancabermeja | Acompañar y apoyar técnicamente en el desarrollo del proyecto. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Informar semanalmente mediante informe ejecutivo el desempeño del proyecto. Involucrar en reuniones relevantes de carácter técnico o de toma de decisiones técnicas. |
| | JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS | Interno | Alta | Alta | Alta | Alta | Alto | Positiva | Alto | Culminación satisfactoria del proyecto | Aprobaciones | Refinería de Barrancabermeja - Oficinas del 25 de Agosto - Bloque 2 | Asegurar la ejecución del proyecto en los tiempos establecidos. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Informar semanalmente mediante informe ejecutivo el desempeño del proyecto. |
| | JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROYECTOS | Interno | Alta | Alta | Alta | Alta | Alto | Positiva | Alto | Culminación satisfactoria del proyecto | Aprobaciones | Refinería de Barrancabermeja - Oficinas del 25 de Agosto - Bloque 2 | Asegura la entrega de las ingenierías para ejecutar el proyecto. Estrategia de gestión: Socializar los resultados de cada fase de maduración y el plan de la siguiente. Informar semanalmente mediante informe ejecutivo el desempeño del proyecto. Involucrar en reuniones relevantes de carácter técnico o de toma de decisiones técnicas. |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------|---------|------|------|------|-------|------|----------|-------|----------------------------|--------------|---|---|
| EQUIPO DEL PROYECTO | LIDER DEL PROYECTO | Interno | Alta | Alta | M | Alta | Alto | Positiva | Alto | Liderar el proyecto | Aprobaciones | Refinería de Barrancabermeja - Oficinas del 25 de Agosto - Bloque 2 | Lidera y asegura la aprobación y ejecución del proyecto. Estrategia de gestión: Proporcionar recursos logísticos, humanos y económicos para el desarrollo del proyecto. Involucrar en todas las decisiones del proyecto tanto de carácter administrativo como de carácter técnico. |
| | LIDER TECNICO | Interno | Alta | Alta | Alta | Media | Alto | Positiva | Alto | Participación del Proyecto | Información | Refinería de Barrancabermeja | Define los requerimientos técnicos del proyecto. Apoya técnicamente el desarrollo del proyecto. Estrategia de gestión: Proporcionar recursos logísticos y humanos para el desarrollo del proyecto. Involucrar en todas las decisiones del proyecto de carácter técnico. Comunicar de forma efectiva las tareas que se requiere que lidere. |
| | LIDER DE INGENIERIA | Interno | Alta | Alta | Alta | Media | Alto | Positiva | Medio | Participación del Proyecto | Información | Refinería de Barrancabermeja | Encargado del desarrollo de las ingenierías del proyecto. Apoya técnicamente el desarrollo del proyecto. Estrategia de gestión: Proporcionar recursos logísticos y humanos para el desarrollo del proyecto. Involucrar en todas las decisiones del proyecto de carácter técnico. Comunicar de forma efectiva las tareas que se requiere que lidere. |
| | LIDER DE COMPRAS Y CONTRATACION | Interno | Baja | Baja | Baja | Baja | Alto | Positiva | Bajo | Participación del Proyecto | Aprobaciones | Edif. San Martin Torre Norte Piso 20 Bogotá | Autoriza y asegura la gestión de compras y contratación de las obras de montaje Estrategia de gestión: comunicar con anticipación los requerimientos de gestión de adquisiciones requeridas. Comunicarle sobre el desempeño del proyecto de manera semanal. Comunicar de forma eficaz las tareas asignadas. |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------|---------|-------|------|------|------|------|----------|-------|----------------------------|-------------|---|--|
| EQUIPO DEL PROYECTO | LIDER DE CONSTRUCCION | Interno | Media | Baja | Baja | Baja | Alto | Positiva | Medio | Participación del Proyecto | Ejecuciones | Refinería de Barrancabermeja - Oficinas del 25 de Agosto - Bloque 2 | <p>Lidera labores de elaboración de especificaciones para el proceso de contratación e interventoría durante la ejecución de las obras de montaje.</p> <p>Estrategia de gestión: Mantener informado del estado del proyecto. Involucrar en reuniones de carácter técnico y administrativo. Comunicar de forma eficaz las tareas asignadas.</p> |
| | ESPECIALISTA ELECTRICO | Interno | Baja | Baja | Baja | Baja | Alto | Positiva | Medio | Participación del Proyecto | Ejecuciones | Refinería de Barrancabermeja - Oficinas del 25 de Agosto - Bloque 2 | <p>Elaboración de especificaciones para el proceso de contratación y encargado de la interventoría en la especialidad eléctrica durante la ejecución de las obras de montaje.</p> <p>Estrategia de gestión: Mantener informado del estado del proyecto. Involucrar en reuniones de carácter técnico. Comunicar de forma eficaz las tareas asignadas.</p> |
| | PLANEADOR | Interno | Baja | Baja | Baja | Baja | Alto | Positiva | Medio | Participación del Proyecto | Ejecuciones | Refinería de Barrancabermeja - Oficinas del 25 de Agosto - Bloque 2 | <p>Elaboración de especificaciones para el proceso de contratación y encargado de la interventoría en programación y control de obra durante la ejecución de las obras de montaje.</p> <p>Estrategia de gestión: Mantener informado del estado del proyecto. Involucrar en reuniones de carácter técnico y administrativo. Comunicar de forma eficaz las tareas asignadas.</p> |
| | ESPECIALISTA CIVIL | Interno | Baja | Baja | Baja | Baja | Alto | Positiva | Medio | Participación del Proyecto | Ejecuciones | Refinería de Barrancabermeja - Oficinas del 25 de Agosto - Bloque 2 | <p>Elaboración de especificaciones para el proceso de contratación y encargado de la interventoría en la especialidad civil durante la ejecución de las obras de montaje.</p> <p>Estrategia de gestión: Mantener informado del estado del proyecto. Involucrar en reuniones de carácter técnico. Comunicar de forma eficaz las tareas asignadas.</p> |

4.2. Gestión del Alcance del Proyecto.

La Gestión del alcance del proyecto, incluye los procesos necesarios para poder garantizar la inclusión del trabajo que se requiere para el desarrollo del proyecto alienada a las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

Para lo anterior, se desarrollaron de manera preliminar los procesos de planificar el alcance, recopilar los requisitos, definir el alcance, crear la EDT/WBS, validar el Alcance y controlar el Alcance.

Los procesos y documentos que se generen del desarrollo de los procesos de la Gestión del Alcance del Proyecto, se revisarán y actualizarán en la Fase 3 del proyecto.

4.2.1. Planificar la gestión del Alcance.

Para la planificación del Alcance del Proyecto, se toma como base el Acta de Constitución del proyecto y en lo posible activos de los procesos de la organización alineado a las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para este proceso se contó con el concepto e información de juicio de expertos y el producto de la realización de reuniones con los diferentes interesados.

Para la elaboración del alcance, con base en la información obtenida por parte de expertos y reuniones se elabora el enunciado detallado del alcance del proyecto. Posteriormente, se procede con la elaboración de la EDT/WBS.

4.2.2. Recopilar requisitos.

En este proceso, se determinan y se documentan las necesidades y requisitos de los diferentes interesados en el proyecto, para el cumplimiento de los objetivos del proyecto según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

En el Cuadro No. 10 se documentan los requisitos de negocio, de los interesados, de soluciones, requisitos del proyecto, requisitos de transición, supuestos, restricciones y dependencias.

Cuadro No. 10: Documentación de requisitos. Fuente: el autor.

| REQUISITOS DEL NEGOCIO | | | |
|---|------------------|-------------------|---|
| INTERESADO | PRIORIDAD | REQUISITOS | DESCRIPCION |
| | | CODIGO | |
| GERENTE GENERAL REFINERIA BARRANCABERMEJA | ALTA | GG01 | Asegurar la confiabilidad operacional de las unidades de proceso de la refinería. |
| GERENTE GENERAL REFINERIA BARRANCABERMEJA | ALTA | GG02 | Asegurar la gestión integral del riesgo y su mitigación de acuerdo a las políticas de seguridad industrial de la refinería. |
| GERENTE GENERAL REFINERIA BARRANCABERMEJA | ALTA | GG03 | Cero Accidentes |
| GERENTE GENERAL REFINERIA BARRANCABERMEJA | ALTA | GG04 | Compra por parte de Ecopetrol de los cuarenta y un (41) transformadores de potencia. |
| GERENTE GENERAL REFINERIA BARRANCABERMEJA | ALTA | GG05 | Eliminar el riesgo de daños a personas, equipos e infraestructuras adyacentes y al medio ambiente como consecuencia de las fallas que puedan presentar estos transformadores (incendio, explosión, fugas, etc). |
| REQUISITOS DE LOS INTERESADOS | | | |
| GERENTE DE PRODUCCION | ALTA | GP01 | Brindar suministro de energía en forma continua y confiable a los equipos eléctricos de las Plantas de la refinería durante el tiempo de operación. |
| GERENTE TECNICO | ALTA | GT01 | Desarrollo de ingeniería básica para el proyecto por parte del Departamento de Ingeniería de Proyectos. |
| GERENTE TECNICO | ALTA | GT02 | Seguridad para los operadores y mantenedores. |

| | | | |
|--|-------|------|---|
| GERENTE TECNICO | ALTA | GT03 | El reemplazo de los transformadores debe ser por proveedores reconocidos, de tecnología actualizada y compatible, con facilidad de mantenimiento, con condiciones de operación más seguras, con suministro de repuestos garantizados por 30 años, de acuerdo con los estándares de especificación vigentes para la refinería. |
| JEFES DE DEPARTAMENTO AREAS OPERATIVAS | ALTA | JD01 | Que la Coordinación de Confiabilidad de Equipo Eléctrico reciba el proyecto satisfactoriamente. |
| JEFES DE DEPARTAMENTO AREAS OPERATIVAS | ALTA | JD02 | Coordinar con anticipación el reemplazo de los transformadores previo análisis de riesgos en conjunto con el personal de operaciones de las plantas. |
| REQUISITOS DE SOLUCIONES | | | |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICO | MEDIA | CC01 | Las acometidas de alimentación, la capacidad y la configuración del actual sistema de los transformadores, no se le deben realizar cambios. |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICO | ALTA | CC02 | Porcentaje de confiabilidad de suministro de energía de estos equipos esté por encima del 90%. |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICO | ALTA | CC03 | Los equipos que hacen parte del proyecto, su cambio será por transformadores de igual potencia, y de peso y área similar, a los instalados actualmente, por lo tanto no es del alcance del proyecto el cambio y/o modificación de las bases. |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICO | ALTA | CC04 | Se deben reemplazar cuarenta y un (41) transformadores eléctricos de potencia inmersos en aceite dieléctrico. (Ver cuadro 11). |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICO | MEDIA | CC05 | Los ductos de entrada y salida del transformadores no serán modificados, es decir permanecerán iguales a la condición actual, por lo cual se debe garantizar en los nuevos equipos se mantenga la misma ubicación de las cajas de conexión de los lados de alta y baja tensión de los transformadores existentes y el mismo método de conexión actual, es decir cable o ducto de barra según aplique. |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICO | MEDIA | CC06 | No se incluye el reemplazo de cables de los alimentadores. |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICO | ALTA | CC07 | Todos los transformadores nuevos tendrán sistema de preservación del aceite del tipo “presurizado con colchón de nitrógeno”. |

| | | | |
|--|------|------|---|
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICICO | ALTA | CC08 | Todos los equipos a suministrar deberán ser de fabricantes incluidos en el "Listado de marcas Aceptadas" vigente en Ecopetrol S.A en el ítem aplicable. |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICICO | ALTA | CC09 | Se debe incluir en el diseño de la instalación de los transformadores nuevos de este proyecto los requisitos de seguridad y ambientales establecidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE, en lo que se refiere a los fosos para contención de derrames y sofocación de la combustión de aceite, y los muros cortafuego (en donde apliquen de acuerdo con la norma NTC-2050). |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICICO | ALTA | CC10 | Los transformadores se deben diseñar para operación continua y a plena carga, instalación exterior o a la intemperie bajo las condiciones ambientales de presencia de polvo, humedad y corrosión, garantizando la Integridad estructural y mecánica de los equipos y componentes. |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICICO | ALTA | CC11 | Todos los transformadores se fabricarán de acuerdo con los lineamientos establecidos en el documento ECP-VST-P-ELE-ET-001 "Especificación Técnica de Transformadores de Potencia". |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICICO | ALTA | CC12 | Todos los transformadores a instalar mantendrán el actual sistema de aterrizamiento de su punto neutro, es decir serán sólidamente aterrizados o aterrizados a través de resistencia o impedancia según aplique. |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICICO | ALTA | CC13 | La ubicación de los nuevos transformadores será la misma de los equipos existentes que serán reemplazados. |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICICO | ALTA | CC14 | Preparación y entrega del manual de mantenimiento de los nuevos transformadores una vez puestos en servicio; este manual deberá tener estrategias y procedimientos para reparar o reponer los equipos y/o componentes en caso de daño. |
| COORDINADOR DE GESTION Y CONTROL AMBIENTAL | ALTA | CA01 | Disposición final de los transformadores desmantelados por una firma especializada. |

| REQUISITOS DEL PROYECTO | | | |
|--|------|------|--|
| GERENTE DE PROYECTOS | ALTA | GY01 | Finalización del proyecto cumpliendo con el alcance, en los plazos acordados y dentro del presupuesto destinado. |
| GERENTE DE PROYECTOS | ALTA | GY02 | Asesoría técnica para el montaje y puesta en marcha de los 41 transformadores por parte del fabricante. |
| JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS | ALTA | JY01 | Cumplimiento de Plan de Calidad sometido por el Contratista de montaje |
| JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS | ALTA | JY02 | Montaje y compras menores por parte del contratista |
| JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS | ALTA | JY03 | Caracterización, Catalogación y Capitalización del Proyecto |
| JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS | ALTA | JY04 | Entrega de la refinería de planos as built y dossiers de construcción |
| REQUISITOS DE TRANSICION | | | |
| COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICICO | ALTA | CC15 | Entrega de: <ul style="list-style-type: none"> • Listado general de partes y repuestos • Listado de inventarios mínimos para mantenimiento • Protocolos de pruebas en fábrica • Manuales y procedimientos de operación y mantenimiento • Entrenamiento en mantenimiento de partes o repuestos especiales. |
| SUPUESTOS | | | |
| El cambio de los transformadores debe hacerse de manera coordinada con las diferentes plantas. En lo posible en Paradas de Planta. | | | |
| Se cuenta con personal en el Departamento de Ingeniería de Proyectos para la elaboración de los documentos de ingeniería. | | | |
| Se cuenta con presupuesto para llevar a cabo la ejecución del proyecto. | | | |
| En el mercado se cuenta con contratistas de obra idóneos en montaje de transformadores. | | | |
| Los proveedores de transformadores tienen disponibilidad para la fabricación y suministro de estos equipos. | | | |
| RESTRICCIONES | | | |
| El cambio de los transformadores debe hacerse de manera coordinada con las diferentes plantas. En lo posible en Paradas de Planta. | | | |
| Las marcas de los transformadores deben ser de marcas aceptadas por ECOPETROL. Por mantenibilidad no se aceptan otras marcas. | | | |
| DEPENDENCIAS | | | |
| Las compras y contratación deben realizarse a través de la Dirección de Abastecimiento de ECOPETROL S.A. | | | |

Cuadro No. 11: Relación de transformadores a reemplazar por planta.

Fuente: el autor.

| PLANTA | IDENTIFICACION DEL TRANSFORMADOR |
|---------------------------|---|
| Planta de Parafinas | TRF141A, TRF141B |
| Policolsa I | TRF148B |
| Policolsa II | TRF027B, TRF027C, TRF027D |
| Etileno II | TRF024A, TRF024B, TRF024C, TRF024D |
| U250 | TRF138A, TRF138B |
| U2100 | TRF136A, TRF136B |
| Planta Eléctrica Balance | TRF195A, TRF195B (TX3025A) |
| Casa Bombas Miramar | TRF 028A, TRF 028B |
| Casa Bombas 8 | TRF029A, TRF029B |
| Casa Bombas San Silvestre | TRF200A, TRF200B, TRF199A |
| SE 3050 | TRF034B |
| Casa Bombas 7 | TRF173A |
| Fenol | TRF107A |
| Acido | TRF076A, TRF076B |
| Turbo Expander | TRF026A, TRF026B, TRF026C |
| UOPI | TRF191A (TX3021A) |
| TE 880 | TRF020A |
| Topping U150 | TRF139C, TRF139D |
| Casa Bombas B | TRF193B (TX 3023 B) |
| Casa Bombas C | TRF194B (TX 3024B) |
| ET 175 Club Infantas | TRF-TR1 |
| ET 001 | TRF 001B, TRF 001C |
| ET 10 | TRF010D |
| Batallón | TRF145 |

4.2.3. Definir el alcance.

En este proceso se desarrolla la descripción detallada del proyecto y del producto del proyecto según el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Lo anterior, con base en el Acta de constitución del proyecto, el plan de gestión del alcance y la documentación de requisitos. Para llevar a cabo este proceso, se utilizan herramientas como juicio de expertos talleres facilitados con el fin de obtener la información que debe contener el enunciado del alcance del proyecto como: la Descripción del alcance del

producto, criterios de aceptación del producto, entregables del proyecto, exclusiones, supuestos y restricciones.

A continuación en el Cuadro 12 se presenta el Enunciado del Alcance del proyecto como producto de la realización de este proceso.

Cuadro No. 12: Enunciado del alcance del proyecto. Fuente: el autor.

| NOMBRE DEL PROYECTO | | | |
|--|---|-------------|---|
| REEMPLAZO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA ELECTRICA DE LA REFINERIA DE ECOPETROL S.A UBICADA EN BARRANCABERMEJA, COLOMBIA | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE DEL PRODUCTO | | | |
| ITEM | REQUISITOS | ITEM | CARACTERISITICAS |
| 1 | Asegurar la confiabilidad operacional de las unidades de proceso de la refinería. | 1 | Las acometidas de alimentación, la capacidad y la configuración del actual sistema de los transformadores, no se le deben realizar cambios. |
| 2 | Asegurar la gestión integral del riesgo y su mitigación de acuerdo a las políticas de seguridad industrial de la refinería. | 2 | Los equipos que hacen parte del proyecto, su cambio será por transformadores de igual potencia, y de peso y área similar, a los instalados actualmente, por lo tanto no es del alcance del proyecto el cambio y/o modificación de las bases. |
| 3 | Cero Accidentes durante el desarrollo del proyecto. | 3 | Se deben reemplazar cuarenta y un (41) transformadores eléctricos de potencia inmersos en aceite dieléctrico. (Ver Cuadro 11). |
| 4 | Compra por parte de Ecopetrol de los cuarenta y un (41) transformadores de potencia. | 4 | Los ductos de entrada y salida del transformadores no serán modificados, es decir permanecerán iguales a la condición actual, por lo cual se debe garantizar en los nuevos equipos se mantenga la misma ubicación de las cajas de conexión de los lados de alta y baja tensión de los transformadores existentes y el mismo método de conexión actual, es decir cable o ducto de barra según aplique. |
| 5 | Eliminar el riesgo de daños a personas, equipos e infraestructuras adyacentes y al medio ambiente como consecuencia de las fallas que puedan presentar estos transformadores (incendio, explosión, fugas, etc). | 5 | No se incluye el reemplazo de cables de los alimentadores. |

| | | | |
|----|---|----|---|
| 6 | Brindar suministro de energía en forma continua y confiable a los equipos eléctricos de las Plantas de la refinería durante el tiempo de operación. | 6 | Todos los transformadores nuevos tendrán sistema de preservación del aceite del tipo "presurizado con colchón de nitrógeno". |
| 7 | Desarrollo de ingeniería básica para el proyecto por parte del Departamento de Ingeniería de Proyectos. | 7 | Se debe incluir en el diseño de la instalación de los transformadores nuevos de este proyecto los requisitos de seguridad y ambientales establecidos por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE, en lo que se refiere a los fosos para contención de derrames y sofocación de la combustión de aceite, y los muros cortafuego (en donde apliquen de acuerdo con la norma NTC-2050). |
| 8 | Seguridad para los operadores y mantenedores. | 8 | Los transformadores se deben diseñar para operación continua y a plena carga, instalación exterior o a la intemperie bajo las condiciones ambientales de presencia de polvo, humedad y corrosión, garantizando la Integridad estructural y mecánica de los equipos y componentes. |
| 9 | El reemplazo de los transformadores debe ser por proveedores reconocidos, de tecnología actualizada y compatible, con facilidad de mantenimiento, con condiciones de operación más seguras, con suministro de repuestos garantizados por 30 años, de acuerdo con los estándares de especificación vigentes para la refinería. | 9 | Todos los transformadores se fabricarán de acuerdo con los lineamientos establecidos en el documento ECP-VST-P-ELE-ET-001 "Especificación Técnica de Transformadores de Potencia". |
| 10 | Coordinar con anticipación el reemplazo de los transformadores previo análisis de riesgos en conjunto con el personal de operaciones de las plantas. | 10 | Todos los transformadores a instalar mantendrán el actual sistema de aterrizamiento de su punto neutro, es decir serán sólidamente aterrizados o aterrizados a través de resistencia o impedancia según aplique. |
| 11 | Todos los equipos a suministrar deberán ser de fabricantes incluidos en el "Listado de marcas Aceptadas" vigente en Ecopetrol S.A en el ítem aplicable. | 11 | La ubicación de los nuevos transformadores será la misma de los equipos existentes que serán reemplazados. |
| 12 | Disposición final de los transformadores desmantelados por una firma especializada. | 12 | |
| 13 | Asesoría técnica para el montaje y puesta en marcha de los 41 transformadores por parte del fabricante. | 13 | |

| | | | |
|---|---|---|--|
| 14 | Finalización del proyecto cumpliendo con el alcance, en los plazos acordados y dentro del presupuesto destinado. | 14 | |
| 15 | Cumplimiento de Plan de Calidad sometido por el Contratista de montaje | 15 | |
| CRITERIOS DE ACEPTACION DEL PRODUCTO | | | |
| 1 | Porcentaje de confiabilidad de suministro de energía de estos equipos esté por encima del 90%. | | |
| 2 | Todos los transformadores cumplen con lo establecido en el documento ECP-VST-P-ELE-ET-001 "Especificación Técnica de Transformadores de Potencia". | | |
| 3 | Todos los equipos son de fabricantes incluidos en el "Listado de marcas Aceptadas" vigente en Ecopetrol S.A | | |
| 4 | Todos los equipos deben ser recibidos por la Coordinación de Confiabilidad de Equipo Eléctrico debidamente probados y puestos en servicio. | | |
| 5 | Entrega del manual de mantenimiento de los nuevos transformadores una vez puestos en servicio; este manual deberá tener estrategias y procedimientos para reparar o reponer los equipos y/o componentes en caso de daño. | | |
| 6 | Los equipos deben estar caracterizados, catalogados y capitalizados. | | |
| 7 | Cumplimiento en la entrega a la refinería de planos as built y dossiers de construcción. | | |
| 8 | Entrega de: Listado general de partes y repuestos, Listado de inventarios mínimos para mantenimiento, Protocolos de pruebas en fábrica, Manuales y procedimientos de operación y mantenimiento y Documentos soporte de entrenamiento en mantenimiento de partes o repuestos especiales. | | |
| ENTREGABLES DEL PROYECTO | | | |
| Entregables Fase 1 | 1 | Descripción de ideas (realizado). | |
| | 2 | Matriz de priorización de ideas (realizado). En la fase 1 se adelantó la selección de alternativas. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores | |
| | 3 | Caso de negocio actualizado (realizado). | |
| | 4 | Ingeniería conceptual de la alternativa seleccionada (realizada). | |
| | 5 | Formato Documento soporte de la Decisión para presentar la Fase 2 para aprobación (Realizado). | |
| | 6 | Presentación a Comité de refinería para aprobación de la Fase 1 (realizado). | |
| Entregables Fase 2 | 1 | Ingeniería conceptual de la alternativa seleccionada. Realizada en la Fase 1 del proyecto para la alternativa de seleccionada de compra y montaje de nuevos transformadores. | |
| | 2 | Caso de negocio actualizado | |

| | | | |
|---------------------------|---------------------------|--|--------------------------------|
| Entregables Fase 2 | 3 | Generación de lecciones aprendidas de la Fase 2 | |
| | 4 | Plan de ejecución del proyecto preliminar | |
| | 5 | Formalización del equipo del proyecto | |
| | 6 | Project Charter firmado | |
| | 7 | Lista de chequeo Fase 2 | |
| | 8 | Formato Documento soporte de la Decisión para presentar la Fase 2 para aprobación. | |
| | 9 | Informe de la medición del nivel de definición | |
| | 10 | Presentación a Comité para aprobación de la Fase 2 | |
| | Entregables Fase 3 | 1 | Ingeniería Básica |
| | | 2 | Plan de ejecución del proyecto |
| 3 | | Formalización del equipo del proyecto | |
| 4 | | Caso de negocio actualizado | |
| 5 | | Lista de chequeo Fase 3 | |
| 6 | | Formato Documento soporte de la Decisión para presentar la Fase 3 para aprobación | |
| 7 | | Generación de lecciones aprendidas de la Fase 3 | |
| 8 | | Informe de la medición del nivel de definición | |
| 9 | | Presentación a Comité de refinería para aprobación de la Fase 3 | |
| 10 | | Compra temprana de Transformadores | |
| Entregables Fase 4 | 1 | Caso de negocio actualizado | |
| | 2 | Plan de ejecución del proyecto actualizado | |
| | 3 | Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto | |
| | 4 | Informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento | |
| | 5 | Informe con acciones preventivas/correctivas | |
| | 6 | Acta de validación del cumplimiento a satisfacción de la operación del proyecto | |
| | 7 | Informe de evaluación expost técnica | |
| | 8 | Generación de lecciones aprendidas | |
| | 9 | Instalación y disposición final de Transformadores | |
| Entregables Fase 5 | 1 | Informe de identificación de oportunidades y necesidades | |
| | 2 | Informe de evaluación expost integral | |
| | 3 | Generación de lecciones aprendidas | |
| | 4 | Cierre del proyecto | |

| EXCLUSIONES DEL PROYECTO | |
|-----------------------------------|--|
| 1 | Los ductos de entrada y salida de los transformadores no serán modificados. |
| 2 | No se incluye el reemplazo de cables de los alimentadores. |
| 3 | La ubicación de los nuevos transformadores será la misma de los equipos existentes que serán reemplazados. |
| 4 | No es del alcance del proyecto el cambio y/o modificación de las bases para el montaje de los nuevos transformadores. |
| 5 | El proyecto contempla el reemplazo de los 41 transformadores listados en el Cuadro 11 solamente. |
| RESTRICCIONES DEL PROYECTO | |
| 1 | El cambio de los transformadores debe hacerse de manera coordinada con las diferentes plantas. En lo posible en Paradas de Planta. El proyecto debe poder ejecutarse mediante el reemplazo de equipos de forma paralela. |
| 2 | Las marcas de los transformadores deben ser de marcas aceptadas por ECOPEPETROL. Por mantenibilidad no se aceptan otras marcas. |
| 3 | El recurso humano, los recursos económicos y el tiempo no son ilimitados. |
| SUPUESTOS DEL PROYECTO | |
| 1 | Se cuenta con personal en el Departamento de Ingeniería de Proyectos para la elaboración de los documentos de ingeniería básica. |
| 2 | Se cuenta con presupuesto para llevar a cabo la ejecución del proyecto. |
| 3 | En el mercado se cuenta con contratistas de obra idóneos en montaje de transformadores. |
| 4 | Los proveedores de transformadores tienen disponibilidad para la fabricación y suministro de estos equipos. |
| 5 | Para la realización de las compras y contratación se tiene disponibilidad de la Dirección de Abastecimiento. |
| 6 | La fase 1 de maduración del proyecto ya fue realizada. |
| 7 | Se cuenta con ingeniería conceptual adelantada en la fase 1 de maduración del proyecto. |
| 8 | En la fase 1 se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la (ii). |

4.2.4. Crear la EDT/WBS

En este proceso se subdividen los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más fáciles de manejar. Este proceso se realiza con base en los resultados obtenidos de desarrollar el Plan de gestión del alcance, el Enunciado del alcance del proyecto y la Documentación de requisitos y con el apoyo de los diferentes involucrados en el proyecto que son entradas alienadas a las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). En las figuras 6, 7, 8, 9 y 10 se presenta la EDT del proyecto:

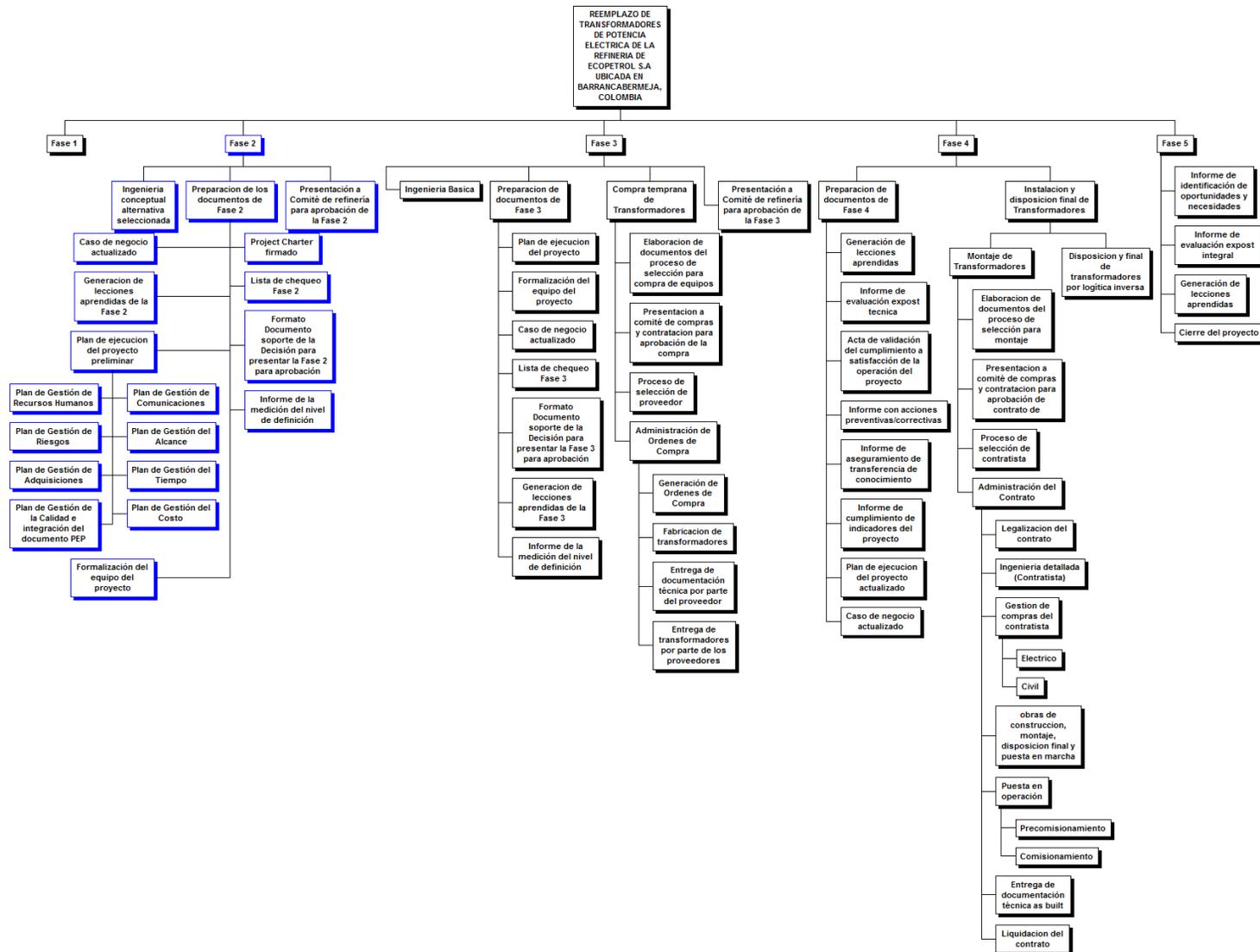


Figura 6: EDT/WBS del proyecto. Fuente: el autor.

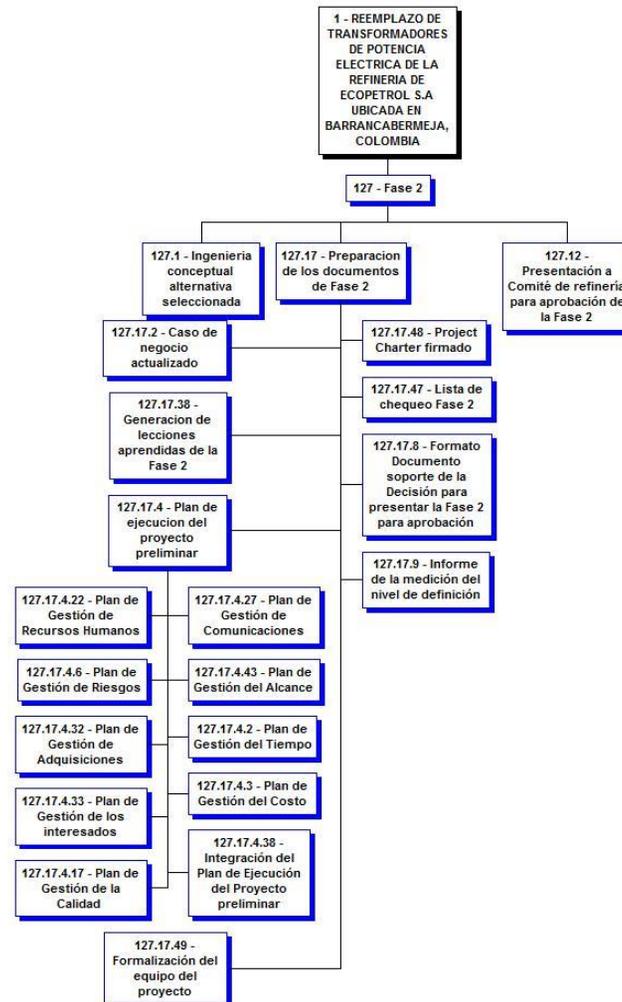


Figura 7: EDT/WBS de la Fase 2 del proyecto en la que se desarrolla el PFG. Fuente: el autor.

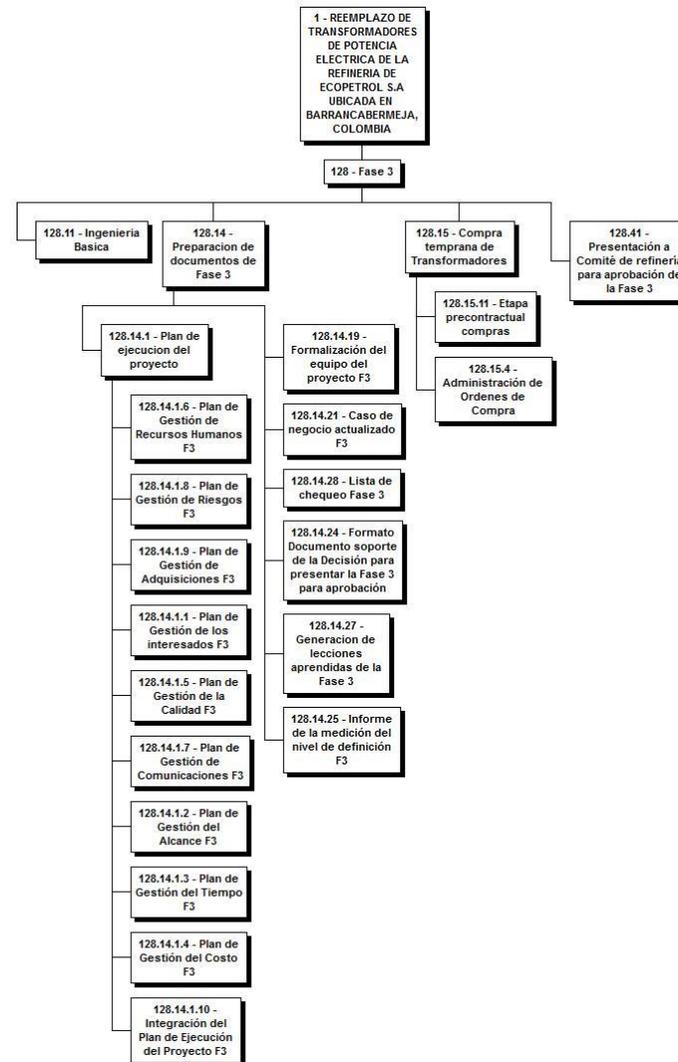


Figura 8: EDT/WBS de la Fase 3 del proyecto. Fuente: el autor.

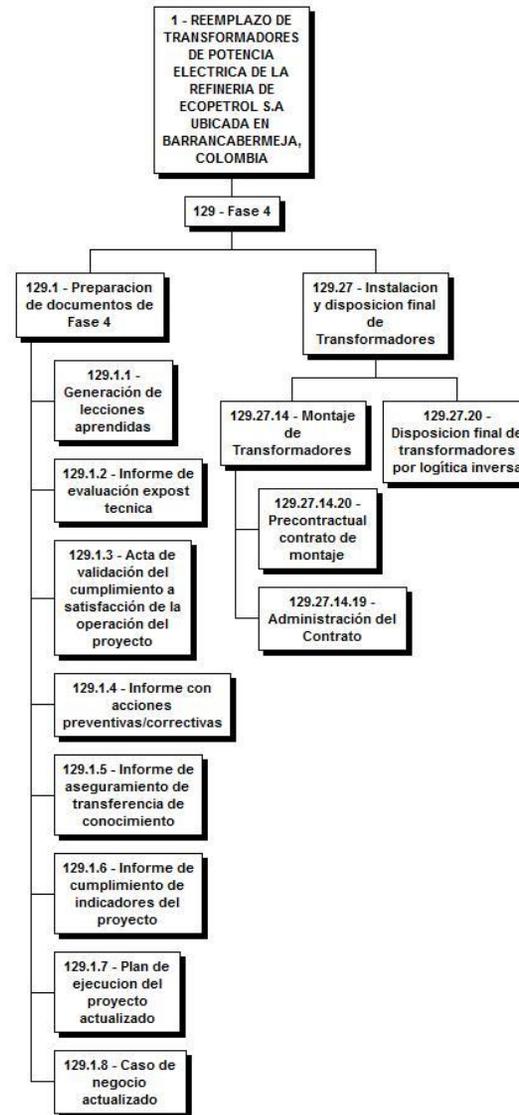


Figura 9: EDT/WBS de la Fase 4 del proyecto. Fuente: el autor.

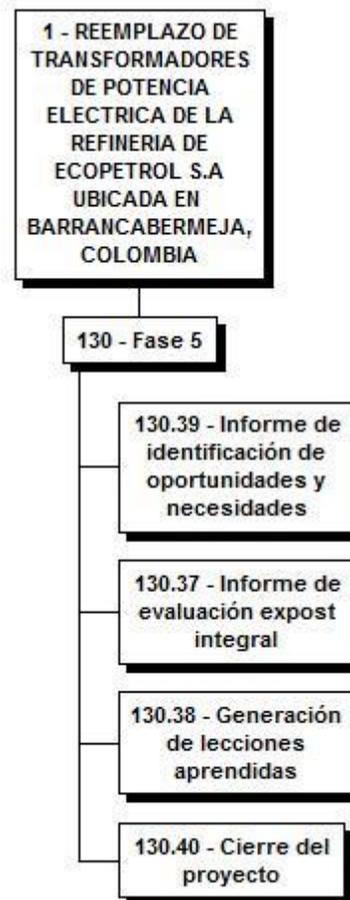


Figura 10: EDT/WBS de la Fase 5 del proyecto. Fuente: el autor.

4.2.5. Validar el alcance

Este proceso se realiza para formalizar la aceptación de los entregables del proyecto, que se han finalizado. Para llevar a cabo este proceso, se realizan inspecciones con el fin de determinar si los entregables y productos del proyecto cumplen con los requisitos y criterios de aceptación. Como resultado de este proceso se obtienen actas de aceptación formal debidamente firmadas por la Coordinación de Equipo Eléctricos de la refinería de ECOPETROL. Lo anterior, alineado a las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

Los entregables que no pudieron ser aceptados formalmente se documentan con las respectivas razones por las cuales no fueron aceptados. Es necesario revisar si estos entregables no aceptados demandan surtir un proceso de control de cambios para reparación de defectos. Para esto, el equipo del proyecto debe apoyarse en el documento interno ECP-DPY-P-003 “PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS” el cual define el proceso sistemático para gestionar los cambios que surgen durante la ejecución de proyectos en ECOPETROL, que permite evaluar su impacto, tomar decisiones, controlar las desviaciones en alcance, tiempo, costo y calidad, e identificar las causales que generan cambios, susceptibles de incorporación, como lecciones aprendidas y prácticas de mejora continua. (Ver Anexo 5).

4.2.6 Controlar el alcance

Consiste en monitorear el estado del avance del proyecto y del producto, y revisar la necesidad de gestionar cambios a la línea base del alcance, según PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para el logro del control del alcance, se realiza análisis de variación, para determinar la causa y grado de diferencia entre la línea base y el desempeño real. Con base en lo anterior, se elaboran y se emiten periódicamente Informes de Desempeño del Trabajo, en los cuales se documentan las

correlaciones y contexto sobre el desempeño del alcance del proyecto en comparación con la línea base del alcance.

Adicionalmente, producto de realizar análisis de variación, se determinan y documentan las necesidades de cambios si es el caso, y aplicar el documento interno ECP-DPY-P-003 “PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS”. (Ver Anexo 5).

4.3. Plan de Gestión del Tiempo.

La gestión del tiempo incluye los procesos que son requeridos para desarrollar y terminar el proyecto en el plazo establecido de acuerdo con las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

Para llevar a cabo la gestión del tiempo, para el plan de ejecución del proyecto preliminar de la Fase 2 de maduración del proyecto se aplican, de manera preliminar, los procesos correspondientes al plan de gestión del tiempo, definir las actividades, secuenciar las actividades, estimar los recursos de las actividades, estimar la duración de las actividades, desarrollar el cronograma y controlar el cronograma.

Los procesos y documentos que se generen del desarrollo de los procesos de la Gestión del tiempo del Proyecto, se revisarán y actualizarán en la Fase 3 del proyecto.

4.3.1. Planificar la gestión del cronograma.

Para planificar la gestión del cronograma se tiene en cuenta los resultados de los procesos de la gestión del alcance, así como lo contenido en el acta de constitución del proyecto y en lo posible los activos de los procesos de la organización según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd.

(PMI, 2013). De igual manera, este proceso tiene en cuenta los resultados de recopilar el concepto de expertos y reuniones realizadas con diferentes interesados.

Con base en lo anteriormente mencionado se obtiene el Plan de gestión del cronograma el cual incluye lo siguiente:

Plan de gestión del cronograma

El cronograma general del proyecto debe elaborarse de manera gradual planificando en detalle las actividades que se realizarán en el corto plazo. En la Fase 3 de maduración del proyecto, teniendo en cuenta que la incertidumbre del proyecto es menor y se dispone de información más precisa, el cronograma se debe detallar para todo el proyecto.

Para la construcción del cronograma del proyecto se siguen las siguientes actividades:

- Definir actividades: Se desglosan los paquetes de trabajo de la EDT/WBS a nivel de actividades y definición de hitos.
- Secuenciar actividades: Se determinan las relaciones lógicas y tipos de precedencia.
- Estimar recursos para las actividades: Se estiman los rendimientos de cada actividad indicando la necesidad de recursos de personal, equipo y material requeridos (unidad de medida y cantidad).
- Estimar la duración de las actividades: Se estima la duración de cada actividad considerando rendimientos de los recursos, disponibilidad y calendario. La

duración más probable para cada actividad es la que se registra en el cronograma.

Para la estimación de la duración de las actividades se utiliza la técnica PERT (Program Evaluation and review Technique). El tiempo esperado para una actividad, es el tiempo calculado en el PERT usando el promedio ponderado $(a+4m+b)/6$, donde:

- a= Tiempo optimista: es el tiempo mínimo o más corto posible en el cual es probable que sea terminada una actividad si todo marcha a la perfección.
- m= Tiempo más probable: es el tiempo normal que necesita una actividad en circunstancias ordinarias.
- b= Tiempo pesimista: es el tiempo máximo o más largo posible en el cual es probable sea terminada una actividad bajo las condiciones más desfavorables.

Para la estimación de los tiempos asociados a la compra de transformadores se utiliza como base información proporcionada por diferentes proveedores.

- Desarrollar el cronograma: Se consideran los supuestos y restricciones del proyecto asociados especialmente a tiempo, usando calendario base de siete (7) días a la semana. Para el desarrollo del cronograma se debe usar la herramienta de software Microsoft Project.

Para el control del tiempo del proyecto se debe seguir la técnica del valor ganado mediante la cual se calculan los valores e indicadores para medir la gestión son:

- El Valor Ganado (EV Earned Value): se calcula multiplicando el porcentaje de avance completado por el Presupuesto Total del Proyecto (BAC Budget At Completion), esto es: $EV = \% \text{ comp.} \times BAC$.

- Variación en Costo (CV Cost Variance) $CV=EV-AC$: Se calcula con base en los resultados de cálculos del valor ganado y datos del Costo Real (AC Actual Cost).
- Variación en Programa (SV Schedule Variance) $SV=EV-PV$: Se calcula con base en los resultados de cálculos del valor ganado y datos del Valor Planificado (PV Planned Value).
- Índice de Desempeño en Costos (CPI Cost Performance Index) $CPI=EV/AC$: Valor ganado sobre Costo Actual.
- Índice de Desempeño en Programa (SPI Schedule Performance Index) $SPI=EV/PV$: Valor ganado sobre Valor planificado.
- Índice de Desempeño (PI Performance Index) $CPI \times SPI$: Se obtiene de multiplicar el CPI por el SPI.

Para el seguimiento y control del cronograma del proyecto se han de emitir informes semanales en el cual se indique:

- El Avance del proyecto en porcentaje.
- Presentación de los indicadores del proyecto.
- Análisis de los indicadores del proyecto.
- Análisis de proyecciones.
- Actividades realizadas en la semana anterior.
- Actividades a realizar en la semana siguiente.
- Planes de acción para corregir desviaciones.

Para el caso de los contratos de compra de transformadores, se debe solicitar al proveedor o proveedores la presentación de cronograma mediante el uso de la herramienta Microsoft Project y la presentación de informes semanales de avance.

Para el caso del contrato de obra, se debe solicitar al Contratista la presentación de cronograma o Programa Diario de Trabajo (PDT) mediante el uso de la herramienta Primavera Project Planner y la presentación de informes semanales de avance siguiendo los lineamientos establecidos en el documento interno VRP-GRP-P-610 “PROCEDIMIENTO DE PROGRAMACIÓN, SEGUIMIENTO Y CONTROL DE CONTRATOS PARA CONTRATISTAS” el cual establece las directrices y requisitos de programación que se deben tener en cuenta durante la elaboración del programa, el seguimiento y control de los contratos suscritos entre ECOPETROL S.A y las empresas contratistas.

Este documento existe y funciona, sin embargo no se anexa al presente PFG debido a restricciones de derechos de reproducción. Aplica durante la Fase 4 de maduración del proyecto, en la cual se estima que se ejecutará el contrato de obra.

4.3.2. Definir las Actividades.

En este proceso se desglosan los paquetes de trabajo en actividades para proporcionar la base para estimación, programación, ejecución monitoreo y control del proyecto según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para la llevar a cabo este proceso, se tiene en cuenta lo establecido en el plan de gestión del cronograma así como los resultados obtenidos de los procesos de gestión del alcance. Durante este proceso se aplican herramientas como la descomposición, planificación gradual y juicio de expertos.

A continuación se presenta el resultado de definir las actividades del proyecto:

Cuadro No. 13: Lista de actividades del proyecto. Fuente: el autor.

| Id | Nombre de tarea | Id. Predecesoras | Id. Sucesoras | EDT |
|-----------|---|------------------|---------------|--------------------|
| 0 | REEMPLAZO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA ELECTRICA DE LA REFINERIA DE ECOPETROL S.A UBICADA EN BARRANCABERMEJA, COLOMBIA | | | 1 |
| 1 | INICIO | | 3 | 140 |
| 2 | FASE 1 | | | 131 |
| 3 | Acta de validación de alternativa seleccionada | 1 | 6,4 | 131.2 |
| 4 | Aprobación de la Fase 1 | 3 | 6 | 131.1 |
| 5 | FASE 2 | | | 127 |
| 6 | Ingeniería Conceptual alternativa seleccionada | 3,4 | 10 | 127.1 |
| 7 | Preparación de los documentos de Fase 2 | | | 127.17 |
| 8 | Plan de ejecución del proyecto preliminar | | | 127.17.4 |
| 9 | Plan de Gestión de los interesados | | | 127.17.4.33 |
| 10 | Elaboración del plan de gestión de los interesados | 6 | 11 | 127.17.4.33.1 |
| 11 | Revisión del plan de gestión de los interesados | 10 | 12 | 127.17.4.33.2 |
| 12 | Ajustes al plan de gestión de los interesados | 11 | 13 | 127.17.4.33.3 |
| 13 | Validación del plan de gestión de los interesados | 12 | 20,15 | 127.17.4.33.4 |
| 14 | Plan de Gestión del Alcance | | | 127.17.4.43 |
| 15 | Elaboración del plan de gestión del alcance | 13 | 16 | 127.17.4.43.6 |
| 16 | Revisión del plan de gestión del alcance | 15 | 17 | 127.17.4.43.7 |
| 17 | Ajustes al plan de gestión del alcance | 16 | 18 | 127.17.4.43.8 |
| 18 | Validación del plan de gestión del alcance | 17 | 20 | 127.17.4.43.9 |
| 19 | Plan de Gestión del Tiempo | | | 127.17.4.2 |
| 20 | Elaboración del plan de gestión del tiempo | 18,13 | 21 | 127.17.4.2.1 |
| 21 | Revisión del plan de gestión del tiempo | 20 | 22 | 127.17.4.2.2 |
| 22 | Ajustes al plan de gestión del tiempo | 21 | 23 | 127.17.4.2.3 |
| 23 | Validación del plan de gestión del tiempo | 22 | 25 | 127.17.4.2.4 |
| 24 | Plan de Gestión del Costo | | | 127.17.4.3 |
| 25 | Elaboración del plan de gestión del costo | 23 | 26 | 127.17.4.3.1 |
| 26 | Revisión del plan de gestión del costo | 25 | 27 | 127.17.4.3.2 |
| 27 | Ajustes al plan de gestión del costo | 26 | 28 | 127.17.4.3.3 |
| 28 | Validación del plan de gestión del costo | 27 | 30 | 127.17.4.3.4 |
| 29 | Plan de Gestión de la Calidad | | | 127.17.4.17 |
| 30 | Elaboración del plan de gestión de la calidad | 28 | 31 | 127.17.4.17.1 |
| 31 | Revisión del plan de gestión de la calidad | 30 | 32 | 127.17.4.17.2 |
| 32 | Ajustes al plan de gestión de la calidad | 31 | 33 | 127.17.4.17.3 |
| 33 | Validación del plan de gestión de la calidad | 32 | 35 | 127.17.4.17.4 |
| 34 | Plan de Gestión de Recursos Humanos | | | 127.17.4.22 |
| 35 | Elaboración del plan de gestión de recursos humanos | 33 | 36 | 127.17.4.22.1 |
| 36 | Revisión del plan de gestión de recursos humanos | 35 | 37 | 127.17.4.22.2 |
| 37 | Ajustes al plan de gestión de recursos humanos | 36 | 38 | 127.17.4.22.3 |
| 38 | Validación del plan de gestión de recursos humanos | 37 | 40 | 127.17.4.22.4 |
| 39 | Plan de Gestión de Comunicaciones | | | 127.17.4.27 |

| Id | Nombre de tarea | Id. Predecesoras | Id. Sucesoras | EDT |
|-----------|--|------------------|---------------|--------------------|
| 40 | Elaboración del plan de gestión de comunicaciones | 38 | 41 | 127.17.4.27.5 |
| 41 | Revisión del plan de gestión de comunicaciones | 40 | 42 | 127.17.4.27.6 |
| 42 | Ajustes al plan de gestión de comunicaciones | 41 | 43 | 127.17.4.27.7 |
| 43 | Validación del plan de gestión de comunicaciones | 42 | 45 | 127.17.4.27.8 |
| 44 | Plan de Gestión de Riesgos | | | 127.17.4.6 |
| 45 | Elaboración del plan de gestión de riesgos | 43 | 46 | 127.17.4.6.1 |
| 46 | Revisión del plan de gestión de riesgos | 45 | 47 | 127.17.4.6.2 |
| 47 | Ajustes al plan de gestión de riesgos | 46 | 48 | 127.17.4.6.3 |
| 48 | Validación del plan de gestión de riesgos | 47 | 50 | 127.17.4.6.4 |
| 49 | Plan de Gestión de Adquisiciones | | | 127.17.4.32 |
| 50 | Elaboración del plan de gestión de Adquisiciones | 48 | 51 | 127.17.4.32.5 |
| 51 | Revisión del plan de gestión de Adquisiciones | 50 | 52 | 127.17.4.32.6 |
| 52 | Ajustes al plan de gestión de Adquisiciones | 51 | 53 | 127.17.4.32.7 |
| 53 | Validación del plan de gestión de Adquisiciones | 52 | 55 | 127.17.4.32.8 |
| 54 | Integración del Plan de Ejecución del Proyecto preliminar | | | 127.17.4.38 |
| 55 | Consolidación del PEP | 53 | 56 | 127.17.4.38.10 |
| 56 | Revisión del PEP | 55 | 57 | 127.17.4.38.9 |
| 57 | Ajustes al PEP | 56 | 58 | 127.17.4.38.12 |
| 58 | Validación del PEP | 57 | 60 | 127.17.4.38.11 |
| 59 | Formalización del equipo del proyecto | | | 127.17.49 |
| 60 | Elaboración y entrega de memorandos de solicitud de recursos | 58 | 61 | 127.17.49.8 |
| 61 | Reuniones de Gestión de recursos con las diferentes dependencias | 60 | 62 | 127.17.49.9 |
| 62 | Elaboración de Acta y recopilación de firmas de formalización del equipo del proyecto. | 61 | 64 | 127.17.49.10 |
| 63 | Project Chárter firmado | | | 127.17.48 |
| 64 | Elaboración de documento Project Chárter | 62 | 65 | 127.17.48.7 |
| 65 | Revisión y ajustes al documento Project Chárter | 64 | 66 | 127.17.48.8 |
| 66 | Revisión final y aprobación Project Chárter | 65 | 68 | 127.17.48.9 |
| 67 | Caso de negocio actualizado | | | 127.17.2 |
| 68 | Elaboración de documentos de actualización CDN | 66 | 69 | 127.17.2.1 |
| 69 | Validación por la Gerencia de Proyectos del CDN | 68 | 71 | 127.17.2.2 |
| 70 | Generación de lecciones aprendidas de la Fase 2 | | | 127.17.38 |
| 71 | Preparación de diapositivas para el taller | 69 | 72 | 127.17.38.9 |
| 72 | Coordinación de fecha del taller | 71 | 73 | 127.17.38.10 |
| 73 | Realización del taller | 72 | 74 | 127.17.38.11 |
| 74 | Elaboración de documento de memorias del taller | 73 | 76 | 127.17.38.12 |
| 75 | Lista de chequeo Fase 2 | | | 127.17.47 |
| 76 | Elaboración de documento Lista de chequeo Fase 2 | 74 | 77 | 127.17.47.8 |
| 77 | Revisión y ajustes al documento Lista de chequeo Fase 2 | 76 | 78 | 127.17.47.9 |
| 78 | Revisión final y aprobación Lista de chequeo Fase 2 | 77 | 80 | 127.17.47.10 |

| Id | Nombre de tarea | Id. Predecesoras | Id. Sucesoras | EDT |
|------------|--|---------------------|--------------------|-------------------|
| 79 | Formato Documento soporte de la Decisión para presentar la Fase 2 para aprobación | | | 127.17.8 |
| 80 | Elaboración de documento DSD | 78 | 81 | 127.17.8.1 |
| 81 | Revisión y ajustes al documento DSD | 80 | 82 | 127.17.8.2 |
| 82 | Revisión final y aprobación DSD | 81 | 84 | 127.17.8.3 |
| 83 | Informe de la medición del nivel de definición | | | 127.17.9 |
| 84 | Recopilación de información y elaboración de documento MND | 82 | 85 | 127.17.9.1 |
| 85 | Revisión y ajustes al documento MND | 84 | 86 | 127.17.9.2 |
| 86 | Revisión final y aprobación MND | 85 | 88 | 127.17.9.3 |
| 87 | Presentación a Comité de refiniería para aprobación de la Fase 2 | | | 127.12 |
| 88 | Elaboración de diapositivas | 86 | 89 | 127.12.1 |
| 89 | Programación de fecha, presentación para aprobación de fase 2 | 88 | 90 | 127.12.2 |
| 90 | Aprobación Fase 2 | 89 | 101,93, 151,155 | 127.28 |
| 91 | FASE 3 | | | 128 |
| 92 | Ingeniería Básica | | | 128.11 |
| 93 | Revisión de ingeniería conceptual | 90 | 94 | 128.11.1 |
| 94 | Levantamiento de campo | 93 | 95 | 128.11.2 |
| 95 | Elaboración de especificaciones técnicas y requisiciones de materiales | 94 | 96 | 128.11.3 |
| 96 | Elaboración de planos | 95 | 97 | 128.11.4 |
| 97 | Consolidación de ingeniería | 96 | 176 | 128.11.5 |
| 98 | Preparación de documentos de Fase 3 | | | 128.14 |
| 99 | Plan de ejecución del proyecto | | | 128.14.1 |
| 100 | Plan de Gestión de los interesados F3 | | | 128.14.1.1 |
| 101 | Elaboración del plan de gestión de los interesados F3 | 90 | 102 | 128.14.1.1.9 |
| 102 | Revisión del plan de gestión de los interesados F3 | 101 | 103 | 128.14.1.1.10 |
| 103 | Ajustes al plan de gestión de los interesados F3 | 102 | 104 | 128.14.1.1.11 |
| 104 | Validación del plan de gestión de los interesados F3 | 103 | 111,106 | 128.14.1.1.12 |
| 105 | Plan de Gestión del Alcance F3 | | | 128.14.1.2 |
| 106 | Elaboración del plan de gestión del alcance F3 | 104 | 107 | 128.14.1.2.9 |
| 107 | Revisión del plan de gestión del alcance F3 | 106 | 108 | 128.14.1.2.10 |
| 108 | Ajustes al plan de gestión del alcance F3 | 107 | 109 | 128.14.1.2.11 |
| 109 | Validación del plan de gestión del alcance F3 | 108 | 111 | 128.14.1.2.12 |
| 110 | Plan de Gestión del Tiempo F3 | | | 128.14.1.3 |
| 111 | Elaboración del plan de gestión del tiempo F3 | 104,109 | 112 | 128.14.1.3.9 |
| 112 | Revisión del plan de gestión del tiempo F3 | 111 | 113 | 128.14.1.3.10 |
| 113 | Ajustes al plan de gestión del tiempo F3 | 112 | 114 | 128.14.1.3.11 |
| 114 | Validación del plan de gestión del tiempo F3 | 113 | 116 | 128.14.1.3.12 |
| 115 | Plan de Gestión del Costo F3 | | | 128.14.1.4 |
| 116 | Elaboración del plan de gestión del costo F3 | 114 | 117 | 128.14.1.4.10 |

| Id | Nombre de tarea | Id. Predecesoras | Id. Sucesoras | EDT |
|------------|--|---------------------|------------------|--------------------|
| 117 | Revisión del plan de gestión del costo F3 | 116 | 118 | 128.14.1.4.11 |
| 118 | Ajustes al plan de gestión del costo F3 | 117 | 119 | 128.14.1.4.12 |
| 119 | Validación del plan de gestión del costo F3 | 118 | 121 | 128.14.1.4.13 |
| 120 | Plan de Gestión de la Calidad F3 | | | 128.14.1.5 |
| 121 | Elaboración del plan de gestión de la calidad F3 | 119 | 122 | 128.14.1.5.10 |
| 122 | Revisión del plan de gestión de la calidad F3 | 121 | 123 | 128.14.1.5.11 |
| 123 | Ajustes al plan de gestión de la calidad F3 | 122 | 124 | 128.14.1.5.12 |
| 124 | Validación del plan de gestión de la calidad F3 | 123 | 126 | 128.14.1.5.13 |
| 125 | Plan de Gestión de Recursos Humanos F3 | | | 128.14.1.6 |
| 126 | Elaboración del plan de gestión de recursos humanos F3 | 124 | 127 | 128.14.1.6.14 |
| 127 | Revisión del plan de gestión de recursos humanos F3 | 126 | 128 | 128.14.1.6.15 |
| 128 | Ajustes al plan de gestión de recursos humanos F3 | 127 | 129 | 128.14.1.6.16 |
| 129 | Validación del plan de gestión de recursos humanos F3 | 128 | 131 | 128.14.1.6.17 |
| 130 | Plan de Gestión de Comunicaciones F3 | | | 128.14.1.7 |
| 131 | Elaboración del plan de gestión de comunicaciones F3 | 129 | 132 | 128.14.1.7.12 |
| 132 | Revisión del plan de gestión de comunicaciones F3 | 131 | 133 | 128.14.1.7.13 |
| 133 | Ajustes al plan de gestión de comunicaciones F3 | 132 | 134 | 128.14.1.7.14 |
| 134 | Validación del plan de gestión de comunicaciones F3 | 133 | 136 | 128.14.1.7.15 |
| 135 | Plan de Gestión de Riesgos F3 | | | 128.14.1.8 |
| 136 | Elaboración del plan de gestión de riesgos F3 | 134 | 137 | 128.14.1.8.14 |
| 137 | Revisión del plan de gestión de riesgos F3 | 136 | 138 | 128.14.1.8.15 |
| 138 | Ajustes al plan de gestión de riesgos F3 | 137 | 139 | 128.14.1.8.16 |
| 139 | Validación del plan de gestión de riesgos F3 | 138 | 141 | 128.14.1.8.17 |
| 140 | Plan de Gestión de Adquisiciones F3 | | | 128.14.1.9 |
| 141 | Elaboración del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 139 | 142 | 128.14.1.9.17 |
| 142 | Revisión del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 141 | 143 | 128.14.1.9.18 |
| 143 | Ajustes al plan de gestión de Adquisiciones F3 | 142 | 144 | 128.14.1.9.19 |
| 144 | Validación del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 143 | 146 | 128.14.1.9.20 |
| 145 | Integración del Plan de Ejecución del Proyecto F3 | | | 128.14.1.10 |
| 146 | Consolidación del PEP F3 | 144 | 147 | 128.14.1.10.16 |
| 147 | Revisión del PEP F3 | 146 | 148 | 128.14.1.10.17 |
| 148 | Ajustes al PEP F3 | 147 | 149 | 128.14.1.10.18 |
| 149 | Validación del PEP F3 | 148 | 158 | 128.14.1.10.19 |
| 150 | Formalización del equipo del proyecto F3 | | | 128.14.19 |
| 151 | Elaboración y entrega de memorandos de solicitud de recursos F3 | 90 | 152 | 128.14.19.11 |
| 152 | Reuniones de Gestión de recursos con las diferentes dependencias F3 | 151 | 153 | 128.14.19.12 |
| 153 | Elaboración de Acta y recopilación de firmas de formalización del equipo del proyecto F3 | 152 | 167 | 128.14.19.13 |
| 154 | Caso de negocio actualizado F3 | | | 128.14.21 |
| 155 | Elaboración de documentos de actualización CDN F3 | 90 | 156 | 128.14.21.3 |
| 156 | Validación por la Gerencia de Proyectos del CDN F3 | 155 | 158 | 128.14.21.4 |

| Id | Nombre de tarea | Id. Predecesoras | Id. Sucesoras | EDT |
|------------|--|------------------|---------------|---------------------|
| 157 | Formato Documento soporte de la Decisión para presentar la Fase 3 para aprobación | | | 128.14.24 |
| 158 | Elaboración de documento DSD | 156,149 | 159 | 128.14.24.4 |
| 159 | Revisión y ajustes al documento DSD | 158 | 160 | 128.14.24.5 |
| 160 | Revisión final y aprobación DSD | 159 | 162 | 128.14.24.6 |
| 161 | Generación de lecciones aprendidas de la Fase 3 | | | 128.14.27 |
| 162 | Preparación de diapositivas para el taller F3 | 160 | 163 | 128.14.27.23 |
| 163 | Coordinación de fecha del taller F3 | 162 | 164 | 128.14.27.24 |
| 164 | Realización del taller F3 | 163 | 165 | 128.14.27.25 |
| 165 | Elaboración de documento de memorias del taller F3 | 164 | 167 | 128.14.27.26 |
| 166 | Lista de chequeo Fase 3 | | | 128.14.28 |
| 167 | Elaboración de documento Lista de chequeo Fase 3 | 165,153 | 168 | 128.14.28.20 |
| 168 | Revisión y ajustes al documento Lista de chequeo Fase 3 | 167 | 169 | 128.14.28.21 |
| 169 | Revisión final y aprobación Lista de chequeo Fase 3 | 168 | 171 | 128.14.28.22 |
| 170 | Informe de la medición del nivel de definición F3 | | | 128.14.25 |
| 171 | Recopilación de información y elaboración de documento MND F3 | 169 | 172 | 128.14.25.4 |
| 172 | Revisión y ajustes al documento MND F3 | 171 | 173 | 128.14.25.5 |
| 173 | Revisión final y aprobación MND F3 | 172 | 186 | 128.14.25.6 |
| 174 | Compra temprana de Transformadores | | | 128.15 |
| 175 | Etapa precontractual compras | | | 128.15.11 |
| 176 | Elaboración de documentos del proceso de selección para compra de equipos | 97 | 177 | 128.15.11.1 |
| 177 | Presentación a comité de compras y contratación para aprobación de la compra | 176 | 178 | 128.15.11.2 |
| 178 | Proceso de selección de proveedor | 177 | 180 | 128.15.11.3 |
| 179 | Administración de Órdenes de Compra | | | 128.15.4 |
| 180 | Generación de Órdenes de Compra | 178 | 181 | 128.15.4.1 |
| 181 | Inicio de órdenes de compra | 180 | 182 | |
| 182 | Fabricación de transformadores | 181 | 183 | 128.15.4.2 |
| 183 | Entrega de transformadores por parte de los proveedores | 182 | 184 | 128.15.4.4 |
| 184 | Entrega de documentación técnica por parte del proveedor | 183 | 202 | 128.15.4.3 |
| 185 | Presentación a Comité de refinería para aprobación de la Fase 3 | | | 128.41 |
| 186 | Elaboración de diapositivas F3 | 173 | 187 | 128.41.13 |
| 187 | Programación de fecha, presentación para aprobación de fase 3 | 186 | 188 | 128.41.14 |
| 188 | Aprobación Fase 3 | 187 | 193,231 | 128.41.15 |
| 189 | FASE 4 | | | 129 |
| 190 | Instalación y disposición final de Transformadores | | | 129.27 |
| 191 | Montaje de Transformadores | | | 129.27.14 |
| 192 | Precontractual contrato de montaje | | | 129.27.14.20 |
| 193 | Elaboración de documentos del proceso de selección para montaje | 188 | 194 | 129.27.14.20.1 |

| Id | Nombre de tarea | Id. Predecesoras | Id. Sucesoras | EDT |
|------------|--|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| 194 | Presentación a comité de compras y contratación para aprobación de contrato de montaje | 193 | 195 | 129.27.14.20.2 |
| 195 | Proceso de selección de contratista | 194 | 197 | 129.27.14.20.3 |
| 196 | Administración del Contrato | | | 129.27.14.19 |
| 197 | Legalización del contrato | 195 | 198 | 129.27.14.19.18 |
| 198 | Inicio contrato de montaje | 197 | 199 | 129.27.14.19.25 |
| 199 | Ingeniería detallada (Contratista) | 198 | 202,200, 201 | 129.27.14.19.19 |
| 200 | Gestión de compras materiales eléctricos | 199 | 202 | 129.27.14.19.26 |
| 201 | Gestión de compras materiales civiles | 199 | 202 | 129.27.14.19.27 |
| 202 | Obras de construcción, montaje y puesta en marcha | 200,201,1 99,184 | 203,209 | 129.27.14.19.21 |
| 203 | Precomisionamiento | 202 | 204 | 129.27.14.19.28 |
| 204 | Comisionamiento | 203 | 205 | 129.27.14.19.29 |
| 205 | Entrega de documentación técnica as built | 204 | 206 | 129.27.14.19.23 |
| 206 | Firma Acta de finalización del contrato de montaje | 205 | 207 | 129.27.14.19.30 |
| 207 | Liquidación del contrato | 206 | 215,219, 223,227, 235,238 | 129.27.14.19.24 |
| 208 | Disposición y final de transformadores por logística inversa | | | 129.27.20 |
| 209 | Disposición final paquete 1 de 15 transformadores | 202 | 210 | 129.27.20.1 |
| 210 | Disposición final paquete 2 de 15 transformadores | 209 | 211 | 129.27.20.2 |
| 211 | Disposición final paquete 3 de 10 transformadores | 210 | 212 | 129.27.20.3 |
| 212 | Finalización disposición final de transformadores | 211 | 215,219, 223,227, 235,247 | 129.27.20.4 |
| 213 | Preparación de documentos de Fase 4 | | | 129.1 |
| 214 | Informe de evaluación expost técnica F4 | | | 129.1.2 |
| 215 | Elaboración de documento de evaluación expost técnica Fase 4 | 207,212 | 216 | 129.1.2.1 |
| 216 | Revisión y ajustes al documento de evaluación expost técnica Fase 4 | 215 | 217 | 129.1.2.2 |
| 217 | Revisión final y aprobación informe de evaluación expost técnica Fase 4 | 216 | 242 | 129.1.2.3 |
| 218 | Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | | | 129.1.4 |
| 219 | Elaboración de documento Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | 207,212 | 220 | 129.1.4.1 |
| 220 | Revisión y ajustes al documento Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | 219 | 221 | 129.1.4.2 |
| 221 | Revisión final y aprobación Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | 220 | 242 | 129.1.4.3 |
| 222 | Informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento F4 | | | 129.1.5 |
| 223 | Elaboración de documento Informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento F4 | 207,212 | 224 | 129.1.5.1 |

| Id | Nombre de tarea | Id. Predecesoras | Id. Sucesoras | EDT |
|------------|---|----------------------------|---------------|----------------|
| 224 | Revisión y ajustes al documento Informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento F4 | 223 | 225 | 129.1.5.2 |
| 225 | Revisión final y aprobación Informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento F4 | 224 | 242 | 129.1.5.3 |
| 226 | Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | | | 129.1.6 |
| 227 | Elaboración de documento Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | 212,207 | 228 | 129.1.6.1 |
| 228 | Revisión y ajustes al documento Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | 227 | 229 | 129.1.6.2 |
| 229 | Revisión final y aprobación Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | 228 | 242 | 129.1.6.3 |
| 230 | Plan de ejecución del proyecto actualizado F4 | | | 129.1.7 |
| 231 | Elaboración del Plan de ejecución del proyecto actualizado F4 | 188 | 232 | 129.1.7.1 |
| 232 | Revisión y ajustes del Plan de ejecución del proyecto actualizado F4 | 231 | 233 | 129.1.7.2 |
| 233 | Revisión final y aprobación del Plan de ejecución del proyecto actualizado F4 | 232 | 242 | 129.1.7.3 |
| 234 | Caso de negocio actualizado F4 | | | 129.1.8 |
| 235 | Elaboración de documentos de actualización Caso de negocio F4 | 212,207 | 236 | 129.1.8.1 |
| 236 | Validación por la Gerencia de Proyectos del Caso de negocio actualizado F4 | 235 | 242 | 129.1.8.2 |
| 237 | Acta de validación del cumplimiento a satisfacción de la operación del proyecto F4 | | | 129.1.3 |
| 238 | Elaboración de Acta de validación del cumplimiento a satisfacción de la operación del proyecto F4 | 207 | 239 | 129.1.3.1 |
| 239 | Revisión y ajustes de Acta de validación del cumplimiento a satisfacción de la operación del proyecto F4 | 238 | 240 | 129.1.3.2 |
| 240 | Revisión final y aprobación de Acta de validación del cumplimiento a satisfacción de la operación del proyecto F4 | 239 | 242 | 129.1.3.3 |
| 241 | Generación de lecciones aprendidas F4 | | | 129.1.1 |
| 242 | Preparación de diapositivas para el taller F4 | 217,221,25,229,233,236,240 | 243 | 129.1.1.1 |
| 243 | Coordinación de fecha del taller F4 | 242 | 244 | 129.1.1.2 |
| 244 | Realización del taller F4 | 243 | 245 | 129.1.1.3 |
| 245 | Elaboración de documento de memorias del taller F4 | 244 | 247 | 129.1.1.4 |
| 246 | FASE 5 | | | 130 |
| 247 | Inicio Fase 5 | 212,245 | 249 | |
| 248 | Informe de identificación de oportunidades y necesidades | | | 130.39 |
| 249 | Elaboración de documento Informe de identificación de oportunidades y necesidades | 247 | 250 | 130.39.1 |

| Id | Nombre de tarea | Id. Predecesoras | Id. Sucesoras | EDT |
|------------|---|------------------|---------------|---------------|
| 250 | Revisión y ajustes al Informe de identificación de oportunidades y necesidades | 249 | 251 | 130.39.2 |
| 251 | Revisión final y aprobación de Informe de identificación de oportunidades y necesidades | 250 | 253 | 130.39.3 |
| 252 | Informe de evaluación expost integral F5 | | | 130.37 |
| 253 | Elaboración de documento Informe de evaluación expost integral F5 | 251 | 254 | 130.37.1 |
| 254 | Revisión y ajustes al documento Informe de evaluación expost integral F5 | 253 | 255 | 130.37.2 |
| 255 | Revisión final y aprobación de Informe de evaluación expost integral F5 | 254 | 257 | 130.37.3 |
| 256 | Generación de lecciones aprendidas F5 | | | 130.38 |
| 257 | Preparación de diapositivas para el taller F5 | 255 | 258 | 130.38.1 |
| 258 | Coordinación de fecha del taller F5 | 257 | 259 | 130.38.2 |
| 259 | Realización del taller F5 | 258 | 260 | 130.38.3 |
| 260 | Elaboración de documento de memorias del taller F5 | 259 | 262 | 130.38.4 |
| 261 | Cierre del proyecto | | | 130.40 |
| 262 | Entrega de documentación a archivo | 260 | 263 | 130.40.1 |
| 263 | Cierre del proyecto en herramientas corporativas | 262 | 264 | 130.40.2 |
| 264 | FIN | 263 | | 139 |

Cuadro No. 14: Lista de hitos del proyecto. Fuente: el autor.

| No. | HITOS |
|-----|--|
| 1 | INICIO |
| 2 | Acta de validación de alternativa seleccionada |
| 3 | Aprobación de la Fase 1 |
| 4 | Ingeniería Conceptual alternativa seleccionada |
| 5 | Aprobación Fase 2 |
| 6 | Inicio de órdenes de compra |
| 7 | Aprobación Fase 3 |
| 8 | Inicio contrato de montaje |
| 9 | Firma Acta de finalización del contrato de montaje |
| 10 | Finalización disposición final de transformadores |
| 11 | Inicio Fase 5 |
| 12 | FIN |

4.3.3. Secuenciar de Actividades.

En este proceso se identifican y se documentan las relaciones entre las actividades del proyecto según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

En este se define la secuencia lógica de trabajo teniendo en cuenta las restricciones del proyecto. Para este fin se tiene en cuenta lo establecido en el Plan de gestión del cronograma y las listas de actividades y lista de hitos obtenidas.

Durante este proceso se aplican herramientas como el uso del método de diagramación por precedencia, determinación de dependencias así como adelantos y atrasos.

A continuación, en la siguiente figura se presenta, sin detalles, una vista del resultado de secuenciar las actividades del proyecto la cual consiste en el diagrama de red del cronograma del proyecto:

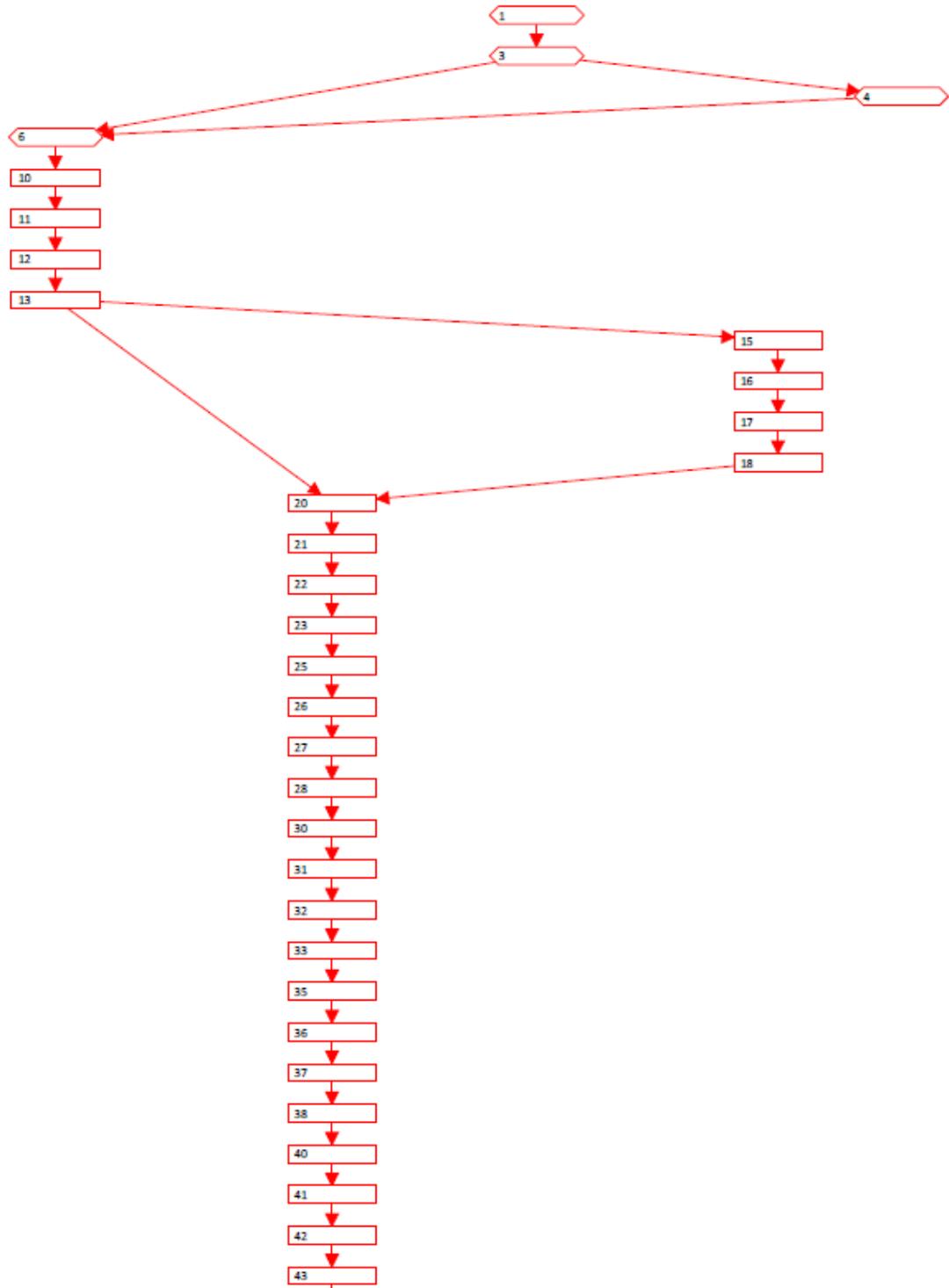


Figura 11: Secuencia de actividades del proyecto parte 1. Fuente: el autor

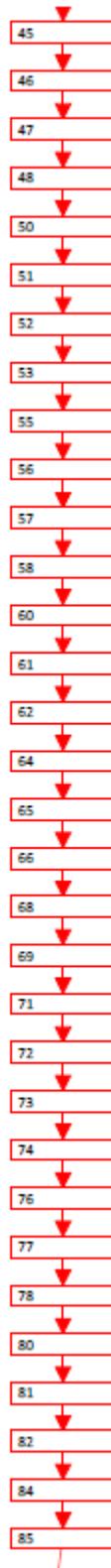


Figura 12: Secuencia de actividades del proyecto parte 2. Fuente: el autor

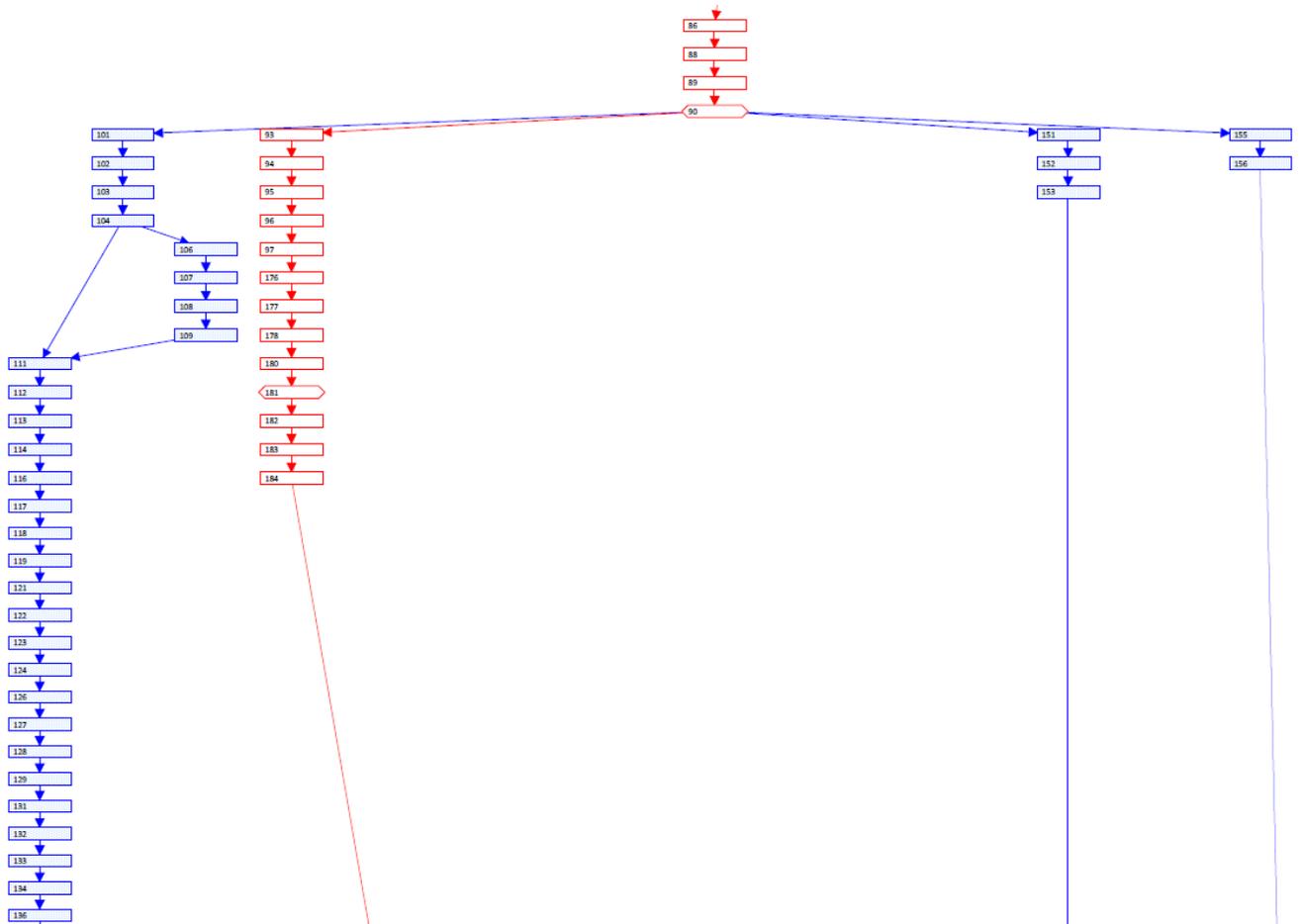


Figura 13: Secuencia de actividades del proyecto parte 3. Fuente: el autor

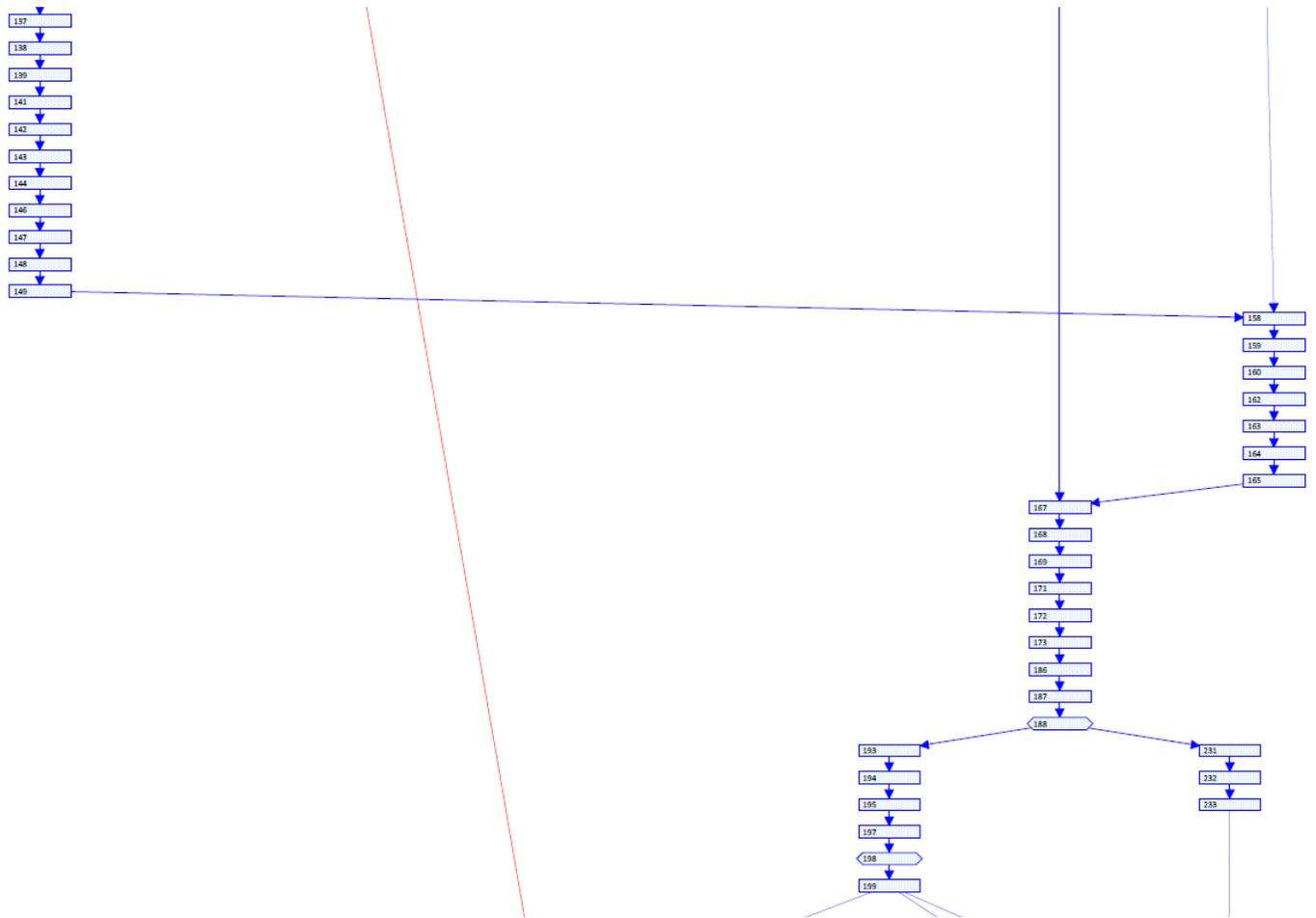


Figura 14: Secuencia de actividades del proyecto parte 4. Fuente: el autor

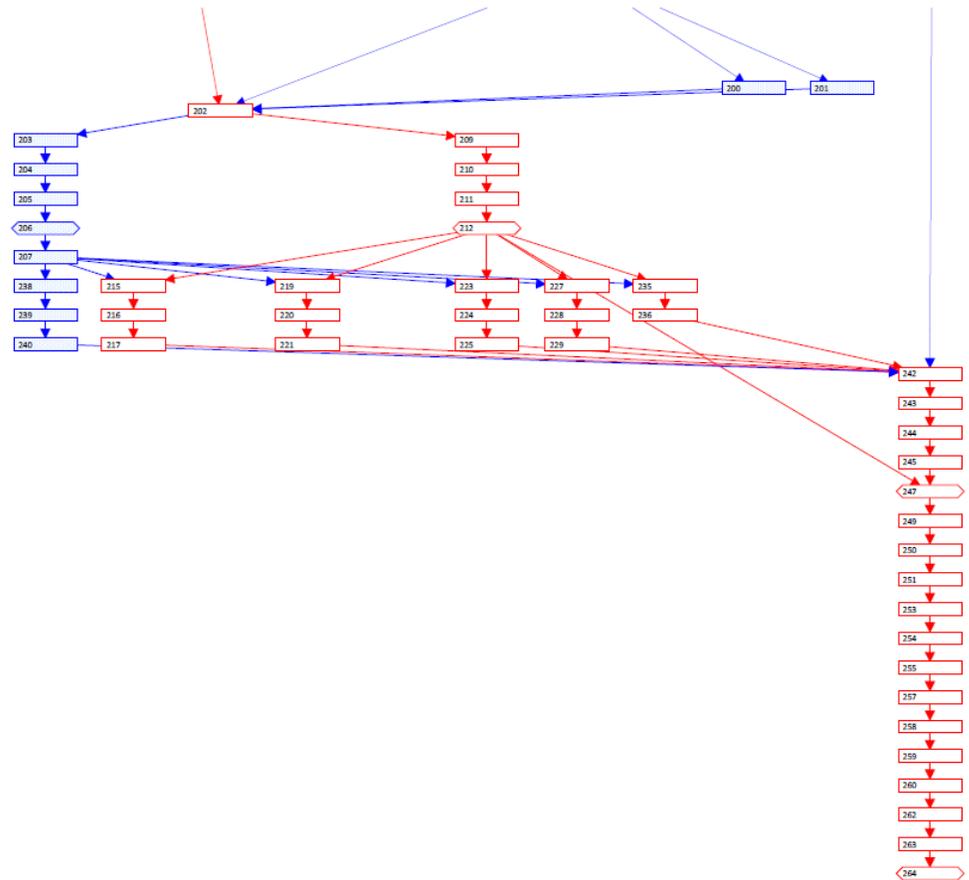


Figura 15: Secuencia de actividades del proyecto parte 5. Fuente: el autor

4.3.4. Estimar los Recursos.

En Este proceso se estima el tipo y cantidades de recursos para la realización de cada una de las actividades según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para el desarrollo del proceso de tiene en cuenta los establecido en el plan de gestión del cronograma y los resultados del proceso de definir actividades. Para este proceso se utilizó la herramienta juicio de expertos.

| Id | Nombre de tarea | Gerente General Refinería Barrancabermeja | Gerente de Proyectos | Jefe de Departamento de Proyectos | Líder del proyecto | Líder de Ingeniería | Líder Técnico | Ingeniero de proyectos 1 | Ingeniero de proyectos 2 | Ingeniero de proyectos 3 | Ingeniero Financiero |
|-----------|--|---|----------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| 60 | Elaboración y entrega de memorandos de solicitud de recursos | | | | | | | | X | | |
| 61 | Reuniones de Gestión de recursos con las diferentes dependencias | | | | X | X | X | | X | | |
| 62 | Elaboración de Acta y recopilación de firmas de formalización del equipo del proyecto. | | | | X | | | | X | | |
| 63 | Project Chárter firmado | | | | | | | | | | |
| 64 | Elaboración de documento Project Chárter | | | | | | | | | X | |
| 65 | Revisión y ajustes al documento Project Chárter | | | | X | | | | | X | |
| 66 | Revisión final y aprobación Project Chárter | X | X | X | X | | | | | | |
| 67 | Caso de negocio actualizado | | | | | | | | | | |
| 68 | Elaboración de documentos de actualización CDN | | | | | | | | | | X |
| 69 | Validación por la Gerencia de Proyectos del CDN | | | X | X | | | | | | |
| 70 | Generación de lecciones aprendidas de la Fase 2 | | | | | | | | | | |
| 71 | Preparación de diapositivas para el taller | | | | | | | | X | | |
| 72 | Coordinación de fecha del taller | | | | X | | | | X | | |
| 73 | Realización del taller | | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 74 | Elaboración de documento de memorias del taller | | | | X | | | | | X | |
| 75 | Lista de chequeo Fase 2 | | | | | | | | | | |
| 76 | Elaboración de documento Lista de chequeo Fase 2 | | | | | | | | X | | |
| 77 | Revisión y ajustes al documento Lista de chequeo Fase 2 | | | | X | | | | X | | |
| 78 | Revisión final y aprobación Lista de chequeo Fase 2 | | | | X | | | | | | |
| 79 | Formato Documento soporte de la Decisión para presentar la Fase 2 para aprobación | | | | | | | | | | |
| 80 | Elaboración de documento DSD | | | | | | | | | X | |
| 81 | Revisión y ajustes al documento DSD | | | | X | | | | | X | |
| 82 | Revisión final y aprobación DSD | | X | X | X | | | | | | |
| 83 | Informe de la medición del nivel de definición | | | | | | | | | | |
| 84 | Recopilación de información y elaboración de documento MND | | | | | | | | X | X | |
| 85 | Revisión y ajustes al documento MND | | | | X | | | | X | X | |
| 86 | Revisión final y aprobación MND | | | X | X | | | | | | |

| Id | Nombre de tarea | Gerente General Refinería Barrancabermeja | Gerente de Proyectos | Jefe de Departamento de Proyectos | Líder del proyecto | Líder de Ingeniería | Líder Técnico | Ingeniero de proyectos 1 | Ingeniero de proyectos 2 | Ingeniero de proyectos 3 | Ingeniero Financiero |
|----|---|---|----------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| 87 | Presentación a Comité de refinería para aprobación de la Fase 2 | | | | | | | | | | |
| 88 | Elaboración de diapositivas | | | | | | | | X | X | |
| 89 | Programación de fecha, presentación para aprobación de fase 2 | X | X | X | X | | | | | | |

4.3.5. Estimar la Duración de las Actividades.

Consiste en realizar la estimación de la cantidad de periodos de trabajo para finalizar cada una de las actividades de acuerdo con el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). El resultado de este proceso constituye una entrada fundamental para el proceso de Desarrollar el cronograma. Para su realización se tiene en cuenta lo establecido en el plan de gestión del cronograma, la lista de actividades, recursos requeridos para las actividades, el enunciado del alcance del proyecto. Como herramientas para el desarrollo de este proceso, se cuenta con juicio de expertos y la estimación por tres valores mediante distribución beta.

Como resultado, de la aplicación de las herramientas mencionada se obtienen los datos mostrados en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 16: Duración de actividades del proyecto. Fuente: el autor.

| Id | Nombre de tarea | Duración Pesimista (días) | Duración más probable (días) | Duración optimista (días) | Duración esperada (días) |
|----|--|---------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 10 | Elaboración del plan de gestión de los interesados | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 11 | Revisión del plan de gestión de los interesados | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 12 | Ajustes al plan de gestión de los interesados | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 13 | Validación del plan de gestión de los interesados | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 15 | Elaboración del plan de gestión del alcance | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 16 | Revisión del plan de gestión del alcance | 3 | 0,5 | 1 | 1 |

| Id | Nombre de tarea | Duración Pesimista (días) | Duración más probable (días) | Duración optimista (días) | Duración esperada (días) |
|-----------|--|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 17 | Ajustes al plan de gestión del alcance | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 18 | Validación del plan de gestión del alcance | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 20 | Elaboración del plan de gestión del tiempo | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 21 | Revisión del plan de gestión del tiempo | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 22 | Ajustes al plan de gestión del tiempo | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 23 | Validación del plan de gestión del tiempo | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 25 | Elaboración del plan de gestión del costo | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 26 | Revisión del plan de gestión del costo | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 27 | Ajustes al plan de gestión del costo | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 28 | Validación del plan de gestión del costo | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 30 | Elaboración del plan de gestión de la calidad | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 31 | Revisión del plan de gestión de la calidad | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 32 | Ajustes al plan de gestión de la calidad | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 33 | Validación del plan de gestión de la calidad | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 35 | Elaboración del plan de gestión de recursos humanos | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 36 | Revisión del plan de gestión de recursos humanos | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 37 | Ajustes al plan de gestión de recursos humanos | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 38 | Validación del plan de gestión de recursos humanos | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 40 | Elaboración del plan de gestión de comunicaciones | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 41 | Revisión del plan de gestión de comunicaciones | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 42 | Ajustes al plan de gestión de comunicaciones | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 43 | Validación del plan de gestión de comunicaciones | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 45 | Elaboración del plan de gestión de riesgos | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 46 | Revisión del plan de gestión de riesgos | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 47 | Ajustes al plan de gestión de riesgos | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 48 | Validación del plan de gestión de riesgos | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 50 | Elaboración del plan de gestión de Adquisiciones | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 51 | Revisión del plan de gestión de Adquisiciones | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 52 | Ajustes al plan de gestión de Adquisiciones | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 53 | Validación del plan de gestión de Adquisiciones | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 55 | Consolidación del PEP | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 56 | Revisión del PEP | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 57 | Ajustes al PEP | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 58 | Validación del PEP | 3 | 0,5 | 1 | 1 |
| 60 | Elaboración y entrega de memorandos de solicitud de recursos | 4 | 3 | 2 | 3 |
| 61 | Reuniones de Gestión de recursos con las | 13 | 10 | 7 | 10 |

| Id | Nombre de tarea | Duración Pesimista (días) | Duración más probable (días) | Duración optimista (días) | Duración esperada (días) |
|-----------|--|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | diferentes dependencias | | | | |
| 62 | Elaboración de Acta y recopilación de firmas de formalización del equipo del proyecto. | 6 | 5 | 4 | 5 |
| 64 | Elaboración de documento Project Chárter | 4 | 3 | 2 | 3 |
| 65 | Revisión y ajustes al documento Project Chárter | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 66 | Revisión final y aprobación Project Chárter | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 68 | Elaboración de documentos de actualización CDN | 12 | 10 | 9 | 10 |
| 69 | Validación por la Gerencia de Proyectos del CDN | 7 | 5 | 4 | 5 |
| 71 | Preparación de diapositivas para el taller | 4 | 3 | 2 | 3 |
| 72 | Coordinación de fecha del taller | 4 | 3 | 2 | 3 |
| 73 | Realización del taller | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 74 | Elaboración de documento de memorias del taller | 4 | 3 | 2 | 3 |
| 76 | Elaboración de documento Lista de chequeo Fase 2 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| 77 | Revisión y ajustes al documento Lista de chequeo Fase 2 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| 78 | Revisión final y aprobación Lista de chequeo Fase 2 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 80 | Elaboración de documento DSD | 3 | 2 | 1 | 2 |
| 81 | Revisión y ajustes al documento DSD | 3 | 2 | 1 | 2 |
| 82 | Revisión final y aprobación DSD | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 84 | Recopilación de información y elaboración de documento MND | 4 | 3 | 1 | 3 |
| 85 | Revisión y ajustes al documento MND | 5 | 3 | 2 | 3 |
| 86 | Revisión final y aprobación MND | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 88 | Elaboración de diapositivas | 4 | 3 | 2 | 3 |
| 89 | Programación de fecha, presentación para aprobación de fase 2 | 20 | 16 | 8 | 15 |
| 93 | Revisión de ingeniería conceptual | 7 | 5 | 3 | 5 |
| 94 | Levantamiento de campo | 48 | 41 | 30 | 40 |
| 95 | Elaboración de especificaciones técnicas y requisiciones de materiales | 23 | 21 | 15 | 20 |
| 96 | Elaboración de planos | 23 | 21 | 15 | 20 |
| 97 | Consolidación de ingeniería | 8 | 5 | 4 | 5 |
| 101 | Elaboración del plan de gestión de los interesados F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 102 | Revisión del plan de gestión de los interesados F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 103 | Ajustes al plan de gestión de los interesados F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 104 | Validación del plan de gestión de los interesados F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 106 | Elaboración del plan de gestión del alcance F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |

| Id | Nombre de tarea | Duración Pesimista (días) | Duración más probable (días) | Duración optimista (días) | Duración esperada (días) |
|-----------|--|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 107 | Revisión del plan de gestión del alcance F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 108 | Ajustes al plan de gestión del alcance F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 109 | Validación del plan de gestión del alcance F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 111 | Elaboración del plan de gestión del tiempo F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 112 | Revisión del plan de gestión del tiempo F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 113 | Ajustes al plan de gestión del tiempo F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 114 | Validación del plan de gestión del tiempo F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 116 | Elaboración del plan de gestión del costo F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 117 | Revisión del plan de gestión del costo F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 118 | Ajustes al plan de gestión del costo F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 119 | Validación del plan de gestión del costo F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 121 | Elaboración del plan de gestión de la calidad F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 122 | Revisión del plan de gestión de la calidad F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 123 | Ajustes al plan de gestión de la calidad F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 124 | Validación del plan de gestión de la calidad F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 126 | Elaboración del plan de gestión de recursos humanos F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 127 | Revisión del plan de gestión de recursos humanos F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 128 | Ajustes al plan de gestión de recursos humanos F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 129 | Validación del plan de gestión de recursos humanos F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 131 | Elaboración del plan de gestión de comunicaciones F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 132 | Revisión del plan de gestión de comunicaciones F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 133 | Ajustes al plan de gestión de comunicaciones F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 134 | Validación del plan de gestión de comunicaciones F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 136 | Elaboración del plan de gestión de riesgos F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 137 | Revisión del plan de gestión de riesgos F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 138 | Ajustes al plan de gestión de riesgos F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 139 | Validación del plan de gestión de riesgos F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 141 | Elaboración del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 142 | Revisión del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 143 | Ajustes al plan de gestión de Adquisiciones F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 144 | Validación del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 146 | Consolidación del PEP F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 147 | Revisión del PEP F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 148 | Ajustes al PEP F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |

| Id | Nombre de tarea | Duración Pesimista (días) | Duración más probable (días) | Duración optimista (días) | Duración esperada (días) |
|-----|--|---------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 149 | Validación del PEP F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 151 | Elaboración y entrega de memorandos de solicitud de recursos F3 | 6 | 3 | 2 | 3 |
| 152 | Reuniones de Gestión de recursos con las diferentes dependencias F3 | 14 | 10 | 7 | 10 |
| 153 | Elaboración de Acta y recopilación de firmas de formalización del equipo del proyecto F3 | 8 | 5 | 4 | 5 |
| 155 | Elaboración de documentos de actualización CDN F3 | 15 | 9 | 8 | 10 |
| 156 | Validación por la Gerencia de Proyectos del CDN F3 | 9 | 4 | 4 | 5 |
| 158 | Elaboración de documento DSD | 3 | 2 | 0,5 | 2 |
| 159 | Revisión y ajustes al documento DSD | 2 | 2 | 0,5 | 2 |
| 160 | Revisión final y aprobación DSD | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 162 | Preparación de diapositivas para el taller F3 | 6 | 3 | 2 | 3 |
| 163 | Coordinación de fecha del taller F3 | 5 | 3 | 1 | 3 |
| 164 | Realización del taller F3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 165 | Elaboración de documento de memorias del taller F3 | 4 | 3 | 2 | 3 |
| 167 | Elaboración de documento Lista de chequeo Fase 3 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| 168 | Revisión y ajustes al documento Lista de chequeo Fase 3 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| 169 | Revisión final y aprobación Lista de chequeo Fase 3 | 2 | 1 | 0,5 | 1 |
| 171 | Recopilación de información y elaboración de documento MND F3 | 5 | 3 | 1 | 3 |
| 172 | Revisión y ajustes al documento MND F3 | 5 | 3 | 2 | 3 |
| 173 | Revisión final y aprobación MND F3 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 176 | Elaboración de documentos del proceso de selección para compra de equipos | 55 | 44 | 40 | 45 |
| 177 | Presentación a comité de compras y contratación para aprobación de la compra | 6 | 5 | 3 | 5 |
| 178 | Proceso de selección de proveedor | 66 | 59 | 58 | 60 |
| 180 | Generación de Órdenes de Compra | 13 | 10 | 7 | 10 |
| 182 | Fabricación de transformadores | 130 | 123 | 100 | 120 |
| 183 | Entrega de transformadores por parte de los proveedores | 30 | 19 | 15 | 20 |
| 184 | Entrega de documentación técnica por parte del proveedor | 12 | 8 | 6 | 8 |
| 186 | Elaboración de diapositivas F3 | 5 | 3 | 2 | 3 |
| 187 | Programación de fecha, presentación para aprobación de fase 3 | 22 | 14 | 12 | 15 |
| 193 | Elaboración de documentos del proceso de selección para montaje | 55 | 44 | 40 | 45 |

| Id | Nombre de tarea | Duración Pesimista (días) | Duración más probable (días) | Duración optimista (días) | Duración esperada (días) |
|-----------|--|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 194 | Presentación a comité de compras y contratación para aprobación de contrato de montaje | 7 | 5 | 4 | 5 |
| 195 | Proceso de selección de contratista | 105 | 88 | 82 | 90 |
| 197 | Legalización del contrato | 30 | 19 | 15 | 20 |
| 199 | Ingeniería detallada (Contratista) | 68 | 59 | 55 | 60 |
| 200 | Gestión de compras materiales eléctricos | 25 | 21 | 12 | 20 |
| 201 | Gestión de compras materiales civiles | 25 | 21 | 12 | 20 |
| 202 | Obras de construcción, montaje y puesta en marcha | 412 | 353 | 338 | 360 |
| 203 | Precomisionamiento | 420 | 350 | 340 | 360 |
| 204 | Comisionamiento | 420 | 350 | 340 | 360 |
| 205 | Entrega de documentación técnica as built | 420 | 350 | 340 | 360 |
| 207 | Liquidación del contrato | 70 | 61 | 48 | 60 |
| 209 | Disposición final paquete 1 de 15 transformadores | 133 | 119 | 112 | 120 |
| 210 | Disposición final paquete 2 de 15 transformadores | 141 | 118 | 107 | 120 |
| 211 | Disposición final paquete 3 de 10 transformadores | 138 | 122 | 95 | 120 |
| 215 | Elaboración de documento de evaluación ex post técnica Fase 4 | 7 | 5 | 3 | 5 |
| 216 | Revisión y ajustes al documento de evaluación ex post técnica Fase 4 | 3 | 2 | 0,5 | 2 |
| 217 | Revisión final y aprobación informe de evaluación ex post técnica Fase 4 | 5 | 3 | 1 | 3 |
| 219 | Elaboración de documento Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | 8 | 5 | 3 | 5 |
| 220 | Revisión y ajustes al documento Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | 4 | 2 | 1 | 2 |
| 221 | Revisión final y aprobación Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | 5 | 3 | 1 | 3 |
| 223 | Elaboración de documento Informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento F4 | 8 | 5 | 3 | 5 |
| 224 | Revisión y ajustes al documento Informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento F4 | 4 | 2 | 1 | 2 |
| 225 | Revisión final y aprobación Informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento F4 | 4 | 3 | 1 | 3 |
| 227 | Elaboración de documento Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | 7 | 5 | 3 | 5 |
| 228 | Revisión y ajustes al documento Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | 3 | 2 | 0,5 | 2 |
| 229 | Revisión final y aprobación Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | 5 | 3 | 1 | 3 |

| Id | Nombre de tarea | Duración Pesimista (días) | Duración más probable (días) | Duración optimista (días) | Duración esperada (días) |
|-----|---|---------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 231 | Elaboración del Plan de ejecución del proyecto actualizado F4 | 65 | 51 | 33 | 50 |
| 232 | Revisión y ajustes del Plan de ejecución del proyecto actualizado F4 | 9 | 5 | 3 | 5 |
| 233 | Revisión final y aprobación del Plan de ejecución del proyecto actualizado F4 | 6 | 5 | 4 | 5 |
| 235 | Elaboración de documentos de actualización Caso de negocio F4 | 10 | 7 | 5 | 7 |
| 236 | Validación por la Gerencia de Proyectos del Caso de negocio actualizado F4 | 5 | 3 | 3 | 3 |
| 238 | Elaboración de Acta de validación del cumplimiento a satisfacción de la operación del proyecto F4 | 4 | 3 | 1 | 3 |
| 239 | Revisión y ajustes de Acta de validación del cumplimiento a satisfacción de la operación del proyecto F4 | 3 | 2 | 0,5 | 2 |
| 240 | Revisión final y aprobación de Acta de validación del cumplimiento a satisfacción de la operación del proyecto F4 | 7 | 5 | 3 | 5 |
| 242 | Preparación de diapositivas para el taller F4 | 4 | 3 | 1 | 3 |
| 243 | Coordinación de fecha del taller F4 | 4 | 3 | 1 | 3 |
| 244 | Realización del taller F4 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 245 | Elaboración de documento de memorias del taller F4 | 6 | 3 | 2 | 3 |
| 249 | Elaboración de documento Informe de identificación de oportunidades y necesidades | 18 | 16 | 10 | 15 |
| 250 | Revisión y ajustes al Informe de identificación de oportunidades y necesidades | 4 | 3 | 1 | 3 |
| 251 | Revisión final y aprobación de Informe de identificación de oportunidades y necesidades | 9 | 5 | 2 | 5 |
| 253 | Elaboración de documento Informe de evaluación ex post integral F5 | 23 | 21 | 12 | 20 |
| 254 | Revisión y ajustes al documento Informe de evaluación ex post integral F5 | 6 | 5 | 3 | 5 |
| 255 | Revisión final y aprobación de Informe de evaluación ex post integral F5 | 6 | 5 | 3 | 5 |
| 257 | Preparación de diapositivas para el taller F5 | 4 | 3 | 1 | 3 |
| 258 | Coordinación de fecha del taller F5 | 4 | 3 | 1 | 3 |
| 259 | Realización del taller F5 | 3 | 1 | 0,5 | 1 |
| 260 | Elaboración de documento de memorias del taller F5 | 5 | 3 | 2 | 3 |
| 262 | Entrega de documentación a archivo | 16 | 9 | 8 | 10 |
| 263 | Cierre del proyecto en herramientas corporativas | 17 | 9 | 9 | 10 |

4.3.6. Desarrollar el Cronograma.

En este proceso se analiza la secuencia de las actividades, las duraciones, los recursos y las restricciones para la creación del cronograma del proyecto según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

Para su desarrollo se tiene en cuenta el plan de gestión del cronograma así como la lista de actividades, diagrama de red, recursos estimados y los resultados obtenido de calcular la duración de las actividades.

Así mismo, se implementa la utilización de herramientas tales como Análisis de red del cronograma, método de la ruta crítica y herramientas de programación como el software Microsoft Project.

Como resultado de este proceso se obtiene la línea base del cronograma, el cual se presenta a continuación:

| Id | EDT | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | enero | | mayo | | septiembre | | enero | | mayo | |
|----|---------------|---|------------------|---------------------|---------------------|-------|---|------|---|------------|---|-------|---|------|---|
| | | | | | | M | P | F | M | P | F | M | P | F | M |
| 0 | 1 | REEMPLAZO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA ELECTRICA | 1066 días | mié 01/10/14 | jue 31/08/17 | | | | | | | | | | |
| 1 | 140 | INICIO | 0 días | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | | | | | | | | |
| 2 | 131 | FASE 1 | 0 días | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | | | | | | | | |
| 3 | 131.2 | Acta de validación de alternativa seleccionada | 0 días | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | | | | | | | | |
| 4 | 131.1 | Aprobación de la Fase 1 | 0 días | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | | | | | | | | |
| 5 | 127 | FASE 2 | 125 días | mié 01/10/14 | lun 02/02/15 | | | | | | | | | | |
| 6 | 127.1 | Ingeniería Conceptual alternativa seleccionada | 0 días | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | | | | | | | | |
| 7 | 127.17 | Preparación de los documentos de Fase 2 | 107 días | mié 01/10/14 | jue 15/01/15 | | | | | | | | | | |
| 8 | 127.17.4 | Plan de ejecución del proyecto preliminar | 40 días | mié 01/10/14 | dom 09/11/14 | | | | | | | | | | |
| 9 | 127.17.4.33 | Plan de Gestión de los interesados | 4 días | mié 01/10/14 | sáb 04/10/14 | | | | | | | | | | |
| 10 | 127.17.4.33.1 | Elaboración del plan de gestión de los interesados | 1 día | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | | | | | | | | |
| 11 | 127.17.4.33.2 | Revisión del plan de gestión de los interesados | 1 día | jue 02/10/14 | jue 02/10/14 | | | | | | | | | | |
| 12 | 127.17.4.33.3 | Ajustes al plan de gestión de los interesados | 1 día | vie 03/10/14 | vie 03/10/14 | | | | | | | | | | |
| 13 | 127.17.4.33.4 | Validación del plan de gestión de los interesados | 1 día | sáb 04/10/14 | sáb 04/10/14 | | | | | | | | | | |
| 14 | 127.17.4.43 | Plan de Gestión del Alcance | 4 días | dom 05/10/14 | mié 08/10/14 | | | | | | | | | | |
| 15 | 127.17.4.43.6 | Elaboración del plan de gestión del alcance | 1 día | dom 05/10/14 | dom 05/10/14 | | | | | | | | | | |
| 16 | 127.17.4.43.7 | Revisión del plan de gestión del alcance | 1 día | lun 06/10/14 | lun 06/10/14 | | | | | | | | | | |
| 17 | 127.17.4.43.8 | Ajustes al plan de gestión del alcance | 1 día | mar 07/10/14 | mar 07/10/14 | | | | | | | | | | |
| 18 | 127.17.4.43.9 | Validación del plan de gestión del alcance | 1 día | mié 08/10/14 | mié 08/10/14 | | | | | | | | | | |
| 19 | 127.17.4.2 | Plan de Gestión del Tiempo | 4 días | jue 09/10/14 | dom 12/10/14 | | | | | | | | | | |
| 20 | 127.17.4.2.1 | Elaboración del plan de gestión del tiempo | 1 día | jue 09/10/14 | jue 09/10/14 | | | | | | | | | | |
| 21 | 127.17.4.2.2 | Revisión del plan de gestión del tiempo | 1 día | vie 10/10/14 | vie 10/10/14 | | | | | | | | | | |
| 22 | 127.17.4.2.3 | Ajustes al plan de gestión del tiempo | 1 día | sáb 11/10/14 | sáb 11/10/14 | | | | | | | | | | |
| 23 | 127.17.4.2.4 | Validación del plan de gestión del tiempo | 1 día | dom 12/10/14 | dom 12/10/14 | | | | | | | | | | |
| 24 | 127.17.4.3 | Plan de Gestión del Costo | 4 días | lun 13/10/14 | jue 16/10/14 | | | | | | | | | | |
| 25 | 127.17.4.3.1 | Elaboración del plan de gestión del costo | 1 día | lun 13/10/14 | lun 13/10/14 | | | | | | | | | | |
| 26 | 127.17.4.3.2 | Revisión del plan de gestión del costo | 1 día | mar 14/10/14 | mar 14/10/14 | | | | | | | | | | |
| 27 | 127.17.4.3.3 | Ajustes al plan de gestión del costo | 1 día | mié 15/10/14 | mié 15/10/14 | | | | | | | | | | |
| 28 | 127.17.4.3.4 | Validación del plan de gestión del costo | 1 día | jue 16/10/14 | jue 16/10/14 | | | | | | | | | | |
| 29 | 127.17.4.17 | Plan de Gestión de la Calidad | 4 días | vie 17/10/14 | lun 20/10/14 | | | | | | | | | | |
| 30 | 127.17.4.17.1 | Elaboración del plan de gestión de la calidad | 1 día | vie 17/10/14 | vie 17/10/14 | | | | | | | | | | |
| 31 | 127.17.4.17.2 | Revisión del plan de gestión de la calidad | 1 día | sáb 18/10/14 | sáb 18/10/14 | | | | | | | | | | |
| 32 | 127.17.4.17.3 | Ajustes al plan de gestión de la calidad | 1 día | dom 19/10/14 | dom 19/10/14 | | | | | | | | | | |
| 33 | 127.17.4.17.4 | Validación del plan de gestión de la calidad | 1 día | lun 20/10/14 | lun 20/10/14 | | | | | | | | | | |
| 34 | 127.17.4.22 | Plan de Gestión de Recursos Humanos | 4 días | mar 21/10/14 | vie 24/10/14 | | | | | | | | | | |
| 35 | 127.17.4.22.1 | Elaboración del plan de gestión de recursos | 1 día | mar 21/10/14 | mar 21/10/14 | | | | | | | | | | |

Figura 16: Cronograma del proyecto, parte 1 de 8. Fuente: el autor

| Id | EDT | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | enero | | | mayo | | | septiembre | | | enero | | | mayo | | | |
|----|--------------------|--|----------------|---------------------|---------------------|-------|---|---|------|---|---|------------|---|---|-------|---|---|------|---|---|--|
| | | | | | | M | P | F | M | P | F | M | P | F | M | P | F | M | P | F | |
| 36 | 127.17.4.22.2 | Revisión del plan de gestión de recursos humanos | 1 día | mié 22/10/14 | mié 22/10/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | 127.17.4.22.3 | Ajustes al plan de gestión de recursos humanos | 1 día | jue 23/10/14 | jue 23/10/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | 127.17.4.22.4 | Validación del plan de gestión de recursos humanos | 1 día | vie 24/10/14 | vie 24/10/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | 127.17.4.27 | Plan de Gestión de Comunicaciones | 4 días | sáb 25/10/14 | mar 28/10/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 127.17.4.27.5 | Elaboración del plan de gestión de comunicaciones | 1 día | sáb 25/10/14 | sáb 25/10/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | 127.17.4.27.6 | Revisión del plan de gestión de comunicaciones | 1 día | dom 26/10/14 | dom 26/10/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | 127.17.4.27.7 | Ajustes al plan de gestión de comunicaciones | 1 día | lun 27/10/14 | lun 27/10/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | 127.17.4.27.8 | Validación del plan de gestión de comunicaciones | 1 día | mar 28/10/14 | mar 28/10/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | 127.17.4.6 | Plan de Gestión de Riesgos | 4 días | mié 29/10/14 | sáb 01/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | 127.17.4.6.1 | Elaboración del plan de gestión de riesgos | 1 día | mié 29/10/14 | mié 29/10/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | 127.17.4.6.2 | Revisión del plan de gestión de riesgos | 1 día | jue 30/10/14 | jue 30/10/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | 127.17.4.6.3 | Ajustes al plan de gestión de riesgos | 1 día | vie 31/10/14 | vie 31/10/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | 127.17.4.6.4 | Validación del plan de gestión de riesgos | 1 día | sáb 01/11/14 | sáb 01/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | 127.17.4.32 | Plan de Gestión de Adquisiciones | 4 días | dom | mié 05/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 127.17.4.32.5 | Elaboración del plan de gestión de Adquisiciones | 1 día | dom 02/11/14 | dom 02/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | 127.17.4.32.6 | Revisión del plan de gestión de Adquisiciones | 1 día | lun 03/11/14 | lun 03/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | 127.17.4.32.7 | Ajustes al plan de gestión de Adquisiciones | 1 día | mar 04/11/14 | mar 04/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | 127.17.4.32.8 | Validación del plan de gestión de Adquisiciones | 1 día | mié 05/11/14 | mié 05/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | 127.17.4.38 | Integración del Plan de Ejecución del Proyecto | 4 días | jue 06/11/14 | dom 09/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | 127.17.4.38.10 | Consolidación del PEP | 1 día | jue 06/11/14 | jue 06/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | 127.17.4.38.9 | Revisión del PEP | 1 día | vie 07/11/14 | vie 07/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | 127.17.4.38.12 | Ajustes al PEP | 1 día | sáb 08/11/14 | sáb 08/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | 127.17.4.38.11 | Validación del PEP | 1 día | dom 09/11/14 | dom 09/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 59 | 127.17.49 | Formalización del equipo del proyecto | 18 días | lun 10/11/14 | jue 27/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | 127.17.49.8 | Elaboración y entrega de memorandos de solicitud de | 3 días | lun 10/11/14 | mié 12/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 61 | 127.17.49.9 | Reuniones de Gestión de recursos con las diferentes | 10 días | jue 13/11/14 | sáb 22/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | 127.17.49.10 | Elaboración de Acta y recopilación de firmas de | 5 días | dom 23/11/14 | jue 27/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | 127.17.48 | Project Charter firmado | 7 días | vie 28/11/14 | jue 04/12/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | 127.17.48.7 | Elaboración de documento Project Charter | 3 días | vie 28/11/14 | dom 30/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | 127.17.48.8 | Revisión y ajustes al documento Project Charter | 2 días | lun 01/12/14 | mar 02/12/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | 127.17.48.9 | Revisión final y aprobación Project Charter | 2 días | mié 03/12/14 | jue 04/12/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 67 | 127.17.2 | Caso de negocio actualizado | 15 días | vie 05/12/14 | vie 19/12/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 68 | 127.17.2.1 | Elaboración de documentos de actualización CDN | 10 días | vie 05/12/14 | dom 14/12/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 69 | 127.17.2.2 | Validación por la Gerencia de Proyectos del CDN | 5 días | lun 15/12/14 | vie 19/12/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | 127.17.38 | Generación de lecciones aprendidas de la Fase 2 | 10 días | sáb 20/12/14 | lun 29/12/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 71 | 127.17.38.9 | Preparación de diapositivas para el taller | 3 días | sáb 20/12/14 | lun 22/12/14 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 17: Cronograma del proyecto, parte 2 de 8. Fuente: el autor

| Id | EDT | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | enero | | mayo | | septiembre | | enero | | mayo | |
|-----|-------------------|---|-----------------|---------------------|---------------------|-------|---|------|---|------------|---|-------|---|------|---|
| | | | | | | M | P | F | M | P | F | M | P | F | M |
| 72 | 127.17.38.10 | Coordinación de fecha del taller | 3 días | mar 23/12/14 | jue 25/12/14 | | | | | | | | | | |
| 73 | 127.17.38.11 | Realización del taller | 1 día | vie 26/12/14 | vie 26/12/14 | | | | | | | | | | |
| 74 | 127.17.38.12 | Elaboración de documento de memorias del taller | 3 días | sáb 27/12/14 | lun 29/12/14 | | | | | | | | | | |
| 75 | 127.17.47 | Lista de chequeo Fase 2 | 5 días | mar 30/12/14 | sáb 03/01/15 | | | | | | | | | | |
| 76 | 127.17.47.8 | Elaboración de documento Lista de chequeo Fase 2 | 2 días | mar 30/12/14 | mié 31/12/14 | | | | | | | | | | |
| 77 | 127.17.47.9 | Revisión y ajustes al documento Lista de chequeo Fase 2 | 2 días | jue 01/01/15 | vie 02/01/15 | | | | | | | | | | |
| 78 | 127.17.47.10 | Revisión final y aprobación Lista de chequeo Fase 2 | 1 día | sáb 03/01/15 | sáb 03/01/15 | | | | | | | | | | |
| 79 | 127.17.8 | Formato Documento soporte de la Decisión para | 5 días | dom | jue 08/01/15 | | | | | | | | | | |
| 80 | 127.17.8.1 | Elaboración de documento DSD | 2 días | dom 04/01/15 | lun 05/01/15 | | | | | | | | | | |
| 81 | 127.17.8.2 | Revisión y ajustes al documento DSD | 2 días | mar 06/01/15 | mié 07/01/15 | | | | | | | | | | |
| 82 | 127.17.8.3 | Revisión final y aprobación DSD | 1 día | jue 08/01/15 | jue 08/01/15 | | | | | | | | | | |
| 83 | 127.17.9 | Informe de la medición del nivel de definición | 7 días | vie 09/01/15 | jue 15/01/15 | | | | | | | | | | |
| 84 | 127.17.9.1 | Recopilación de información y elaboración de | 3 días | vie 09/01/15 | dom 11/01/15 | | | | | | | | | | |
| 85 | 127.17.9.2 | Revisión y ajustes al documento MND | 3 días | lun 12/01/15 | mié 14/01/15 | | | | | | | | | | |
| 86 | 127.17.9.3 | Revisión final y aprobación MND | 1 día | jue 15/01/15 | jue 15/01/15 | | | | | | | | | | |
| 87 | 127.12 | Presentación a Comité de refinería para aprobación de la | 18 días | vie 16/01/15 | lun 02/02/15 | | | | | | | | | | |
| 88 | 127.12.1 | Elaboración de diapositivas | 3 días | vie 16/01/15 | dom 18/01/15 | | | | | | | | | | |
| 89 | 127.12.2 | Programación de fecha, presentación para aprobación de | 15 días | lun 19/01/15 | lun 02/02/15 | | | | | | | | | | |
| 90 | 127.28 | Aprobación Fase 2 | 0 días | lun 02/02/15 | lun 02/02/15 | | | | | | | | | | |
| 91 | 128 | FASE 3 | 358 días | mar 03/02/15 | mar 26/01/16 | | | | | | | | | | |
| 92 | 128.11 | Ingeniería Básica | 90 días | mar 03/02/15 | dom 03/05/15 | | | | | | | | | | |
| 93 | 128.11.1 | Revisión de ingeniería conceptual | 5 días | mar 03/02/15 | sáb 07/02/15 | | | | | | | | | | |
| 94 | 128.11.2 | Levantamiento de campo | 40 días | dom 08/02/15 | jue 19/03/15 | | | | | | | | | | |
| 95 | 128.11.3 | Elaboración de especificaciones técnicas y requisiciones | 20 días | vie 20/03/15 | mié 08/04/15 | | | | | | | | | | |
| 96 | 128.11.4 | Elaboración de planos | 20 días | jue 09/04/15 | mar 28/04/15 | | | | | | | | | | |
| 97 | 128.11.5 | Consolidación de ingeniería | 5 días | mié 29/04/15 | dom 03/05/15 | | | | | | | | | | |
| 98 | 128.14 | Preparación de documentos de Fase 3 | 67 días | mar 03/02/15 | vie 10/04/15 | | | | | | | | | | |
| 99 | 128.14.1 | Plan de ejecución del proyecto | 40 días | mar 03/02/15 | sáb 14/03/15 | | | | | | | | | | |
| 100 | 128.14.1.1 | Plan de Gestión de los interesados F3 | 4 días | mar 03/02/15 | vie 06/02/15 | | | | | | | | | | |
| 101 | 128.14.1.1.9 | Elaboración del plan de gestión de los interesados | 1 día | mar 03/02/15 | mar 03/02/15 | | | | | | | | | | |
| 102 | 128.14.1.1.10 | Revisión del plan de gestión de los interesados F3 | 1 día | mié 04/02/15 | mié 04/02/15 | | | | | | | | | | |
| 103 | 128.14.1.1.11 | Ajustes al plan de gestión de los interesados F3 | 1 día | jue 05/02/15 | jue 05/02/15 | | | | | | | | | | |
| 104 | 128.14.1.1.12 | Validación del plan de gestión de los interesados F3 | 1 día | vie 06/02/15 | vie 06/02/15 | | | | | | | | | | |
| 105 | 128.14.1.2 | Plan de Gestión del Alcance F3 | 4 días | sáb 07/02/15 | mar 10/02/15 | | | | | | | | | | |
| 106 | 128.14.1.2.9 | Elaboración del plan de gestión del alcance F3 | 1 día | sáb 07/02/15 | sáb 07/02/15 | | | | | | | | | | |
| 107 | 128.14.1.2.10 | Revisión del plan de gestión del alcance F3 | 1 día | dom 08/02/15 | dom 08/02/15 | | | | | | | | | | |

Figura 18: Cronograma del proyecto, parte 3 de 8. Fuente: el autor

| Id | EDT | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | enero | | | mayo | | | septiembre | | | enero | | | mayo | | | |
|-----|-------------------|---|---------------|---------------------|---------------------|-------|---|---|------|---|---|------------|---|---|-------|---|---|------|---|---|--|
| | | | | | | M | P | F | M | P | F | M | P | F | M | P | F | M | P | F | |
| 108 | 128.14.1.2.11 | Ajustes al plan de gestión del alcance F3 | 1 día | lun 09/02/15 | lun 09/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 109 | 128.14.1.2.12 | Validación del plan de gestión del alcance F3 | 1 día | mar 10/02/15 | mar 10/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | 128.14.1.3 | Plan de Gestión del Tiempo F3 | 4 días | mié 11/02/15 | sáb 14/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 111 | 128.14.1.3.9 | Elaboración del plan de gestión del tiempo F3 | 1 día | mié 11/02/15 | mié 11/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 112 | 128.14.1.3.10 | Revisión del plan de gestión del tiempo F3 | 1 día | jue 12/02/15 | jue 12/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 113 | 128.14.1.3.11 | Ajustes al plan de gestión del tiempo F3 | 1 día | vie 13/02/15 | vie 13/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 114 | 128.14.1.3.12 | Validación del plan de gestión del tiempo F3 | 1 día | sáb 14/02/15 | sáb 14/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 115 | 128.14.1.4 | Plan de Gestión del Costo F3 | 4 días | dom | mié 18/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 116 | 128.14.1.4.10 | Elaboración del plan de gestión del costo F3 | 1 día | dom 15/02/15 | dom 15/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 117 | 128.14.1.4.11 | Revisión del plan de gestión del costo F3 | 1 día | lun 16/02/15 | lun 16/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 118 | 128.14.1.4.12 | Ajustes al plan de gestión del costo F3 | 1 día | mar 17/02/15 | mar 17/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 119 | 128.14.1.4.13 | Validación del plan de gestión del costo F3 | 1 día | mié 18/02/15 | mié 18/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 120 | 128.14.1.5 | Plan de Gestión de la Calidad F3 | 4 días | jue 19/02/15 | dom 22/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 121 | 128.14.1.5.10 | Elaboración del plan de gestión de la calidad F3 | 1 día | jue 19/02/15 | jue 19/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 122 | 128.14.1.5.11 | Revisión del plan de gestión de la calidad F3 | 1 día | vie 20/02/15 | vie 20/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 123 | 128.14.1.5.12 | Ajustes al plan de gestión de la calidad F3 | 1 día | sáb 21/02/15 | sáb 21/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 124 | 128.14.1.5.13 | Validación del plan de gestión de la calidad F3 | 1 día | dom 22/02/15 | dom 22/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | 128.14.1.6 | Plan de Gestión de Recursos Humanos F3 | 4 días | lun 23/02/15 | jue 26/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 126 | 128.14.1.6.14 | Elaboración del plan de gestión de recursos | 1 día | lun 23/02/15 | lun 23/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 127 | 128.14.1.6.15 | Revisión del plan de gestión de recursos humanos F3 | 1 día | mar 24/02/15 | mar 24/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 128 | 128.14.1.6.16 | Ajustes al plan de gestión de recursos humanos F3 | 1 día | mié 25/02/15 | mié 25/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 129 | 128.14.1.6.17 | Validación del plan de gestión de recursos humanos | 1 día | jue 26/02/15 | jue 26/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 130 | 128.14.1.7 | Plan de Gestión de Comunicaciones F3 | 4 días | vie 27/02/15 | lun 02/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 131 | 128.14.1.7.12 | Elaboración del plan de gestión de comunicaciones | 1 día | vie 27/02/15 | vie 27/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 132 | 128.14.1.7.13 | Revisión del plan de gestión de comunicaciones F3 | 1 día | sáb 28/02/15 | sáb 28/02/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 133 | 128.14.1.7.14 | Ajustes al plan de gestión de comunicaciones F3 | 1 día | dom 01/03/15 | dom 01/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 134 | 128.14.1.7.15 | Validación del plan de gestión de comunicaciones F3 | 1 día | lun 02/03/15 | lun 02/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 135 | 128.14.1.8 | Plan de Gestión de Riesgos F3 | 4 días | mar 03/03/15 | vie 06/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 136 | 128.14.1.8.14 | Elaboración del plan de gestión de riesgos F3 | 1 día | mar 03/03/15 | mar 03/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 137 | 128.14.1.8.15 | Revisión del plan de gestión de riesgos F3 | 1 día | mié 04/03/15 | mié 04/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 138 | 128.14.1.8.16 | Ajustes al plan de gestión de riesgos F3 | 1 día | jue 05/03/15 | jue 05/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 139 | 128.14.1.8.17 | Validación del plan de gestión de riesgos F3 | 1 día | vie 06/03/15 | vie 06/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 140 | 128.14.1.9 | Plan de Gestión de Adquisiciones F3 | 4 días | sáb 07/03/15 | mar 10/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 141 | 128.14.1.9.17 | Elaboración del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 1 día | sáb 07/03/15 | sáb 07/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 142 | 128.14.1.9.18 | Revisión del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 1 día | dom 08/03/15 | dom 08/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 143 | 128.14.1.9.19 | Ajustes al plan de gestión de Adquisiciones F3 | 1 día | lun 09/03/15 | lun 09/03/15 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 19: Cronograma del proyecto, parte 4 de 8. Fuente: el autor

| Id | EDT | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | enero | | mayo | | septiembre | | enero | | mayo | |
|-----|--------------------|--|-----------------|---------------------|---------------------|-------|---|------|---|------------|---|-------|---|------|---|
| | | | | | | M | P | F | M | P | F | M | P | F | M |
| 144 | 128.14.1.9.20 | Validación del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 1 día | mar 10/03/15 | mar 10/03/15 | | | | | | | | | | |
| 145 | 128.14.1.10 | Integración del Plan de Ejecución del Proyecto F3 | 4 días | mié 11/03/15 | sáb 14/03/15 | | | | | | | | | | |
| 146 | 128.14.1.10.16 | Consolidación del PEP F3 | 1 día | mié 11/03/15 | mié 11/03/15 | | | | | | | | | | |
| 147 | 128.14.1.10.17 | Revisión del PEP F3 | 1 día | jue 12/03/15 | jue 12/03/15 | | | | | | | | | | |
| 148 | 128.14.1.10.18 | Ajustes al PEP F3 | 1 día | vie 13/03/15 | vie 13/03/15 | | | | | | | | | | |
| 149 | 128.14.1.10.19 | Validación del PEP F3 | 1 día | sáb 14/03/15 | sáb 14/03/15 | | | | | | | | | | |
| 150 | 128.14.19 | Formalización del equipo del proyecto F3 | 18 días | mar 03/02/15 | vie 20/02/15 | | | | | | | | | | |
| 151 | 128.14.19.11 | Elaboración y entrega de memorandos de solicitud de | 3 días | mar 03/02/15 | jue 05/02/15 | | | | | | | | | | |
| 152 | 128.14.19.12 | Reuniones de Gestión de recursos con las diferentes | 10 días | vie 06/02/15 | dom 15/02/15 | | | | | | | | | | |
| 153 | 128.14.19.13 | Elaboración de Acta y recopilación de firmas de | 5 días | lun 16/02/15 | vie 20/02/15 | | | | | | | | | | |
| 154 | 128.14.21 | Caso de negocio actualizado F3 | 15 días | mar 03/02/15 | mar 17/02/15 | | | | | | | | | | |
| 155 | 128.14.21.3 | Elaboración de documentos de actualización CDN F3 | 10 días | mar 03/02/15 | jue 12/02/15 | | | | | | | | | | |
| 156 | 128.14.21.4 | Validación por la Gerencia de Proyectos del CDN F3 | 5 días | vie 13/02/15 | mar 17/02/15 | | | | | | | | | | |
| 157 | 128.14.24 | Formato Documento soporte de la Decisión para | 5 días | dom | jue 19/03/15 | | | | | | | | | | |
| 158 | 128.14.24.4 | Elaboración de documento DSD | 2 días | dom 15/03/15 | lun 16/03/15 | | | | | | | | | | |
| 159 | 128.14.24.5 | Revisión y ajustes al documento DSD | 2 días | mar 17/03/15 | mié 18/03/15 | | | | | | | | | | |
| 160 | 128.14.24.6 | Revisión final y aprobación DSD | 1 día | jue 19/03/15 | jue 19/03/15 | | | | | | | | | | |
| 161 | 128.14.27 | Generación de lecciones aprendidas de la Fase 3 | 10 días | vie 20/03/15 | dom 29/03/15 | | | | | | | | | | |
| 162 | 128.14.27.23 | Preparación de diapositivas para el taller F3 | 3 días | vie 20/03/15 | dom 22/03/15 | | | | | | | | | | |
| 163 | 128.14.27.24 | Coordinación de fecha del taller F3 | 3 días | lun 23/03/15 | mié 25/03/15 | | | | | | | | | | |
| 164 | 128.14.27.25 | Realización del taller F3 | 1 día | jue 26/03/15 | jue 26/03/15 | | | | | | | | | | |
| 165 | 128.14.27.26 | Elaboración de documento de memorias del taller F3 | 3 días | vie 27/03/15 | dom 29/03/15 | | | | | | | | | | |
| 166 | 128.14.28 | Lista de chequeo Fase 3 | 5 días | lun 30/03/15 | vie 03/04/15 | | | | | | | | | | |
| 167 | 128.14.28.20 | Elaboración de documento Lista de chequeo Fase 3 | 2 días | lun 30/03/15 | mar 31/03/15 | | | | | | | | | | |
| 168 | 128.14.28.21 | Revisión y ajustes al documento Lista de chequeo Fase | 2 días | mié 01/04/15 | jue 02/04/15 | | | | | | | | | | |
| 169 | 128.14.28.22 | Revisión final y aprobación Lista de chequeo Fase 3 | 1 día | vie 03/04/15 | vie 03/04/15 | | | | | | | | | | |
| 170 | 128.14.25 | Informe de la medición del nivel de definición F3 | 7 días | sáb 04/04/15 | vie 10/04/15 | | | | | | | | | | |
| 171 | 128.14.25.4 | Recopilación de información y elaboración de | 3 días | sáb 04/04/15 | lun 06/04/15 | | | | | | | | | | |
| 172 | 128.14.25.5 | Revisión y ajustes al documento MND F3 | 3 días | mar 07/04/15 | jue 09/04/15 | | | | | | | | | | |
| 173 | 128.14.25.6 | Revisión final y aprobación MND F3 | 1 día | vie 10/04/15 | vie 10/04/15 | | | | | | | | | | |
| 174 | 128.15 | Compra temprana de Transformadores | 268 días | lun 04/05/15 | mar 26/01/16 | | | | | | | | | | |
| 175 | 128.15.11 | Etapas precontractuales compras | 110 días | lun 04/05/15 | vie 21/08/15 | | | | | | | | | | |
| 176 | 128.15.11.1 | Elaboración de documentos del proceso de selección | 45 días | lun 04/05/15 | mié 17/06/15 | | | | | | | | | | |
| 177 | 128.15.11.2 | Presentación a comité de compras y contratación para | 5 días | jue 18/06/15 | lun 22/06/15 | | | | | | | | | | |
| 178 | 128.15.11.3 | Proceso de selección de proveedor | 60 días | mar 23/06/15 | vie 21/08/15 | | | | | | | | | | |
| 179 | 128.15.4 | Administración de Ordenes de Compra | 158 días | sáb 22/08/15 | mar 26/01/16 | | | | | | | | | | |

Figura 20: Cronograma del proyecto, parte 5 de 8. Fuente: el autor



Figura 21: Cronograma del proyecto, parte 6 de 8. Fuente: el autor

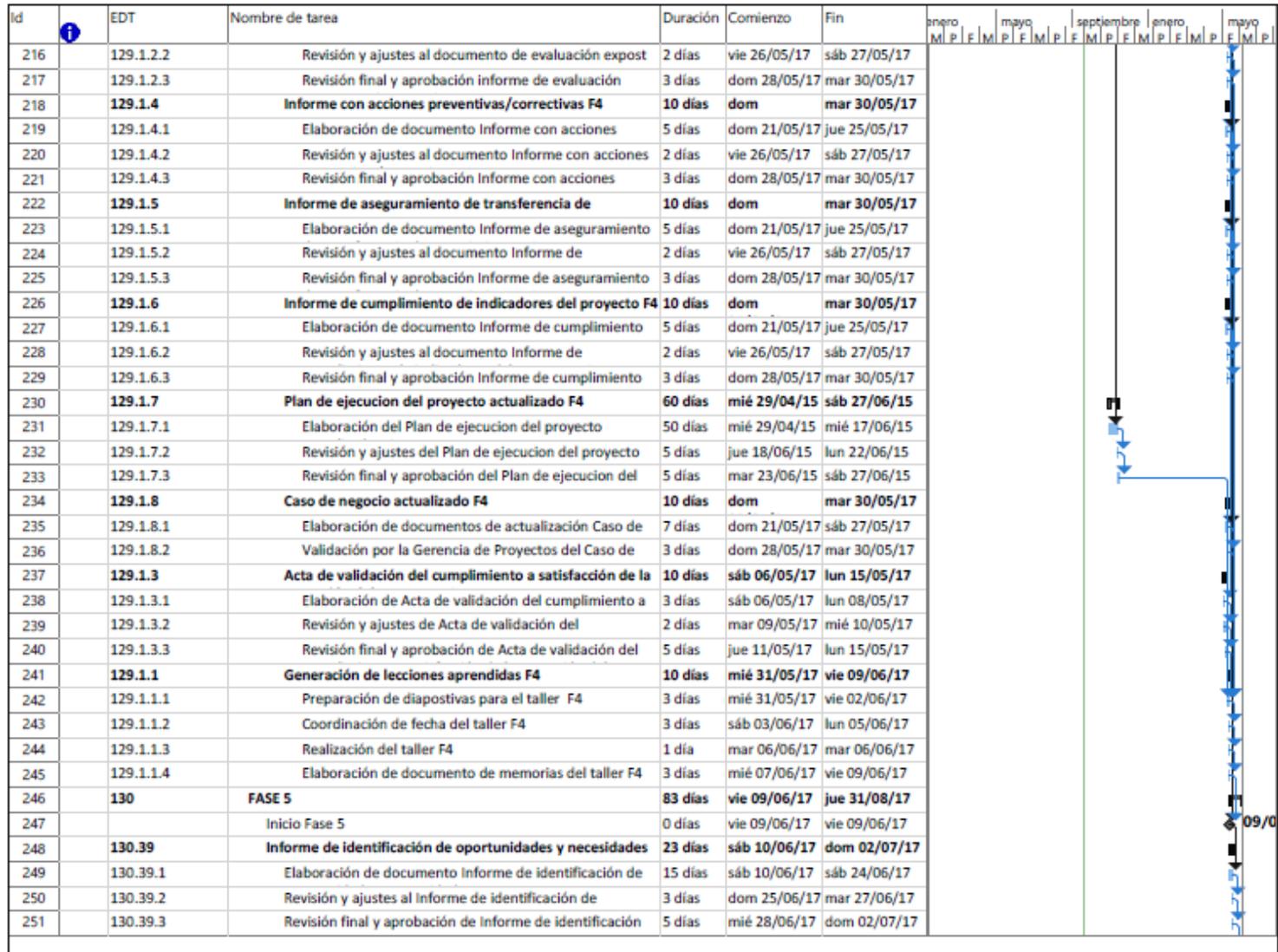


Figura 22: Cronograma del proyecto, parte 7 de 8. Fuente: el autor



Figura 23: Cronograma del proyecto, parte 8 de 8. Fuente: el autor

Ruta Crítica

Al realizar un análisis de la ruta crítica se puede concluir que a partir de la fase 2 del proyecto, la ruta está trazada inicialmente por la elaboración del Plan de ejecución del proyecto preliminar, el cual comprende el desarrollo de los planes de gestión de los interesados, gestión de alcance, gestión del tiempo, gestión del costo, gestión de la calidad, gestión de recursos humanos, gestión de las comunicaciones, gestión de riesgos, gestión de adquisiciones y la integración del mismo plan de ejecución. De esta actividad del desarrollo del plan de ejecución preliminar dependen los demás entregables de la fase 2. Una vez aprobada la fase 2, actividad de la ruta crítica, inicia la fase 3 de maduración del proyecto con la elaboración de la ingeniería básica. Esta actividad que también hace parte de la crítica es predecesora de otras actividades críticas como la compra de los transformadores y la administración de las mismas.

Ya en la fase 4, la actividad de obras de montaje de los transformadores depende de las actividades antes mencionadas sobre la compra de los equipos, y esta a su vez es predecesora de la disposición final de los equipos retirados.

Esta última actividad mencionada es el insumo para la realización de entregables de la fase 4 que hacen parte de la ruta crítica como el informe de evaluación ex post técnica de la fase 4, el informe de acciones preventivas y correctivas, el informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento, el informe de cumplimiento de indicadores, el caso de negocio actualizado y la generación de las lecciones aprendidas.

Finalmente, terminados los entregables de la fase 4, todos los entregables de la fase 5 hacen parte de la ruta crítica y son predecesores uno de otro comenzando con la elaboración del informe de identificación de oportunidades y necesidades y finalizando con el cierre del proyecto en herramientas corporativas. A continuación, se presenta la ruta crítica del proyecto:

| Id | EDT | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | enero | julio | febrero | septiembre | abril |
|----|---------------|---|-----------|--------------|--------------|-------|-------|---------|------------|-------|
| | | | | | | F | P | M | F | P |
| 0 | 1 | REEMPLAZO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA | 1066 días | mié 01/10/14 | jue 31/08/17 | | | | | |
| 1 | 140 | INICIO | 0 días | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | 01/10 | | |
| 2 | 131 | FASE 1 | 0 días | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | 01/10 | | |
| 3 | 131.2 | Acta de validación de alternativa seleccionada | 0 días | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | 01/10 | | |
| 4 | 131.1 | Aprobación de la Fase 1 | 0 días | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | 01/10 | | |
| 5 | 127 | FASE 2 | 126 días | mié 01/10/14 | lun 02/02/16 | | | | | |
| 6 | 127.1 | Ingeniería Conceptual alternativa seleccionada | 0 días | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | 01/10 | | |
| 7 | 127.17 | Preparación de los documentos de Fase 2 | 107 días | mié 01/10/14 | jue 16/01/16 | | | | | |
| 8 | 127.17.4 | Plan de ejecución del proyecto preliminar | 40 días | mié 01/10/14 | dom 08/11/14 | | | | | |
| 9 | 127.17.4.33 | Plan de Gestión de los Interesados | 4 días | mié 01/10/14 | sáb 04/10/14 | | | | | |
| 10 | 127.17.4.33.1 | Elaboración del plan de gestión de los interesados | 1 día | mié 01/10/14 | mié 01/10/14 | | | | | |
| 11 | 127.17.4.33.2 | Revisión del plan de gestión de los interesados | 1 día | jue 02/10/14 | jue 02/10/14 | | | | | |
| 12 | 127.17.4.33.3 | Ajustes al plan de gestión de los interesados | 1 día | vie 03/10/14 | vie 03/10/14 | | | | | |
| 13 | 127.17.4.33.4 | Validación del plan de gestión de los interesados | 1 día | sáb 04/10/14 | sáb 04/10/14 | | | | | |
| 14 | 127.17.4.43 | Plan de Gestión del Alcance | 4 días | dom 06/10/14 | mié 08/10/14 | | | | | |
| 15 | 127.17.4.43.6 | Elaboración del plan de gestión del alcance | 1 día | dom 05/10/14 | dom 05/10/14 | | | | | |
| 16 | 127.17.4.43.7 | Revisión del plan de gestión del alcance | 1 día | lun 06/10/14 | lun 06/10/14 | | | | | |
| 17 | 127.17.4.43.8 | Ajustes al plan de gestión del alcance | 1 día | mar 07/10/14 | mar 07/10/14 | | | | | |
| 18 | 127.17.4.43.9 | Validación del plan de gestión del alcance | 1 día | mié 08/10/14 | mié 08/10/14 | | | | | |
| 19 | 127.17.4.2 | Plan de Gestión del Tiempo | 4 días | jue 08/10/14 | dom 12/10/14 | | | | | |
| 20 | 127.17.4.2.1 | Elaboración del plan de gestión del tiempo | 1 día | jue 09/10/14 | jue 09/10/14 | | | | | |
| 21 | 127.17.4.2.2 | Revisión del plan de gestión del tiempo | 1 día | vie 10/10/14 | vie 10/10/14 | | | | | |
| 22 | 127.17.4.2.3 | Ajustes al plan de gestión del tiempo | 1 día | sáb 11/10/14 | sáb 11/10/14 | | | | | |
| 23 | 127.17.4.2.4 | Validación del plan de gestión del tiempo | 1 día | dom 12/10/14 | dom 12/10/14 | | | | | |
| 24 | 127.17.4.3 | Plan de Gestión del Costo | 4 días | lun 13/10/14 | jue 16/10/14 | | | | | |
| 25 | 127.17.4.3.1 | Elaboración del plan de gestión del costo | 1 día | lun 13/10/14 | lun 13/10/14 | | | | | |
| 26 | 127.17.4.3.2 | Revisión del plan de gestión del costo | 1 día | mar 14/10/14 | mar 14/10/14 | | | | | |
| 27 | 127.17.4.3.3 | Ajustes al plan de gestión del costo | 1 día | mié 15/10/14 | mié 15/10/14 | | | | | |
| 28 | 127.17.4.3.4 | Validación del plan de gestión del costo | 1 día | jue 16/10/14 | jue 16/10/14 | | | | | |
| 29 | 127.17.4.17 | Plan de Gestión de la Calidad | 4 días | vie 17/10/14 | lun 20/10/14 | | | | | |
| 30 | 127.17.4.17.1 | Elaboración del plan de gestión de la calidad | 1 día | vie 17/10/14 | vie 17/10/14 | | | | | |
| 31 | 127.17.4.17.2 | Revisión del plan de gestión de la calidad | 1 día | sáb 18/10/14 | sáb 18/10/14 | | | | | |
| 32 | 127.17.4.17.3 | Ajustes al plan de gestión de la calidad | 1 día | dom 19/10/14 | dom 19/10/14 | | | | | |
| 33 | 127.17.4.17.4 | Validación del plan de gestión de la calidad | 1 día | lun 20/10/14 | lun 20/10/14 | | | | | |
| 34 | 127.17.4.22 | Plan de Gestión de Recursos Humanos | 4 días | mar 21/10/14 | vie 24/10/14 | | | | | |
| 35 | 127.17.4.22.1 | Elaboración del plan de gestión de recursos humanos | 1 día | mar 21/10/14 | mar 21/10/14 | | | | | |
| 36 | 127.17.4.22.2 | Revisión del plan de gestión de recursos humanos | 1 día | mié 22/10/14 | mié 22/10/14 | | | | | |
| 37 | 127.17.4.22.3 | Ajustes al plan de gestión de recursos humanos | 1 día | jue 23/10/14 | jue 23/10/14 | | | | | |
| 38 | 127.17.4.22.4 | Validación del plan de gestión de recursos humanos | 1 día | vie 24/10/14 | vie 24/10/14 | | | | | |
| 39 | 127.17.4.27 | Plan de Gestión de Comunicaciones | 4 días | sáb 26/10/14 | mar 28/10/14 | | | | | |
| 40 | 127.17.4.27.5 | Elaboración del plan de gestión de comunicaciones | 1 día | sáb 25/10/14 | sáb 25/10/14 | | | | | |
| 41 | 127.17.4.27.6 | Revisión del plan de gestión de comunicaciones | 1 día | dom 26/10/14 | dom 26/10/14 | | | | | |
| 42 | 127.17.4.27.7 | Ajustes al plan de gestión de comunicaciones | 1 día | lun 27/10/14 | lun 27/10/14 | | | | | |

Figura 24: Ruta crítica del proyecto, parte 1 de 4. Fuente: el autor

| Id | EDT | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | hbre | Julio | febrero | septiembre | apri |
|----|----------------|---|----------|--------------|--------------|------|-------|---------|------------|------|
| | | | | | | F | M | F | M | F |
| 43 | 127.17.4.27.8 | Validación del plan de gestión de comunicaciones | 1 día | mar 28/10/14 | mar 28/10/14 | | | | | |
| 44 | 127.17.4.8 | Plan de Gestión de Riesgos | 4 días | mié 28/10/14 | sáb 01/11/14 | | | | | |
| 45 | 127.17.4.6.1 | Elaboración del plan de gestión de riesgos | 1 día | mié 29/10/14 | mié 29/10/14 | | | | | |
| 46 | 127.17.4.6.2 | Revisión del plan de gestión de riesgos | 1 día | vie 30/10/14 | vie 30/10/14 | | | | | |
| 47 | 127.17.4.6.3 | Ajustes al plan de gestión de riesgos | 1 día | vie 31/10/14 | vie 31/10/14 | | | | | |
| 48 | 127.17.4.6.4 | Validación del plan de gestión de riesgos | 1 día | sáb 01/11/14 | sáb 01/11/14 | | | | | |
| 49 | 127.17.4.32 | Plan de Gestión de Adquisiciones | 4 días | dom 02/11/14 | mié 06/11/14 | | | | | |
| 50 | 127.17.4.32.5 | Elaboración del plan de gestión de Adquisiciones | 1 día | dom 02/11/14 | dom 02/11/14 | | | | | |
| 51 | 127.17.4.32.6 | Revisión del plan de gestión de Adquisiciones | 1 día | lun 03/11/14 | lun 03/11/14 | | | | | |
| 52 | 127.17.4.32.7 | Ajustes al plan de gestión de Adquisiciones | 1 día | mar 04/11/14 | mar 04/11/14 | | | | | |
| 53 | 127.17.4.32.8 | Validación del plan de gestión de Adquisiciones | 1 día | mié 05/11/14 | mié 05/11/14 | | | | | |
| 54 | 127.17.4.38 | Integración del Plan de Ejecución del Proyecto preliminar | 4 días | vie 08/11/14 | dom 09/11/14 | | | | | |
| 55 | 127.17.4.38.10 | Consolidación del PEP | 1 día | vie 08/11/14 | vie 08/11/14 | | | | | |
| 56 | 127.17.4.38.9 | Revisión del PEP | 1 día | vie 07/11/14 | vie 07/11/14 | | | | | |
| 57 | 127.17.4.38.12 | Ajustes al PEP | 1 día | sáb 08/11/14 | sáb 08/11/14 | | | | | |
| 58 | 127.17.4.38.11 | Validación del PEP | 1 día | dom 09/11/14 | dom 09/11/14 | | | | | |
| 59 | 127.17.48 | Formalización del equipo del proyecto | 18 días | lun 10/11/14 | vie 27/11/14 | | | | | |
| 60 | 127.17.49.8 | Elaboración y entrega de memorandos de solicitud de recur | 3 días | lun 10/11/14 | mié 12/11/14 | | | | | |
| 61 | 127.17.49.9 | Reuniones de Gestión de recursos con las diferentes deper | 10 días | vie 13/11/14 | sáb 22/11/14 | | | | | |
| 62 | 127.17.49.10 | Elaboración de Acta y recopilación de firmas de formalizaci | 5 días | dom 23/11/14 | vie 27/11/14 | | | | | |
| 63 | 127.17.48 | Project Charter firmado | 7 días | vie 28/11/14 | vie 04/12/14 | | | | | |
| 64 | 127.17.48.7 | Elaboración de documento Project Charter | 3 días | vie 28/11/14 | dom 30/11/14 | | | | | |
| 65 | 127.17.48.8 | Revisión y ajustes al documento Project Charter | 2 días | lun 01/12/14 | mar 02/12/14 | | | | | |
| 66 | 127.17.48.9 | Revisión final y aprobación Project Charter | 2 días | mié 03/12/14 | vie 04/12/14 | | | | | |
| 67 | 127.17.2 | Caso de negocio actualizado | 15 días | vie 05/12/14 | vie 19/12/14 | | | | | |
| 68 | 127.17.2.1 | Elaboración de documentos de actualización CDN | 10 días | vie 05/12/14 | dom 14/12/14 | | | | | |
| 69 | 127.17.2.2 | Validación por la Gerencia de Proyectos del CDN | 5 días | lun 15/12/14 | vie 19/12/14 | | | | | |
| 70 | 127.17.38 | Generación de lecciones aprendidas de la Fase 2 | 10 días | sáb 20/12/14 | lun 29/12/14 | | | | | |
| 71 | 127.17.38.9 | Preparación de diapositivas para el taller | 3 días | sáb 20/12/14 | lun 22/12/14 | | | | | |
| 72 | 127.17.38.10 | Coordinación de fecha del taller | 3 días | mar 23/12/14 | vie 25/12/14 | | | | | |
| 73 | 127.17.38.11 | Realización del taller | 1 día | vie 26/12/14 | vie 26/12/14 | | | | | |
| 74 | 127.17.38.12 | Elaboración de documento de memorias del taller | 3 días | sáb 27/12/14 | lun 29/12/14 | | | | | |
| 75 | 127.17.47 | Lista de chequeo Fase 2 | 6 días | mar 30/12/14 | sáb 03/01/15 | | | | | |
| 76 | 127.17.47.8 | Elaboración de documento Lista de chequeo Fase 2 | 2 días | mar 30/12/14 | mié 31/12/14 | | | | | |
| 77 | 127.17.47.9 | Revisión y ajustes al documento Lista de chequeo Fase 2 | 2 días | vie 01/01/15 | vie 02/01/15 | | | | | |
| 78 | 127.17.47.10 | Revisión final y aprobación Lista de chequeo Fase 2 | 1 día | sáb 03/01/15 | sáb 03/01/15 | | | | | |
| 79 | 127.17.8 | Formato Documento soporte de la Decisión para presentar | 6 días | dom 04/01/15 | vie 08/01/15 | | | | | |
| 80 | 127.17.8.1 | Elaboración de documento DSD | 2 días | dom 04/01/15 | lun 05/01/15 | | | | | |
| 81 | 127.17.8.2 | Revisión y ajustes al documento DSD | 2 días | mar 06/01/15 | mié 07/01/15 | | | | | |
| 82 | 127.17.8.3 | Revisión final y aprobación DSD | 1 día | vie 08/01/15 | vie 08/01/15 | | | | | |
| 83 | 127.17.9 | Informe de la medición del nivel de definición | 7 días | vie 08/01/15 | vie 15/01/15 | | | | | |
| 84 | 127.17.9.1 | Recopilación de información y elaboración de documento M | 3 días | vie 09/01/15 | dom 11/01/15 | | | | | |
| 85 | 127.17.9.2 | Revisión y ajustes al documento MND | 3 días | lun 12/01/15 | mié 14/01/15 | | | | | |

Figura 25: Ruta crítica del proyecto, parte 2 de 4. Fuente: el autor

| id | EDT | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | hbre | julio | | | febrero | | | septiembre | | | apri |
|-----|-----------|---|----------|--------------|--------------|------|-------|---|---|---------|---|---|------------|---|---|------|
| | | | | | | F | P | M | F | P | M | F | P | M | F | P |
| 223 | 129.1.5.1 | Elaboración de documento Informe de aseguramiento de tr | 5 días | dom 21/05/17 | jue 25/05/17 | | | | | | | | | | | |
| 224 | 129.1.5.2 | Revisión y ajustes al documento Informe de aseguramiento | 2 días | vie 26/05/17 | sáb 27/05/17 | | | | | | | | | | | |
| 225 | 129.1.5.3 | Revisión final y aprobación Informe de aseguramiento de tr | 3 días | dom 28/05/17 | mar 30/05/17 | | | | | | | | | | | |
| 226 | 129.1.8 | Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | 10 días | dom 21/05/17 | mar 30/05/17 | | | | | | | | | | | |
| 227 | 129.1.6.1 | Elaboración de documento Informe de cumplimiento de Ind | 5 días | dom 21/05/17 | jue 25/05/17 | | | | | | | | | | | |
| 228 | 129.1.6.2 | Revisión y ajustes al documento Informe de cumplimiento d | 2 días | vie 26/05/17 | sáb 27/05/17 | | | | | | | | | | | |
| 229 | 129.1.6.3 | Revisión final y aprobación Informe de cumplimiento de Ind | 3 días | dom 28/05/17 | mar 30/05/17 | | | | | | | | | | | |
| 234 | 129.1.8 | Caso de negocio actualizado F4 | 10 días | dom 21/05/17 | mar 30/05/17 | | | | | | | | | | | |
| 235 | 129.1.8.1 | Elaboración de documentos de actualización Caso de nego | 7 días | dom 21/05/17 | sáb 27/05/17 | | | | | | | | | | | |
| 236 | 129.1.8.2 | Validación por la Gerencia de Proyectos del Caso de negoc | 3 días | dom 28/05/17 | mar 30/05/17 | | | | | | | | | | | |
| 241 | 129.1.1 | Generación de lecciones aprendidas F4 | 10 días | mié 31/05/17 | vie 08/06/17 | | | | | | | | | | | |
| 242 | 129.1.1.1 | Preparación de diapositivas para el taller F4 | 3 días | mié 31/05/17 | vie 02/06/17 | | | | | | | | | | | |
| 243 | 129.1.1.2 | Coordinación de fecha del taller F4 | 3 días | sáb 03/06/17 | lun 05/06/17 | | | | | | | | | | | |
| 244 | 129.1.1.3 | Realización del taller F4 | 1 día | mar 06/06/17 | mar 06/06/17 | | | | | | | | | | | |
| 245 | 129.1.1.4 | Elaboración de documento de memorias del taller F4 | 3 días | mié 07/06/17 | vie 09/06/17 | | | | | | | | | | | |
| 246 | 130 | FASE 5 | 83 días | vie 08/06/17 | jue 31/08/17 | | | | | | | | | | | |
| 247 | | Inicio Fase 5 | 0 días | vie 09/06/17 | vie 09/06/17 | | | | | | | | | | | |
| 248 | 130.39 | Informe de identificación de oportunidades y necesidades | 23 días | sáb 10/06/17 | dom 02/07/17 | | | | | | | | | | | |
| 249 | 130.39.1 | Elaboración de documento Informe de identificación de oportu | 15 días | sáb 10/06/17 | sáb 24/06/17 | | | | | | | | | | | |
| 250 | 130.39.2 | Revisión y ajustes al Informe de identificación de oportunidad | 3 días | dom 25/06/17 | mar 27/06/17 | | | | | | | | | | | |
| 251 | 130.39.3 | Revisión final y aprobación de Informe de identificación de ope | 5 días | mié 28/06/17 | dom 02/07/17 | | | | | | | | | | | |
| 252 | 130.37 | Informe de evaluación exposé integral F6 | 30 días | lun 03/07/17 | mar 01/08/17 | | | | | | | | | | | |
| 253 | 130.37.1 | Elaboración de documento Informe de evaluación exposé integ | 20 días | lun 03/07/17 | sáb 22/07/17 | | | | | | | | | | | |
| 254 | 130.37.2 | Revisión y ajustes al documento Informe de evaluación exposé | 5 días | dom 23/07/17 | jue 27/07/17 | | | | | | | | | | | |
| 255 | 130.37.3 | Revisión final y aprobación de Informe de evaluación exposé In | 5 días | vie 28/07/17 | mar 01/08/17 | | | | | | | | | | | |
| 256 | 130.38 | Generación de lecciones aprendidas F6 | 10 días | mié 02/08/17 | vie 11/08/17 | | | | | | | | | | | |
| 257 | 130.38.1 | Preparación de diapositivas para el taller F5 | 3 días | mié 02/08/17 | vie 04/08/17 | | | | | | | | | | | |
| 258 | 130.38.2 | Coordinación de fecha del taller F5 | 3 días | sáb 05/08/17 | lun 07/08/17 | | | | | | | | | | | |
| 259 | 130.38.3 | Realización del taller F5 | 1 día | mar 08/08/17 | mar 08/08/17 | | | | | | | | | | | |
| 260 | 130.38.4 | Elaboración de documento de memorias del taller F5 | 3 días | mié 09/08/17 | vie 11/08/17 | | | | | | | | | | | |
| 261 | 130.40 | Cierre del proyecto | 20 días | sáb 12/08/17 | jue 31/08/17 | | | | | | | | | | | |
| 262 | 130.40.1 | Entrega de documentación a archivo | 10 días | sáb 12/08/17 | lun 21/08/17 | | | | | | | | | | | |
| 263 | 130.40.2 | Cierre del proyecto en herramientas corporativas | 10 días | mar 22/08/17 | jue 31/08/17 | | | | | | | | | | | |
| 264 | 139 | FIN | 0 días | jue 31/08/17 | jue 31/08/17 | | | | | | | | | | | |

Figura 27: Ruta crítica del proyecto, parte 4 de 4. Fuente: el autor

4.3.7. Controlar el Cronograma.

De acuerdo con el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) este es el proceso mediante el cual se monitorea el estado de las actividades del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar si es necesario los cambios a la línea base del cronograma con el fin de cumplir con lo planeado. Como entradas se tiene en cuenta lo planeado especialmente lo relacionado con el cronograma del proyecto, datos de desempeño, calendario del proyecto y datos del cronograma y lo establecido en el plan de gestión del cronograma.

Para llevar a cabo este proceso, se deben realizar durante el desarrollo del proyecto revisiones de desempeño así como seguimiento al cronograma mediante el software Microsoft Project y en caso de ser necesario emplear técnicas de compresión del cronograma.

Como resultado de este proceso se obtienen los indicadores del proyecto como información de desempeño del trabajo, así como pronósticos del cronograma, actualizaciones a los documentos del proyecto y solicitudes de cambio.

Los cambios se deben tramitar de acuerdo con las directrices del documento interno ECP-DPY-P-003 "PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS" el cual define el proceso sistemático para gestionar los cambios que surgen durante la ejecución de proyectos en ECOPETROL, que permite evaluar su impacto, tomar decisiones, controlar las desviaciones en alcance, tiempo, costo y calidad, e identificar las causales que generan cambios, susceptibles de incorporación, como lecciones aprendidas y prácticas de mejora continua. (Ver Anexo 5).

4.4. Plan Gestión del Costo.

La gestión del costo incluye los procesos que son requeridos para planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos para terminar el proyecto dentro del presupuesto aprobado de acuerdo con las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

Para llevar a cabo la gestión del costo, para el plan de ejecución del proyecto preliminar de la Fase 2 de maduración del proyecto se aplican, de manera preliminar, los procesos de planificar la gestión de costos, estimar los costos, determinar el presupuesto y controlar los costos.

Los procesos y documentos que se generen del desarrollo de los procesos de la Gestión del costo del Proyecto, se revisarán y actualizarán en la Fase 3 del proyecto.

4.4.1. Planificar la gestión de costos.

Para planificar la gestión del costo se tienen en cuenta la línea base del alcance, línea base del cronograma, el acta de constitución del proyecto, en lo posible activos de los procesos de la organización y factores ambientales de la empresa, así como otros resultados obtenidos de los demás procesos abarcados en el desarrollo del presente PFG, según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para el desarrollo de este proceso tienen en cuenta herramientas y técnicas como reuniones, juicio de expertos y técnicas analíticas.

Con base en lo anteriormente mencionado se obtiene el Plan de gestión de los costos el cual incluye lo siguiente:

Plan de gestión de los costos

- Definiciones:
 - ✓ AIU: sigla que define los costos que se cargan a la administración – imprevistos y utilidad. Corresponde a una cifra porcentual que se le agrega a cada actividad en las obras por precios unitarios o globales fijos para cobrar los costos de administración (gastos generales), los imprevistos que puedan presentarse y, finalmente, la utilidad que espera obtener el contratista por su trabajo.
 - ✓ Análisis de Precio Unitario (APU): Es el proceso mediante el cual se determina el precio de un ítem, teniendo en cuenta equipos, materiales y mano de obra necesaria para desarrollar la actividad a que se refiere el ítem.
 - ✓ Bulk Material: Material que se compra en grandes cantidades a ser distribuido según las necesidades del proyecto como: Conduit, tornillos, cinta, conectores, etc.
 - ✓ Construcción y Montaje: Es la ejecución de las obras y el montaje de los equipos objeto del proyecto de acuerdo con los planos y especificaciones del diseño de las ingenierías básica y de detalle. Esta etapa hace parte de la fase 4 de maduración e incluye desde la adecuación del sitio, obras civiles, mecánicas, eléctricas, instrumentación, hasta las pruebas mecánicas.
 - ✓ Escalación: Cambios en niveles de precios inducidos por las condiciones económicas. Este ítem de costo corresponde a los fondos para cubrir la inflación normal de salarios y precios desde la fecha en que se realiza el estimativo hasta la fecha planeada de terminación del proyecto.

Este ítem debe incluirse en el estimativo de costos en una línea independiente.

- ✓ Estimación de Costos: Un proceso predictivo utilizado para cuantificar, costear y fijar precios de los recursos requeridos por el alcance de una opción de inversión, actividad o proyecto.

- ✓ PCA (Precomisionamiento, Comisionamiento y Arranque):
 - Precomisionamiento:* son todas las pruebas estáticas (no de funcionamiento) que el contratista deberá realizar a cada equipo/circuito/sistema/ducto para alcanzar la Terminación Mecánica, las cuales incluyen pero no se limitan a las pruebas hidrostáticas, las pruebas para la detección de fugas, el alineamiento de los equipos rotatorios, las inspecciones de recipientes, la calibración de instrumentos, el lavado de sistemas y limpieza química, la carga inicial de aceite y de químicos, las rotaciones/rodaje inicial de motores, para confirmar que los elementos apropiados para la seguridad del proceso han sido cubiertos satisfactoriamente y la instalación se encuentra en condiciones seguras de operar.
 - Comisionamiento:* Son todas las pruebas dinámicas (de funcionamiento) que se realizarán después de la obtención del Certificado de Terminación Mecánica, las cuales incluyen pero no se limitan a: accionar a todos los instrumentos y lazos de control como sistemas, las pruebas de rodaje y el funcionamiento de los equipos rotatorios, la verificación de todos los enclavamientos, los sistemas de alarmas y de paro de emergencias (ESD), el purgado de sistemas y el alineamiento de los sistemas para operaciones.
 - Arranque:* es la etapa en que se introducen hidrocarburos líquidos, gaseosos y/o químicos a la unidad. Comprende la introducción inicial de cargas a las instalaciones, plantas o sistemas, ajustando las condiciones para alcanzar los objetivos de cantidad y calidad especificados por los

diseños, Esta operación debe ceñirse estrictamente a las instrucciones del Manual de Operación de la instalación y a los manuales de fabricantes de equipos especializados o de unidades paquetes.

- ✓ Precio: El precio corresponde al valor fijado por el mercado para determinado bien o servicio.
- ✓ Precisión: La precisión del estimativo de costos es el grado de acierto que se puede esperar de una predicción de los costos de inversión de un proyecto y su valor depende del momento en que el estimativo se haga, durante la vida del proyecto.
- ✓ Presupuesto: Es el monto que se autoriza como apropiación para invertir en la materialización de una parte o de la totalidad del proyecto. Todo presupuesto se deriva de un estimativo. En la práctica un presupuesto es la estimación de la porción de un trabajo que se autoriza realizar. Es básicamente una herramienta de planeación y control del costo del proyecto. Se deben elaborar preliminarmente a la ejecución del proyecto y durante su ejecución se actualizan como un mecanismo de control.
- ✓ Reserva de Contingencia: La reserva de contingencia es una cantidad de dinero o tiempo que la experiencia o la gestión de riesgos demuestra que debe ser adicionada al estimado de costos o cronograma, según corresponda, para cubrir incertidumbres por el nivel de definición del proyecto. Esta reserva de contingencia puede incluir los cambios durante la construcción pero nunca puede incluir los cambios de alcance del proyecto.
Durante la ejecución, la contingencia estimada normalmente es gastada al menos en forma parcial y ésta es particular para cada proyecto.
- ✓ Reserva de Gerencia: Es una cantidad de dinero (fondo independiente) para cubrir cualquier riesgo imprevisto (no planeado) o cambio al

proyecto. Esta reserva no está incluida en la línea base de costos, por tanto no se tiene en cuenta en los cálculos de valor ganado (DESCONOCIDOS / DESCONOCIDOS).

La reserva de gerencia no debe ser incluida en el estimativo de costos del proyecto.

- Financiación: El Proyecto carece de financiación externa y ECOPETROL S.A. asumirá los costos totales para la ejecución.
- Clasificación de los Estimados: El objetivo de la clasificación de los estimados es el de integrar la estimación con el proceso de proyectos, mejorar las comunicaciones entre todos los involucrados del estimado, evitar malinterpretaciones de que representa el estimado (y evitar una mala aplicación) y servir como línea guía o base de comparación.

La Asociación Internacional para el Avance de la Ingeniería de Costos (AACEI) ha desarrollado un Sistema de Clasificación para el Estimado de Costos, el cual establece cinco clasificaciones.

Un estimado de costos de Clase 5 es aquel que es preparado en la etapa más temprana de definición del programa o proyecto y un estimado de costos Clase 1 es el calculado cuando el proyecto está definido.

En la siguiente tabla se establece la clasificación empleada en ECOPETROL la cual determina para cada clase el propósito y metodología utilizada para la realización del estimado y el grado esperado de precisión para cada etapa de avance del proyecto.

Cuadro No. 17: Clasificación de los estimados de costos.**Fuente: ECOPETROL S.A.**

| Fase del Proyecto | Clase de Estimado según AACEI | Base para el Estimado | Uso final Propósito del estimado | Metodología de Estimación | Grado Esperado de Precisión |
|--------------------------|--------------------------------------|--|---|--|------------------------------------|
| Fase 1 | Clase 5 | Iniciativas con tamaño, capacidades, tipos equipos | Proyección o Viabilidad | Factorización, Modelos paramétricos, Analogía o Juicio | +75% / - 35% |
| Fase 2 | Clase 4 | Ingeniería Conceptual 100% | Estudio Conceptual o Viabilidad | Modelos paramétricos, factores | +40% / - 20% |
| Fase 3 | Clase 3 | Ingeniería Básica 100% | Presupuesto preliminar | Costos unitarios por ítem | +25% / - 15% |
| | Clase 2 | | Presupuesto, Autorización y Control para el proyecto u Ofertas/Licitaciones | Costos unitarios detallados (Take-off) | +15% / - 10% |
| Fase 4 | Clase 1 | Ingeniería de Detalle 100% | Chequeo del Estimado u Ofertas/Licitaciones | Costos unitarios detallados (Take-off) | +10% / -5% |

- Preparación del estimado

Esta actividad corresponde al núcleo del proceso de estimación, que es la traducción de toda la información técnica del alcance en términos de recursos financieros de inversión o los gastos necesarios para realizar el plan. Esta traducción se realiza a través de algoritmos matemáticos (metodologías de estimación). El ciclo de vida de la estimación de costos

debe ser aplicado a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, incluyendo la creación o modificación, operación o uso, y disposición final para soportar el desarrollo y la toma de decisiones del proyecto u opción de inversión.

Durante la preparación del estimado se deben realizar, adicionalmente a costear los contenidos del alcance, las siguientes actividades:

- ✓ Fijación del precio: Esta actividad corresponde a la inclusión en el estimado de costos de los diferentes cargos que se le aplican a una propuesta o contrato como por ejemplo los ítems de administración y utilidad.
- ✓ Simular y optimizar los costos: Los factores y parámetros en un algoritmo de estimación pueden tener un rango de posibles valores que podrían ocurrir de acuerdo con el alcance definido. Para estimación, la simulación se refiere a métodos que aplican una combinación de factores y parámetros alternos para producir una distribución de posibles salidas o resultados. Optimización se refiere a métodos que evalúan la compensación entre las entradas, como por ejemplo elementos del alcance, para minimizar o maximizar una determinada configuración con el fin de cumplir el objetivo, normalmente, disminuyendo costos y maximizando el resultado.
- ✓ Presupuestar costos: La presupuestación incluye asignar el costo estimado del proyecto en las cuentas de costo contra las que se medirá y evaluará el desempeño. Este proceso resulta en una Línea Base de Costos para realizar el respectivo control.
- ✓ Analizar flujo de caja: Para servir como base para el valor ganado y otros métodos de control de costos, el presupuesto se debe distribuir en el tiempo para determinar cómo se van causando los diferentes costos del proyecto para cada una de las cuentas o grupo de cuentas teniendo en cuenta todo el ciclo de vida. Como la forma en que se causan las

inversiones, normalmente, son restringidas por razones financieras, el estimado y el cronograma generalmente son desarrollados interactivamente para asegurar que las metas financieras sean alcanzadas. El estimado de costos se debe distribuir en periodos mensuales en la fase 3 de maduración del proyecto.

- Ítems de costo

A continuación se describen cada uno de los ítems de costo típicos de un estimado para un el proyecto:

- ✓ Compras y construcción: La estructura de los costos de construcción se clasifica por disciplinas o especialidades como se describe a continuación.

Civil: Este ítem de costo contempla la adecuación y preparación del sitio para áreas de proceso.

Concreto: Este ítem de costo incluye concreto fundido en sitio y premezclado para cimentación y elementos estructurales.

Las unidades de medida que se deben utilizar para medir el volumen del concreto debe ser: Metros cúbicos

Acero: Este ítem de costo incluye elementos de acero estructural y otros elementos como vigas estructurales, columnas, viguetas, cerchas, etc.

Las unidades de medida que se deben utilizar para expresar el peso de este ítem debe ser: Kilogramos.

Edificaciones: Este ítem de costo incluye todos los costos de construcción para edificaciones.

Típicamente incluye casetas prefabricadas para cuartos eléctricos, de control y otros elementos sensibles a las condiciones climáticas.

La unidad de medida para este ítem debe ser Área y se debe expresar en Metros cuadrados.

Equipos mecánicos: El costo total de este ítem se subdivide en Labor y Materiales. Labor corresponde a todas las actividades o tareas típicas para la instalación de equipos y materiales incluye a su vez equipos y bulks, donde equipos se refiere a los costos de los equipos mecánicos (bombas, motores, variadores, tanques, teas, etc.) entregados en sitio, teniendo en cuenta los bulkmaterials.

Tubería de Procesos: Este ítem de costo incluye toda la tubería de procesos (piping) fabricada en sitio y prefabricada en taller.

Tubería: Este ítem de costo incluye toda la tubería para líneas de transferencia de hidrocarburos superficial y enterrada fabricada en sitio y prefabricada (en taller). El trabajo de prefabricación debe estar incluido con el precio del material.

Aire de procesos: Este ítem de costo incluye costos del trabajo de la lámina relacionados con ductería de procesos, ventilación o aislamiento acústico y claraboyas.

Eléctricos: El costo total de este ítem, al igual que el ítem mecánico, se subdivide en Labor y Materiales. Labor corresponde a todas las actividades o tareas típicas para la instalación de equipos eléctricos y materiales incluye a su vez equipos y bulks, donde equipos se refiere a totalizadores, transformadores, tableros de distribución de potencia, seccionadores, reconectores, UPS's, rectificadores de potencia, plantas eléctricas, etc. El costo de los equipos debe incluir el costo de bulkmaterial.

Instrumentación y control: El costo total de este ítem, al igual que los ítems mecánicos y eléctricos, se subdivide en Labor y Materiales. Labor corresponde a todas las actividades o tareas típicas para la instalación de equipos para instrumentación y control, y materiales debe incluir equipos y bulks, donde equipos se refiere a computadores, DCS hardware, PCs, PLCs, medidores de presión, medidores de flujo, medidores de densidad, actuadores, etc. Y todos los materiales de control excepto los equipos definidos anteriormente son considerados bulkmaterial. Todos los instrumentos menores de campo, incluyendo válvulas de control, son bulkmaterial con excepción de instrumentos de medición especializados y de alto valor.

Pintura / Aislamientos / Revestimientos: Este ítem de costo incluye la preparación de superficie y recubrimiento o pintura de concreto, acero, tubería, ductos, conduit y equipos en campo.

También incluye aislamiento de equipos, tubería y ductos.

- ✓ AIU compras y construcción: Los costos de Administración, Imprevistos y Utilidad (AIU) del Contratista se incluyen en esta sección donde se diferencia la administración aplicable a Gastos Reembolsables y el AIU aplicable a los costos de labor y materiales. Este costo del AIU se estructura como costo directo del proyecto para Ecopetrol.
- ✓ Ingenierías / estudios / diseño: Incluye todos los costos de las ingenierías, diseños y estudios desde el inicio de la definición del proyecto hasta el cierre de éste, sin incluir los costos de arranque.
- ✓ PCA: Este ítem de costo incluye el Precomisionamiento, Comisionamiento y Arranque de una planta, unidad o equipo. El precomisionamiento corresponde a todas las pruebas estáticas (no de funcionamiento) que el contratista deberá realizar a cada equipo/circuito/sistema/ducto para alcanzar la terminación mecánica. El

comisionamiento corresponde a todas las pruebas dinámicas (de funcionamiento) que se realizarán después de la obtención de la terminación mecánica. El arranque corresponde a la etapa en que se introducen hidrocarburos líquidos, gaseosos y/o químicos a la unidad. Comprende la introducción inicial de cargas a las instalaciones, plantas o sistemas.

- ✓ Gerencia de proyecto: Incluye todos los costos de la Gerencia de Proyectos desde el inicio de la definición hasta el cierre de éste, sin incluir los costos de arranque.
- ✓ Gerenciamiento de construcción: Las cuentas de costos de gerenciamiento de construcción en esta sección son utilizadas para registrar el costo de los servicios e ítems que normalmente son compartidos por múltiples subcontratistas de construcción para un trabajo típico. Los costos indirectos asociados a los contratos de construcción deben ser registrados en los costos unitarios del contratista.
- ✓ Contingencia: Este ítem de costo es conocido también como la reserva de contingencia y es una cantidad de dinero que debe ser adicionada al estimado de costos para cubrir incertidumbres por el nivel de definición del proyecto. Esta reserva de contingencia puede incluir los cambios durante la construcción pero nunca puede incluir los cambios de alcance del proyecto. No debe incluir las tolerancias calculadas para ítems específicos como material o labor, debido a desperdicios de material, daños durante la instalación, rendimientos diferentes en mano de obra; estas tolerancias no se deben utilizar para cubrir riesgos generales del proyecto.

- ✓ Escalación: Este ítem de costo corresponde a los fondos para cubrir la variación de precios bases de estimación desde la fecha en que se realiza el estimado hasta la fecha planeada de terminación del proyecto.
- Categorías de Costo
 - ✓ Labor: incluye salarios más costos indirectos de mano de obra como son: prestaciones laborales, beneficios, seguros, incentivos y bonos, todo lo involucrado en montaje e instalación (herramientas, maquinaria para montaje, etc.).
 - ✓ Material: Incluye el precio de compra de todos los suministros más fletes domésticos e impuestos de venta (embalajes, impuesto al valor agregado, fletes, impuestos extraordinarios y cargos relacionados). Para bulkmaterial y equipos fabricados fuera del sitio, la mano de obra de fabricación está incluida en los costos del material. En material se deben incluir todos los costos de los equipos mecánicos, eléctricos, instrumentación y control, al igual que los bulkmaterial asociados a éstos.
- Clasificación del Costo
 - ✓ Costos directos: Costos directos son aquellos recursos que son gastados únicamente para completar la actividad o activo. En otras palabras, cualquier costo que esta específicamente identificado con un objetivo particular de costo final, pero no necesariamente limitado a ítems que son incorporados en el producto final como materiales y mano de obra.
 - ✓ Costos indirectos: Costos indirectos son aquellos recursos que necesitan ser gastados para soportar la actividad o activo, pero que están también asociados con otras actividades o activos. En otras

palabras, cualquier costo que no es directamente identificado con un solo objetivo de costo final pero es identificado con dos o tres objetivos de costo.

- Control de costos

Para el control de los costos del proyecto se debe seguir la técnica del valor ganado mediante la cual se calculan los valores e indicadores para medir la gestión son:

- ✓ El Valor Ganado (EV Earned Value): se calcula multiplicando el porcentaje de avance completado por el Presupuesto Total del Proyecto (BAC Budget At Completion), esto es: $EV = \% \text{ comp.} \times BAC$.
- ✓ Variación en Costo (CV Cost Variance) $CV = EV - AC$: Se calcula con base en los resultados de cálculos del valor ganado y datos del Costo Real (AC Actual Cost).
- ✓ Variación en Programa (SV Schedule Variance) $SV = EV - PV$: Se calcula con base en los resultados de cálculos del valor ganado y datos del Valor Planificado (PV Planned Value).
- ✓ Índice de Desempeño en Costos (CPI Cost Performance Index) $CPI = EV / AC$: Valor ganado sobre Costo Actual.
- ✓ Índice de Desempeño en Programa (SPI Schedule Performance Index) $SPI = EV / PV$: Valor ganado sobre Valor planificado.
- ✓ Índice de Desempeño (PI Performance Index) $CPI \times SPI$: Se obtiene de multiplicar el CPI por el SPI.

Para el seguimiento y control de los costos (y cronograma) del proyecto se han de emitir informes semanales en el cual se indique: El avance del proyecto en porcentaje, presentación de los indicadores del proyecto, análisis de los indicadores del proyecto, análisis de proyecciones, planes de acción para corregir desviaciones.

4.4.2. Estimar los costos.

Es el proceso en el que se desarrolla la estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto según el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para llevar a cabo este proceso se tienen en cuenta el plan de gestión de costos, el plan de gestión de recursos humanos, la línea base del alcance, el cronograma del proyecto, el registro de riesgos, así como los factores ambientales y activos de los procesos de la organización que apliquen. Durante el desarrollo del proceso de estimar los costos, se puede tener en cuenta herramientas y técnicas como juicio de expertos, estimación analógica, estimación paramétrica, estimación ascendente, análisis de reservas, costo de la calidad, software de gestión de proyectos, análisis de ofertas de proveedores y técnicas grupales de toma de decisiones. Luego de desarrollar el proceso se obtiene la estimación de costos de las actividades junto con las bases de las estimaciones y si es requerido actualizaciones a los documentos del proyecto.

Para la fase 2 de maduración, en la que se encuentra el proyecto y para la cual se desarrolla el presente PFG, se cuenta con la Ingeniería Conceptual para el mejoramiento de la confiabilidad de los transformadores de potencia de la refinería de Barrancabermeja, la cual fue elaborada por el Departamento de Ingeniería de la Gerencia de Proyectos. Esta ingeniería conceptual incluye el presupuesto de las compras mayores (transformadores nuevos) y las obras de montaje del proyecto, este último a pesar que el proyecto se encuentra en la Fase 2 de maduración, fue elaborado mediante costos unitarios por ítem.

Estimación de los costos de las actividades

La estimación de los costos de las actividades se realizó teniendo en cuenta, especialmente, la EDT y el cronograma del proyecto. En la EDT del proyecto se presentan algunos paquetes de trabajo sin costo al igual que en el cronograma del proyecto para el caso de las actividades; estos paquetes o actividades sin costo contribuyen al desarrollo del proyecto; estos paquetes y actividades (código y descripción) y las razones por las cuales se presentan sin costo se relacionan a continuación:

- 131 – Fase 1: Este paquete corresponde a la fase 1 de maduración del proyecto la cual fue llevada a cabo por la Coordinación de Confiabilidad de Equipo Eléctrico de la refinería. Para el desarrollo de esta fase, la Coordinación incluyó dentro de sus costos operativos la elaboración de los entregables de esta fase y por lo tanto no representan costos para el proyecto y por lo tanto no se incluyen los costos de esta fase en el presupuesto del proyecto.
- 127.1 - Ingeniería Conceptual alternativa seleccionada: Esta ingeniería fue desarrollada por el Departamento de Ingeniería en acuerdo con la Coordinación de Confiabilidad de Equipo Eléctrico de la refinería como parte de los entregables de la fase 2 de maduración del proyecto. Los costos de la elaboración de este entregable son incluidos dentro del presupuesto de operación de la Gerencia de Proyectos y por lo tanto no se incluye su costo dentro de los costos del proyecto.
- 127.17.4 - Plan de ejecución del proyecto preliminar: No se asigna costo a este paquete de trabajo que hace parte de la fase 2 de maduración del proyecto teniendo en cuenta que es el objetivo del presente PFG y no representa costo para el proyecto.

- 128.15.4.1 - Generación de Órdenes de Compra: No se asigna costo a esta actividad que hace parte de la fase 3 de maduración del proyecto teniendo en cuenta que los costos de esta actividad son asumidos por la Dirección de Abastecimiento por encontrarse incluidos en su presupuesto para operación y funcionamiento. Por esta razón, no se tiene en cuenta los costos de esta actividad en el presupuesto del proyecto.
- 129.27.14.19.18 - Legalización del contrato: No se asigna costo a esta actividad que hace parte de la fase 4 de maduración del proyecto teniendo en cuenta que los costos de esta actividad son asumidos por la Dirección de Abastecimiento por encontrarse incluidos en su presupuesto para operación y funcionamiento. Por esta razón, no se tiene en cuenta los costos de esta actividad en el presupuesto del proyecto.
- 129.27.14.19.24 - Liquidación del contrato: No se asigna costo a esta actividad que hace parte de la fase 4 de maduración del proyecto teniendo en cuenta que los costos de esta actividad son asumidos por la Dirección de Abastecimiento por encontrarse incluidos en su presupuesto para operación y funcionamiento. Por esta razón, no se tiene en cuenta los costos de esta actividad en el presupuesto del proyecto.

A continuación, se presenta cuadro resumen de los costos de las actividades del proyecto obtenido del proceso de la estimación de los costos de las actividades:

Cuadro No. 18: Resumen estimación de los costos de las actividades.

Fuente: El autor.

| CODIGO | Nombre de tarea | Valor |
|---------------|---|-------------------|
| 127 | FASE 2 | 65.130.871 |
| 127.1 | Ingeniería Conceptual alternativa seleccionada | 0 |
| 127.17 | Preparación de los documentos de Fase 2 | 53.591.609 |
| 127.17.4 | Plan de ejecución del proyecto preliminar | 0 |
| 127.17.49 | Formalización del equipo del proyecto | 11.539.262 |

| CODIGO | Nombre de tarea | Valor |
|-----------------|--|----------------------|
| 127.17.49.8 | Elaboración y entrega de memorandos de solicitud de recursos | 1.923.210 |
| 127.17.49.9 | Reuniones de Gestión de recursos con las diferentes dependencias | 6.410.701 |
| 127.17.49.10 | Elaboración de Acta y recopilación de firmas de formalización del equipo del proyecto. | 3.205.351 |
| 127.17.48 | Project Charter firmado | 4.487.491 |
| 127.17.48.7 | Elaboración de documento Project Charter | 1.923.210 |
| 127.17.48.8 | Revisión y ajustes al documento Project Charter | 1.282.140 |
| 127.17.48.9 | Revisión final y aprobación Project Charter | 1.282.140 |
| 127.17.2 | Caso de negocio actualizado | 13.416.020 |
| 127.17.2.1 | Elaboración de documentos de actualización CDN | 8.944.013 |
| 127.17.2.2 | Validación por la Gerencia de Proyectos del CDN | 4.472.007 |
| 127.17.38 | Generación de lecciones aprendidas de la Fase 2 | 11.477.325 |
| 127.17.38.9 | Preparación de diapositivas para el taller | 3.443.198 |
| 127.17.38.10 | Coordinación de fecha del taller | 3.443.198 |
| 127.17.38.11 | Realización del taller | 1.147.733 |
| 127.17.38.12 | Elaboración de documento de memorias del taller | 3.443.198 |
| 127.17.47 | Lista de chequeo Fase 2 | 3.205.351 |
| 127.17.47.8 | Elaboración de documento Lista de chequeo Fase 2 | 1.282.140 |
| 127.17.47.9 | Revisión y ajustes al documento Lista de chequeo Fase 2 | 1.282.140 |
| 127.17.47.10 | Revisión final y aprobación Lista de chequeo Fase 2 | 641.070 |
| 127.17.8 | Formato Documento soporte de la Decisión para presentar la Fase 2 para aprobación | 3.205.351 |
| 127.17.8.1 | Elaboración de documento DSD | 1.282.140 |
| 127.17.8.2 | Revisión y ajustes al documento DSD | 1.282.140 |
| 127.17.8.3 | Revisión final y aprobación DSD | 641.070 |
| 127.17.9 | Informe de la medición del nivel de definición | 6.260.809 |
| 127.17.9.1 | Recopilación de información y elaboración de documento MND | 2.683.204 |
| 127.17.9.2 | Revisión y ajustes al documento MND | 2.683.204 |
| 127.17.9.3 | Revisión final y aprobación MND | 894.401 |
| 127.12 | Presentación a Comité de refinería para aprobación de la Fase 2 | 11.539.262 |
| 127.12.1 | Elaboración de diapositivas | 1.923.210 |
| 127.12.2 | Programación de fecha, presentación para aprobación de fase 2 | 9.616.052 |
| 128 | FASE 3 | 5.932.714.574 |
| 128.11 | Ingeniería Básica | 105.000.000 |
| 128.11.1 | Revisión de ingeniería conceptual | 5.833.333 |
| 128.11.2 | Levantamiento de campo | 46.666.667 |
| 128.11.3 | Elaboración de especificaciones técnicas y requisiciones de materiales | 23.333.333 |
| 128.11.4 | Elaboración de planos | 23.333.333 |
| 128.11.5 | Consolidación de ingeniería | 5.833.333 |
| 128.14 | Preparación de documentos de Fase 3 | 119.725.937 |
| 128.14.1 | Plan de ejecución del proyecto | 60.612.691 |
| 128.14.1.1 | Plan de Gestión de los interesados F3 | 6.061.269 |
| 128.14.1.1.9 | Elaboración del plan de gestión de los interesados F3 | 1.515.317 |

| CODIGO | Nombre de tarea | Valor |
|---------------|--|------------------|
| 128.14.1.1.10 | Revisión del plan de gestión de los interesados F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.1.11 | Ajustes al plan de gestión de los interesados F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.1.12 | Validación del plan de gestión de los interesados F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.2 | Plan de Gestión del Alcance F3 | 6.061.269 |
| 128.14.1.2.9 | Elaboración del plan de gestión del alcance F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.2.10 | Revisión del plan de gestión del alcance F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.2.11 | Ajustes al plan de gestión del alcance F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.2.12 | Validación del plan de gestión del alcance F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.3 | Plan de Gestión del Tiempo F3 | 6.061.269 |
| 128.14.1.3.9 | Elaboración del plan de gestión del tiempo F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.3.10 | Revisión del plan de gestión del tiempo F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.3.11 | Ajustes al plan de gestión del tiempo F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.3.12 | Validación del plan de gestión del tiempo F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.4 | Plan de Gestión del Costo F3 | 6.061.269 |
| 128.14.1.4.10 | Elaboración del plan de gestión del costo F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.4.11 | Revisión del plan de gestión del costo F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.4.12 | Ajustes al plan de gestión del costo F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.4.13 | Validación del plan de gestión del costo F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.5 | Plan de Gestión de la Calidad F3 | 6.061.269 |
| 128.14.1.5.10 | Elaboración del plan de gestión de la calidad F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.5.11 | Revisión del plan de gestión de la calidad F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.5.12 | Ajustes al plan de gestión de la calidad F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.5.13 | Validación del plan de gestión de la calidad F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.6 | Plan de Gestión de Recursos Humanos F3 | 6.061.269 |
| 128.14.1.6.14 | Elaboración del plan de gestión de recursos humanos F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.6.15 | Revisión del plan de gestión de recursos humanos F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.6.16 | Ajustes al plan de gestión de recursos humanos F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.6.17 | Validación del plan de gestión de recursos humanos F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.7 | Plan de Gestión de Comunicaciones F3 | 6.061.269 |
| 128.14.1.7.12 | Elaboración del plan de gestión de comunicaciones F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.7.13 | Revisión del plan de gestión de comunicaciones F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.7.14 | Ajustes al plan de gestión de comunicaciones F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.7.15 | Validación del plan de gestión de comunicaciones F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.8 | Plan de Gestión de Riesgos F3 | 6.061.269 |
| 128.14.1.8.14 | Elaboración del plan de gestión de riesgos F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.8.15 | Revisión del plan de gestión de riesgos F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.8.16 | Ajustes al plan de gestión de riesgos F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.8.17 | Validación del plan de gestión de riesgos F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.9 | Plan de Gestión de Adquisiciones F3 | 6.061.269 |
| 128.14.1.9.17 | Elaboración del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.9.18 | Revisión del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.9.19 | Ajustes al plan de gestión de Adquisiciones F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.9.20 | Validación del plan de gestión de Adquisiciones F3 | 1.515.317 |

| CODIGO | Nombre de tarea | Valor |
|------------------|--|----------------------|
| 128.14.1.10 | Integración del Plan de Ejecución del Proyecto F3 | 6.061.269 |
| 128.14.1.10.16 | Consolidación del PEP F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.10.17 | Revisión del PEP F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.10.18 | Ajustes al PEP F3 | 1.515.317 |
| 128.14.1.10.19 | Validación del PEP F3 | 1.515.317 |
| 128.14.19 | Formalización del equipo del proyecto F3 | 16.670.491 |
| 128.14.19.11 | Elaboración y entrega de memorandos de solicitud de recursos F3 | 2.778.415 |
| 128.14.19.12 | Reuniones de Gestión de recursos con las diferentes dependencias F3 | 9.261.384 |
| 128.14.19.13 | Elaboración de Acta y recopilación de firmas de formalización del equipo del proyecto F3 | 4.630.692 |
| 128.14.21 | Caso de negocio actualizado F3 | 13.530.273 |
| 128.14.21.3 | Elaboración de documentos de actualización CDN F3 | 9.020.182 |
| 128.14.21.4 | Validación por la Gerencia de Proyectos del CDN F3 | 4.510.091 |
| 128.14.24 | Formato Documento soporte de la Decisión para presentar la Fase 3 para aprobación | 3.319.604 |
| 128.14.24.4 | Elaboración de documento DSD | 1.327.842 |
| 128.14.24.5 | Revisión y ajustes al documento DSD | 1.327.842 |
| 128.14.24.6 | Revisión final y aprobación DSD | 663.921 |
| 128.14.27 | Generación de lecciones aprendidas de la Fase 3 | 14.239.145 |
| 128.14.27.23 | Preparación de diapositivas para el taller F3 | 4.271.743 |
| 128.14.27.24 | Coordinación de fecha del taller F3 | 4.271.743 |
| 128.14.27.25 | Realización del taller F3 | 1.423.914 |
| 128.14.27.26 | Elaboración de documento de memorias del taller F3 | 4.271.743 |
| 128.14.28 | Lista de chequeo Fase 3 | 3.319.604 |
| 128.14.28.20 | Elaboración de documento Lista de chequeo Fase 3 | 1.327.842 |
| 128.14.28.21 | Revisión y ajustes al documento Lista de chequeo Fase 3 | 1.327.842 |
| 128.14.28.22 | Revisión final y aprobación Lista de chequeo Fase 3 | 663.921 |
| 128.14.25 | Informe de la medición del nivel de definición F3 | 8.034.128 |
| 128.14.25.4 | Recopilación de información y elaboración de documento MND F3 | 3.443.198 |
| 128.14.25.5 | Revisión y ajustes al documento MND F3 | 3.443.198 |
| 128.14.25.6 | Revisión final y aprobación MND F3 | 1.147.733 |
| 128.15 | Compra temprana de Transformadores | 5.691.889.414 |
| 128.15.11 | Etapa precontractual compras | 126.250.580 |
| 128.15.11.1 | Elaboración de documentos del proceso de selección para compra de equipos | 51.647.964 |
| 128.15.11.2 | Presentación a comité de compras y contratación para aprobación de la compra | 5.738.663 |
| 128.15.11.3 | Proceso de selección de proveedor | 68.863.952 |
| 128.15.4 | Administración de Órdenes de Compra | 5.565.638.834 |
| 128.15.4.1 | Generación de Órdenes de Compra | 0 |
| 128.15.4.2 | Fabricación de transformadores | 4.512.680.136 |
| 128.15.4.4 | Entrega de transformadores por parte de los proveedores | 752.113.356 |
| 128.15.4.3 | Entrega de documentación técnica por parte del proveedor | 300.845.342 |

| CODIGO | Nombre de tarea | Valor |
|------------------|---|----------------------|
| 128.41 | Presentación a Comité de refinería para aprobación de la Fase 3 | 16.099.224 |
| 128.41.13 | Elaboración de diapositivas F3 | 2.683.204 |
| 128.41.14 | Programación de fecha, presentación para aprobación de fase 3 | 13.416.020 |
| 129 | FASE 4 | 5.202.772.403 |
| 129.27 | Instalación y disposición final de Transformadores | 5.084.920.416 |
| 129.27.14 | Montaje de Transformadores | 4.989.940.416 |
| 129.27.14.20 | Precontractual contrato de montaje | 199.576.531 |
| 129.27.14.20.1 | Elaboración de documentos del proceso de selección para montaje | 64.149.599 |
| 129.27.14.20.2 | Presentación a comité de compras y contratación para aprobación de contrato de montaje | 7.127.733 |
| 129.27.14.20.3 | Proceso de selección de contratista | 128.299.199 |
| 129.27.14.19 | Administración del Contrato | 4.790.363.885 |
| 129.27.14.19.18 | Legalización del contrato | 0 |
| 129.27.14.19.19 | Ingeniería detallada (Contratista) | 442.006.802 |
| 129.27.14.19.26 | Gestión de compras materiales eléctricos | 385.146.098 |
| 129.27.14.19.27 | Gestión de compras materiales civiles | 200.149.635 |
| 129.27.14.19.21 | Obras de construcción, montaje y puesta en marcha | 2.765.471.772 |
| 129.27.14.19.28 | Precomisionamiento | 442.212.313 |
| 129.27.14.19.29 | Comisionamiento | 442.212.313 |
| 129.27.14.19.23 | Entrega de documentación técnica as built | 113.164.952 |
| 129.27.14.19.24 | Liquidación del contrato | 0 |
| 129.27.20 | Disposición y final de transformadores por logística inversa | 94.980.000 |
| 129.27.20.1 | Disposición final paquete 1 de 15 transformadores | 31.660.000 |
| 129.27.20.2 | Disposición final paquete 2 de 15 transformadores | 31.660.000 |
| 129.27.20.3 | Disposición final paquete 3 de 10 transformadores | 31.660.000 |
| 129.1 | Preparación de documentos de Fase 4 | 117.851.987 |
| 129.1.2 | Informe de evaluación expost técnica F4 | 9.515.281 |
| 129.1.2.1 | Elaboración de documento de evaluación expost técnica Fase 4 | 4.757.640 |
| 129.1.2.2 | Revisión y ajustes al documento de evaluación expost técnica Fase 4 | 1.903.056 |
| 129.1.2.3 | Revisión final y aprobación informe de evaluación expost técnica Fase 4 | 2.854.584 |
| 129.1.4 | Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | 6.981.969 |
| 129.1.4.1 | Elaboración de documento Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | 3.490.984 |
| 129.1.4.2 | Revisión y ajustes al documento Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | 1.396.394 |
| 129.1.4.3 | Revisión final y aprobación Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | 2.094.591 |
| 129.1.5 | Informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento F4 | 6.981.969 |
| 129.1.5.1 | Elaboración de documento Informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento F4 | 3.490.984 |
| 129.1.5.2 | Revisión y ajustes al documento Informe aseguramiento de transferencia de conocimiento F4 | 1.396.394 |
| 129.1.5.3 | Revisión final y aprobación Informe de aseguramiento de transferencia de conocimiento F4 | 2.094.591 |

| CODIGO | Nombre de tarea | Valor |
|---------------|---|-------------------|
| 129.1.6 | Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | 9.515.281 |
| 129.1.6.1 | Elaboración de documento Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | 4.757.640 |
| 129.1.6.2 | Revisión y ajustes al documento Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | 1.903.056 |
| 129.1.6.3 | Revisión final y aprobación Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4 | 2.854.584 |
| 129.1.7 | Plan de ejecución del proyecto actualizado F4 | 54.806.615 |
| 129.1.7.1 | Elaboración del Plan de ejecución del proyecto actualizado F4 | 45.672.179 |
| 129.1.7.2 | Revisión y ajustes del Plan de ejecución del proyecto actualizado F4 | 4.567.218 |
| 129.1.7.3 | Revisión final y aprobación del Plan de ejecución del proyecto actualizado F4 | 4.567.218 |
| 129.1.8 | Caso de negocio actualizado F4 | 11.705.832 |
| 129.1.8.1 | Elaboración de documentos de actualización Caso de negocio F4 | 8.194.083 |
| 129.1.8.2 | Validación por la Gerencia de Proyectos del Caso de negocio actualizado F4 | 3.511.750 |
| 129.1.3 | Acta de validación del cumplimiento a satisfacción de la operación del proyecto F4 | 6.639.208 |
| 129.1.3.1 | Elaboración de Acta de validación cumplimiento a satisfacción de la operación del proyecto F4 | 1.991.762 |
| 129.1.3.2 | Revisión y ajustes Acta de validación cumplimiento satisfacción de operación del proyecto F4 | 1.327.842 |
| 129.1.3.3 | Revisión final y aprobación de Acta validación cumplimiento a satisfacción de operación del proyecto F4 | 3.319.604 |
| 129.1.1 | Generación de lecciones aprendidas F4 | 11.705.832 |
| 129.1.1.1 | Preparación de diapositivas para el taller F4 | 3.511.750 |
| 129.1.1.2 | Coordinación de fecha del taller F4 | 3.511.750 |
| 129.1.1.3 | Realización del taller F4 | 1.170.583 |
| 129.1.1.4 | Elaboración de documento de memorias del taller F4 | 3.511.750 |
| 130 | FASE 5 | 81.815.512 |
| 130.39 | Informe de identificación de oportunidades y necesidades | 21.142.498 |
| 130.39.1 | Elaboración de documento Informe de identificación de oportunidades y necesidades | 13.788.586 |
| 130.39.2 | Revisión y ajustes al Informe de identificación de oportunidades y necesidades | 2.757.717 |
| 130.39.3 | Revisión final y aprobación de Informe de identificación de oportunidades y necesidades | 4.596.195 |
| 130.37 | Informe de evaluación expost integral F5 | 35.003.244 |
| 130.37.1 | Elaboración de documento Informe de evaluación expost integral F5 | 23.335.496 |
| 130.37.2 | Revisión y ajustes al documento Informe de evaluación expost integral F5 | 5.833.874 |
| 130.37.3 | Revisión final y aprobación de Informe de evaluación expost integral F5 | 5.833.874 |
| 130.38 | Generación de lecciones aprendidas F5 | 11.705.832 |
| 130.38.1 | Preparación de diapositivas para el taller F5 | 3.511.750 |
| 130.38.2 | Coordinación de fecha del taller F5 | 3.511.750 |
| 130.38.3 | Realización del taller F5 | 1.170.583 |

| CODIGO | Nombre de tarea | Valor |
|---|--|-----------------------|
| 130.38.4 | Elaboración de documento de memorias del taller F5 | 3.511.750 |
| 130.40 | Cierre del proyecto | 13.963.937 |
| 130.40.1 | Entrega de documentación a archivo | 6.981.969 |
| 130.40.2 | Cierre del proyecto en herramientas corporativas | 6.981.969 |
| TOTAL EN PESOS COLOMBIANOS (\$COL) | | 11.282.433.360 |

Nota: Todos los valores son en pesos colombianos.

Para la estimación de los costos correspondientes a las compras mayores, se tomó información y datos proporcionados por la ingeniería conceptual. A continuación se presenta la estimación de costos de las compras.

Cuadro No. 19: Estimación de los costos de nuevos transformadores para el proyecto. Fuente: ECOPETROL S.A.

| COMPRAS | | | | | |
|---|--------------------------------------|--------|----------|-----------------|---------------|
| Código EDT 128.15.4 - Administración de Órdenes de Compra de la Fase 3 de Maduración del Proyecto | | | | | |
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1 | COMPRAS | | | | |
| 1.1 | ESPECIALIDAD ELECTRICA | | | | |
| 1.1.1 | COMPRA DE TRANSFORMADORES | | | | |
| 1.1.1.1 | COMPRA DE 41 TRANSFORMADORES | GB | 1 | 5.565.638.834 | 5.565.638.834 |
| | TOTAL COMPRAS ESPECIALIDAD ELECTRICA | | | | 5.565.638.834 |
| | TOTAL COMPRAS | | | | 5.565.638.834 |

De igual manera, para la estimación de las actividades correspondientes a las obra de montaje, se tomó información y datos proporcionados por la ingeniería conceptual. A continuación se presenta a estimación de costos directos del contrato de obra.

Cuadro No. 20: Estimación de los costos directos de ingeniería detallada y obras de montaje del proyecto. Fuente: ECOPETROL S.A.

| Costos Directos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|---|--|--------|----------|-----------------|-------------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1 | CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE | | | | |
| 1.1 | ESPECIALIDAD CIVIL | | | | |
| 1.1.1 | PRELIMINARES | | | | |
| 1.1.1.1 | LOCALIZACION Y REPLANTEO | GB | 1 | 3.802.332 | 3.802.332 |
| 1.1.1.2 | DESMALEZADO Y LIMPIEZA DE CUNETAS | M2 | 217 | 7.021 | 1.523.557 |
| | | | | | 5.325.889 |
| 1.1.2 | DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS | | | | |
| 1.1.2.1 | DEMOLICIÓN Y RETIRO DE CONCRETO NO REFORZADO | M3 | 2 | 402.999 | 805.998 |
| 1.1.2.2 | DEMOLICIÓN Y RETIRO DE CONCRETO REFORZADO | M3 | 7 | 757.755 | 5.304.285 |
| 1.1.2.3 | DESMANTELAMIENTO Y RETIRO DE CUBIERTA | M2 | 497 | 56.902 | 28.280.294 |
| 1.1.2.4 | DEMOLICIÓN Y RETIRO DE PLACA DE PISO | M2 | 8 | 154.234 | 1.233.872 |
| 1.1.2.5 | DESMANTELAMIENTO Y RETIRO DE MALLA ESLABONADA HASTA 2,50 METROS | M | 30 | 135.128 | 4.053.840 |
| 1.1.2.6 | DEMOLICIÓN Y RETIRO DE MURO DE MAMPOSTERÍA | M2 | 14 | 89.558 | 1.253.812 |
| 1.1.2.7 | DESMANTELAMIENTO Y RECUPERACION DE ESTRUCTURA METALICA | KG | 777 | 54.250 | 42.152.250 |
| 1.1.2.8 | RETIRO Y DISPOSICIÓN DE GRAVILLA | M2 | 70 | 20.800 | 1.456.000 |
| | | | | | 84.540.351 |
| 1.1.3 | LIMPIEZA Y REPARACIONES | | | | |
| 1.1.3.1 | REPARACION, LIMPIEZA MANUAL Y PINTURA DEL CERRAMIENTO FRONTAL DE LA BAHIA DE TRANSFORMADORES (RAL 2010 NARANJA SEÑALAMIENTO) | M2 | 206 | 84.782 | 17.465.092 |
| 1.1.3.2 | REPARACION PUERTAS EN MALLA ESLABONADA EN CERRAMIENTO BAHIA ETILENO II | UN | 2 | 703.173 | 1.406.346 |
| 1.1.3.3 | LIMPIEZA MECANICA Y PINTURA DE LOS EMBEBIDOS METALICOS DE LAS FUNDACIONES DE LOS TRANSFORMADORES | M2 | 34 | 26.534 | 902.156 |

| Costos Directos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|---|---|--------|----------|-----------------|-------------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1.1.3.4 | LIMPIEZA MANUAL Y PINTURA DE FUNDACIONES DE LOS TRANSFORMADORES | M2 | 20 | 24.150 | 483.000 |
| 1.1.3.5 | DESMONTAJE, RECUPERACION Y REINSTALACION DE CANALETA 90 FIBRO-CEMENTO | M2 | 66 | 185.629 | 12.251.514 |
| 1.1.3.6 | LIMPIEZA Y PINTURA DE ESTRUCTURA METALICA EXISTENTE | GB | 1 | 2.034.756 | 2.034.756 |
| 1.1.3.7 | RESANE, LIMPIEZA Y PINTURA DE MUROS CORTA FUEGO Y BASES EN CONCRETO | M2 | 896 | 24.459 | 21.915.264 |
| 1.1.3.8 | REPARACION DE CERRAMIENTO ALAMBRE DE PUAS SUPERIOR (3 Hilos) | ML | 49 | 36.000 | 1.764.000 |
| 1.1.3.9 | PODA DE ARBOLES | UN | 1 | 355.608 | 355.608 |
| 1.1.3.10 | ASEO GENERAL Y RETIRO DE SOBRANTES DE OBRA | GB | 1 | 17.283.960 | 17.283.960 |
| | | | | | 75.861.696 |
| 1.1.4 | EXCAVACIONES Y RELLENOS | | | | |
| 1.1.4.1 | EXCAVACIÓN MANUAL, INCLUYE RETIRO | M3 | 20 | 298.002 | 5.960.040 |
| 1.1.4.2 | RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO | M3 | 4 | 191.336 | 765.344 |
| | | | | | 6.725.384 |
| 1.1.5 | CONCRETOS | | | | |
| 1.1.5.1 | CONCRETO DE LIMPIEZA DE 1500 PSI | M2 | 72 | 34.121 | 2.456.712 |
| 1.1.5.2 | CONCRETO DE REVESTIMIENTO DE TUBERÍA DE 2500 PSI | M3 | 2 | 710.014 | 1.420.028 |
| 1.1.5.3 | CONCRETO DE 3000 PSI, USO: PLACAS DE CONTRATPISO, ESPECIFICACIÓN: ACELERADO A 3 DÍAS. | M3 | 4 | 1.085.191 | 4.340.764 |
| 1.1.5.4 | CONCRETO ESTRUCTURAL, CLASE: B 3000 PSI, USO: BASES | M3 | 16 | 1.275.404 | 20.406.464 |
| 1.1.5.5 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MORTERO ROJO | M2 | 2 | 42.000 | 84.000 |
| 1.1.5.6 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MORTERO DE NIVELACIÓN | M2 | 98 | 60.489 | 5.927.922 |
| 1.1.5.7 | SUMINISTRO E INSTALACION DE GROUTING DE NIVELACION | M3 | 20 | 2.300.000 | 46.000.000 |
| 1.1.5.8 | SUMINISTRO Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION SIN RETRACCION. | M2 | 8 | 253.772 | 2.004.799 |
| | | | | | 82.640.689 |
| 1.1.6 | ACEROS DE REFUERZO | | | | |
| 1.1.6.1 | ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL 60.000 PSI | KG | 407 | 7.510 | 3.056.570 |
| 1.1.6.2 | ANCLAJE DE VARILLAS DE REFUERZO EN CONCRETO | KG | 30 | 40.799 | 1.223.970 |

| Costos Directos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|---|---|--------|----------|-----------------|--------------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| | | | | | 4.280.540 |
| 1.1.7 | ESTRUCTURAS METALICAS | | | | |
| 1.1.7.1 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MALLA ESLABONADA PARA CERRAMIENTOS. ALTURA 2.5 MTS | M | 51 | 838.413 | 42.759.063 |
| 1.1.7.2 | SUMINISTRO E INSTALACION DE FLANCHES EN LAMINA GALVANIZADA | ML | 5 | 45.750 | 228.750 |
| 1.1.7.3 | SUMINISTRO E INSTALACION Y DESPIECES DE MALLA ELECTROSOLDADA | KG | 95 | 5.022 | 477.090 |
| 1.1.7.4 | SUMINISTRO E INSTALACION DE PUERTA PEATONAL EN TUBERIA Y MALLA ESLABONADA GALVANIZADA | UN | 1 | 3.670.686 | 3.670.686 |
| 1.1.7.5 | SUMINISTRO E INSTALACION DE PUERTA METALICA TIPO PERSIANA | M2 | 6 | 766.533 | 4.599.198 |
| 1.1.7.6 | SUMINISTRO E INSTALACION DE ANCLAJE, DIAMETRO: 5/8", LONGITUD: 6", EPOXICO | UN | 34 | 93.320 | 3.172.880 |
| | | | | | 54.907.667 |
| 1.1.8 | PINTURA | | | | |
| 1.1.8.1 | SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE PINTURA PARA ESTRUCTURAS METALICAS TIPO ESMALTE SINTETICO | M2 | 208 | 56.521 | 11.756.368 |
| 1.1.8.2 | SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE DOS CAPAS DE PINTURA LAVABLE TIPO VINILTEX | M2 | 70 | 18.747 | 1.317.914 |
| | | | | | 13.074.282 |
| 1.1.9 | ACABADOS PISO | | | | |
| 1.1.9.1 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GRAVILLA 2" | M2 | 78 | 180.000 | 14.040.000 |
| | | | | | 14.040.000 |
| 1.1.10 | CUBIERTA | | | | |
| 1.1.10.1 | SUMINISTRO E INSTALACION DE CUBIERTA EN TEJA TIPO CANALETA 90 ETERNIT | M2 | 356 | 148.347 | 52.811.532 |
| 1.1.10.2 | SUMINISTRO E INSTALACION DE CUBIERTA ARQUITECTONICA | M2 | 12 | 52.720 | 632.640 |
| | | | | | 53.444.172 |
| TOTAL ESPECIALIDAD CIVIL | | | | | 394.840.670 |
| 1.2 | ESPECIALIDAD ELÉCTRICA | | | | |
| 1.2.1 | DESMONTAJE Y MONTAJE DE TRANSFORMADORES | | | | |

| Costos Directos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|---|--|--------|----------|-----------------|-------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1.2.1.1 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 2000 KVA, 6300/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-138 A/B, TRF-136 A/B" | UN | 4 | 15.411.352 | 61.645.408 |
| 1.2.1.2 | DESMONTAJE TRANSFORMADOR DE 1000 KVA, 6300/480 V, DYn1, ONAN, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 2000 KVA, 6300/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-141 A/B" | UN | 2 | 10.256.352 | 20.512.704 |
| 1.2.1.3 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 7500 KVA, 13800/4160 V, DYn1, ONAN. "TRF-027B" | UN | 1 | 27.366.336 | 27.366.336 |
| 1.2.1.4 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 1250 KVA, 6300/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-024 A/B" | UN | 2 | 21.447.400 | 42.894.800 |
| 1.2.1.5 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 125 KVA, 480/208 V, DYn1, ONAN. "TRF-024 C/D" | UN | 2 | 12.367.020 | 24.734.040 |
| 1.2.1.6 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 1500 KVA, 1380/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-195 A/B" | UN | 2 | 10.411.352 | 20.822.704 |
| 1.2.1.7 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 750 KVA, 6300/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-139 C/D" | UN | 2 | 17.622.400 | 35.244.800 |
| 1.2.1.8 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 1250 KVA, 6300/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-076 A/B" | UN | 2 | 21.447.400 | 42.894.800 |
| 1.2.1.9 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 3000 KVA, 1380/4160 V, DYn1, ONAN. "TRF-029 A/B" | UN | 2 | 42.700.000 | 85.400.000 |
| 1.2.1.10 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 750 KVA, 2400/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-028 A/B. "PAD MOUNTED" | UN | 2 | 23.150.000 | 46.300.000 |
| 1.2.1.11 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 750 KVA, 2400/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-107A. "PAD MOUNTED" | UN | 1 | 17.622.400 | 17.622.400 |
| 1.2.1.12 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 400 KVA, 6300/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-026 A/B/C" | UN | 3 | 17.622.400 | 52.867.200 |
| 1.2.1.13 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 1000 KVA, 4160/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-027 C/D" | UN | 2 | 21.447.400 | 42.894.800 |

| Costos Directos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|---|--|--------|----------|-----------------|-------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1.2.1.14 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 1000 KVA, 2400/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-148B | UN | 1 | 10.081.037 | 10.081.037 |
| 1.2.1.15 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 300 KVA, 2400/208 V, DYn1, ONAN. "TRF-001 C | UN | 1 | 10.081.037 | 10.081.037 |
| 1.2.1.16 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 800 KVA, 2400/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-001 B | UN | 1 | 10.081.037 | 10.081.037 |
| 1.2.1.17 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 300 KVA, 34500/214 V, DYn1, ONAN. "TRF-200 A | UN | 1 | 11.789.037 | 11.789.037 |
| 1.2.1.18 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 1500 KVA, 34500/4160 V, DYn1, ONAN. "TRF-199 A | UN | 1 | 13.007.037 | 13.007.037 |
| 1.2.1.19 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 150 KVA, 4160/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-200 B | UN | 1 | 11.789.037 | 11.789.037 |
| 1.2.1.20 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 225 KVA, 2400/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-034 B | UN | 1 | 10.081.037 | 10.081.037 |
| 1.2.1.21 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 1250 KVA, 13800/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-173 A | UN | 1 | 11.299.037 | 11.299.037 |
| 1.2.1.22 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 2000 KVA, 13800/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-191 A | UN | 1 | 21.447.117 | 21.447.117 |
| 1.2.1.23 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 750 KVA, 6300/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-020 A | UN | 1 | 10.081.037 | 10.081.037 |
| 1.2.1.24 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 1000 KVA, 13800/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-193 B | UN | 1 | 9.129.037 | 9.129.037 |
| 1.2.1.25 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 1500 KVA, 13800/480 V, DYn1, ONAN. "TRF-194 B | UN | 1 | 11.299.037 | 11.299.037 |
| 1.2.1.26 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 200 KVA, 13800/220 V, DYn1, ONAN. "TRF-TR 1/2 | UN | 2 | 8.001.161 | 16.002.322 |
| 1.2.1.27 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 7500 KVA, 34500/13800 V, DYn1, ONAN. "TRF-010 D | UN | 1 | 13.387.037 | 13.387.037 |

| Costos Directos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|---|---|--------|----------|-----------------|--------------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1.2.1.28 | DESMONTAJE, MONTAJE Y CONEXIONADO DE FUERZA Y CONTROL DE UN TRANSFORMADOR DE 750 KVA, 34500/2400 V, DYn1, ONAN. "TRF-145 | UN | 1 | 10.081.037 | 10.081.037 |
| 1.2.1.29 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO VENTANA 6,5", RELACIÓN 200/5 A, 10P20, 600V, 31,5KA, INCLUYE SOPORTE DE INSTALACIÓN EN FIBRA. | UN | 6 | 1.469.152 | 8.814.912 |
| 1.2.1.30 | INSTALACION DE TABLERO ELECTRICO DE SERVICIOS GENERALES | UN | 2 | 1.236.000 | 2.472.000 |
| 1.2.1.31 | INSTALACION Y CONEXIÓN DE TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN Y ALUMBRADO, 45 KVA, RELACION 480/208 V | UN | 1 | 1.406.000 | 1.406.000 |
| 1.2.1.32 | SUMINISTRO E INSTALACION DE CAJA DE EMPALME, APTA PARA INSTALACION EN AREA CLASE 1/DIV2, DIMENSIONES 12"X12"X8" | UN | 2 | 1.955.000 | 3.910.000 |
| 1.2.1.33 | SUMINISTRO E INSTALACION DE CAJA DE PASO METALICA DE 700X900X150 mm PARA AREA NO PELIGROSA, INSTALACION TIPO INTERIOR, EN LAMINA COLD ROLLED CALIBRE 16, PINTURA ELECTROSTATICA | UN | 1 | 425.462 | 425.462 |
| 1.2.1.34 | SUMINISTRO E INSTALACION DE CAJA DE PASO PARA AREA NO PELIGROSA USO INTERPERIE NEMA 4X Ref. WYS181206 DE APPLETON | UN | 1 | 448.200 | 448.200 |
| 1.2.1.35 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TEMPLETE TIPO GUITARRA | UN | 1 | 367.094 | 367.094 |
| 1.2.1.36 | DESMANTELAMIENTO HASTA NIVEL DE PISO DE TEMPLETES METALICOS PARA POSTES ELÉCTRICOS EN CONCRETO | UN | 1 | 84.467 | 84.467 |
| | | | | | 718.763.047 |
| 1.2.2 | SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - SPT | | | | |
| 1.2.2.1 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONEXIÓN CON SOLDADURA EXOTERMICA CABLE-CABLE DE COBRE CON MOLDE EN CRUZ (X) Y TEE (T) PARA CABLE # 2 | UN | 31 | 64.046 | 1.985.426 |
| 1.2.2.2 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONEXIÓN CON SOLDADURA EXOTERMICA CABLE-CABLE DE COBRE CON MOLDE EN CRUZ (X) Y TEE (T) PARA CABLE # 2/0 | UN | 36 | 69.196 | 2.491.056 |
| 1.2.2.3 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONEXIÓN CON SOLDADURA EXOTERMICA CABLE-CABLE DE COBRE CON MOLDE EN CRUZ (X) Y TEE (T) PARA CABLE # 4/0 | UN | 28 | 75.946 | 2.126.488 |
| 1.2.2.4 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONEXIÓN CON SOLDADURA EXOTERMICA CABLE-CABLE DE COBRE CON MOLDE EN CRUZ (X) Y TEE (T) PARA CABLE # 250 | UN | 28 | 75.946 | 2.126.488 |

| Costos Directos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|---|---|--------|----------|-----------------|-------------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1.2.2.5 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINAL DE COMPRESION DE OJO PARA CABLE 2 AWG CON PERFORACIONES DE 3/8" | UN | 72 | 19.905 | 1.433.160 |
| 1.2.2.6 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINAL DE COMPRESION DE OJO PARA CABLE 2/0 AWG CON PERFORACIONES DE 3/8" | UN | 216 | 18.382 | 3.970.512 |
| 1.2.2.7 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINAL DE COMPRESION DE OJO PARA CABLE 4/0 AWG CON PERFORACIONES DE 1/2" | UN | 152 | 18.382 | 2.794.064 |
| 1.2.2.8 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINAL DE COMPRESION DE OJO PARA CABLE 250 AWG CON PERFORACIONES DE 1/2" | UN | 16 | 18.382 | 294.112 |
| 1.2.2.9 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLATINA DE COBRE ESTAÑADA 500X50X6 MM, INCLUIDOS AISLADORES DE POLIMERO | UN | 6 | 415.000 | 2.490.000 |
| 1.2.2.10 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VARILLA DE COBRE PURO ENDURECIDO 3 M X 3/4" | UN | 10 | 205.000 | 2.050.000 |
| 1.2.2.11 | INSTALACION DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DE MEDIA TENSION, AUTOSOPORTADA | UN | 2 | 1.308.200 | 2.616.400 |
| | | | | | 24.377.706 |
| 1.2.3 | SISTEMA DE ILUMINACION | | | | |
| 1.2.3.1 | SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PRUEBAS DE LUMINARIA 175 W ADITIVOS METALICOS 208 VAC APTA PARA CLASE 1 DIV 2 | UN | 15 | 2.135.985 | 32.039.775 |
| | | | | | 32.039.775 |
| 1.2.4 | SUMINSITRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA RMC Y FLEXI CONDUIT | | | | |
| 1.2.4.1 | SUMINSITRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN AEREA DE TUBERÍA CONDUIT RÍGIDA RMC de 3/4" Ø | M | 24 | 24.727 | 593.448 |
| 1.2.4.2 | SUMINSITRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN AEREA DE TUBERÍA CONDUIT RÍGIDA RMC de 1" Ø | M | 100 | 29.250 | 2.925.000 |
| 1.2.4.3 | SUMINSITRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN AEREA DE TUBERÍA CONDUIT RÍGIDA RMC de 1 1/2" Ø | M | 20 | 39.890 | 797.800 |
| 1.2.4.4 | SUMINSITRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN AEREA DE TUBERÍA CONDUIT RÍGIDA RMC de 2" Ø | M | 24 | 53.647 | 1.287.528 |
| 1.2.4.5 | SUMINSITRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN AEREA DE TUBERÍA CONDUIT RÍGIDA RMC de 3" Ø | M | 20 | 165.230 | 3.304.600 |
| 1.2.4.6 | SUMINSITRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN AEREA DE TUBERÍA CONDUIT RÍGIDA RMC de 4" Ø | M | 45 | 231.000 | 10.395.000 |
| 1.2.4.7 | SUMINSITRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN AEREA DE TUBERÍA CONDUIT RÍGIDA RMC de 6" Ø | M | 18 | 527.520 | 9.495.360 |

| Costos Directos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|---|--|--------|----------|-----------------|-------------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1.2.4.8 | FLEXICONDUIT TIPO LIQUID TIGHT Ø = 6" | M | 2 | 238.325 | 476.650 |
| 1.2.4.9 | FLEXICONDUIT TIPO LIQUID TIGHT Ø = 4" | M | 79 | 185.682 | 14.668.878 |
| 1.2.4.10 | FLEXICONDUIT TIPO LIQUID TIGHT Ø = 3" | M | 43 | 154.035 | 6.623.505 |
| 1.2.4.11 | FLEXICONDUIT TIPO LIQUID TIGHT Ø = 2" | M | 22 | 112.563 | 2.476.386 |
| 1.2.4.12 | FLEXICONDUIT TIPO LIQUID TIGHT Ø = 1.1/2" | M | 25 | 81.920 | 2.048.000 |
| 1.2.4.13 | FLEXICONDUIT TIPO LIQUID TIGHT Ø = 1" | M | 18 | 78.441 | 1.411.938 |
| 1.2.4.14 | FLEXICONDUIT TIPO LIQUID TIGHT Ø = 3/4" | M | 2 | 78.441 | 156.882 |
| | | | | | 56.660.975 |
| 1.2.5 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS CONDUIT | | | | |
| 1.2.5.1 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONDULETA A PRUEBA DE INTERPERIE, CON ENTRADAS ROSCADA TIPO LL DE 3/4" | UN | 10 | 41.789 | 417.890 |
| 1.2.5.2 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONDULETA A PRUEBA DE INTERPERIE, CON ENTRADAS ROSCADA TIPO LB DE 3/4" | UN | 10 | 41.789 | 417.890 |
| 1.2.5.3 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONDULETA A PRUEBA DE INTERPERIE, CON ENTRADAS ROSCADA TIPO T DE 3/4" | UN | 10 | 41.789 | 417.890 |
| 1.2.5.4 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONDULETA A PRUEBA DE INTERPERIE, CON ENTRADAS ROSCADA TIPO T DE 1" | UN | 10 | 41.790 | 417.900 |
| 1.2.5.5 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNION UNIVERSAL PARA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO CON EXTREMO MACHO Y OTRO HEMBRA DE 1" | UN | 15 | 35.750 | 536.250 |
| 1.2.5.6 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNION UNIVERSAL PARA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO CON EXTREMO MACHO Y OTRO HEMBRA DE 3/4" | UN | 18 | 35.750 | 643.500 |
| 1.2.5.7 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SELLO CORTAFUEGO TIPO EYS DE 1" DE DIAMETRO CON EXTREOS ROSCADOS NPT HEMBRA, APTO PARA INSTALACION EN AREA CLASE 1/DIV2 | UN | 15 | 34.264 | 513.960 |
| 1.2.5.8 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REDUCCION PARA TUBERIA CONDUIT MAYOR HEMBRA, MENOR MACHO DE 2" A 3/4" (REC+NIPLE), ROSCA NPT | UN | 8 | 27.850 | 222.800 |
| 1.2.5.9 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOQUILLA SENCILLA DE 1", DE ACERO ZINCADO CON CUELLO AISLADO, CON BORNE TERMINAL PARA CONDUCTOR DE COBRE No 4 AWG PARA CONEXIÓN A TIERRA | UN | 8 | 10.100 | 80.800 |

| Costos Directos Contrato de Obra | | | | | |
|---|--|--------|----------|-----------------|-------------------|
| Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1.2.5.10 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOQUILLA SENCILLA DE 1-1/2", DE ACERO ZINCADO CON CUELLO AISLADO, CON BORNE TERMINAL PARA CONDUCTOR DE COBRE No 4 AWG PARA CONEXIÓN A TIERRA | UN | 8 | 13.900 | 111.200 |
| 1.2.5.11 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOQUILLA SENCILLA DE 2", DE ACERO ZINCADO CON CUELLO AISLADO, CON BORNE TERMINAL PARA CONDUCTOR DE COBRE No 4 AWG PARA CONEXIÓN A TIERRA | UN | 15 | 16.300 | 244.500 |
| 1.2.5.12 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOQUILLA SENCILLA DE 3", DE ACERO ZINCADO CON CUELLO AISLADO, CON BORNE TERMINAL PARA CONDUCTOR DE COBRE No 4 AWG PARA CONEXIÓN A TIERRA | UN | 12 | 30.100 | 361.200 |
| 1.2.5.13 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOQUILLA SENCILLA DE 4", DE ACERO ZINCADO CON CUELLO AISLADO, CON BORNE TERMINAL PARA CONDUCTOR DE COBRE No 4 AWG PARA CONEXIÓN A TIERRA | UN | 6 | 35.400 | 212.400 |
| 1.2.5.14 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNION ERICKSON PARA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO DE 1" | UN | 18 | 15.700 | 282.600 |
| 1.2.5.15 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNION ERICKSON PARA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO DE 1-1/2" | UN | 18 | 27.600 | 496.800 |
| 1.2.5.16 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNION ERICKSON PARA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO DE 2" | UN | 16 | 52.300 | 836.800 |
| 1.2.5.17 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNION ERICKSON PARA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO DE 3" | UN | 14 | 68.600 | 960.400 |
| 1.2.5.18 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNION ERICKSON PARA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO DE 4" | UN | 20 | 114.600 | 2.292.000 |
| 1.2.5.19 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAPACETE PARA CONDUIT DE 4" | UN | 8 | 98.200 | 785.600 |
| 1.2.5.20 | CONECTORES MACHO RECTOS DE 4", ADECUADOS PARA FLEXICONDUIT | UN | 31 | 490.000 | 15.190.000 |
| 1.2.5.21 | CONECTORES MACHO RECTOS DE 3", ADECUADOS PARA FLEXICONDUIT | UN | 37 | 466.000 | 17.242.000 |
| 1.2.5.22 | CONECTORES MACHO RECTOS DE 2", ADECUADOS PARA FLEXICONDUIT | UN | 5 | 110.000 | 550.000 |
| 1.2.5.23 | CONECTORES MACHO RECTOS DE 1", ADECUADOS PARA FLEXICONDUIT | UN | 16 | 30.000 | 480.000 |
| 1.2.5.24 | CONECTORES MACHO RECTOS DE 3/4", ADECUADOS PARA FLEXICONDUIT | UN | 5 | 30.000 | 150.000 |
| | | | | | 43.864.380 |
| 1.2.6 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BANDEJA PORTACABLE Y ACCESORIOS | | | | |

| Costos Directos Contrato de Obra | | | | | |
|---|--|--------|----------|-----------------|----------------|
| Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1.2.6.1 | SUMINISTRO DE BANDEJA PORTACABLE TIPO ESCALERA, EN ALUMINIO, TIPO PESADA, CATEGORIA 8C, RESISTENCIA SEGÚN NEMA VE-1, APTA PARA LA INSTALACION DE CABLE ELECTRICICO. ANCHO UTIL 600 mm. | UN | 4 | 243.139 | 972.556 |
| | | | | | 972.556 |
| 1.2.7 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLES | | | | |
| 1.2.7.1 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR EPR, 8000V AISLAMIENTO 133%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 4/0 AWG | M | 51 | 72.500 | 3.697.500 |
| 1.2.7.2 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR EPR, 8000V AISLAMIENTO 133%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, CALIBRE 1/0 AWG | M | 106 | 105.600 | 11.193.600 |
| 1.2.7.3 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR EPR, 8000V AISLAMIENTO 133%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, CALIBRE 2 AWG | M | 27 | 52.580 | 1.419.660 |
| 1.2.7.4 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR EPR, 15000V AISLAMIENTO 133%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, CALIBRE 2 AWG | M | 180 | 55.880 | 10.058.400 |
| 1.2.7.5 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 500 Kcmil | M | 154 | 221.450 | 34.103.300 |
| 1.2.7.6 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 350 MCM | M | 44 | 175.000 | 7.700.000 |
| 1.2.7.7 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 300 MCM | M | 8 | 165.000 | 1.320.000 |
| 1.2.7.8 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 8000V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 250 MCM | M | 24 | 112.490 | 2.699.760 |

| Costos Directos Contrato de Obra | | | | | |
|---|--|--------|----------|-----------------|-------------|
| Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1.2.7.9 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 4/0 AWG | M | 88 | 93.110 | 8.193.680 |
| 1.2.7.10 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 3/0 AWG | M | 12 | 62.860 | 754.320 |
| 1.2.7.11 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 2/0 AWG | M | 8 | 54.130 | 433.040 |
| 1.2.7.12 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 1/0 AWG | M | 20 | 44.327 | 886.540 |
| 1.2.7.13 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 2 AWG | M | 33 | 30.971 | 1.022.043 |
| 1.2.7.14 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 6 AWG | M | 5 | 17.682 | 88.410 |
| 1.2.7.15 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 10 AWG | M | 15 | 15.493 | 232.395 |
| 1.2.7.16 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 12 AWG (SISTEMA DE ALUMBRADO) | M | 60 | 12.783 | 766.980 |
| 1.2.7.17 | SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR XHHW-2, 600V AISLAMIENTO 100%, TEMPERATURA DE OPERACIÓN EN LUGARES SECOS Y HUMEDOS 90°C, BLANDO CLASE B, CALIBRE 1X(3CX2 AWG) | M | 15 | 45.870 | 688.050 |
| 1.2.7.18 | SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE COBRE AISLADO TIPO SIS CALIBRE NO. 10 AWG, 600V, 105°C. | M | 30 | 8.120 | 243.600 |
| 1.2.7.19 | SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE COBRE AISLADO SEMIDURO CLASE B, CALIBRE 8 AWG. COLOR VERDE | M | 24 | 6.410 | 153.840 |

| Costos Directos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|---|---|--------|----------|-----------------|-------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1.2.7.20 | SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PRUEBAS DE CABLE MONOPOLAR # 2, DESNUDO | M | 48 | 19.874 | 953.952 |
| 1.2.7.21 | SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PRUEBAS DE CABLE MONOPOLAR # 2/0, DESNUDO | M | 128 | 26.940 | 3.448.320 |
| 1.2.7.22 | SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PRUEBAS DE CABLE MONOPOLAR # 4/0, DESNUDO | M | 89 | 30.624 | 2.725.536 |
| 1.2.7.23 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINALES PREMOLDEADOS PARA 34,5 KV - USO INTERIOR - PARA CALIBRES DE CABLE 2 - 4/0 AWG (QT15B DE 3M) - JUEGO X 3 UNIDADES INCLUYE KIT DE PUESTA A TIERRA, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PRUEBAS HIPOT | JUEGO | 2 | 3.925.574 | 7.851.148 |
| 1.2.7.24 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINALES PREMOLDEADOS PARA 15 KV - USO INTERIOR - PARA CALIBRES DE CABLE 4/0 - 500 MCM (QT15B DE 3M) - JUEGO X 3 UNIDADES INCLUYE KIT DE PUESTA A TIERRA, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PRUEBAS HIPOT | JUEGO | 3 | 3.925.575 | 11.776.725 |
| 1.2.7.25 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINALES PREMOLDEADOS PARA 15 KV - USO INTERIOR - PARA CALIBRES DE CABLE 2 - 4/0 AWG (QT15A DE 3M) - JUEGO X 3 UNIDADES INCLUYE KIT DE PUESTA A TIERRA, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PRUEBAS HIPOT | JUEGO | 7 | 3.629.753 | 25.408.271 |
| 1.2.7.26 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINALES PREMOLDEADOS PARA 8 KV - USO INTERIOR - PARA CALIBRES DE CABLE 3/0 - 300 MCM (QT8C DE 3M) - JUEGO X 3 UNIDADES INCLUYE KIT DE PUESTA A TIERRA, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PRUEBAS HIPOT | JUEGO | 8 | 3.775.785 | 30.206.280 |
| 1.2.7.27 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINALES PREMOLDEADOS PARA 8 KV - USO INTERIOR - PARA CALIBRES DE CABLE 4 - 2/0 AWG (QT8B DE 3M) - JUEGO X 3 UNIDADES INCLUYE KIT DE PUESTA A TIERRA, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PRUEBAS HIPOT | JUEGO | 24 | 3.522.753 | 84.546.072 |
| 1.2.7.28 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINALES PREMOLDEADOS PARA 8 KV - USO INTERIOR - PARA CALIBRES DE CABLE 4/0 AWG - 500 MCM (QT8B DE 3M) - JUEGO X 3 UNIDADES INCLUYE KIT DE PUESTA A TIERRA, TRANSPORTE, INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y PRUEBAS HIPOT | JUEGO | 5 | 3.775.785 | 18.878.925 |
| 1.2.7.29 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINALES DE COMPRESIÓN DE BARRIL LARGO PARA SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE COBRE TRENZADO CALIBRE 4 AWG, CON OJO PARA TORNILLO: Ø1/4". | UN | 18 | 28.182 | 507.276 |

| Costos Directos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|---|--|--------|----------|-----------------|----------------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| 1.2.7.30 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINALES DE COMPRESIÓN DE BARRIL LARGO PARA SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE COBRE TRENZADO CALIBRE 1/0 AWG, CON OJO PARA TORNILLO: Ø1/2". | UN | 18 | 33.223 | 598.014 |
| 1.2.7.31 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINALES DE COMPRESIÓN DE BARRIL LARGO PARA SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE COBRE TRENZADO CALIBRE 4/0 AWG, CON OJO PARA TORNILLO: Ø1/2". | UN | 36 | 49.273 | 1.773.828 |
| 1.2.7.32 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TERMINALES DE COMPRESIÓN DE BARRIL LARGO PARA SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE DE COBRE TRENZADO CALIBRE 500 MCM, CON OJO PARA TORNILLO: Ø1/2". | UN | 12 | 81.446 | 977.352 |
| 1.2.7.33 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TRENZAS FLEXIBLES DE COBRE AISLADOS PARA ACOPLE DE DUCTOS DE BARRAS TRIFÁSICO HASTA 3000 AMPERIOS / 480 V. L= 1m | JUEGO | 24 | 3.300.000 | 79.200.000 |
| | | | | | 354.506.817 |
| TOTAL ESPECIALIDAD ELECTRICA | | | | | 1.231.185.256 |
| 1.3 | FACILIDADES Y SERVICIOS TEMPORALES | | | | |
| 1.3.1 | FACILIDADES, SERVICIOS Y CAMPAMENTOS TEMPORALES | GB | 1 | 74.266.472 | 74.266.472 |
| | | | | | 74.266.472 |
| TOTAL FACILIDADES Y SERVICIOS TEMPORALES | | | | | 74.266.472 |
| 1.4 | PRECOMMISSIONING, COMMISSIONING, PUESTA EN MARCHA | | | | |
| 1.4.1 | ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES | GB | 1 | 3.211.563 | 3.211.563 |
| 1.4.2 | ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA FUNDACION EXISTENTE (TRF-141 A/B) | GB | 1 | 2.141.042 | 2.141.042 |
| 1.4.3 | ASESORIA AL MONTAJE, PRUEBAS EN SITIO Y PUESTA EN MARCHA DE TRANSFORMADORES | GB | 1 | 427.000.000 | 427.000.000 |
| 1.4.4 | ELABORACION DE PLANOS AS BUILT | GB | 1 | 8.529.218 | 8.529.218 |
| 1.4.5 | CARACTERIZACION Y CATALOGACION DE EUIPOS | GB | 1 | 11.039.113 | 11.039.113 |
| 1.4.6 | ELABORACIÓN DE DOSSIER | GB | 1 | 12.632.000 | 12.632.000 |

| Costos Directos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|---|--|--------|----------|-----------------|----------------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Valor Total |
| | | | | | 464.552.936 |
| | TOTAL PRECOMMISSIONING, COMMISSIONING, PUESTA EN MARCHA | | | | 464.552.936 |
| | TOTAL CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE | | | | 2.164.845.334 |
| 2 | INGENIERIA | | | | |
| 2.1 | INGENIERIA DETALLADA | | | | |
| 2.1.1 | ELABORACION DE INGENIERIA DETALLADA | GB | 1 | 215.121.900 | 215.121.900 |
| | | | | | 215.121.900 |
| | TOTAL INGENIERIA DETALLADA | | | | 215.121.900 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | | | | | 2.379.967.234 |

El siguiente cuadro presente el cálculo de los costos indirectos de los trabajos de ingeniería y obras de montaje de los nuevos equipos, en pesos colombianos, con datos extraídos de la ingeniería conceptual:

Cuadro No. 21: Estimación de los costos indirectos de ingeniería detallada y obras de montaje de los nuevos transformadores. Fuente: ECOPETROL S.A.

| Costos Indirectos Contrato de Obra Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | | | |
|--|--|-------|----------------|---------------|-------------------------|
| DESCRIPCIÓN | UNID | CANT | VR. UNIT | REQUER | COSTO PARCIAL |
| A. COSTOS DE GERENCIA Y SUPERVISION DE CONSTRUCCIÓN | | | | | |
| Etapas de Planeación y Ejecución | | | | | |
| A1. Personal Profesional (Costo incluye Factor prestacional) | | | | | |
| (Nivel XIII. Lider administrativo I.) Gerente General del Proyecto | | | | | |
| (Nivel XII. Lider administrativo II.) Director de Proyecto II / Ingeniería II / Interventoría II | | | | | |
| (Nivel XI. Profesional Senior) Director de Proyecto III / Ingeniería III / Interventoría III | | | | | |
| (Nivel X. Profesional Pleno) Especialista Grado I - Un Director de Obra | DIA | 1,00 | 331.147,87 | 380 | 125.836.192 |
| (Nivel IX. Profesional Junior) Especialista Grado II - Un Programador, Un Residente Eléctrico, Un Residente Civil y Un | DIA | 4,00 | 253.331,21 | 380 | 385.063.446 |
| (Nivel VIII. Profesional Training) Especialista Grado III - Un Ingeniero QA/QC y Un Gestor de Compras | DIA | 2,00 | 192.531,79 | 380 | 146.324.161 |
| A2. Personal Técnico y administrativo (Costo incluye Factor prestacional) | | | | | |
| (Nivel VII.- Tecnico Operativo I.) - Un Supervisor civil y dos supervisores eléctricos | DIA | 3,00 | 145.038,19 | 320 | 139.236.662 |
| (Nivel VI. - Tecnico Operativo II.) - Dos supervisores HSE | DIA | 2,00 | 127.963,67 | 320 | 81.896.752 |
| (Nivel V. Tecnico Administrativo/Operativo III.) - Un Gestor de permisos | DIA | 1,00 | 114.253,52 | 320 | 36.561.127 |
| A3. Personal de Planilla | | | | | |
| Vigilante (Turno de 12 horas) | | | | | |
| Bodeguero | DIA | 1,00 | 128.636,98 | 320 | 41.163.835 |
| Personal de labor, aseo, mensajería | | | | | |
| Conductor de camioneta | DIA | 1,00 | 128.636,98 | 320 | 41.163.835 |
| A4. Otros costos | | | | | |
| Traslados nacionales (Tiquetes aereos) | | | | | |
| Dotacion personal indirecto | EA | 13,00 | 395.845 | 2 | 10.291.970 |
| Exámenes medicos de ingreso y retiro del personal indirecto | EA | 18,00 | 103.000 | 1 | 1.854.000 |
| Almuerzos / comidas / cenas del personal indirecto | EA | 10,00 | 15.000 | 150 | 22.500.000 |
| Gastos administrativo para facilidades y servicios temporales | GB | 1,00 | 119.566.425 | 1 | 119.566.425 |
| | TOTAL COSTOS DE GERENCIA Y SUPERVISION DE CONSTRUCCIÓN | | | | \$ 1.151.458.404 |
| B. COSTOS PROPORCIONALES (Variable en función del costo total) | | | | | |
| B1. Legalización, pólizas y reterfuteo | GL | 1 | \$ 100.538.982 | 1 | \$ 100.538.982 |
| | TOTAL COSTOS PROPORCIONALES | | | | \$ 100.538.982 |
| ADMINISTRACION DE CAMPO (A + B) | | | | | \$ 1.251.997.386 |
| ADMINISTRACIÓN Over Head (Personal Indirecto del Contratista) | | | | | |
| GESTIÓN DE COMPRAS | | | | | \$ - |
| TOTAL ADMINISTRACIÓN OBRA (Porcentaje sobre el costo directo de construcción y montaje) | | | | 52,61% | \$ 1.251.997.386 |
| IMPREVISTOS | | | | | |
| Imprevistos de compras | | | | 2,00% | \$ - |
| Imprevistos de construcción | | | | 4,00% | \$ 86.593.813 |
| TOTAL IMPREVISTOS | | | | 3,64% | \$ 86.593.813 |
| UTILIDAD DE LA OBRA | | | | 6,00% | \$ 142.798.034 |
| TOTAL ADMINISTRACIÓN+IMPREVISTOS+UTILIDAD | | | | 62,24% | \$ 1.481.389.234 |
| IVA 16% SOBRE LA UTILIDAD | | | | 16,00% | \$ 22.847.685 |
| Costo directo de construcción y montaje | | | | | \$ 2.164.845.334 |
| Costo directo de compras ó suministros (Incluido el iva de la compra) | | | | | |
| Costo directo ingeniería de detalle | | | | | \$ 215.121.900 |
| TOTAL Costo directo (Ingeniería, Compras y Construcción) | | | | | \$ 2.379.967.234 |
| TOTAL Costos Indirecto (Administración, Imprevistos y Utilidad) | | | | | \$ 1.481.389.234 |
| C4. COSTO TOTAL DEL PRESUPUESTO SIN IVA | | | | | \$ 3.861.356.468 |
| C5. COSTO TOTAL DEL PRESUPUESTO CON IVA | | | | | \$ 3.884.204.153 |

Para el cálculo de los costos indirectos mostrados en el cuadro anterior, se presenta a continuación el desglose de los renglones correspondientes a Gastos administrativos para facilidades y servicios temporales y Garantías y seguros e impuestos estimados, en pesos colombianos, con datos extraídos de la ingeniería conceptual:

Cuadro No. 22: Estimación de los costos de Gastos administrativos para facilidades y servicios temporales. Fuente: ECOPETROL S.A.

| Descripción | Unidad | Cantidad | Vr. Unitario | Requerido | Vr. Total |
|---|--------|----------|--------------|-----------|--------------------|
| Alquiler de oficina con servicios y equipos de cómputo y copiado (ciudad) | MES | 7,00 | 3.000.000 | 0,25 | 5.250.000 |
| Gastos de papelería, útiles de oficina, fotocopias | MES | 7 | 220.000 | 1 | 1.540.000 |
| Servicio de Transporte en Buseta Puerta 25 de Agosto a Puerta Norte | MES | 7 | 6.800.000 | 2 | 95.200.000 |
| Servicio de internet banda ancha | MES | 9 | 60.000 | 1 | 540.000 |
| Alquiler de Radio avantel A.P.E. (plan ilimitado entre avanteles) | MES | 7 | 220.000 | 7 | 10.780.000 |
| Alquiler de Medidor de Multigases | MES | 7 | 893.775 | 1 | 6.256.425 |
| TOTAL | | | | | 119.566.425 |

Cuadro No. 23: Estimación de los costos de garantías y seguros e impuestos estimados. Fuente: ECOPETROL S.A.

| I. | GARANTIAS | % | VR. ESTIMADO |
|-------------|---|----------|--------------|
| 1. | Garantía de cumplimiento del contrato | | |
| 1.1 | Cumplimiento | 0,30% | 11.652.612 |
| 1.2 | Salarios y prestaciones sociales | 0,30% | 11.652.612 |
| 1.3 | Calidad del servicio | | - |
| 1.4 | Correcto funcionamiento de los equipos | | - |
| 1.5 | Estabilidad de la obra | 0,30% | 11.652.612 |
| 1.6 | Puesta en marcha y correcto funcionamiento | 0,00% | - |
| II. | SEGUROS | % | |
| 2.1 | Seguro de Responsabilidad Civil | 0,25% | 9.710.510 |
| 2.2 | Seguro de Todo Riesgo en Construcción y Montaje | 0,25% | 9.710.510 |
| III. | IMPUESTOS | % | |
| 3.1 | Impuesto de Publicación Diario Oficial | | 3.822.300 |

| I. | GARANTIAS | % | VR. ESTIMADO |
|--------------|------------------------------------|--------------|--------------------|
| 3.2 | Impuesto de Industria y Comercio | 0,09% | 3.495.784 |
| 3.3 | Impuesto de Retención en la fuente | 1,00% | 38.842.042 |
| 3.4 | Impuesto de Timbre | 0,00% | - |
| TOTAL | | 2,49% | 100.538.982 |

En el siguiente cuadro se resumen los costos del contrato de obra:

**Cuadro No. 24: Resumen de los costos del contrato de obra. Fuente:
ECOPETROL S.A.**

| RESUMEN DE COSTOS PRESUPUESTO DE OBRA Código EDT 129.27.14.19 de la Fase 4 de Maduración del Proyecto | | | |
|---|---|---|-------------------------|
| | ITEM | DESCRIPCION | VALOR |
| DIRECTOS | 1 | INGENIERIA DE DETALLE | |
| | 1,1 | ELABORACION DE INGENIERIA DETALLADA | \$ 215.121.900 |
| | SUB-TOTAL INGENIERIA DE DETALLE | | \$ 215.121.900 |
| | 2 | CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE: | |
| | 2,1 | ESPECIALIDAD CIVIL | \$ 394.840.670 |
| | 2,2 | ESPECIALIDAD TUBERIA | |
| | 2,3 | ESPECIALIDAD MECANICA | |
| | 2,4 | ESPECIALIDAD ELECTRICA | \$ 1.231.185.256 |
| | 2,5 | ESPECIALIDAD INSTRUMENTACION | |
| | 2,6 | FACILIDADES Y SERVICIOS TEMPORALES | \$ 74.266.472 |
| | 2,7 | PRECOMMISSIONING, COMMISSIONING, PUESTA EN MARCHA | \$ 464.552.936 |
| | SUB-TOTAL CONSTRUCCION Y MONTAJE | | \$ 2.164.845.334 |
| | COSTO DIRECTO INGENIERIA, CONSTRUCCION Y MONTAJE | | \$ 2.379.967.234 |
| INDIRECTOS | ADMINISTRACION | 52,6% | \$ 1.251.997.386 |
| | IMPREVISTOS | 4% | \$ 86.593.813 |
| | UTILIDAD | 6% | \$ 142.798.034 |
| TOTALES | SUB-TOTAL PRESUPUESTO DE OBRA (Sin IVA) | | \$ 3.861.356.468 |
| | IMPUESTO AL VALOR AGREGADO IVA (Sobre Utilidad) | 16% | \$ 22.847.685 |
| | TOTAL PRESUPUESTO OBRA (CON IVA) | | \$ 3.884.204.153 |

A continuación, se presenta por fase de maduración los costos estimados de los paquetes de la EDT con relación a los recursos empleados y el tiempo requerido de estos recursos para completar cada paquete:

Cuadro No. 25: Resumen de costos fase 2 de maduración. Fuente: el autor.

| COSTOS - FASE 2 DE MADURACION DEL PROYECTO | | | | | | |
|--|---|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------------|
| RELACION CON CODIGOS EDT | DESCRIPCIÓN | UNID | CANT | VR. UNIT | REQUER. | COSTO |
| 127.17.49 - Formalización del equipo del proyecto. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 18 | 6.979.300 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 18 | 4.559.962 |
| SUBTOTAL | | | | | | 11.539.262 |
| 127.17.48 - Project Charter firmado. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 7 | 2.714.172 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 7 | 1.773.319 |
| SUBTOTAL | | | | | | 4.487.491 |
| 127.17.2 - Caso de negocio actualizado. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 15 | 5.816.083 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 15 | 3.799.968 |
| | Ingeniero Financiero (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 15 | 3.799.968 |
| SUBTOTAL | | | | | | 13.416.020 |
| 127.17.38 - Generación de lecciones aprendidas de la Fase 2. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 10 | 3.877.389 |
| | Ingeniero de proyectos 1 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |

| | | | | | | |
|--|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 127.17.38 - Generación de lecciones aprendidas de la Fase 2. | Ingeniero de proyectos 2 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Ingeniero de proyectos 3 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| SUBTOTAL | | | | | | 11.477.325 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-----|---|---------|---|------------------|
| 127.17.47 - Lista de chequeo Fase 2. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 5 | 1.938.694 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 5 | 1.266.656 |
| SUBTOTAL | | | | | | 3.205.351 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|---|------------------|
| 127.17.8 - Formato Documento soporte de la Decisión para presentar la Fase 2 para aprobación. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 5 | 1.938.694 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 5 | 1.266.656 |
| SUBTOTAL | | | | | | 3.205.351 |

| | | | | | | |
|--|---|-----|---|---------|---|------------------|
| 127.17.9 - Informe de la medición del nivel de definición. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 7 | 2.714.172 |
| | Ingeniero de proyectos 1 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 7 | 1.773.319 |
| | Ingeniero de proyectos 2 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 7 | 1.773.319 |
| SUBTOTAL | | | | | | 6.260.809 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 127.12 - Presentación a Comité de refinería para aprobación de la Fase 2. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 18 | 6.979.300 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 18 | 4.559.962 |
| SUBTOTAL | | | | | | 11.539.262 |

| | |
|--------------|-------------------|
| TOTAL | 65.130.871 |
|--------------|-------------------|

Cuadro No. 26: Resumen de costos fase 3 de maduración. Fuente: el autor.

| COSTOS - FASE 3 DE MADURACION DEL PROYECTO | | | | | | |
|---|--|-------------|-------------|-----------------|----------------|--------------------|
| RELACION CON CODIGOS EDT | DESCRIPCIÓN | UNID | CANT | VR. UNIT | REQUER. | COSTO |
| 128.11 - Ingeniería Básica. | Ingeniería Básica según Departamento de Ingeniería | GB | 1 | 105.000.000 | 1 | 105.000.000 |
| SUBTOTAL | | | | | | 105.000.000 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 128.14.1 - Plan de ejecución del proyecto | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 40 | 15.509.556 |
| | Ingeniero de proyectos 1 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 40 | 10.133.249 |
| | Ingeniero de proyectos 2 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 40 | 10.133.249 |
| | Ingeniero de proyectos 3 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 40 | 10.133.249 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 40 | 10.133.249 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 40 | 4.570.141 |
| SUBTOTAL | | | | | | 60.612.691 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 128.14.19 - Formalización del equipo del proyecto F3. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 18 | 6.979.300 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 18 | 4.559.962 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 18 | 4.559.962 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 5 | 571.268 |
| SUBTOTAL | | | | | | 16.670.491 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 128.14.21 - Caso de negocio actualizado F3. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 15 | 5.816.083 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 15 | 3.799.968 |
| | Ingeniero Financiero (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 15 | 3.799.968 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 1 | 114.254 |
| SUBTOTAL | | | | | | 13.530.273 |

| | | | | | | |
|--|---|-----|---|---------|---|------------------|
| 128.14.24 - Formato Documento soporte de la Decisión para presentar la Fase 3 para aprobación. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 5 | 1.938.694 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 5 | 1.266.656 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 1 | 114.254 |
| SUBTOTAL | | | | | | 3.319.604 |

| | | | | | | |
|--|---|-----|---|---------|----|-----------|
| 128.14.27 - Generación de lecciones aprendidas de la Fase 3. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 10 | 3.877.389 |
| | Ingeniero de proyectos 1 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Ingeniero de proyectos 2 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 128.14.27 - Generación de lecciones aprendidas de la Fase 3. | Ingeniero de proyectos 3 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 2 | 228.507 |
| SUBTOTAL | | | | | | 14.239.145 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|---|------------------|
| 128.14.28 - Lista de chequeo Fase 3. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 5 | 1.938.694 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 5 | 1.266.656 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 1 | 114.254 |
| SUBTOTAL | | | | | | 3.319.604 |

| | | | | | | |
|--|---|-----|---|---------|---|------------------|
| 128.14.25 - Informe de la medición del nivel de definición F3. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 7 | 2.714.172 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 7 | 1.773.319 |
| | Ingeniero de proyectos 1 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 7 | 1.773.319 |
| | Ingeniero de proyectos 2 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 7 | 1.773.319 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 3 | 342.761 |
| SUBTOTAL | | | | | | 8.034.128 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|-----|------------|
| 128.15.11 - Etapa precontractual compras | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 110 | 42.651.279 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 110 | 27.866.434 |

| | | | | | | |
|--|---|-----|---|---------|-----|--------------------|
| 128.15.11 - Etapa precontractual compras | Ingeniero de proyectos 1 (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 110 | 27.866.434 |
| | Ingeniero Especialista Eléctrico (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 110 | 27.866.434 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 5 | 571.268 |
| SUBTOTAL | | | | | | 126.250.580 |

| | | | | | | |
|---|--|----|---|---------------|---|----------------------|
| 128.15.4 - Administración de Órdenes de Compra. | Valor estimado de compras transformadores nuevos | GB | 1 | 5.565.638.834 | 1 | 5.565.638.834 |
| SUBTOTAL | | | | | | 5.565.638.834 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 128.41 - Presentación a Comité de refinería para aprobación de la Fase 3. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 18 | 6.979.300 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 18 | 4.559.962 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 18 | 4.559.962 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 3 | 342.761 |
| SUBTOTAL | | | | | | 16.099.224 |

| | | | | | | |
|--------------|--|--|--|--|--|----------------------|
| TOTAL | | | | | | 5.932.714.574 |
|--------------|--|--|--|--|--|----------------------|

Cuadro No. 27: Resumen de costos fase 4 de maduración. Fuente: el autor.

| COSTOS - FASE 4 DE MADURACION DEL PROYECTO | | | | | | |
|---|--|-------------|-------------|-----------------|----------------|--------------|
| RELACION CON CODIGOS EDT | DESCRIPCIÓN | UNID | CANT | VR. UNIT | REQUER. | COSTO |
| 1129.27.14.20 Precontractual contrato de montaje. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 140 | 54.283.446 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 140 | 35.466.370 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 140 | 35.466.370 |
| | Ingeniero Especialista Eléctrico (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 140 | 35.466.370 |
| | Ingeniero Especialista Civil (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 140 | 35.466.370 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 30 | 3.427.606 |
| | TOTAL | | | | | |

| RELACION CON CODIGOS EDT | DESCRIPCIÓN | UNID | CANT | VR. UNIT | REQUER. | COSTO |
|--|--|-------------|-------------|-----------------|----------------|----------------------|
| 129.27.14.19 - Administración del Contrato | Contrato de obra | GB | 1 | 3.884.204.153 | 1 | 3.884.204.153 |
| | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 598 | 231.867.861 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 598 | 151.492.066 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 598 | 151.492.066 |
| | Ingeniero Especialista Eléctrico (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 598 | 151.492.066 |
| | Ingeniero Especialista Civil (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 598 | 151.492.066 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 598 | 68.323.606 |
| TOTAL | | | | | | 4.790.363.885 |

| RELACION CON CODIGOS EDT | DESCRIPCIÓN | UNID | CANT | VR. UNIT | REQUER. | COSTO |
|--|--|------|-------|----------|---------|-------------------|
| 1129.27.20 - Disposición y final de transformadores por logística inversa. | Disposición final de transformadores a retirar (peso aproximado de 41 equipos) | KG | 30000 | 3.166 | 1 | 94.980.000 |
| TOTAL | | | | | | 94.980.000 |

| | | | | | | |
|--|---|-----|---|---------|----|------------------|
| 129.1.2 - Informe de evaluación expost técnica F4. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 10 | 3.877.389 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 5 | 571.268 |
| TOTAL | | | | | | 9.515.281 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|------------------|
| 129.1.4 - Informe con acciones preventivas/correctivas F4 | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 10 | 3.877.389 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 5 | 571.268 |
| TOTAL | | | | | | 6.981.969 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|------------------|
| 129.1.5 - Informe de de de aseguramiento transferencia conocimiento F4. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 10 | 3.877.389 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 5 | 571.268 |
| TOTAL | | | | | | 6.981.969 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|------------------|
| 129.1.6 - Informe de cumplimiento de indicadores del proyecto F4. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 10 | 3.877.389 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 5 | 571.268 |
| TOTAL | | | | | | 9.515.281 |

| | | | | | | |
|--|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 129.1.7 - Plan de ejecución del proyecto actualizado F4. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 60 | 23.264.334 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 60 | 15.199.873 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 60 | 15.199.873 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 10 | 1.142.535 |
| TOTAL | | | | | | 54.806.615 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 129.1.8 - Caso de negocio actualizado F4. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 10 | 3.877.389 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Ingeniero Financiero (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 2 | 228.507 |
| TOTAL | | | | | | 11.705.832 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|------------------|
| 129.1.3 - Acta de validación del cumplimiento a satisfacción de la operación del proyecto F4. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 10 | 3.877.389 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 2 | 228.507 |
| TOTAL | | | | | | 6.639.208 |

| | | | | | | |
|--|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 129.1.1 - Generación de lecciones aprendidas F4. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 10 | 3.877.389 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Ingeniero Financiero (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 2 | 228.507 |
| TOTAL | | | | | | 11.705.832 |

| | |
|--------------|----------------------|
| TOTAL | 5.202.772.403 |
|--------------|----------------------|

Cuadro No. 28: Resumen de costos fase 5 de maduración. Fuente: el autor.

| COSTOS - FASE 5 DE MADURACION DEL PROYECTO | | | | | | |
|--|---|------|------|----------|---------|-----------|
| RELACION CON CODIGOS EDT | DESCRIPCIÓN | UNID | CANT | VR. UNIT | REQUER. | COSTO |
| 130.39 - Informe de identificación de oportunidades y necesidades. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 23 | 8.917.995 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 23 | 5.826.618 |

| | | | | | | |
|--|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 130.39 - Informe de identificación de oportunidades y necesidades. | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 23 | 5.826.618 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 5 | 571.268 |
| TOTAL | | | | | | 21.142.498 |

| | | | | | | |
|--|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 130.37 - Informe de evaluación expost integral F5. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 30 | 11.632.167 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 30 | 7.599.936 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 30 | 7.599.936 |
| | Ingeniero Financiero (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 30 | 7.599.936 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 5 | 571.268 |
| TOTAL | | | | | | 35.003.244 |

| | | | | | | |
|---|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 130.38 - Generación de lecciones aprendidas F5. | Líder de proyecto (Profesional Sénior) | DIA | 1 | 387.739 | 10 | 3.877.389 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Ingeniero Financiero (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 2 | 228.507 |
| TOTAL | | | | | | 11.705.832 |

| | | | | | | |
|-------------------------------|---|-----|---|---------|----|-------------------|
| 130.40 - Cierre del proyecto. | Líder de proyecto (Profesional Senior) | DIA | 1 | 387.739 | 20 | 7.754.778 |
| | Ingeniero de proyectos (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Planeador (Profesional Junior) | DIA | 1 | 253.331 | 10 | 2.533.312 |
| | Gestor documental (Técnico Administrativo III.) | DIA | 1 | 114.254 | 10 | 1.142.535 |
| TOTAL | | | | | | 13.963.937 |
| TOTAL | | | | | | 81.815.512 |

Base de las estimaciones

Sobre las bases de las estimaciones, fueron obtenidas de información de la ingeniería conceptual, las cuales se indican a continuación:

- Metodología: Para la elaboración de los estimativos de costos del contrato de obra se utilizó la herramienta CONSTRUPLAN de ECOPETROL actualizada con la información base que permite calcular los costos de los transformadores a instalar en la refinería y los costos típicos asociados a los diferentes ítems relacionados con Tasa representativa del mercado (TRM), mano de obra local y sus factores multiplicadores, productividad local, renta de equipos, fletes, impuestos, pólizas aplicables en Colombia así como los materiales. Los costos asociados al desarrollo de ingenierías fueron el producto de los paramétricos de la Independent Project Analysis (IPA) Institute para ingenierías realizadas en Suramérica.

- Moneda: Los estimados fueron calculados en pesos colombianos, sin embargo, se pueden presentar en dólares americanos considerando una tasa representativa del mercado (TRM) de \$1780 colombianos.
- Clasificación del estimativo de costos: El estimativo de costos presentado es un Clase IV, debido a que pertenece a una Ingeniería Conceptual. El Grado Esperado de Precisión es de -20%/+40%.
- Bases de costos: En lo relacionado con las fuentes usadas para la determinación de todos los materiales y mano de obra y los costos de los equipos importados, fueron tomados de tres cotizaciones recientes de proveedores reconocidos en el país y en la industria. A todos los materiales se les aplicó el impuesto del valor agregado (IVA). La mano de obra utilizada se actualizó a salarios 2014 y se ajustó de acuerdo con las productividades regionales históricas de la refinería de Barrancabermeja. Los temas relacionados con su factor multiplicador fueron calculados en forma específica y configurados en la base de datos de CONSTRUPLAN. Los costos indirectos fueron calculados de acuerdo a los recursos a utilizar en el sitio de la obra, que deben ser considerados por la empresa contratista que se seleccione. Las PCA fueron calculadas de forma paramétrica para todos los transformadores.
- Benchmarking: Las premisas utilizadas para la generación del estimativo se han basado en la experiencia propia del Departamento de Proyectos, así como los correspondientes conceptos de los expertos que han participado en proyectos similares.
- Para todas las actividades excepto las relacionadas con actividades o paquetes de trabajo sin costo, se consideró solo el valor de la mano de obra teniendo en cuenta que la Gerencia de Proyectos y la Dirección de Abastecimiento, aportan para el personal de dedicación exclusiva del equipo del proyecto, elementos de oficina, computadores, papelería, oficinas, impresoras, teléfono, internet, entre otros elementos de logística y sus costos

son cargadas a los gastos de operación de estas dependencias y no deben ser incluidos en el presupuesto del proyecto.

4.4.3. Determinar el Presupuesto.

El proceso de determinar el presupuesto consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo, para establecer la línea base de costos autorizada. En este proceso como insumo se tienen en cuenta lo establecido en el plan de gestión de costos, la línea base del alcance, la estimación de costos de las actividades, la base de las estimaciones, resultados de los procesos de gestión del tiempo, registro de riesgos, acuerdos y activos de los procesos de la organización. El desarrollo de este proceso, por lo general, se realiza mediante la utilización de herramientas y técnicas como agregación de costos, análisis de reservas, juicio de expertos, relaciones históricas y conciliación del límite de financiamiento. Como resultado se obtiene la línea base de costos, requisitos de financiamiento del proyecto y actualizaciones a los documentos del proyecto.

De igual manera, como en el proceso de estimación del costo de las actividades desarrollado en el numeral anterior, para la fase 2 de maduración, en la que se encuentra el proyecto y para la cual se desarrolla el presente PFG, se cuenta con la Ingeniería Conceptual para el mejoramiento de la confiabilidad de los transformadores de potencia de la refinería de Barrancabermeja, la cual fue elaborada por el Departamento de Ingeniería de la Gerencia de Proyectos.

Línea base de costos

A continuación se presenta el resumen de la línea base de costos para el proyecto, excluida cualquier reserva de gestión. Lo anterior, extraído de los costos calculados e incluidos en la ingeniería conceptual del proyecto:

Cuadro No. 29: Línea Base de costos del proyecto. Fuente: Ingeniería conceptual del proyecto de ECOPETROL S.A.

| CODIGO | Nombre de tarea | Valor |
|---|------------------------|-----------------------|
| 127 | FASE 2 | 65.130.871 |
| 128 | FASE 3 | 5.932.714.574 |
| 129 | FASE 4 | 5.202.772.403 |
| 130 | FASE 5 | 81.815.512 |
| TOTAL FASES 2 A LA 5 | | 11.282.433.360 |
| CONTINGENCIA DEL PROYECTO (5%) | | 564.121.668 |
| ESCALACION DEL PROYECTO (3,4%) | | 383.602.734 |
| TOTAL PRESUPUESTO DEL PROYECTO EN PESOS COLOMBIANOS | | 12.230.157.762 |
| TOTAL PRESUPUESTO DEL PROYECTO EN DOLARES (TRM = 1780) | | 6.870.875 |

Para el cálculo de la Contingencia de acuerdo con los resultados del análisis semi- cuantitativo de los riesgos, para este proyecto su riesgo es catalogado como alto (H) y de acuerdo con la herramienta para realizar el análisis semi-cuantitativo el caso más desfavorable son contingencias del 5% del valor del proyecto, que es el porcentaje usado en el cuadro anterior. Para el caso de la escalación se toma el porcentaje usado en la ingeniería conceptual para el estimado de los costos de las compras mayores y obras de montaje el cual es del 3,4%.

Requisitos de financiación del proyecto.

El Proyecto no cuenta con financiación externa, por lo tanto ECOPETROL S.A. asumirá los costos totales para la ejecución.

4.4.4. Controlar los costos.

Este es el proceso mediante el cual se monitorea el estado del proyecto para actualizar sus costos y gestionar cambios de la línea base de costo según el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Las entradas requeridas para este proceso pueden los planes de gestión del proyecto, los requisitos de financiamiento del proyecto, los datos de desempeño del trabajo y activos de los procesos de la organización. Pueden usarse herramientas y técnicas para gestionar este proceso como gestión

del valor ganado, pronósticos, índice de desempeño del trabajo por completar, revisiones de desempeño, software de gestión de proyectos y análisis de reservas. Como resultado de este proceso se obtiene información de desempeño del trabajo, pronósticos de costos, solicitudes de cambio, actualizaciones a los planes de gestión del proyecto, actualizaciones a los documentos del proyecto y actualizaciones a los activos de los procesos de la organización.

Para el presente proyecto, se deberá seguir los lineamientos del plan de gestión de los costos el cual establece que para realizar el control de los costos se debe seguir la técnica del valor ganado mediante la cual se calculan los valores e indicadores para medir la gestión como el Valor Ganado (EV Earned Value), Variación en Costo (CV Cost Variance), Variación en Programa (SV Schedule Variance), Índice de Desempeño en Costos (CPI Cost Performance Index), Índice de Desempeño en Programa (SPI Schedule Performance Index) e Índice de Desempeño (PI Performance Index).

Para el seguimiento y control de los costos (y cronograma) del proyecto se han de emitir informes semanales en el cual se indique: El avance del proyecto en porcentaje, presentación de los indicadores del proyecto, análisis de los indicadores del proyecto, análisis de proyecciones, planes de acción para corregir desviaciones.

En caso de requerirse cambios al proyecto, producto de las salidas del proceso controlar los costos, los cambios se deben tramitar de acuerdo con las directrices del documento interno ECP-DPY-P-003 "PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS" el cual define el proceso sistemático para gestionar los cambios que surgen durante la ejecución de proyectos en ECOPEPETROL, que permite evaluar su impacto, tomar decisiones, controlar las desviaciones en alcance, tiempo, costo y calidad, e identificar las causales que generan cambios, susceptibles de incorporación, como lecciones aprendidas y prácticas de mejora continua. (Ver Anexo 5).

4.5. Plan Gestión de la Calidad.

4.5.1. Planificar la gestión de calidad.

Durante el proceso de planificar la calidad, se establece la manera como se deben cumplir los requisitos de calidad para el proyecto. Lo anterior, con base en la identificación de requisitos proporcionados por los diferentes interesados del proyecto, que son entradas alienadas a las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

Todos los documentos internos de ECOPETROL que se mencionan en este numeral existen y funcionan, sin embargo no se anexan al presente PFG debido a restricciones de derechos de reproducción.

Plan de Gestión de la calidad

- **Suministro de equipos**

En cuanto al suministro de los transformadores estos deben cumplir con la siguiente normatividad:

Norma principal

- ANSI / IEEE C57.12.00- 2000 “General Requirements for Liquid Immersed Distributions Power and Regulating Transformers”.

Normas complementarias

- NEMA TR-1 –1980-1993 (R2000), “Transformers, Regulators And Reactors”.
- ANSI / IEEE C57.13.70 1.9 / 1986, “Standard Requirements for Instruments Transformers”.
- ANSI / IEEE C57.12.70-2000 (R2006), “Terminal Markings and connections for Distribution and Power Transformers”.
- ANSI C57.12.76: “Integral Air-Filled Junction Boxes for Cable Termination for Power Transformers.”

- IEEE Std C57.12.80 -2002, IEEE Standard Terminology for Power and Distribution Transformers.
- IEEE Std. C57.19.01-2000, "IEEE Standard Performance Characteristic and Dimensions for Outdoor Apparatus Bushings".

Normas Para Ensayos

- ANSI C57.12.90-1999, "IEEE Standard Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers and IEEE Guide for short-circuit testing of Distribution and Power Transformers".
- ANSI C57.106 -2002: "Guide for Acceptance and Maintenance of Insulating Oil in Equipment".
- ASTM D3487-00 "Standard Specification for Mineral Insulating oil used in Electrical Apparatus".
- ANSI/IEEE C57.98-1.993: "Guide for Transformer Impulse Tests".
- ASTM D117-1.986: "Test Methods and Specifications for Electrical Insulating Oils of Petroleum Origin".
- IEEE Std C57.12.80 -2002, IEEE Standard Terminology for Power and Distribution Transformers.

Así mismo, los transformadores deben cumplir con los requerimientos establecidos en el documento interno ECP-VST-P-ELE-ET-001 "ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA". Este documento define las especificaciones técnicas exigidas por ECOPETROL S.A. para la adquisición de transformadores eléctricos de potencia, con capacidad mayor o igual a 500 KVA y menor o igual a 10 MVA. Contiene los requisitos técnicos específicos para el diseño, fabricación, pruebas en fábrica, entrega en el sitio, pruebas en sitio y puesta en servicio para transformadores de potencia, a instalarse en los sistemas de distribución Eléctricos de ECOPETROL S.A.

Para el suministro de los equipos se debe cumplir con las marcas aceptadas por ECOPETROL S.A., para este tipo de equipos, las cuales se encuentran establecidas en el documento interno ECP-VIN-G-GEN-MT-002 “MANUAL DE MARCAS ACEPTADAS”.

- **Elaboración de ingenierías**

Para el desarrollo de las Ingenierías Básica y Detallada, han de seguir las directrices del documento interno ECP-VST-G-GEN-PT-001 “PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE INGENIERIAS EN ECOPETROL S.A” cuyo objeto es el de describir el proceso de para la elaboración de ingenierías y que aplica para todas las ingenierías conceptuales, básicas, básicas Front End y detalladas que se desarrollan en ECOPETROL S.A.

Para la elaboración de planos de igual manera se han de seguir las directrices establecidas en el documento interno ECP-VST-G-GEN-IT-002 “INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACION DE PLANOS”, el cual estandariza e integra los parámetros básicos y generales para la representación y presentación de planos, aplicable a todos los diseños y productos de ingeniería en ECOPETROL S.A.

- **Construcción y montaje y disposición final de los equipos**

Durante esta etapa, al Contratista de montaje que se seleccione, se le debe exigir el cumplimiento de las directrices establecidas en el documento interno VRP-DPY-I-008 “INSTRUCTIVO DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD DE CONTRATOS EN EJECUCIÓN” cuyo objetivo es estandarizar los requerimientos de aseguramiento y control de calidad para que sean tenidos en cuenta para todos los contratos. Este documento aplica para los contratos de reposición de equipos con el fin de garantizar la calidad de los trabajos y establecer la confiabilidad e integridad previamente y durante el comisionamiento de los equipos.

Así mismo, con el fin de asegurar la totalidad de la documentación técnica que se genere producto de la ejecución del proyecto, se debe exigir al Contratista de

montaje el cumplimiento de las directrices establecidas en el documento interno ECP-GTD-P-001 “PROCEDIMIENTO DE TERMINACION A LA CONSTRUCCIÓN – DOSSIER DE CONSTRUCCIÓN”, el cual contribuye al cumplimiento de las etapas de Precomisionamiento y Comisionamiento del proyecto, mediante el aseguramiento de información estandarizada, ordenada y confiable.

Para la disposición final de los equipos retirados, para tramitar la logística inversa de los mismos, se siguen las directrices establecidas en el documento interno GAB-I-036 “INSTRUCTIVO PARA LA GESTION DE RESIDUOS, ACTIVOS Y/O MATERIALES NO REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN” que establece el procedimiento para realizar la enajenación o disposición final de Materiales y Activos No Requeridos para la Operación y los residuos generados en las áreas de ECOPETROL S.A para que sean utilizados por la empresa o por terceros de una forma acorde al ordenamiento legal obteniendo beneficios económicos y/o generando desarrollo sostenible (mitigando impacto ambiental o generando bienestar social), y con eventuales beneficios en reputación e imagen empresarial.

- **Transferencia de conocimiento y cierre**

Para asegurar la transferencia de conocimiento, el equipo del proyecto debe aplicar lo señalado en el documento VRP-DPY-I-603 “INSTRUCTIVO PARA LA ENTREGA Y RECIBO DE UN PROYECTO” cuyo objetivo principal es el de definir los lineamientos a seguir para realizar la entrega y recibo de un proyecto a fin de asegurar la operabilidad, mantenibilidad y costos de los activos durante su ciclo de vida.

Cuadro No. 30: Métricas de calidad. Fuente: el autor.

| POLÍTICA DE CALIDAD | OBJETIVOS DE CALIDAD | INDICADOR | RESPONSABLE | FRECUENCIA DE EVALUACIÓN | META |
|---|---|--|----------------------|---------------------------------|-------------|
| 1. Satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes internos | Cumplir el plazo y el alcance del proyecto. | Porcentaje de requisitos o especificaciones cumplidos. | Director de Proyecto | Mensual | 100% |
| | | Porcentaje de plazos intermedios cumplidos. | Director de Proyecto | Mensual | 100% |

| POLÍTICA DE CALIDAD | OBJETIVOS DE CALIDAD | INDICADOR | RESPONSABLE | FRECUENCIA DE EVALUACIÓN | META |
|---|--|--|----------------------|--|--------------------------------|
| | | Número de adiciones de plazo | Director de Proyecto | Mensual | 0 |
| | Cumplir con el presupuesto del proyecto. | Porcentaje de actividades cumplidas sin adición injustificada de presupuesto. | Director de Proyecto | Mensual | 100% |
| | | Porcentaje de actividades con adición de presupuesto sin mayor alcance. | Director de Proyecto | Mensual | 0% |
| 2. Ejecución del proyecto económicamente viable | Obtener los contratos dentro de parámetros financieros aceptables. | Relación mensual Facturación / Costo del proyecto. | Director de Proyecto | Mensual | Mayor a 1.5 |
| | | Porcentaje de facturas emitidas según fecha prevista en el contrato. | Director de Proyecto | Semestral | 90% |
| 3. Disponer de un equipo humano competente. | Obtener aprobación del personal del equipo del proyecto | Porcentaje de personas aprobadas sobre las presentadas. | Director de Proyecto | Al inicio del proyecto | 100% |
| 4. Generar confianza con base en la ética y el buen desempeño de sus profesionales | Prestar un excelente servicio. | Evaluación del servicio. | Director de Proyecto | Anual. Al menos una vez dentro del proyecto | Calificación bueno o excelente |
| 5. Aumentar la eficacia y eficiencia a través del mejoramiento continuo de los procesos | Disminuir quejas presentadas por los clientes. | Número de quejas presentadas por los clientes internos. | Director de Proyecto | Mensual | 0 |
| | Disminuir el número de productos No conformes. | Porcentaje de entregable no recibidos por los clientes internos sobre los presentados. | Director de Proyecto | Bimestral | Menos de 20% |

| POLÍTICA DE CALIDAD | OBJETIVOS DE CALIDAD | INDICADOR | RESPONSABLE | FRECUENCIA DE EVALUACIÓN | META |
|---------------------|----------------------|---|----------------------|--------------------------|------------|
| | | Reproceso de planos antes de la entrega. (Número de impresiones adicionales a las entregadas sobre número de planos). | Director de Proyecto | Bimestral | Menos de 3 |

4.5.2. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad se realiza con el fin de determinar si las actividades del proyecto cumplen con las políticas, procesos y procedimientos establecidos para el desarrollo del proyecto, de acuerdo con los lineamientos recomendados por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para esto se realizan auditorías, previo aviso al futuro auditado, a los diferentes procesos del proyecto: entregables de cada fase de maduración del proyecto, elaboración de ingenierías, proceso de adquisición de equipos, etapa de construcción, montaje y disposición final de los equipos retirados, transferencia de conocimiento y cierre. En estas auditorías se presta especial atención a lo relacionado con cumplimiento de políticas y procedimientos establecidos para el desarrollo del proyecto. Las auditorías deben ser realizadas según la norma NTC-ISO 19011.

4.5.3. Control de la calidad

Según el el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), para la realización del control de la calidad se realizan actividades de verificación de entregables de tal manera que se confirme el cumplimiento de los requerimientos y especificaciones técnicas establecidos para el desarrollo del proyecto especialmente para la elaboración de los diferentes entregables de las fases de maduración del proyecto, ingenierías, proceso de adquisición de equipos, etapa de construcción, montaje y disposición final de los equipos retirados, transferencia de conocimiento y cierre. Se incluye la

verificación de resultados de pruebas y ensayos no destructivos, certificados de calidad de equipos y materiales utilizados, certificados de calibración de equipos de prueba y medición, revisión de documentación técnica generada durante el suministro e instalación de los equipos de acuerdo con las especificaciones técnicas requeridas.

Mediante el control de calidad se corrobora la exactitud de los entregables y su cumplimiento con los requisitos de calidad especificados para los entregables para posteriormente, como entrada del proceso de Validar Alcance se formalice la aceptación de los diferentes entregables del proyecto.

4.6. Gestión de los recursos humanos.

La gestión de recursos humanos incluye los procesos con los que se pretende organizar, gestionar y conducir al equipo del proyecto según lo establece el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para el presente PFG se incluyen los procesos de planificar la gestión de los recursos humanos para identificar y documentar los roles y sus responsabilidades dentro del proyecto y la creación del plan para la gestión del personal; el proceso de adquirir el equipo del proyecto para la consecución del equipo necesario para completar las actividades del proyecto; el proceso de desarrollar el equipo del proyecto sobre el mejoramiento de las competencias del equipo, la interacción entre los miembros del equipo y el ambiente general del equipo para el logro de un mejor desempeño del proyecto; y el proceso de dirigir el equipo del proyecto para realizar el seguimiento al desempeño de los miembros del equipo, proporcionar retroalimentación, resolver problemas y gestionar cambios con el fin de optimizar el desempeño del proyecto.

4.6.1. Planificar la gestión de los recursos humanos.

En este proceso se identifica y se documentan los roles dentro del proyecto y sus responsabilidades, las relaciones de comunicación y se crea un plan para

gestionar el personal del proyecto según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para su desarrollo se tiene en cuenta los procesos de gestión aplicados, los recursos requeridos para las actividades, así como los factores ambientales de la empresa y los activos de los procesos de la organización que aplique. Para el desarrollo de este proceso se usan herramientas técnicas como juicio de expertos, reuniones, organigramas y matriz RACI. Como resultado se obtiene el Plan de gestión de recursos humanos el cual se debe complementar y actualizar en las siguientes fases de maduración del proyecto.

Plan de gestión de recursos humanos

Como resultado del proceso de planificar la gestión de los recursos humanos, se obtiene el siguiente organigrama para el desarrollo del proyecto:

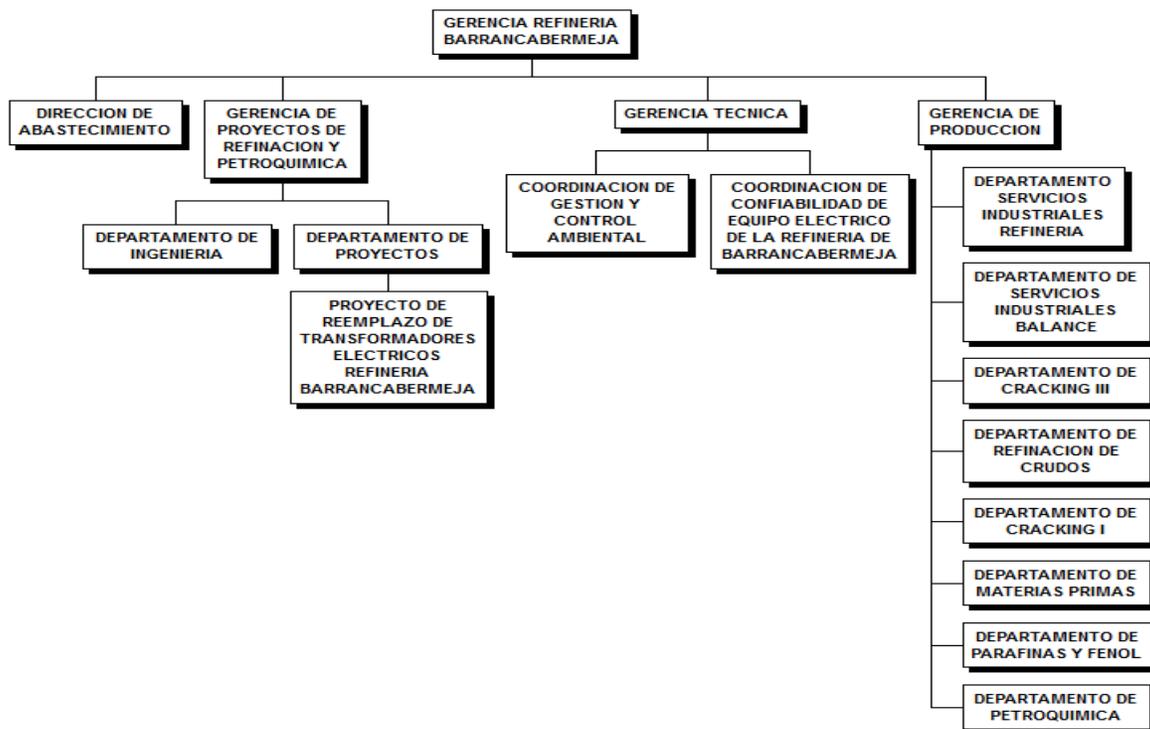


Figura 28: Organigrama del proyecto. Fuente: el autor

De igual forma, en el presente Plan de gestión de recursos humanos se resumen los roles y responsabilidad dentro del proyecto en la siguiente matriz RACI:

Cuadro No. 31: Matriz RACI. Fuente: el autor.

| DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD | GERENTE GENERAL DE LA REFINERIA | GERENTE TECNICO COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO | LIDER TECNICO | GERENTE DE PRODUCCION JEFES DE DEPARTAMENTO AREAS OPERATIVAS DE LA REFINERIA | GERENTE DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROYECTOS | LIDER DE INGENIERIA | ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL DE DISEÑO | LIDER DEL PROYECTO | INGENIEROS DE PROYECTOS | INGENIERO FINANCIERO | LIDER DE CONSTRUCCION | PLANEADOR | INGENIEROS ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL | GESTOR DOCUMENTAL | LIDER DE COMPRAS Y CONTRATACION | COORDINADOR DE GESTION Y CONTROL AMBIENTAL | ADMINISTRADOR CONTRATOS DE COMPRA | ADMINISTRADOR CONTRATO DE OBRA |
|--|---------------------------------|--|---------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------------|---|--------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------|--|-------------------|---------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| GESTION DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración, revisión y aprobación de entregables de las Fase 2, 3, 4 y 5 de maduración del proyecto – Cod. EDT: 127, 128, 129 y 130. | I | I | I | I | I | I | I | C | R | A | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R |
| Presentación y aprobación del nivel de definición del proyecto de las Fase 2 y 3 de maduración del proyecto. – Cod. EDT: 127.17.9 y 128.14.25 | | I | I | I | I | A | I | I | I | R | R | C | I | R | I | R | I | I | | |
| Define las estrategias de planeación, presupuesto, programación, control, ejecución y cierre del Proyecto. - Cod. EDT: 127 y 128 | | | C | C | | C | C | C | C | A | R | C | C | R | C | | C | C | | |
| Aprobación de las diferentes fases de maduración del proyecto. - Cod EDT: 127.12 y 128.41 | A | I | I | I | I | I | I | I | I | R | I | I | I | I | I | | I | I | | |
| Elaboración de documentos, solicitud y aprobación de los cambios del proyecto. – Cod EDT: 127.17.4, 129.1.7 y 128.14.1 | A | I | I | C | I | C | C | C | C | R | R | R | I | R | I | | C | C | | |
| Actualiza y apoya la ejecución de las estrategias de planeación, presupuesto, programación, control, ejecución y cierre del Proyecto. - Cod. EDT: 127 y 128. | | | I | I | | I | C | C | C | C | C | A | R | R | R | R | R | C | C | |

| DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD | GERENTE GENERAL DE LA REFINERIA | GERENTE TECNICO COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICOS | LIDER TECNICO | GERENTE DE PRODUCCION JEFES DE DEPARTAMENTO AREAS OPERATIVAS DE LA REFINERIA | GERENTE DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROYECTOS | LIDER DE INGENIERIA | ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL DE DISEÑO | LIDER DEL PROYECTO | INGENIEROS DE PROYECTOS | INGENIERO FINANCIERO | LIDER DE CONSTRUCCION | PLANEADOR | INGENIEROS ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL CONSTRUCCION | GESTOR DOCUMENTAL | LIDER DE COMPRAS Y CONTRATACION | COORDINADOR DE GESTION Y CONTROL AMBIENTAL | ADMINISTRADOR CONTRATOS DE COMPRA | ADMINISTRADOR CONTRATO DE OBRA |
|--|---------------------------------|---|---------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------------|---|--------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------|---|-------------------|---------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| Elaboración, revisión y aprobación de cálculos para diseño de equipos y obras de infraestructura requeridas. – Cod. EDT: 128.11 y 129.27.14.19. | | I | C | | I | I | I | A | R | C | C | | I | I | I | | | | | |
| Elaboración, revisión y aprobación de especificaciones, data sheet de equipos y documentos técnicos. – Cod. EDT: 128.11 | | I | C | | I | I | I | A | R | C | C | | I | I | I | | | | | |
| Revisión y aprobación de planos de ingeniería. – Cod. EDT: 128.11 y 129.27.14.19. | | I | C | | I | I | I | A | R | C | C | | I | I | I | | | | | |
| Participación en los Talleres de Constructibilidad y revisión y aprobación del Informe de Constructibilidad para cada uno de los trabajos que se adelanten. – Cod. EDT: 128.11 y 129.27.14.19. | | I | C | I | I | I | I | A | R | C | C | | C | C | C | | | C | | |
| Revisión y aprobación del tipo de pruebas que se deben adelantar durante las actividades de Precommissioning, Commissioning y Puesta en Servicio del sistema. - Cod. EDT: 128.11 y 129.27.14.19. | | I | C | I | I | I | I | A | R | C | C | | C | C | C | | | | | |
| Verificar, comentar y aprobar todos los documentos que se generen durante el desarrollo de la ingeniería en cada una de las especialidades. – Cod. EDT: 128.11 y 129.27.14.19. | | I | C | I | I | I | I | A | R | C | C | | C | C | C | | | I | | |
| Verificación de la inclusión y/o integración de los comentarios realizados a la Ingeniería en cada una de las especialidades. – Cod. EDT: 128.11 y 129.27.14.19. | | I | I | I | I | I | I | A | R | I | I | | I | I | I | | | I | | |

| DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD | GERENTE GENERAL DE LA REFINERIA | GERENTE TECNICO COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICOS | LIDER TECNICO | GERENTE DE PRODUCCION JEFES DE DEPARTAMENTO AREAS OPERATIVAS DE LA REFINERIA | GERENTE DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROYECTOS | LIDER DE INGENIERIA | ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL DE DISEÑO | LIDER DEL PROYECTO | INGENIEROS DE PROYECTOS | INGENIERO FINANCIERO | LIDER DE CONSTRUCCION | PLANEADOR | INGENIEROS ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL CONSTRUCCION | GESTOR DOCUMENTAL | LIDER DE COMPRAS Y CONTRATACION | COORDINADOR DE GESTION Y CONTROL AMBIENTAL | ADMINISTRADOR CONTRATOS DE COMPRA | ADMINISTRADOR CONTRATO DE OBRA |
|---|---------------------------------|---|---------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------------|---|--------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------|---|-------------------|---------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| Seguimiento al registro de cambios que se produzcan durante el desarrollo de la Ingeniería Detallada. Elaborar informes del estado de la revisión de los documentos de ingeniería (planos, especificaciones técnicas, memorias de cálculo, etc.), y demás actividades. – Cod. EDT: 128.11 y 129.27.14.19. | | I | I | I | I | I | I | A | R | I | I | | I | I | I | | | I | | |
| COMPRA DE TRANSFORMADORES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realización, evaluación y generación de órdenes de compra del proceso de selección de proveedores. - Cod. EDT: 128.15.11 y 128.15.4 | | I | I | I | I | I | I | I | I | I | C | | I | I | I | | R, A | | | |
| Asignación de administradores de las órdenes de compra. - Cod. EDT: 128.15.11 | | I | I | I | I | I | I | I | I | I | C | | I | I | I | | R, A | | I | |
| Realización y aprobación de pagos de proveedores. - Cod. EDT: 128.15.4 | | | | | | I | I | | | I | I | I | I | I | I | | I | | R, A | |
| Verificación, recibo y control de la calidad de los equipos suministrados por los proveedores. - Cod. EDT: 128.15.11 y 128.15.4 | | I | I | I | | I | I | I | I | C | I | I | I | I | R | I | I | | A | |
| Finalización y cierre de órdenes de compra. - Cod. EDT: 128.15.11 y 128.15.4 | | I | I | I | | I | I | I | I | C | I | I | C | I | C | I | I | | A | |
| OBRAS DE MONTAJE DE TRANSFORMADORES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realización, evaluación y generación de contrato de montaje del proceso de selección del contratista. – Cod. EDT: 129.27.14.20 | | I | I | I | I | I | I | I | I | I | C | I | I | I | C | I | R, A | I | | |

| DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD | GERENTE GENERAL DE LA REFINERIA | GERENTE TECNICO COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICOS | LIDER TECNICO | GERENTE DE PRODUCCION JEFES DE DEPARTAMENTO AREAS OPERATIVAS DE LA REFINERIA | GERENTE DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROYECTOS | LIDER DE INGENIERIA | ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL DE DISEÑO | LIDER DEL PROYECTO | INGENIEROS DE PROYECTOS | INGENIERO FINANCIERO | LIDER DE CONSTRUCCION | PLANEADOR | INGENIEROS ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL CONSTRUCCION | GESTOR DOCUMENTAL | LIDER DE COMPRAS Y CONTRATACION | COORDINADOR DE GESTION Y CONTROL AMBIENTAL | ADMINISTRADOR CONTRATOS DE COMPRA | ADMINISTRADOR CONTRATO DE OBRA |
|--|---------------------------------|---|---------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------------|---|--------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------|---|-------------------|---------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| Asignación de administrador del contrato de montaje. – Cod. EDT: 129.27.14.20 | | I | I | I | I | I | I | I | I | I | C | I | I | I | I | I | R, A | | | I |
| Firma de Acta de Inicio del contrato de montaje. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | | R, A |
| Realización y aprobación de pagos. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | I | I | | | | C | I | I | C | C | C | I | I | | | R, A |
| Revisión, monitoreo y seguimiento al PDT del Contratista. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | I | | | | I | | | I | R | R | I | | | | I |
| Revisión de avance de obra. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | I | | | | I | | | I | R | R | I | | | | I |
| Organización y elaboración de actas de reuniones de coordinación de los trabajos de obra. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | R | C | R | R | | | | I |
| Verificación del programa diario de trabajo del Contratista. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | R | R | R | I | | | | I |
| Inspección, Verificación y control de trabajos y pruebas en campo de acuerdo con normas y especificaciones técnicas y procedimientos constructivos aprobados. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | I | I | R | I | | | | I |
| Verificación de recursos utilizados por el Contratista. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | R | R | R | I | | | | I |
| Verificación y aprobación de Cantidades de Obra. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | A | R | C | | | | | I |
| Monitoreo, seguimiento, recolección y/o verificación de reportes de campo. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | I | R | C | I | | | | |

| DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD | GERENTE GENERAL DE LA REFINERIA | GERENTE TECNICO COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICOS | LIDER TECNICO | GERENTE DE PRODUCCION JEFES DE DEPARTAMENTO AREAS OPERATIVAS DE LA REFINERIA | GERENTE DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROYECTOS | LIDER DE INGENIERIA | ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL DE DISEÑO | LIDER DEL PROYECTO | INGENIEROS DE PROYECTOS | INGENIERO FINANCIERO | LIDER DE CONSTRUCCION | PLANEADOR | INGENIEROS ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL CONSTRUCCION | GESTOR DOCUMENTAL | LIDER DE COMPRAS Y CONTRATACION | COORDINADOR DE GESTION Y CONTROL AMBIENTAL | ADMINISTRADOR CONTRATOS DE COMPRA | ADMINISTRADOR CONTRATO DE OBRA |
|---|---------------------------------|---|---------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------------|---|--------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------|---|-------------------|---------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| Diligenciamiento de bitácora diaria de obra. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | I | I | R | | | | | |
| Elaboración de informes diarios de especialistas civil y eléctrico. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | I | I | R | I | | | | |
| Revisión de informes de obra del Contratista. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | I | R | C | | | | | |
| Verificación de los registros del Contratista. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | C | R | R | I | | | | |
| Revisión de documentos y planos as built de ejecución del Proyecto. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | C | I | R | I | | | | |
| Llevar relación de novedades del Contrato y formular las recomendaciones que sean el caso. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | R | C | C | I | | | | A |
| Revisión y registros de propuestas de cambio. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | C | C | C | C | R | C | C | R | C | C | I | | | | A |
| Control de documentación contractual. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | R | R | R | R | | | | A |
| Revisión, organización, custodia y entrega de la documentación manejada durante el Contrato. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | I | I | I | R | | | | I |
| Control de comunicaciones. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | R | I | I | R | | | | I |
| Seguimiento del Plan de Calidad del Contratista. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | C | I | R | | | | | I |
| Reporte de No Conformidades o hallazgos. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | I | | | C | I | R | I | | | | I |

| DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD | GERENTE GENERAL DE LA REFINERIA | GERENTE TECNICO | COORDINADOR DE CONFIABILIDAD DE EQUIPO ELECTRICOS | LIDER TECNICO | GERENTE DE PRODUCCION | JEFES DE DEPARTAMENTO AREAS OPERATIVAS DE LA REFINERIA | GERENTE DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS | JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE PROYECTOS | LIDER DE INGENIERIA | ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL DE DISEÑO | LIDER DEL PROYECTO | INGENIEROS DE PROYECTOS | INGENIERO FINANCIERO | LIDER DE CONSTRUCCION | PLANEADOR | INGENIEROS ESPECIALISTAS ELECTRICO Y CIVIL CONSTRUCCION | GESTOR DOCUMENTAL | LIDER DE COMPRAS Y CONTRATACION | COORDINADOR DE GESTION Y CONTROL AMBIENTAL | ADMINISTRADOR CONTRATOS | DE COMPRA | ADMINISTRADOR CONTRATO DE OBRA | |
|--|---------------------------------|-----------------|---|---------------|-----------------------|--|----------------------|-----------------------------------|---|---------------------|---|--------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------|---|-------------------|---------------------------------|--|-------------------------|-----------|--------------------------------|------|
| Revisión y seguimiento del plan de HSE del Contratista. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | | | I | | | R | R | R | I | | | | | | I |
| Revisión de los reportes de accidentes ocurridos en el Proyecto. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | | | I | | | R | R | R | I | | | | | | I |
| Participación en la investigación de los accidentes que puedan ocurrir en el Proyecto. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | C | | | | R | | | R | R | R | I | | | | | | I |
| Presentación de los informes semanales y mensuales sobre el desarrollo del Contrato y avance de las obras, detallando el control de la programación, flujo de dinero, calidad de la obra y aspectos de seguridad. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | A | R,C | C | I | I | I | | | | I |
| Realizar evaluación al contratista de montaje. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | | | | | | | | | | | | C | | | C | | | | I | | | | | A |
| Suscribir Acta de Finalización. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | | C | C | C | | I | I | | | | R, A |
| Entregar formalmente nuevas instalaciones al operador. – Cod. EDT: 129.27.14.19 | I | I | A | C | I | C, A | I | I | I | I | I | R | I | I | I | I | I | I | I | I | | | | I |

NOMENCLATURA:

- R: Responsable por ejecutar la actividad.
- A: Aprueba el desarrollo de la actividad.
- C: Es consultado sobre el desarrollo de la actividad.
- I: Es informado sobre el resultado de la actividad.

Plan para gestionar el personal

Este plan es un componente del plan de gestión de los recursos humanos en el cual se indica cómo se adquiere el personal, calendario y el plan de liberación del personal.

Adquisición de personal: Los recursos de personal para el desarrollo del proyecto deben ser de ECOPETROL, es decir, que los recursos deben ser internos excepto el personal asociado a los proveedores para las compras de los equipos y del contratista de montaje para la realización de las obras de reemplazo de los equipos. El personal de los proveedores y contratista de montaje se proporciona por ellos y será de su entera responsabilidad.

De acuerdo con la matriz RACI, en ella se definen los roles que son los encargados de proporcionar y asignar el personal para el desarrollo del proyecto, por lo que el líder del proyecto se encarga de realizar las gestiones pertinentes y realizar las solicitudes de manera formal ante estas personas que tienen la autoridad para la asignación de las personas requeridas para el desarrollo del proyecto.

Calendario de recursos: Los recursos que se asignan a laborar con dedicación exclusiva en el desarrollo del proyecto deben realizar sus actividades en horario de lunes a viernes. Sin embargo, si es necesario, de acuerdo con las necesidades de tiempo de acuerdo con el cronograma del proyecto, los recursos se pueden programar para trabajos los días sábados, domingos y festivos con el ánimo de dar cumplimiento a los plazos establecidos. Para trabajos en los días sábados, domingos y festivos el líder del proyecto solicita a la persona que asignó los recursos, la respectiva autorización. Los recursos para la ejecución de las obras de montaje deben laborar dentro de las instalaciones de la refinería en los horarios según se establezca en los documentos del proceso de selección, los cuales se elaborarán en la Fase 4 de maduración del proyecto.

Evaluación de desempeño: Las personas de la organización asignadas al proyecto, son evaluadas por el personal que tiene la autoridad para asignarlos al desarrollo del proyecto teniendo en cuenta sus responsabilidades rutinarias y las asignaciones a los diferentes proyectos de la refinería. Para el caso del personal dependiente de la Gerencia de Proyectos, estas personas son evaluadas por el Jefe del Departamento de Proyectos en conjunto con los líderes de los proyectos a los que fueron asignadas. El líder del proyecto puede participar en las evaluaciones de desempeño de las personas del equipo que hacen parte de la Gerencia de Proyectos. Para el desarrollo del presente PFG no es posible acceder a la información sobre las metodologías de evaluación que se aplican por cada dependencia por ser de carácter confidencial.

Necesidades de capacitación: Cada una de las personas de equipo del proyecto, que pertenecen a diferentes dependencias de la organización, acuerda metas de capacitación anual con los jefes de las diferentes dependencias a las cuales pertenecen, sin embargo, el líder del proyecto con base en el desempeño que demuestre cada miembro de equipo puede recomendar capacitaciones; estas solicitudes de capacitación deben ser efectuadas por el líder del proyecto dirigidas a los diferentes jefes de áreas de manera formal.

Recompensas: Las personas de equipo del proyecto, que pertenecen a diferentes dependencias de la organización, acuerda metas con el jefe de cada área a la cual pertenecen y según su desempeño se acuerdan bonificaciones económicas y tiempos de vacaciones. Para el desarrollo del presente PFG no es posible acceder a la información sobre las metodologías de recompensas que se otorgan en la organización y que se aplican por cada dependencia por ser de carácter confidencial.

Plan de liberación del personal: Los recursos asignados al proyecto de dedicación parcial como lo son: el Gerente General de la Refinería, Gerente Técnico, Coordinador de Confiabilidad de Equipo Eléctrico, Líder Técnico, Gerente de

Producción, Jefes de Departamento de Áreas Operativas de la Refinería, Gerente de Proyectos, Jefe de Departamento de Proyectos, Jefe de Departamento de Ingeniería de Proyectos, Líder de Ingeniería, Especialistas Eléctrico y Civil de Diseño, Ingeniero Financiero, Líder de Compras y Contratación, Gestor Documental, Coordinador de Gestión y Control Ambiental, Administrador Contratos de Compra y Administrador Contrato de Obra; son recursos que realizan otras tareas para la organización o están asignados a otros proyectos, por lo tanto se liberan tan pronto sea cerrado el proyecto para que continúen con sus demás asignaciones y se les pueda encomendar otras tareas relacionadas con otros proyectos.

En cuanto a los recursos de dedicación exclusiva como son: Líder del Proyecto, Ingenieros de Proyectos, Líder de Construcción, Planeador, Ingenieros Especialistas Eléctrico y Civil de Construcción; generalmente son recurso propio pero contratados por la organización para la maduración y ejecución de proyectos, por lo tanto tan pronto se finalice la Fase 5 del proyecto, se asignan a otros proyectos.

La liberación del personal de dedicación parcial como exclusiva se debe efectuar de manera formal, es decir, terminadas las labores del personal para el desarrollo del proyecto, debe notificársele por escrito que sus funciones para el proyecto han finalizado. Estas comunicaciones deben dirigirse con copia al superior inmediato del personal que realiza funciones ya sea de dedicación parcial o total para el proyecto.

4.6.2. Adquirir el equipo del proyecto.

El objetivo de este proceso es confirmar la disponibilidad de los recursos humanos y obtener el equipo necesario para la realización de las actividades del proyecto según el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para su desarrollo se tiene en cuenta lo señalado en el plan de gestión de recursos humanos, así como los factores ambientales de la empresa y los activos de los procesos de la organización que aplique. Para el desarrollo de este proceso se usan herramientas de negociación y

adquisición para obtener las asignaciones del personal al proyecto con su respectivo calendario de recursos.

Para el caso del presente PFG, este se limita a la elaboración del plan de gestión de los recursos humanos, teniendo en cuenta que el proyecto se encuentra en la Fase 2 de maduración. Como entregable de esta fase de maduración y de la Fase 3, que no es resorte del PFG, se debe tramitar la Formalización del equipo del proyecto. Sin embargo, para la realización de esta gestión por parte del líder del proyecto, se deben seguir los lineamientos del plan de gestión de recursos humanos según el numeral 4.6.1.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el proceso de adquirir el equipo del proyecto se complementa y se actualiza una vez se formalice el equipo de la Fase 2, actividad iterativa que debe realizarse también en las siguientes fases de maduración del proyecto.

4.6.3. Desarrollar el equipo del proyecto.

Desarrollar el equipo del proyecto es el proceso que se enfoca en el mejoramiento de competencias, interacción y entorno en general de los miembros del equipo del proyecto para el logro de un mejor desempeño del proyecto, según lo indica el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Este proceso se tiene en cuenta lo establecido en el plan de gestión de recursos humanos y el producto del proceso de adquirir el equipo del proyecto como son las asignaciones del personal al proyecto y los calendarios de recursos definidos. Este proceso se desarrolla mediante la aplicación de herramientas y técnicas como habilidades interpersonales, capacitaciones, actividades de desarrollo del espíritu de equipo, reglas básicas, ubicación, reconocimiento y recompensas y herramientas de evaluación de personal.

Al aplicar este proceso, se obtienen las evaluaciones de desempeño del equipo, sin embargo, es necesario aclarar, que de acuerdo con lo indicado en el plan de gestión de recursos humanos las personas de la organización asignadas al proyecto, son evaluadas por el personal que tiene la autoridad para asignarlos al desarrollo del proyecto teniendo en cuenta sus responsabilidades rutinarias y las asignaciones a los diferentes proyectos de la refinería. Así mismo, cada una de estas personas acuerda metas de capacitación anual y son recompensadas mediante bonificaciones económicas y en tiempo de vacaciones las cuales se establecen por la jefatura de cada dependencia a la que pertenecen. Para el caso del personal dependiente de la Gerencia de Proyectos, estas personas son evaluadas por el Jefe del Departamento de Proyectos en conjunto con los líderes de los proyectos a los que fueron asignadas.

Para el desarrollo del presente PFG no es posible acceder a la información sobre las metodologías de evaluación que se aplican por cada dependencia ni a los acuerdos sobre capacitaciones y recompensas a los que pueden acceder las personas del equipo del proyecto por ser de carácter confidencial.

A pesar de lo anterior, es importante resaltar que el líder del proyecto con base en el desempeño que demuestre cada miembro de equipo puede recomendar capacitaciones y recompensas además de participar en las evaluaciones de desempeño de las personas del equipo que hacen parte de la Gerencia de Proyectos.

4.6.4. Dirigir el equipo del proyecto.

Es el proceso de efectuar el seguimiento al desempeño de los miembros del equipo del proyecto, proporcionar retroalimentación, resolver problemas y gestionar los cambios en el equipo para optimizar el desempeño del proyecto según el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Este proceso se aplica teniendo en cuenta el plan de gestión de recursos humanos, las asignaciones del personal al proyecto, las evaluaciones de desempeño del equipo, registro de incidentes, informes de desempeño del trabajo y los activos de la organización aplicables. Este proceso se

puede llevar a cabo aplicando herramientas y técnicas como observación y conversación, evaluaciones de desempeño del proyecto, gestión de conflictos y habilidades interpersonales. Durante la ejecución de las Fases 2 a la 5, el líder del proyecto debe aplicar este proceso una vez cuente con la información de entrada a este proceso anteriormente mencionada, la cual no es posible obtener en su totalidad para el desarrollo del presente PFG. Como resultado el líder del proyecto obtiene solicitudes de cambio del personal que por elección o por eventos fuera de control pueden impactar el desarrollo del proyecto.

4.7. Gestión de las comunicaciones.

La gestión de las comunicaciones incluye los procesos para asegurar que la planificación, recopilación, creación distribución, almacenamiento, recuperación, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados; lo anterior, de acuerdo con lo establecido en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para el presente PFG se incluyen los procesos de planificar la gestión de las comunicaciones para desarrollar un enfoque y plan adecuados para la comunicaciones del proyecto con base en las necesidades y requisitos de información de los interesados; el proceso de gestionar las comunicaciones para crear, recopilar, distribuir, almacenar, recuperar y realizar las disposición final de la información del proyecto; y el proceso de controlar las comunicaciones para monitorear y controlar las comunicaciones a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

4.7.1. Planificar las comunicaciones.

En este proceso se identifica y se documenta el enfoque a utilizar para la comunicación con los interesados de manera eficaz y eficiente según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para su desarrollo se tiene en cuenta los procesos de gestión aplicados, el registro de interesados, así como los factores ambientales de la empresa y los activos de los procesos de la

organización que aplique. Para el desarrollo de este proceso se usan herramientas técnicas como análisis de requisitos de comunicación, tecnología de la comunicación, modelos y métodos de comunicación y reuniones. Como resultado se obtiene el Plan de gestión de las comunicaciones el cual se debe complementar y actualizar en las siguientes fases de maduración del proyecto.

Plan de gestión de las comunicaciones

Como resultado del proceso de planificar la gestión de las comunicaciones, se obtiene el siguiente Plan de gestión de las comunicaciones para el desarrollo del proyecto:

- La gestión de comunicaciones es responsabilidad del Líder del Proyecto quien retroalimentará los demás niveles de la organización.
- Las comunicaciones No Formales, se refieren a comunicaciones verbales, llamadas telefónicas etc.
- Las comunicaciones formales, se refieren a actas de reuniones, cartas, memorandos, fax, etc.
- Los elementos de comunicación establecidos para el Proyecto son:

Técnico: Hace referencia a información que involucra aspectos como: Ingeniería del Proyecto, Especificaciones Técnicas, Procedimientos Constructivos, etc.

Administrativo: Se refiere a la información que aclara y/o complementa aspectos de soporte al desarrollo del Proyecto. Igualmente involucra los procesos contractuales que se requieran en el desarrollo del Proyecto.

Presupuestal: Son las comunicaciones en las que se exponen, aclaran y se determinan aspectos que impactan en forma relevante el Presupuesto del Proyecto.

Reportes/Informes: Son una compilación de información de tipo técnico, administrativo y presupuestal para comunicar el estado del Proyecto o de una parte de él en un momento específico del tiempo.

Minutas de reunión: Notas que se toman de una reunión para tratar temas relacionados con el Proyecto.

Bitácora de obra: Instrumento para llevar el control día a día de lo que sucede en el desarrollo de un Contrato.

La finalidad de los elementos de comunicación es la siguiente:

Cuadro No. 32: Finalidad de elementos de comunicación. Fuente: el autor.

| ELEMENTO DE COMUNICACIÓN | FINALIDAD |
|---------------------------------|--|
| Técnico | Especificaciones de materiales y equipos. Procedimientos de ejecución de trabajos. Localización de trabajos. Precisiones al alcance de los trabajos a realizar. Documentos de Ingeniería. Comentarios a documentos de Ingeniería. Aspectos de HSE. |
| Administrativo | Informar y/o aclarar sobre: Aspectos laborales. Gestión de recursos de soporte. Gestión contractual. Aspectos legales y jurídicos. Gestión documental. |
| Presupuestal | Realizar precisiones sobre las desviaciones presentadas en el presupuesto del Proyecto y sus causas. |
| Reportes/Informes | Difundir el estado del Proyecto a sus clientes, responsables y partes interesadas. |

| ELEMENTO DE COMUNICACIÓN | FINALIDAD |
|--------------------------|---|
| Minutas de reunión | Comunicar los aspectos tratados en la reunión y formalizar las acciones a seguir. |
| Bitácora de Obra | Dejar registro del acontecer día a día de aspectos relevantes de la ejecución de un Contrato. |

- En la siguiente tabla se informa como se distribuyen los elementos de comunicación:

Cuadro No. 33: Distribución de elementos de comunicación. Fuente: el autor.

| ELEMENTO DE COMUNICACIÓN | INSTRUMENTO | INTERESADOS | FORMATO | FRECUENCIA |
|--------------------------|--|----------------------|------------------|--|
| Técnico | <ul style="list-style-type: none"> • Planos - Dibujos – Típicos • Entregables de Ingeniería • Cartas • Remisorios • Llamadas telefónicas • Correos electrónicos • Faxes • Protocolos y solicitudes de liberación | Equipo del proyecto. | Físico y Digital | La requerida según plan de gestión de las comunicaciones |
| Administrativo | <ul style="list-style-type: none"> • Cartas • Remisorios • Llamadas telefónicas • Correos electrónicos • Faxes | Equipo del Proyecto | Físico y Digital | La requerida según plan de gestión de las comunicaciones |
| Presupuestal | <ul style="list-style-type: none"> • Cartas • Remisorios • Llamadas telefónicas • Correos electrónicos • Faxes | Equipo del Proyecto | Físico y Digital | La requerida según plan de gestión de las comunicaciones |

| ELEMENTO DE COMUNICACIÓN | INSTRUMENTO | INTERESADOS | FORMATO | FRECUENCIA |
|--------------------------|--|---------------------|------------------|--|
| Reportes/Informes | <ul style="list-style-type: none"> • Cartas • Remisorios • Correos electrónicos | Equipo del Proyecto | Físico y Digital | La requerida según plan de gestión de las comunicaciones |
| Minutas de reunión | Formato de minuta de reunión que se incluya para el desarrollo del proyecto. | Equipo del Proyecto | Físico y Digital | La requerida según plan de gestión de las comunicaciones |
| BITÁCORA DE OBRA | Contrato de Obra | Equipo del Proyecto | Físico | Diaria |

- La información que se genera en la presente y siguientes fases de maduración, será almacenada y custodiada, en servidor de la Gerencia de Proyectos asignado al líder del proyecto.

Todos los documentos (comunicaciones, memorandos, anexos, etc.), que se generen durante la ejecución del contrato de obra y compras se archivan en el respectivo expediente, custodiado por el líder del proyecto, hasta la entrega de este a la dependencia de Archivo de ECOPETROL.

- El consolidado del plan de gestión de las comunicaciones debe ser la herramienta para asegurar la planeación de las comunicaciones, el cual se presenta en la siguiente tabla:

Cuadro No. 34: Consolidado del plan de gestión de las comunicaciones. Fuente: el autor.

| DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN | RESPONSABLE | NIVEL DE SEGURIDAD | ENTRE QUIÉNES | | CUÁL ES LA FORMA DE COMUNICARLO | | FRECUENCIA |
|---|--|--------------------|--|--|---------------------------------|--|--|
| | | | Emisor | Receptor | Medio o Forma | Método | |
| Solicitudes y trámites para asignación de presupuesto | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Gerente de la refinería | Escrito | Memorando con copia a las personas a informar según matriz RACI. | Una vez al momento de la solicitud |
| Asignación de presupuesto | Gerente de la refinería | Uso Interno | Gerente de la refinería | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia a las personas a informar según matriz RACI. | Una vez al momento de aprobar la solicitud |
| Solicitudes de cambio del proyecto | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Gerente de la refinería | Escrito | Memorando con copia a las personas a informar según matriz RACI. | Una vez al momento de la solicitud |
| Aprobación de cambios del proyecto | Gerente de la refinería | Uso Interno | Gerente de la refinería | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia a las personas a informar según matriz RACI. | Una vez al momento de aprobar la solicitud |
| Solicitud de trámite de logística inversa | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Coordinador de Gestión y Control Ambiental | Escrito | Memorando con copia a las personas a informar según matriz RACI. | Una vez al momento de la solicitud |
| Aprobación de trámite de logística de inversa | Coordinador de Gestión y Control Ambiental | Uso Interno | Coordinador de Gestión y Control Ambiental | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia a las personas a informar según matriz RACI. | Una vez al momento de aprobar la solicitud |

| DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN | RESPONSABLE | NIVEL DE SEGURIDAD | ENTRE QUIÉNES | | CUÁL ES LA FORMA DE COMUNICARLO | | FRECUENCIA |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--|---------------------------------|--|------------------------------------|
| | | | Emisor | Receptor | Medio o Forma | Método | |
| Reportes e informes de avance del desempeño del proyecto | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Jefes de Departamentos de áreas operativas de la refinería | Escrito | Memorando con copia a las personas a informar según matriz RACI. | Semanal |
| Reportes e informes mensuales de avance del desempeño del proyecto | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Gerente de la refinería | Escrito | Memorando con copia a las personas a informar según matriz RACI. | Mensual |
| Solicitudes de asignación de personal área de confiabilidad de equipo eléctrico | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Coordinador de Confiabilidad de Equipo Eléctrico | Escrito | Memorando con copia al Gerente Técnico y Gerente de la refinería | Una vez al momento de la solicitud |
| Solicitudes de asignación de personal área de producción. | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Jefes de Departamentos de áreas operativas de la refinería | Escrito | Memorando con copia al Gerente de Producción y Gerente de la refinería | Una vez al momento de la solicitud |
| Solicitudes de asignación de personal área de proyectos. | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Jefe de Departamento de Proyectos | Escrito | Memorando con copia al Gerente de Proyectos | Una vez al momento de la solicitud |
| Solicitudes de asignación de personal área de ingeniería | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Jefe de Departamento de Ingeniería | Escrito | Memorando con copia al Gerente de Proyectos | Una vez al momento de la solicitud |

| DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN | RESPONSABLE | NIVEL DE SEGURIDAD | ENTRE QUIÉNES | | CUÁL ES LA FORMA DE COMUNICARLO | | FRECUENCIA |
|--|--|--------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|--|--|
| | | | Emisor | Receptor | Medio o Forma | Método | |
| Solicitudes de compras y contratación | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Líder de compras y contratación | Escrito | Memorando con copia al Jefe del Departamento de Proyectos y Gerente de Proyectos | Una vez al momento de la solicitud |
| Aprobación de asignación de personal área de confiabilidad de equipo eléctrico | Coordinador de Confiabilidad de Equipo Eléctrico | Uso Interno | Coordinador de Confiabilidad de Equipo Eléctrico | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia al Gerente Técnico y Gerente de la refinería | Una vez al momento de aprobar la solicitud |
| Aprobación de asignación de personal área de producción. | Jefes de Departamentos de áreas operativas de la refinería | Uso Interno | Jefes de Departamentos de áreas operativas de la refinería | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia al Gerente de Producción y Gerente de la refinería | Una vez al momento de aprobar la solicitud |
| Aprobación de asignación de personal área de proyectos. | Jefe de Departamento de Proyectos | Uso Interno | Jefe de Departamento de Proyectos | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia al Gerente de Proyectos | Una vez al momento de aprobar la solicitud |
| Aprobación de asignación de personal área de ingeniería | Jefe de Departamento de Ingeniería | Uso Interno | Jefe de Departamento de Ingeniería | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia al Gerente de Proyectos | Una vez al momento de aprobar la solicitud |

| DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN | RESPONSABLE | NIVEL DE SEGURIDAD | ENTRE QUIÉNES | | CUÁL ES LA FORMA DE COMUNICARLO | | FRECUENCIA |
|--|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--|---|
| | | | Emisor | Receptor | Medio o Forma | Método | |
| Aprobación de realización de compras y contratación | Líder de compras y contratación | Uso Interno | Líder de compras y contratación | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia al Jefe del Departamento de Proyectos y Gerente de Proyectos | Una vez al momento de aprobar la solicitud |
| Solicitudes de elaboración de ingenierías del proyecto | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Jefe de Departamento de Ingeniería | Escrito | Memorando con copia al Jefe del Departamento de Proyectos y Gerente de Proyectos | Una vez al momento de la solicitud |
| Entrega de ingenierías del proyecto | Jefe de Departamento de Ingeniería | Uso Interno | Jefe de Departamento de Ingeniería | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia al Jefe del Departamento de Proyectos y Gerente de Proyectos | Una vez al momento de entregar las ingenierías. |
| Solicitudes de revisión de memorias de talleres de constructibilidad | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Líder de Ingeniería | Escrito | Memorando con copia al Jefe del Departamento de Ingeniería | Una vez al momento de la solicitud |

| DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN | RESPONSABLE | NIVEL DE SEGURIDAD | ENTRE QUIÉNES | | CUÁL ES LA FORMA DE COMUNICARLO | | FRECUENCIA |
|--|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|--|--|
| | | | Emisor | Receptor | Medio o Forma | Método | |
| Solicitudes de revisión de memorias de talleres de constructibilidad | Líder de Ingeniería | Uso Interno | Líder de Ingeniería | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia al Jefe del Departamento de Ingeniería, al Jefe del Departamento de Proyectos y Gerente de Proyectos | Una vez al momento de entrega del producto |
| Solicitudes de cambios en ingeniería | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Líder de Ingeniería | Escrito | Memorando con copia al Jefe del Departamento de Ingeniería, al Jefe del Departamento de Proyectos y Gerente de Proyectos | Una vez al momento de la solicitud |
| Entrega de productos de cambios en ingeniería | Líder de Ingeniería | Uso Interno | Líder de Ingeniería | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia al Jefe del Departamento de Ingeniería, al Jefe del Departamento de Proyectos y Gerente de Proyectos | Una vez al momento de entrega del producto |

| DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN | RESPONSABLE | NIVEL DE SEGURIDAD | ENTRE QUIÉNES | | CUÁL ES LA FORMA DE COMUNICARLO | | FRECUENCIA |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--|---------------------------------|---|------------------------------------|
| | | | Emisor | Receptor | Medio o Forma | Método | |
| Solicitudes de elaboración de entregables de fases de maduración | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Especialistas eléctrico y civil de diseño. Ingenieros de Proyectos. Ingeniero financiero. Líder de Construcción Planeador. Especialistas eléctrico y civil de construcción. Gestor documental. Líder de Compras y Contratación. Coordinador de Control y Gestión Ambiental. | Escrito | Correo electrónico con copia al Jefe del Departamento de Ingeniería, al Jefe del Departamento de Proyectos, Gerente de Proyectos, Jefes de Departamento de Áreas Operativas y Coordinador de Confiabilidad de Equipo Eléctrico. | Una vez al momento de la solicitud |

| DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN | RESPONSABLE | NIVEL DE SEGURIDAD | ENTRE QUIÉNES | | CUÁL ES LA FORMA DE COMUNICARLO | | FRECUENCIA |
|--|--|--------------------|--|------------------------------------|---------------------------------|---|--|
| | | | Emisor | Receptor | Medio o Forma | Método | |
| Solicitudes de elaboración de entregables de fases de maduración | Especialistas eléctrico y civil de diseño. Ingenieros de Proyectos. Ingeniero financiero. Líder de Construcción Planeador. Especialistas eléctrico y civil de construcción. Gestor documental. Líder de Compras y Contratación. Coordinador de Control y Gestión Ambiental. | Uso Interno | Especialistas eléctrico y civil de diseño. Ingenieros de Proyectos. Ingeniero financiero. Líder de Construcción Planeador. Especialistas eléctrico y civil de construcción. Gestor documental. Líder de Compras y Contratación. Coordinador de Control y Gestión Ambiental. | Líder del Proyecto | Escrito | Correo electrónico con copia al Jefe del Departamento de Ingeniería, al Jefe del Departamento de Proyectos, Gerente de Proyectos, Jefes de Departamento de Áreas Operativas y Coordinador de Confiabilidad de Equipo Eléctrico. | Una vez al momento de entrega del producto |
| Solicitud de revisión de medición de nivel de definición del proyecto. | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Jefe del Departamento de Proyectos | Escrito | Memorando con copia al Gerente de Proyectos | Una vez al momento de la solicitud |

| DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN | RESPONSABLE | NIVEL DE SEGURIDAD | ENTRE QUIÉNES | | CUÁL ES LA FORMA DE COMUNICARLO | | FRECUENCIA |
|--|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------------|
| | | | Emisor | Receptor | Medio o Forma | Método | |
| Aprobación de nivel de definición del proyecto. | Jefe del Departamento de Proyectos | Uso Interno | Jefe del Departamento de Proyectos | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia al Gerente de Proyectos, Gerente Técnico, Gerente de Producción y Gerente de la refinería | Una vez al momento de la aprobación |
| Solicitud de aprobación de las diferentes fases de maduración del proyecto | Líder del Proyecto | Uso Interno | Líder del Proyecto | Gerente de la refinería | Escrito | Memorando con copia al Gerente de Proyectos, Jefe del Departamento de Proyectos, Gerente Técnico, Gerente de Producción. | Una vez al momento de la solicitud |
| Aprobación de las diferentes fases de maduración del proyecto | Gerente de la refinería | Uso Interno | Gerente de la refinería | Líder del Proyecto | Escrito | Memorando con copia al Gerente de Proyectos, Jefe del Departamento de Proyectos, Gerente Técnico, Gerente de Producción. | Una vez al momento de la aprobación |

4.7.2. Gestionar las comunicaciones.

El objetivo de este proceso es el de crear, recopilar, distribuir, almacenar, recuperar y realizar la disposición final de la información del proyecto de acuerdo con el plan de gestión de las comunicaciones de acuerdo con las mejores prácticas establecidas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para su desarrollo se tiene en cuenta lo señalado en el plan de gestión de las comunicaciones, así como los informes de desempeño del trabajo, factores ambientales de la empresa y los activos de los procesos de la organización que apliquen. Para el desarrollo de este proceso se consultan y se emplean herramientas como la tecnología de la comunicación, los modelos y métodos de comunicación además de sistemas de gestión de la información e informar el desempeño. Como resultado se obtiene como salida principal del proceso las comunicaciones del proyecto.

Para el caso del presente PFG, este se limita a la elaboración del plan de gestión de las comunicaciones, el cual debe aplicarse en el desarrollo de este proceso durante la realización de esta fase del proyecto y las siguientes siguiendo los lineamientos del plan de gestión de las comunicaciones.

Este proceso, así como los demás relacionados con la gestión de las comunicaciones deben complementarse y actualizarse conforme avanza el proyecto.

4.7.3. Controlar las comunicaciones.

Este proceso consiste en monitorear y controlar las comunicaciones a lo largo del todo el ciclo de vida del proyecto para asegurar que se satisfagan las necesidades de información de los involucrados o interesados del proyecto según el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para su desarrollo se tiene en cuenta lo señalado en el plan de gestión de las comunicaciones, los diferentes procesos del proyecto tratados

en el presente PFG, las comunicaciones del proyecto, los registros de incidentes, datos de desempeño del trabajo y los activos de los procesos de la organización que apliquen. Para el desarrollo de este proceso se emplean sistemas de gestión de la información, juicio de expertos y reuniones. Como resultado se obtiene información de desempeño del trabajo y solicitudes de cambio, actualización de los diferentes procesos abordados en este PFG, actualización de los documentos del proyecto y si es el caso de activos de los procesos de la organización.

Este proceso durante la realización de esta fase del proyecto y las siguientes debe mantenerse en constante actualización siguiendo los lineamientos del plan de gestión de las comunicaciones.

Este proceso, así como los demás relacionados con la gestión de las comunicaciones deben complementarse y actualizarse conforme avanza el proyecto.

4.8. Gestión de los riesgos.

La gestión de riesgos incluye los procesos de planificación de riesgos, identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto de acuerdo con el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Los objetivos de realizar la gestión de riesgos consisten en aumentar la probabilidad e impacto de los eventos positivos y de minimizar la probabilidad e impacto de los eventos negativos.

4.8.1. Planificar la gestión de riesgos.

El objetivo de este proceso es el de definir como realizar las actividades de gestión de riesgos del proyecto de acuerdo con las mejores prácticas establecidas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para su desarrollo se tiene en cuenta los demás procesos de gestión desarrollados en el presente PFG, el Acta de Constitución del

proyecto, los resultados del desarrollo de la gestión de los interesados, así como los factores ambientales de la empresa y los activos de los procesos de la organización que apliquen. Para el desarrollo de este proceso se tienen en cuenta técnicas analíticas, juicios de expertos y reuniones. Como resultado se obtiene el plan de gestión de riesgos del proyecto.

Este proceso, así como los demás relacionados con la gestión de riesgos deben complementarse y actualizarse conforme avanza el proyecto.

Plan de gestión de riesgos

- **Identificación:** Se realiza con el objeto de identificar todos aquellos eventos que puedan impactar positiva o negativamente el proyecto. La identificación de los riesgos se hace mediante talleres de lluvias de ideas y el registro se actualiza con nuevos hallazgos que se encuentren en la etapa de maduración o cambio de fase del proyecto y/o ingreso de nuevos involucrados al proyecto o riesgos nuevos identificados. Se deben realizar talleres en cada fase del proyecto, además se debe realizar seguimiento semanal a los riesgos de valoración muy alto (VH) y alto (H) y seguimiento mensual al resto de riesgos. Durante la identificación de los riesgos se deben categorizar de la siguiente manera:

Compras y Contratación: Riesgos asociados a las gestiones de Contratación y Compras (desde la gestión precontractual, su planeación hasta la entrega de los equipos). Incluyen entre otros temas de selección de proveedores, reclamaciones, trámites en la Dirección de Abastecimiento, condiciones de entrega, planeación, recibo y especificaciones de equipos o materiales comprados.

Técnicos (Estudios e ingenierías): Riesgos asociados a la parte técnica de los proyectos por la planeación, ejecución y control de estudios que permitan seleccionar una tecnología, evaluar alternativas, definir alcances de temas especializados, pre-conceptualización técnica del proyecto, desarrollo de

ingenierías conceptual, básica y detallada; ítems relativos a la complejidad tecnológica, e integralidad operacional de los nuevos sistemas diseñados.

Ejecución y Montaje: Riesgos asociados a los eventos que se puedan generar durante el desarrollo de todas las actividades de la ejecución, situaciones relacionadas con la construcción y el montaje que incluyen entre otros la disponibilidad de recursos (mano de obra, materiales, equipos y herramientas), solicitudes de controles de cambios, cumplimiento del cronograma y presupuesto de ejecución, factores climáticos.

Puesta en marcha y entrega: Riesgos asociados a las etapas de alistamiento de los sistemas intervenidos, la puesta en marcha, estabilización de las plantas, estaciones, equipos, cierre del proyecto y los entregables finales que permiten entregar la custodia del proyecto al cliente final; así como situaciones relacionadas con las prácticas de Precomisionamiento y Comisionamiento, disponibilidad de personal calificado para la operación y confiabilidad de los sistemas.

Logística y Transporte: Riesgos asociados con el lugar donde se ejecutan los trabajos tales como sistemas de comunicación, áreas destinadas para el proyecto, adaptación de espacios disponibles para los trabajos en el área, acceso, almacenamiento y/o transporte de los recursos (mano de obra, materiales, equipos y herramientas).

HSE y Seguridad Física: Riesgos asociados con Seguridad Industrial, Física y Salud Ocupacional, el cumplimiento de la gestión ambiental y los impactos ambientales, cumplimiento de la normatividad interna de HSE, los impactos a la salud de la personas involucradas en el proyecto.

Legislativo, normativo, contable y tributario: Riesgos asociados al cumplimiento, la modificación y/o creación de leyes, decretos, resoluciones,

acuerdos, normas y regulaciones y todo tipo de reglamentaciones, que se generan por parte de entidades externas a ECOPETROL; así como en procedimientos, normas o regulaciones dentro de ECOPETROL que puedan tener afectación sobre el proyecto.

Gerenciamiento del Proyecto: Riesgos asociados con la gestión del proyecto (Gestión del Alcance, Gestión de Tiempo, Gestión de Costos, Gestión de Calidad, Gestión de Recurso Humano, Gestión de Comunicaciones, Gestión de Riesgos y Gestión de Adquisiciones)

Responsabilidad social empresarial: Riesgos relativos a las afectaciones a las comunidades que puedan generarse a partir del desarrollo del proyecto.

Otros: Riesgos no incluidos en ninguna de las categorías anteriores.

- Análisis cualitativo de los riesgos: el análisis cualitativo se realiza con la matriz RAM de Impacto/Probabilidad establecida en ECOPETROL y la cual se incluye en el documento interno ECP-DRI-F-045 “MATRIZ DE VALORACIÓN DE RIESGOS RAM”, en la cual los niveles o escala de estos dos criterios están descritos por medio de palabras para priorizar la importancia del riesgo; este documento interno existe y funciona, sin embargo no se anexa al presente PFG debido a restricciones de derechos de reproducción. Se debe tener en cuenta que los talleres de riesgos se efectúan en cada una de las fases, por lo tanto se actualiza la información de costo y tiempo según la fase del proyecto. Para cambios al proyecto se deben actualizar los riesgos y calcular nuevamente las contingencias de tiempo y costos. En la siguiente figura se incluye la matriz de probabilidad e impacto estandarizada en ECOPETROL.

| CONSECUENCIAS | | | | | PROBABILIDAD | | | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---|----------------------|--------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--|--|
| Personas | Económica | Ambiental | Clientes | Imagen de la Empresa | | A | B | C | D | E |
| | | | | | | No ha ocurrido en la Industria | Ha ocurrido en la Industria | Ha ocurrido en la Empresa | Sucede varias veces al año en la Empresa | Sucede varias veces al año en la Unidad, Superintendencia o Departamento |
| Uno o mas fatalidades | Catastrófica > \$10M | Contaminación Irreparable | Veto como proveedor | Internacional | 5 | M | M | H | H | VH |
| Incapacidad permanente (Parcial o Total) | Grave \$1M a \$10M | Contaminación mayor | Perdida de participación en el mercado. | Nacional | 4 | L | M | M | H | H |
| Incapacidad Temporal (> 1día) | Severo \$100K a \$1M | Contaminación localizada | Perdida de clientes y/o desabastecimiento | Regional | 3 | N | L | M | M | H |
| Lesión menor (sin incapacidad) | Importante \$10K a \$100K | Efecto Menor | Quejas y / o Reclamos | Local | 2 | N | N | L | L | M |
| Lesión leve (1ros auxilios) | Marginal <\$10K | Efecto Leve | Incumplir especificaciones | Interna | 1 | N | N | N | L | L |
| Ninguna lesión | Ninguna | Ningún efecto | Ningún impacto | Ningún impacto | 0 | N | N | N | N | N |

| | | |
|------------------------------------|-----------|--|
| Aumenta el impacto en el negocio ↑ | VH | Muy alto: Riesgo Intolerable para asumir |
| | H | Alto: Inaceptable, deben buscarse alternativas. |
| | M | Medio: Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos |
| | L | Bajo: Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos |
| | N | Despreciable: Riesgo muy bajo, usar sistemas de control y calidad establecidos. |

NOTA (*) Impacto económico sobre tanto las instalaciones como los procesos y productos. Se expresa en Miles de dolares (K\$) o en millones de dolares (M\$).

Figura 29: Matriz de probabilidad e impacto de ECOPETROL.

Fuente: documento ECP-DRI-F-045 “Matriz de valoración de riesgos RAM” de ECOPETROL.

- Análisis cuantitativo de los riesgos: Al interior de ECOPETROL se han estandarizado algunos criterios frente al impacto y probabilidad teniendo en cuenta los históricos de la empresa y el nivel de tolerancia al riesgo de la Alta Administración, con lo cual se ha construido la herramienta ECP-DPY-F-008 “Matriz de Evaluación semi-cuantitativa (impacto y probabilidad) de riesgos para proyectos”, que permite asignar valores a los niveles de impacto y probabilidad con un cierto nivel de cuantificación, y en este caso podemos hablar de una evaluación semi -cuantitativa que es la que se empleará en el desarrollo del presente PFG. El documento anteriormente mencionado existe y funciona, sin embargo no se anexa al presente PFG debido a restricciones de derechos de reproducción. De todas maneras, los resultados que se obtengan de la aplicación de dicho de documento se plasmará en el presente PFG.
- Planificar la respuesta a los riesgos: tiene como objetivo definir las opciones que permitan el manejo de los riesgos. Las acciones de respuesta a los riesgos se dejan plasmadas en un documento en el que por riesgo se indique el impacto y probabilidad y se reflejen los responsables de asegurar el cumplimiento de la acciones de tratamiento y posibles las fechas de ejecución de las actividades para cumplir las acciones. Estas acciones se deben establecer con ayuda de los involucrados del proyecto. Las opciones de tratamiento, corresponden al tipo de tratamiento o acción que se tomará frente al riesgo y se establece lo siguiente:

En el caso de riesgos negativos (amenazas), esté será:

Transferido: Riesgo para el cual su impacto o responsabilidad por su manejo ha sido transferido a un tercero mediante alternativas como pólizas, garantías de seguros, etcétera.

Aceptado: Riesgo que se asume porque el tratamiento del mismo está fuera del alcance de la compañía, o su tratamiento es más costoso que los beneficios potenciales. Aplica para riesgos bajos (L) o nulos (N).

Mitigado: Riesgo cuya probabilidad de ocurrencia o severidad del impacto será cambiada a un nivel menor mediante la aplicación de una acción de tratamiento.

Eliminado/Evitado: Riesgo para el cual las acciones de tratamiento no son efectivas en costo y el retorno no es atractivo en relación al riesgo involucrado, dado que debe realizarse todo lo posible para eliminar la amenaza.

Para el caso en que los riesgos sean positivos (oportunidades), se establece que el riesgo será:

Transferido: Asigna la propiedad a un tercero que está mejor capacitado para asegurar que la oportunidad se haga realidad.

Explotado: Eliminar la incertidumbre asociada con un riesgo del lado positivo, con el fin de asegurarse que la oportunidad se haga realidad.

Mejorar: Riesgo cuya probabilidad de ocurrencia o severidad del impacto será cambiada a un mejor nivel mediante la aplicación de una acción de tratamiento o mejora.

Aceptado: Tener la voluntad de tomar ventaja de la oportunidad si se presenta, pero sin buscarla de manera activa.

- Controlar los riesgos: El monitoreo de los riesgos comprende la identificación y valoración de nuevos riesgos, la revisión de las evaluaciones de riesgos existentes, el seguimiento al cumplimiento de los planes de tratamiento y

definición del estado de la acción del riesgo. A los riesgos altos (H) y muy altos (VH), se les debe realizar monitoreo semanalmente. A los riesgos medios (M), bajos (L) y nulos (N) se les debe realizar seguimientos mensualmente. Conforme a la ejecución de los planes de respuesta planteados para tratar el riesgo, estos se clasifican de la siguiente manera:

Materializado: Se determina este estado cuando el evento de riesgo se ha presentado.

Latente: Se determina este estado cuando la probabilidad de ocurrencia está activa.

Cerrado – sin mitigación: Se determina este estado cuando la probabilidad de ocurrencia cambió a baja, sin que se hubiera implementado ninguna acción de mitigación.

Mitigado: Se determina este estado cuando se ha implementado exitosamente alguna de las acciones de mitigación y la probabilidad y/o el impacto del riesgo ha disminuido.

Aceptado: Se determina para riesgos L y N o cuando el tomador de decisión apruebe esta estrategia para los riesgos VH, H ó M.

Para el caso en que los riesgos sean positivos (oportunidades), se establece que el riesgo será:

Mejorado: Se determina este estado cuando se ha implementado exitosamente alguna de las acciones de mejoramiento.

Aceptado: Se determina para riesgos L y N.

Cerrado – No aplica: Se determina éste estado, cuando por cambios en el alcance o estrategias del proyecto, el riesgos deja de aplicar para este, pero es necesario mantenerlo en el registro de riesgos como entrada para el desarrollo de lecciones aprendidas y en caso de tener que usar acciones correctivas o preventivas en los cuales se reincorpore el alcance o estrategia modificadas inicialmente.

En cuanto al estado de la acción, corresponde al estatus en que se encuentran cada una de las acciones definidas para el tratamiento de los riesgos del proyecto. Se deben clasificar de la siguiente manera:

Abierta: Se determina este estado cuando las acciones de mitigación no han iniciado su ejecución porque la fecha planeada de inicio no se ha cumplido.

En Retraso/Vencida: Se determina cuando las acciones de tratamiento no han iniciado o finalizado su implementación según las fechas establecidas.

En ejecución: Se determina cuando las acciones ya han iniciado su implementación y se encuentran dentro de las fechas planeadas.

Cerrada: Se determina este estado cuando las acciones de tratamiento han finalizado su implementación.

Cerrada - sin ejecución: Cuando No se desarrolló o se desarrolló parcialmente la acción específica, bien sea porque el riesgo se materializó o ya no aplica.

No Aplica: Se determina cuando la acción de tratamiento para el riesgo no aplica porque el proyecto no realizará la actividad asociada a dicho riesgo.

Durante las reuniones de seguimiento y control de riesgos se debe asegurar que se revisen los siguientes puntos:

- ✓ Verificar la ejecución de los planes de tratamiento.
- ✓ Complementar las acciones de tratamiento o mejorarlas en caso de ser necesario.
- ✓ Actualizar el estado de la acción y del riesgo.
- ✓ Después de implementadas las acciones de tratamiento es necesario revisar la valoración del riesgo para determinar si éste ha sido mitigado.
- ✓ Definir nuevas acciones de tratamiento para riesgos residuales.
- ✓ Revalorar los riesgos planteados cuando se requiera.
- ✓ Identificar y valorar nuevos riesgos.
- ✓ Identificar riesgos materializados y documentar, de ser posible, su impacto en el alcance, cronograma y/o presupuesto del proyecto.
- ✓ Generar oportunidades o riesgos positivos en caso de materialización de riesgos, con el fin de que el impacto sea inferior.
- ✓ Verificar el cumplimiento de lo descrito en el plan de gestión de riesgos.
- ✓ Proponer acciones correctivas en el caso de requerirse.

4.8.2. Identificar los riesgos.

Mediante este proceso se determinan los riesgos que pueden afectar al proyecto y se documentan sus características según el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para su desarrollo se tiene en cuenta los demás procesos de gestión desarrollados en el presente PFG, el plan de gestión de riesgos, la línea base del alcance, la estimación de duración de las actividades, el registro de interesados, documentos de las adquisiciones así como los factores ambientales de la empresa y los activos de los procesos de la organización que apliquen. Para el desarrollo de este proceso se tienen en cuenta técnicas y herramientas como revisiones a la documentación del proyecto, técnicas de recopilación de información, análisis de supuestos y juicios de expertos. Como resultado se obtiene el registro de riesgos del proyecto.

Luego de llevar a cabo este proceso se obtuvo el siguiente registro de riesgos:

Cuadro No. 35: Registro de riesgos del proyecto. Fuente: el autor.

| No. | CATEGORÍA | RIESGO |
|-----|----------------|--|
| 1 | GERENCIAMIENTO | No aprobación del proyecto en comité de gerencia, debido al alto costo del proyecto, lo cual puede generar insatisfacción del cliente interno y atrasos en el desarrollo del proyecto. |
| 2 | GERENCIAMIENTO | Dilatación de la aprobación del proyecto, debido a que la evaluación financiera (relación costo beneficio) resulte inferior a 1, lo cual puede generar insatisfacción del cliente interno y atrasos en el desarrollo del proyecto. |
| 3 | GERENCIAMIENTO | No contar con disponibilidad de las plantas para la instalación de nuevos equipos que requieran parada de planta que genere atrasos en el proyecto y sobrecostos. |
| 4 | GERENCIAMIENTO | No continuidad del equipo del proyecto, debido a cambios administrativos en la organización lo cual puede generar reprocesos y atrasos en el proyecto. |
| 5 | GERENCIAMIENTO | Presencia de paros y anomalías laborales, debido a condiciones sindicales, que generen atrasos en el proyecto. |
| 6 | GERENCIAMIENTO | Cambio del alcance durante la ejecución del proyecto, debido a nuevos requerimientos por parte de los clientes internos que pueden generar sobrecostos y atrasos en el proyecto. |
| 7 | TÉCNICOS | Pérdida de confiabilidad de los equipos existentes, debido a la demora en la maduración de las fases del proyecto, que puede impactar en costos y tiempo al proyecto. |
| 8 | TÉCNICOS | No contar de forma oportuna con la ingeniería básica del proyecto que impacte en tiempo al proyecto. |
| 9 | TÉCNICOS | Definición incompleta del alcance antes de la aprobación de fase 3 de maduración, debido a falta de claridad de la necesidad del cliente interno, que puede generar sobrecostos y atrasos en el proyecto. |
| 10 | TÉCNICOS | Contratar a la empresa fabricante de los equipos para que realice el ensamble y pruebas de los equipos lo cual puede mejorar la calidad y tiempo de los trabajos. |
| 11 | TÉCNICOS | Incertidumbres durante la excavación en obra civil, debido al desconocimiento de la información underground, que puede impactar en costos y tiempo del proyecto. |
| 12 | TÉCNICOS | Nuevos requerimientos de cableado, debido a la nueva disposición de la instalación de los equipos, que puede generar sobrecostos al proyecto. |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO |
|-----|------------------------|--|
| 13 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | No disponibilidad de almacenamiento de los nuevos equipos debido a la restricción de las bodegas de la organización que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. |
| 14 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Daños de los equipos, por largo tiempo o deficientes condiciones de almacenamiento y preservación en la refinería que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. |
| 15 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Entrega tardía de los equipos, debido a las malas condiciones de las vías del país, que ocasione atrasos. |
| 16 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Deficiente disposición de los equipos desmontados, debido a la incertidumbre del lugar de almacenamiento temporal de los mismos, lo cual puede generar atrasos en el proyecto o incidentes ambientales. |
| 17 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | No disponibilidad de almacenamiento de los nuevos equipos y áreas para ensamble, debido a la restricción de las bodegas de la refinería, que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. |
| 18 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Daños de los equipos, por fallas durante el izaje y descarga de los equipos en la refinería que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. |
| 19 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Entrega inoportuna del área o requerimientos para desmontaje de los existentes e instalación de nuevos transformadores, debido a fallas en la planificación y coordinación con las plantas lo cual puede generar atrasos. |
| 20 | COMPRAS | Entrega tardía de los equipos, porque el fabricante tenga muchos equipos previos por fabricar, que impacte en tiempo al proyecto. |
| 21 | COMPRAS | Declaración fallida del proceso de compra de equipos, porque los oferentes presenten propuestas por fuera del presupuesto o no cumplan especificaciones técnicas o entreguen propuestas por fuera de tiempo, que puede impactar en tiempo al proyecto. |
| 22 | COMPRAS | Mejorar el alcance de las compras con la inclusión de pruebas de servicio en sitio en la instalación antes de la energización y después de ésta, lo cual puede mejorar la calidad y tiempo de los trabajos. |
| 23 | COMPRAS | Llegada de equipos con especificaciones por fuera de estándares o con fallas de calidad, debido a deficiencias durante la fabricación, que impacte en tiempo al proyecto y en reprocesos. |
| 24 | EJECUCIÓN Y MONTAJE | No continuidad del contratista de montaje, debido a que se declare con inestabilidad económica o incumplimientos del contrato, que impacte en tiempo y costos al proyecto. |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO |
|-----|-----------|--|
| 25 | HSE | Contaminación por fugas o derrames de aceite, durante el desmontaje y traslado de los transformadores existentes, lo cual impacta el ambiente. |
| 26 | HSE | Eventos de electrocución y choque eléctrico, debido a fallas en coordinación de los trabajos. |
| 27 | HSE | Eventos de electrocución y choque eléctrico, debido a deficiencias en las competencias para trabajos eléctricos |
| 28 | HSE | Eventos de caída en alturas, por fallas en el cumplimiento de la normatividad, lo cual genera afectación en las personas. |

4.8.3. Realizar el análisis cualitativo de los riesgos.

En Este proceso se priorizan los riesgos, para analizar o por poner acciones posteriormente, mediante la evaluación y combinación de la probabilidad de ocurrencia e impacto de los riesgos de acuerdo con lo establecido en el el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Lo anterior, con base en el plan de gestión de riesgos, la línea base del alcance, el registro de riesgos, así como los factores ambientales y activos de la empresa. Para el desarrollo de este proceso se aplican herramientas y técnicas como evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos con base en la matriz estandarizada de probabilidad e impacto y juicio de expertos. Como resultado se obtienen actualizaciones de los documentos del proyecto como el registro de riesgos del proyecto.

Luego de llevar a cabo este proceso se obtienen los siguientes resultados, mediante los cuales es posible concluir que el riesgo global del proyecto es riesgo alto (H) de acuerdo con la valoración más alta obtenida de la valoración de impacto y probabilidad de cada riesgo:

Cuadro No. 36: Valoración de impacto y probabilidad de los riesgos del proyecto. Fuente: el autor.

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD | | | | | | | | |
|-----|----------------|---|--------------------------------------|----------|-----------------------|-----------|---------------------|--------|-------------------|-------|-------------------|
| | | | AMENAZA / OPORTUNIDAD | PERSONAS | DAÑOS A INSTALACIONES | AMBIENTAL | ECONÓMICOS (COSTOS) | TIEMPO | IMAGEN Y CLIENTES | OTROS | VALORACIÓN GLOBAL |
| 1 | GERENCIAMIENTO | No aprobación del proyecto en comité de gerencia, debido al alto costo del proyecto, lo cual puede generar insatisfacción del cliente interno y atrasos en el desarrollo del proyecto. | A | | | | | 4c | 1c | | M |
| 2 | GERENCIAMIENTO | Dilatación de la aprobación del proyecto, debido a que la evaluación financiera (relación costo beneficio) de resultados por debajo de 1, lo cual puede generar insatisfacción del cliente interno y atrasos en el desarrollo del proyecto. | A | | | | | 4c | 1c | | M |
| 3 | GERENCIAMIENTO | No contar con disponibilidad de las plantas para la instalación de nuevos equipos que requieran parada de planta que genere atrasos en el proyecto y sobrecostos. | A | | | | | 1d | | | L |
| 4 | GERENCIAMIENTO | No continuidad del equipo del proyecto, debido a cambios administrativos en la organización lo cual puede generar reprocesos y atrasos en el proyecto. | A | | | | | 5d | | | H |
| 5 | GERENCIAMIENTO | Presencia de paros y anormalidades laborales, debido a condiciones sindicales, que generen atrasos en el proyecto. | A | | | | | 3d | | | M |
| 6 | GERENCIAMIENTO | Cambio del alcance durante la ejecución del proyecto, debido a nuevos requerimientos por parte de los clientes internos que pueden generar sobrecostos y atrasos en el proyecto. | A | | | | 4c | 4c | | | M |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD | | | | | | | | |
|-----|------------------------|---|--------------------------------------|----------|-----------------------|-----------|---------------------|--------|-------------------|-------|-------------------|
| | | | AMENAZA / OPORTUNIDAD | PERSONAS | DAÑOS A INSTALACIONES | AMBIENTAL | ECONÓMICOS (COSTOS) | TIEMPO | IMAGEN Y CLIENTES | OTROS | VALORACIÓN GLOBAL |
| 7 | TÉCNICOS | Pérdida de confiabilidad de los equipos existentes, debido a la demora en la maduración de las fases del proyecto, que puede impactar en costos y tiempo al proyecto. | A | | | | 4e | 2e | | | H |
| 8 | TÉCNICOS | No contar de forma oportuna con la ingeniería básica del proyecto que impacte en tiempo al proyecto. | A | | | | | 3e | | | H |
| 9 | TÉCNICOS | Definición incompleta del alcance antes de la aprobación de fase 3 de maduración, debido a falta de claridad de la necesidad del cliente interno, que puede generar sobrecostos y atrasos en el proyecto. | A | | | | 4c | 4c | | | M |
| 10 | TÉCNICOS | Contratar a la empresa fabricante de los equipos para que realice el ensamble y pruebas de los equipos lo cual puede mejorar la calidad y tiempo de los trabajos. | O | | | | | 5d | | | H |
| 11 | TÉCNICOS | Incertidumbres durante la excavación en obra civil, debido al desconocimiento de la información underground, que puede impactar en costos y tiempo del proyecto. | A | 5c | | | 5c | 1c | 4c | | H |
| 12 | TÉCNICOS | Nuevos requerimientos de cableado, debido a la nueva disposición de la instalación de los equipos, que puede generar sobrecostos al proyecto. | A | | | | 1c | | | | N |
| 13 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | No disponibilidad de almacenamiento de los nuevos equipos debido a la restricción de las bodegas de la organización que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. | A | | | | 3c | 3d | | | M |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD | | | | | | | | |
|-----|------------------------|---|--------------------------------------|----------|-----------------------|-----------|---------------------|--------|-------------------|-------|-------------------|
| | | | AMENAZA / OPORTUNIDAD | PERSONAS | DAÑOS A INSTALACIONES | AMBIENTAL | ECONÓMICOS (COSTOS) | TIEMPO | IMAGEN Y CLIENTES | OTROS | VALORACIÓN GLOBAL |
| 14 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Daños de los equipos, por largo tiempo o deficientes condiciones de almacenamiento y preservación en la refinería que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. | A | | | | | 1c | 3c | | M |
| 15 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Entrega tardía de los equipos, debido a las malas condiciones de las vías del país, que ocasione atrasos. | A | | | | 2b | 4b | | | M |
| 16 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Deficiente disposición de los equipos desmontados, debido a la incertidumbre del lugar de almacenamiento temporal de los mismos, lo cual puede generar atrasos en el proyecto o incidentes ambientales. | A | | | | | 3b | | | L |
| 17 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | No disponibilidad de almacenamiento de los nuevos equipos y áreas para ensamble, debido a la restricción de las bodegas de la refinería, que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. | A | | | | 3c | 3d | | | M |
| 18 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Daños de los equipos, por fallas durante el izaje y descarga de los equipos en la refinería que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. | A | | | | | 1b | 2b | | N |
| 19 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Entrega inoportuna del área o requerimientos para desmontaje de los existentes e instalación de nuevos transformadores, debido a fallas en la planificación y coordinación con las plantas lo cual puede generar atrasos. | A | | | | | 3d | | | M |
| 20 | COMPRAS | Entrega tardía de los equipos, porque el fabricante tenga muchos equipos previos por fabricar, que impacte en tiempo al proyecto. | A | | | | 2b | 4b | | | M |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD | | | | | | | | |
|-----|---------------------|--|--------------------------------------|----------|-----------------------|-----------|---------------------|--------|-------------------|-------|-------------------|
| | | | AMENAZA / OPORTUNIDAD | PERSONAS | DAÑOS A INSTALACIONES | AMBIENTAL | ECONÓMICOS (COSTOS) | TIEMPO | IMAGEN Y CLIENTES | OTROS | VALORACIÓN GLOBAL |
| 21 | COMPRAS | Declaración fallida del proceso de compra de equipos, porque los oferentes presenten propuestas por fuera del presupuesto o no cumplan especificaciones técnicas o entreguen propuestas por fuera de tiempo, que puede impactar en tiempo al proyecto. | A | | | | | 5b | | | M |
| 22 | COMPRAS | Mejorar el alcance de las compras con la inclusión de pruebas de servicio en sitio en la instalación antes de la energización y después de ésta, lo cual puede mejorar la calidad y tiempo de los trabajos. | O | | | | | | | 4d | H |
| 23 | COMPRAS | Llegada de equipos con especificaciones por fuera de estándares o con fallas de calidad, debido a deficiencias durante la fabricación, que impacte en tiempo al proyecto y en reprocesos. | A | | | | | 3c | | | M |
| 24 | EJECUCIÓN Y MONTAJE | No continuidad del contratista de montaje, debido a que se declare con inestabilidad económica o incumplimientos del contrato, que impacte en tiempo y costos al proyecto. | A | | | | | 5b | | | M |
| 25 | HSE | Contaminación por fugas o derrames de aceite, durante el desmontaje y traslado de los transformadores existentes, lo cual impacta el ambiente. | A | | | | | 1c | | | N |
| 26 | HSE | Eventos de electrocución y choque eléctrico, debido a fallas en coordinación de los trabajos. | A | 5c | | | | | | | H |
| 27 | HSE | Eventos de electrocución y choque eléctrico, debido a deficiencias en las competencias para trabajos eléctricos | A | 5c | | | | | | | H |
| 28 | HSE | Eventos de caída en alturas, por fallas en el cumplimiento de la normatividad, lo cual genera afectación en las personas. | A | 5c | | | | | | | H |

4.8.4. Realizar el análisis cuantitativo de los riesgos.

El proceso de realizar el análisis cuantitativo de los riesgos consiste en analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto según el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

Para el presente PFG se realiza un análisis semi-cuantitativo de los riesgos de acuerdo con lo indicado en el plan de gestión de riesgos, con base en la línea base de costos y cronograma, el registro de riesgos y factores ambientales y activos de los procesos de la organización. Para llevar a cabo este proceso se emplea la herramienta ECP-DPY-F-008 “Matriz de Evaluación semi-cuantitativa (impacto y probabilidad) de riesgos para proyectos” y juicio de expertos. Como resultado se obtiene el rango según la probabilidad e impacto de los riesgos analizados para alcanzar los objetivos de costo y tiempo del proyecto.

Posteriormente a la realización del cargue de datos en la herramienta de la organización en mención, se obtienen los resultados, mediante los cuales se concluye que según el riesgo global del proyecto que es riesgo alto (H), el proyecto puede costar el valor calculado en la gestión de costos del proyecto más 206.126 dólares o más 343.543 dólares (entre el 3% y el 5% adicional del valor de costo calculado). En cuanto al tiempo, el proyecto puede tardar el valor calculado en la gestión del tiempo más 64 días calendario o más 106,5 días calendario (entre el 6% y el 10% adicional del valor del tiempo calculado).

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente figura:

| CONSECUENCIAS | | | | | | | | | | PROBABILIDAD DE OCURENCIA | | | | | | |
|----------------|-----------------------|--|-----------------|---------------------------|---------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|------|----------------|------|-------|---------|----------|
| CAPEX (USD\$): | | 6.870.875 | | PROGRAMA DE EJECUCIÓN: | | 1066 | | Días Calendario | | A | B | C | D | E | | |
| SEVERIDAD | | | | | | | | | | OTRA | | | | | | |
| | | | | | | | | | | HSE y SEG. FÍSICA | | | | | ALCANCE | |
| | | | | | | ECONÓMICOS (COSTO) (USD\$): | | Programación | | IMAGEN Y CLIENTES | OTRA | Insignificante | Bajo | Medio | Alto | Muy Alto |
| Personas | Daños a instalaciones | Ambiente | | | Desde | Hasta | Desde | Hasta | Ocurre en 1 de 100 proyectos | | | | | | | |
| 5 | Muy Alto | Una o mas fatalidades | Daño Total | Contaminación Irreparable | > 5,00% CAPEX | | >10% Programa Ejecución | | Impacto Internacional | | M | M | H | H | VH | |
| | | | | | 343.544 | 6.870.875 | 106,6 | 1.066,0 | | | | | | | | |
| 4 | Alto | Incapacidad permanente (parcial o total) | Daño Mayor | Contaminación Mayor | > 3,00% CAPEX | | 6->10% Programa Ejecución | | Impacto Nacional | | L | M | M | H | H | |
| | | | | | 206.126 | 343.543 | 64,0 | 106,5 | | | | | | | | |
| 3 | Medio | Incapacidad temporal (>1 día) | Daño Localizado | Contaminación Localizada | > 1,00% CAPEX | | 2->6% Programa Ejecución | | Impacto Regional | | N | L | M | M | H | |
| | | | | | 68.709 | 206.125 | 21,3 | 63,9 | | | | | | | | |
| 2 | Bajo | Lesión menor (sin incapacidad) | Daño Menor | Efecto Menor | > 0,50% CAPEX | | 1->2% Programa Ejecución | | Impacto Local | | N | N | L | M | M | |
| | | | | | 34.354 | 68.708 | 10,7 | 21,2 | | | | | | | | |
| 1 | Insignificante | Lesión leve (primeros auxilios) | Daño leve | Efecto Leve | > 0,50% CAPEX | | <1% Programa Ejecución | | Impacto Interno | | N | N | N | L | M | |
| | | | | | 0 | 34.353 | 0,0 | 10,6 | | | | | | | | |
| 0 | Nulo | Ningún Incidente | Ningún Daño | Ningún Efecto | = 0,00% CAPEX | | 0% Programa Ejecución | | Ningún Impacto | | N | N | N | N | N | |
| | | | | | 0 | 0 | 0 | 10,6 | | | | | | | | |

Figura 30: Resultados análisis semi-cuantitativo del proyecto. Fuente: herramienta ECP-DPY-F-008 “Matriz de Evaluación semi-cuantitativa (impacto y probabilidad) de riesgos para proyecto.

4.8.5. Planificar la respuesta a los riesgos.

Este proceso consiste en desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas de los objetivos del proyecto de acuerdo con lo establecido en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para el desarrollo de este proceso se emplea lo establecido en el plan de gestión de riesgos y el registro de riesgos. Como herramientas y técnicas se apela al planteamiento de estrategias para riesgos negativos o amenazas y para riesgos positivos u oportunidades, estrategias de respuesta a contingencias y juicio de expertos. Los resultados obtenidos se pueden utilizar para la actualización de los diferentes planes de dirección del proyecto y de documentos del proyecto.

El resultado de planificar las respuestas a los riesgos del proyecto se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 37: Plan de respuesta a los riesgos del proyecto. Fuente: el autor.

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN | PLAN | ACCION DE TRATAMIENTO | RESPONSABLE |
|-----|----------------|---|------------|-------------------|---|----------------------|
| 1 | GERENCIAMIENTO | No aprobación del proyecto en comité de gerencia, debido al alto costo del proyecto, lo cual puede generar insatisfacción del cliente interno y atrasos en el desarrollo del proyecto. | M | Mitigar / Reducir | Al materializarse el riesgo puede impactar el proyecto en al menos dos meses impactándose también las expectativas de los clientes internos por lo que se propone como acción realizar un riguroso presupuesto de tal manera que no resulte sobre estimado alineado con la evaluación financiera del proyecto. | Líder del proyecto |
| 2 | GERENCIAMIENTO | Dilatación de la aprobación del proyecto, debido a que la evaluación financiera (relación costo beneficio) de resultados por debajo de 1, lo cual puede generar insatisfacción del cliente interno y atrasos en el desarrollo del proyecto. | M | Mitigar / Reducir | Al materializarse el riesgo puede impactar el proyecto en al menos dos meses impactándose también las expectativas de los clientes internos por lo que se propone como acción realizar un riguroso presupuesto de tal manera que no resulte sobre estimado alineado con la evaluación financiera del proyecto. La evaluación financiera seguramente arrojará valores superiores a 1 teniendo en cuenta todos los eventos y costos de estos en los cuales se ha generado lucro cesante por paradas de plantas no programadas por falla de transformadores. | Ingeniero Financiero |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN | PLAN | ACCION DE TRATAMIENTO | RESPONSABLE |
|-----|----------------|--|------------|-------------------|--|--------------------------------|
| 3 | GERENCIAMIENTO | No contar con disponibilidad de las plantas para la instalación de nuevos equipos que requieran parada de planta que genere atrasos en el proyecto y sobrecostos. | L | Aceptar / Asumir | El impacto de los retrasos puede ser en promedio de 1 a 3 días calendario, lo cual puede reducirse realizando de manera oportuna y con suficiente antelación la coordinación de la salida de servicio de cada transformador a reemplazar. | Líder de construcción |
| 4 | GERENCIAMIENTO | No continuidad del equipo del proyecto, debido a cambios administrativos en la organización lo cual puede generar reprocesos y atrasos en el proyecto. | H | Mitigar / Reducir | 1. Asegurar que la información del proyecto quede registrada, actualizada y almacenada en un servidor para acceso de todo el equipo de gestión técnica. 2. Formalizar y socializar la conformación del equipo del proyecto | Líder del proyecto |
| 5 | GERENCIAMIENTO | Presencia de paros y anomalías laborales, debido a condiciones sindicales, que generen atrasos en el proyecto. | M | Mitigar / Reducir | Puede darse un atraso de 15 días acumulativos por paros y anomalías laborales, por lo que es necesario que se asegure el correcto y oportuno pago de las obligaciones labores adquiridas por el contratista de obra las cuales deben ser plasmadas en detalle en la minuta del contrato. | Administrador Contrato de Obra |
| 6 | GERENCIAMIENTO | Cambio del alcance durante la ejecución del proyecto, debido a nuevos requerimientos por parte de los clientes internos que pueden generar sobrecostos y atrasos en el proyecto. | M | Mitigar / Reducir | Asegurar que el alcance del proyecto sea congelado y divulgado de manera formal a los clientes internos e interesados de manera oportuna. | Planeador |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN | PLAN | ACCION DE TRATAMIENTO | RESPONSABLE |
|-----|-----------|---|------------|-------------------|---|---------------------------------|
| 7 | TÉCNICOS | Pérdida de confiabilidad de los equipos existentes, debido a la demora en la maduración de las fases del proyecto, que puede impactar en costos y tiempo al proyecto. | H | Mitigar / Reducir | <ol style="list-style-type: none"> 1. Seguimiento riguroso a los tiempos de desarrollo de la ingeniería y básica. 2. Definir plan de contingencia en caso de desviación en el cronograma de la ingeniería básica. 3. Asegurar aprobación de compras tempranas en la fase 3 de maduración del proyecto. | Líder de Ingeniería |
| 8 | TÉCNICOS | No contar de forma oportuna con la ingeniería básica del proyecto que impacte en tiempo al proyecto. | H | Mitigar / Reducir | <ol style="list-style-type: none"> 1. Definir tiempo límite para realizar la ingeniería básica por parte del Departamento de Ingeniería y hacer seguimiento riguroso semanalmente del avance del desarrollo de esta ingeniería. | Líder de Ingeniería |
| 9 | TÉCNICOS | Definición incompleta del alcance antes de la aprobación de fase 3 de maduración, debido a falta de claridad de la necesidad del cliente interno, que puede generar sobrecostos y atrasos en el proyecto. | M | Mitigar / Reducir | Asegurar que el alcance del proyecto sea congelado y divulgado de manera formal a los clientes internos e interesados de manera oportuna. | Líder del proyecto |
| 10 | TÉCNICOS | Contratar a la empresa fabricante de los equipos para que realice el ensamble y pruebas de los equipos lo cual puede mejorar la calidad y tiempo de los trabajos. | H | Explotar | Solicitar y establecer en los Documentos del proceso de selección de las obras de montaje la obligación de contratar a las firmas proveedoras de los equipos para la realización del ensamble y pruebas de los nuevos equipos. | Líder de compras y contratación |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN | PLAN | ACCION DE TRATAMIENTO | RESPONSABLE |
|-----|------------------------|--|------------|-------------------|---|-----------------------|
| 11 | TÉCNICOS | Incertidumbres durante la excavación en obra civil, debido al desconocimiento de la información underground, que puede impactar en costos y tiempo del proyecto. | H | Mitigar / Reducir | 1. Asegurar que se realice excavación manual. 2. Definir un procedimiento para excavaciones. | Líder de construcción |
| 12 | TÉCNICOS | Nuevos requerimientos de cableado, debido a la nueva disposición de la instalación de los equipos, que puede generar sobrecostos al proyecto. | N | Mitigar / Reducir | Incluir en los Documentos del Proceso de Selección de las compras el requerimiento de que los equipos a suministrar tengan accesos para el cableado existente sin necesidad de modificar rutas del mismo. | Líder de Ingeniería |
| 13 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | No disponibilidad de almacenamiento de los nuevos equipos debido a la restricción de las bodegas de la organización que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. | M | Mitigar / Reducir | Incluir en los Documentos del Proceso de Selección de las compras el requerimiento de entregas parciales de los equipos. | Planeador |
| 14 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Daños de los equipos, por largo tiempo o deficientes condiciones de almacenamiento y preservación en la refinería que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. | M | Mitigar / Reducir | Coordinar con bodegas de la refinería el almacenamiento de los nuevos equipos con condiciones de preservación según las recomendaciones de los proveedores de los equipos. | Líder del proyecto |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN | PLAN | ACCION DE TRATAMIENTO | RESPONSABLE |
|-----|------------------------|---|------------|-------------------|--|--|
| 15 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Entrega tardía de los equipos, debido a las malas condiciones de las vías del país, que ocasione atrasos. | M | Mitigar / Reducir | Tener definidas rutas alternativas para el transporte de los equipos en caso que las vías principales se encuentren en condiciones que impidan el transporte de los equipos. Además, se debe asegurar la entrega de los equipos de manera oportuna en los documentos del proceso de selección de las compras de manera que la entrega sea oportuna y se tenga en cuenta tiempos de desplazamiento por carreteras considerando el peor de los casos que es el de vías bloqueadas. | Planeador |
| 16 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Deficiente disposición de los equipos desmontados, debido a la incertidumbre del lugar de almacenamiento temporal de los mismos, lo cual puede generar atrasos en el proyecto o incidentes ambientales. | L | Mitigar / Reducir | Asegurar con la coordinación de gestión y control ambiental de la refinería y bodegas de la refinería con suficiente anticipación la definición del sitio de acopio de los transformadores retirados. | Coordinador de gestión y control ambiental |
| 17 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | No disponibilidad de almacenamiento de los nuevos equipos y áreas para ensamble, debido a la restricción de las bodegas de la refinería, que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. | M | Mitigar / Reducir | Asegurar con la coordinación de gestión y control ambiental de la refinería y bodegas de la refinería con suficiente anticipación la definición del sitio de acopio de los transformadores retirados. | Líder de construcción |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN | PLAN | ACCION DE TRATAMIENTO | RESPONSABLE |
|-----|------------------------|--|------------|-------------------|--|-----------------------|
| 18 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Daños de los equipos, por fallas durante el izaje y descarga de los equipos en la refinería que pueden generar retrasos y sobrecostos al proyecto. | N | Mitigar / Reducir | Asegurar cumplimiento de procedimiento de izaje y descarga así como los equipos apropiados para esta actividad. | Líder de construcción |
| 19 | LOGÍSTICA Y TRANSPORTE | Entrega inoportuna del área o requerimientos para desmontaje de los existentes e instalación de los nuevos transformadores, debido a fallas en la planificación y coordinación con las plantas lo cual puede generar atrasos. | M | Mitigar / Reducir | 1. Generar plan de intervención detallado de transformadores con las diferentes plantas con participación de los diferentes involucrados. 2. Asegurar divulgación de las intervenciones en reuniones de priorización de actividades de cada planta en las que se intervendrán transformadores; realizar cada semana. | Planeador |
| 20 | COMPRAS | Entrega tardía de los equipos, porque el fabricante tenga muchos equipos previos por fabricar, que impacte en tiempo al proyecto. | M | Mitigar / Reducir | Establecer en los documentos del proceso de selección de las compras plazo definido de entrega y póliza de cumplimiento. | Líder del proyecto |
| 21 | COMPRAS | Declaración fallida del proceso de compra de equipos, porque los oferentes presenten propuestas por fuera del presupuesto o no cumplan especificaciones técnicas o entreguen propuestas por fuera de tiempo, que puede impactar en tiempo al proyecto. | M | Mitigar / Reducir | El tiempo que implica realizar un nuevo proceso de compras es de aproximadamente 90 días calendario por lo que se debe asegurar la correcta y detallada de las especificaciones técnicas de cada uno de los transformadores y realizar presupuesto riguroso previa solicitudes de cotización a diferentes proveedores para la elaboración del presupuesto oficial. | Líder de Ingeniería |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN | PLAN | ACCION DE TRATAMIENTO | RESPONSABLE |
|-----|---------------------|---|------------|-------------------|---|--|
| 22 | COMPRAS | Mejorar el alcance de las compras con la inclusión de pruebas de servicio en sitio en la instalación antes de la energización y después de ésta, lo cual puede mejorar la calidad y tiempo de los trabajos. | H | Explotar | Acordar con la especialidad eléctrica del Departamento de Ingeniería y la Coordinación de Confiabilidad de Equipo Eléctrico de la refinería las pruebas a solicitar y establecerlas en las especificaciones técnicas de los documentos del proceso de selección de las compras. | Líder de Ingeniería |
| 23 | COMPRAS | Llegada de equipos con especificaciones por fuera de estándares o con fallas de calidad, debido a deficiencias durante la fabricación, que impacte en tiempo al proyecto y en reprocesos. | M | Mitigar / Reducir | Establecer en los documentos del proceso de selección las pruebas de fábrica que debe realizar el proveedor o proveedores a cada uno de los equipos y asegurar la verificación de estas pruebas por parte de personal de Ecopetrol. | Líder de Ingeniería |
| 24 | EJECUCIÓN Y MONTAJE | No continuidad del contratista de montaje, debido a que se declare con inestabilidad económica o incumplimientos del contrato, que impacte en tiempo y costos al proyecto. | M | Mitigar / Reducir | Se estiman 120 días calendario para realizar un nuevo proceso de contratación de obra por lo que es necesario que durante el proceso de selección del contratista de las obras de montaje se establezca requerimientos de cumplimiento de capacidad financiera como requisito mínimo para que pueda ser tenido en cuenta en la evaluación de ofertas. | Ingeniero Financiero |
| 25 | HSE | Contaminación por fugas o derrames de aceite, durante el desmontaje y traslado de los trafos existentes, lo cual impacta el ambiente. | N | Aceptar / Asumir | Tener dispuesto y definido plan de derrames en caso que se presente este tipo de evento. | Coordinador de gestión y control ambiental |

| No. | CATEGORÍA | RIESGO | VALORACIÓN | PLAN | ACCION DE TRATAMIENTO | RESPONSABLE |
|-----|-----------|---|------------|-------------------|---|-----------------------|
| 26 | HSE | Eventos de electrocución y choque eléctrico, debido a fallas en coordinación de los trabajos. | H | Mitigar / Reducir | Coordinar la realización de trabajos para que se efectúen sin energía eléctrica (en frío) y asegurar la participación del personal de operaciones de las diferentes plantas y de la coordinación de confiabilidad de equipo eléctrico en el desarrollo de los procedimientos para la realización de los trabajos en cada transformador a intervenir. Adicionalmente, se debe asegurar el cumplimiento estricto del procedimiento de permisos de trabajo en las diferentes plantas involucradas. | Líder de construcción |
| 27 | HSE | Eventos de electrocución y choque eléctrico, debido a deficiencias en las competencias para trabajos eléctricos | H | Mitigar / Reducir | Establecer en los documentos del proceso de selección del contratista de montaje los requerimientos de competencias del personal que se requiere para la realización de los trabajos de reemplazo de los transformadores. Asegurar el cumplimiento de estos requisitos durante el proceso de la administración del contrato de obra. | Líder de construcción |
| 28 | HSE | Eventos de caída en alturas, por fallas en el cumplimiento de la normatividad, lo cual genera afectación en las personas. | H | Mitigar / Reducir | Asegurar el cumplimiento de la ley colombiana relacionada con los requerimientos de seguridad para que las personas puedan realizar trabajos en alturas durante el desarrollo del contrato de obra de montaje. | Líder de construcción |

4.8.6. Controlar los riesgos.

El proceso consiste en la implementación de los planes de respuesta a los riesgos, realizar seguimiento a los riesgos identificados, monitorear riesgos residuales, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a lo largo del proyecto, de acuerdo con las mejores prácticas establecidas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para la realización de este proceso es necesario contar los planes que conforman el plan para la dirección del proyecto, el registro de riesgos y datos e informes del desempeño del trabajo. Para llevar a cabo el proceso se emplean herramientas y técnicas como reevaluación de los riesgos, auditorías de los riesgos, análisis de variación y tendencias, medición del desempeño técnico, análisis de reservas y reuniones. Como resultado de este proceso se deben obtener información del desempeño del trabajo, solicitudes de cambio, actualizaciones a los planes de gestión del proyecto y documentos del proyecto y actualización a los activos de la organización.

Este proceso deberá desarrollarse según lo indicado en el plan de gestión de riesgos en el cual se contempla que a los riesgos altos (H) y muy altos (VH), se les debe realizar monitoreo semanalmente. A los riesgos medios (M), bajos (L) y nulos (N) se les debe realizar seguimientos mensualmente.

Adicionalmente, conforme a la ejecución de los planes de respuesta planteados para tratar el riesgo, estos se deben clasificar como riesgos según el estado de la acción, en que se encuentran cada una de las acciones definidas para el tratamiento de los riesgos del proyecto y se deben clasificar: Abierta, En Retraso/Vencida, En ejecución, Cerrada y No Aplica.

4.9. Gestión de las adquisiciones.

La gestión de las adquisiciones incluye los procesos para comprar o adquirir los productos que se requieren obtener fuera del equipo del proyecto según lo

establece el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Para el presente PFG se incluyen los procesos de planificar la gestión de adquisiciones para documentar las decisiones de adquisiciones del proyecto, efectuar las adquisiciones para la selección de los proveedores o contratistas de obra, controlar las adquisiciones para el monitoreo de la ejecución de contratos y cerrar las adquisiciones para finalizar cada adquisición del proyecto.

4.9.1. Planificar las adquisiciones.

En este proceso se documentan las decisiones de las adquisiciones del proyecto, especificando su enfoque e identificando los proveedores potenciales según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013). Lo anterior, con base en el enunciado del alcance del proyecto, EDT/WBS, documentación de requisitos, registro de riesgos, estimación de costos de las actividades, cronograma del proyecto, condiciones del mercado y procedimientos propios de la organización.

ECOPETROL cuenta con el documento GSJ-M-001 “MANUAL DE CONTRATACIÓN DE ECOPETROL S.A”, el cual contiene los principios, normas y procedimientos, con fundamento en los cuales se tramitan los procesos de selección de contratistas y se celebran contratos que ECOPETROL requiere para el desarrollo de su objeto social.

Este manual contempla cinco (5) tipos de procesos de selección para proveedores o contratistas:

- a. **Contratación Directa:** proceso mediante el cual se contrata de manera directa con una persona capaz e idónea, y con fundamento en una propuesta favorable que puede resultar de una negociación integral.

- b. Concurso Cerrado: proceso competitivo en que pueden presentar propuesta varias personas previamente invitadas, y se selecciona la más favorable con base en factores objetivos.
- c. Concurso Abierto: proceso competitivo en que pueden presentar propuesta personas que cumplan las condiciones de la respectiva convocatoria pública, y se selecciona la más favorable con base en factores objetivos.
- d. Concurso Cerrado Plurinegocial: proceso en el que se negocia con varias personas previamente invitadas, y con base en factores objetivos se identifica el ofrecimiento más favorable.
- e. Proceso Combinado: proceso que se surte en dos etapas, siendo la primera de naturaleza pública, dirigida a identificar las personas que cumplan las condiciones de la respectiva convocatoria, y la segunda de naturaleza privada, dirigida a asignar el (los) contrato (s) de manera directa, mediante la aplicación de criterios objetivos previamente determinados.

De acuerdo con el Manual de Contratación, para el caso del presente PFG, aplican los procesos: Concurso Cerrado y Concurso Abierto, para la adquisición de los transformadores el primero y la contratación de las obras de montaje el segundo. El primero aplica cuando se trata de contrataciones en las que aplique la Lista de Marcas Aceptadas de ECOPETROL y la segunda cuando no aplica ningún otro tipo de proceso de contratación que es nuestro caso.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito y con base en reuniones y juicio de expertos, se obtuvo el siguiente Plan de Adquisiciones:

Plan de Adquisiciones

Compras por ECOPETROL

Las compras de los transformadores de potencia las debe realizar ECOPETROL S.A, mediante un Concurso Cerrado de acuerdo con las directrices establecidas en el Manual de Contratación de ECOPETROL S.A. Se aplica este tipo de proceso, teniendo en cuenta que los transformadores a adquirir deben ser de marcas aceptadas por ECOPETROL, es decir, incluidas en el documento ECP-VIN-G-GEN-MT-002 “MANUAL DE MARCAS ACEPTADAS” en lo que respecta a Transformadores Eléctricos de potencia. Estas marcas son: SIEMENS, GENERAL ELECTRIC, ABB, SCHNEIDER ELECTRIC.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, los equipos se deben adquirir a los proveedores que suministren este tipo de equipos de las marcas indicadas.

Estos equipos se adquieren con base en las Hojas de Datos y Requisiciones de Materiales que emita el Departamento de Ingeniería como producto del desarrollo de la Ingeniería Básica del proyecto.

Se debe tener en cuenta solicitar al proveedor o proveedores seleccionados de los transformadores, las garantías correspondientes que cubran defectos en la calidad de los mismos. Dichas garantías cubren hasta el reemplazo de los transformadores, condición a establecerse en las respectivas órdenes de compra.

Los Transformadores de Potencia deberán ser entregados en las Bodegas de Materiales de la Gerencia Refinería Barrancabermeja de ECOPETROL S.A., cumpliendo con los tiempos de entrega pactados por ECOPETROL S.A. y el Proveedor.

Las actividades de la Gestión de Compras que debe realizar ECOPETROL S.A. son las siguientes:

- Revisión de todos los documentos entregados por los proveedores para la fabricación de los transformadores los cuales como mínimo deben ser los siguientes:
 - ✓ Especificaciones técnicas de fabricación de los transformadores.
 - ✓ Planos de fabricación.
 - ✓ Especificaciones de materiales a utilizar.
 - ✓ Normas o estándares a emplear.
- Verificación de las especificaciones técnicas de los materiales antes de la fabricación.
- Revisión de los cronogramas de tiempos de fabricación, pruebas y entrega de materiales de los proveedores.
- Asistencia a las pruebas en fábrica de los equipos.

Compras por el Contratista de montaje que se seleccione

Las compras que realiza el contratista corresponden al contrato de montaje de los transformadores y al suministro de materiales menores y consumibles (materiales para construcción, tubería, accesorios conduit, entre otros).

Las actividades de la Gestión de Compras que debe realizar el Contratista son las siguientes:

- Verificación de las especificaciones técnicas de los materiales antes de la colocación de sus respectivas órdenes de compra.
- Verificación de cantidades.
- Aseguramiento de certificados de calidad de los materiales a comprar.

Contrato de montaje

El contrato de montaje se debe obtener mediante Concurso Abierto, siguiendo las directrices del Manual de Contratación de ECOPETROL S.A.

El Contratista de montaje, con base en la Ingeniería Básica que entrega ECOPETROL S.A, elabora la Ingeniería Detallada para el montaje de cada uno de los equipos a reemplazar.

Es necesario que el Contratista de Montaje contrate los servicios de las firmas fabricantes de los transformadores para la realización de las pruebas en sitio de los nuevos equipos, la Asistencia Técnica al montaje y capacitación al personal que los operará y los mantendrá.

Enunciados del trabajo relativo a las adquisiciones

Con base en los resultados de la Ingeniería Básica y la línea base de alcance se elabora el enunciado del trabajo, para cada adquisición (compras y montaje) en el que se incluye la parte del alcance del proyecto que se contempla dentro de los contratos de compra y montaje.

Compras

Para el caso de la compras, el enunciado del trabajo es un documento o paquete compuesto por documentos en el que se especifica y se incluye al menos lo siguiente:

- El objeto de la orden de compra.
- Alcance del suministro, que debe indicar la cantidad de equipos a adquirir, características técnicas generales requeridas, requerimientos de calidad, requerimientos de embalaje transporte y entrega, pruebas de fábrica requeridas, documentación requerida como lista de partes,

planos de fabricación, entre otros aspectos. Como parte del alcance se deben anexar los documentos de la ingeniería básica como Hojas de Datos y Requisición de Materiales de cada uno de los equipos requeridos y la especificación de ECOPETROL S.A., para la adquisición de estos equipos para el cumplimiento por parte del Contratista ECP-VST-P-ELE-ET-001 “ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA”.

- Cuadro de precios en el que se indique el ítem, su descripción, unidad y cantidad requeridos. Por cada ítem, el cuadro debe ofrecer la posibilidad que los proveedores diligencien los espacios de valor unitario y valor total. Al final del cuadro se dejará el espacio para totalizar los valores totales de los ítems, así como el espacio para el valor del impuesto al valor agregado que para este caso es del 16% sobre el valor total.

Montaje

Para el caso del contrato de montaje, el enunciado del trabajo es un documento o paquete compuesto por documentos en el que se especifica y se incluye al menos lo siguiente:

- El objeto del contrato de montaje.
- Alcance de los trabajos, que debe cumplir el contratista, el cual describe los lugares de ejecución de los trabajos, el alcance general tanto de las labores de ingeniería detallada como de montaje, aspectos relacionados con el suministro de materiales por parte del contratista, la relación de los equipos que suministrará ECOPETROL, aspectos relacionados con el uso de maquinaria, equipos y herramientas, la secuencia con la que se realizarán los trabajos, los requerimientos de contratación de asesoría técnica, pruebas en sitio y capacitación a través de los proveedores de los equipos, así como el alcance específico de la ingeniería detallada y de los trabajos de obra por especialidad (para este caso civil y eléctrica).

- Cuadro de precios en el que se indique el ítem, su descripción, unidad y cantidad requeridos. Por cada ítem, el cuadro de ofrecer la posibilidad que los proveedores diligencien los espacios de valor unitario y valor total. Al final del cuadro se deja el espacio para totalizar los valores totales de los ítems, así como los espacios para que los proponentes especifiquen sus porcentajes y valores de Administración, Imprevistos y Utilidad sobre el valor del Costo Directo de las obras y el valor del impuesto al valor agregado que para este caso se calcula como el 16% del valor de la utilidad.
- Descripción de partidas de obra, documento que describe por ítem de pago los materiales, equipos, herramientas, mano de obra y trabajo requerido que se contempla por cada uno de ellos.
- Los aspectos de calidad que definan los requerimientos de aseguramiento y control que el Contratista cumplirá para el desarrollo del contrato, durante la elaboración de la ingeniería detallada y la realización de las obras de reemplazo de los equipos.
- Los aspectos de programación y control de obra en el que se definan los requisitos que el contratista de montaje cumplirá en lo referente a la programación y control de los tiempos y recursos empleados en la ejecución del contrato.
- Los aspectos de HSE (salud ocupacional, seguridad industrial y protección ambiental) en el que se definan los requisitos que el contratista de montaje cumpla en lo referente a estos aspectos tales como: permisos de trabajo, trabajos en altura y uso de andamios, planes de rescate, planes de capacitación y entrenamiento HSE de su personal, procedimientos y prácticas seguras, uso de elementos de protección personal, planes de emergencias, planes de gestión ambiental, etcétera, para poder desarrollar los trabajos dentro de las instalaciones de la refinería.
- Los Aspectos Administrativos que el Contratista cumplirá en el desarrollo del contrato relacionados con requisitos para el ingreso de su

personal a las instalaciones de la refinería, aspectos laborales que incluye políticas salariales, reportes de pagos de nómina, seguridad social y parafiscales, jornadas de trabajo y otros aspectos como ingreso y salida de herramientas y equipos, manejo de las comunicaciones, establecimiento de reuniones semanales de seguimiento y procedimiento para pagos según la ejecución de las obras.

- Especificaciones técnicas, relacionadas especialmente con documentos de ingeniería básica como especificaciones técnicas de materiales, especificaciones técnicas de montaje, planos, hojas de datos y requisiciones de materiales.

Documentos de las adquisiciones

Estos documentos complementan los Enunciados del trabajo relativo a las adquisiciones para constituir un paquete completo para la solicitud de ofertas por parte de proveedores y contratistas de obra. Estos documentos se detallan durante la Fase 4 de maduración del proyecto conjuntamente entre el Equipo del Proyecto y la Dirección de Abastecimiento de ECOPETROL, por lo que para el caso de este PFG se enuncia y se realiza una breve descripción de estos:

- Documentos de condiciones generales y condiciones específicas de la contratación: los cuales hacen referencia a las reglas que regirán el proceso de selección y define aspectos tales como precisión de los documentos que hacen parte del proceso de selección, el presupuesto oficial, el plazo requerido, las reglas para consultar y acceder a los documentos del proceso de selección, audiencia de precisión de los documentos del proceso de selección, visita al lugar de los trabajos antes de la presentación de ofertas, las reglas para formular observaciones y solicitudes de aclaración, sobre los costos de la preparación de las ofertas, los efectos de la presentación de las propuestas, la normatividad y legislación aplicable, la forma y

documentos que se deben incluir en las propuestas, el cronograma del proceso de selección, requisitos mínimos generales y específicos requeridos para poder participar en los procesos de selección, como se asignará puntaje a las propuestas y cómo será su evaluación.

- Minutas de los contratos, tanto de órdenes de compra como del contrato de montaje: las cuales en términos generales deben incluir cláusulas relacionadas con el objeto de la orden de compra o contrato, plazo de ejecución, valor, forma de pago, obligaciones generales del contratista o proveedor, obligaciones en materia de HSE del contratista o proveedor, garantías y seguros y apremios o penalizaciones,

Criterios de selección de proveedores

Los criterios de selección hacen parte de los documentos de las adquisiciones que se incluyen en las condiciones generales y específicas de los procesos de selección de compra y montaje en la Fase 4 de maduración del proyecto para efectos de evaluación de las propuestas.

Compras

- El oferente debe ser fabricante o representante exclusivo en Colombia de la marca ofrecida.
- Ofrecimiento económico en pesos colombianos.
- Se aceptan propuestas parciales, es decir, que se pueden ofertar todos los ítems o un número inferior de la totalidad de los ítems.
- Se realizarán adjudicaciones parciales por ítem.
- Los ítems ofrecidos deben cumplir integralmente las especificaciones técnicas de los equipos requeridos.
- El plazo ofrecido debe ajustarse al requerido por ECOPETROL.
- Se asignará un total de 1000 puntos a los aspectos económicos de las propuestas de la siguiente manera:

Menor valor por ítem (adjudicación por ítem): Se asignará un puntaje de mil (1000) puntos al ítem que presente el menor valor. A los demás ítems de las demás propuestas se le asignará puntaje de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$P= 1000*(Vp/Vo)$$

Donde:

P= Puntaje a asignar

Vo= Valor del ítem evaluado

Vp= Valor del ítem con menor valor

Montaje

- Experiencia demostrable en máximo dos (2) contratos que incluya en su objeto y/o alcance: "ELABORACION DE INGENIERIA DE DETALLE O DETALLADA Y MONTAJE DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA EN PLANTAS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO", entre los cuales haya realizado mínimo el montaje de cuatro (4) transformadores de potencia igual o mayor a 1000 KVA y cuya cuantía o suma de cuantías de los contratos presentados, sea igual o superior al 75% del valor del presupuesto oficial que publique ECOPETROL para el contrato de montaje, en contratos en ejecución y/o finalizados dentro de los diez (10) años anteriores a la fecha de vencimiento del plazo de presentación de propuestas.
- Presentación de documento soporte de existencia y representación legal en Colombia.
- Presentación de garantía de seriedad de la propuesta.
- Presentación de la propuesta en el idioma español.

- Ofrecimiento económico en pesos colombianos, mediante el sistema de precios unitarios y debe estar dentro del rango estimado que se defina para el presupuesto oficial informado por ECOPETROL S.A.
- El proponente deberá acreditar certificación ISO 9001 cuyo objeto y/o alcance incluya diseños, construcción y/o montajes eléctricos, vigente a la fecha del cierre del proceso de selección.
- La propuesta debe ser abonada por un Ingeniero Eléctrico o Electricista, con tarjeta profesional vigente.
- La propuesta debe ajustar al plazo requerido por ECOPETROL S.A.
- El ofrecimiento económico debe ser igual o inferior al presupuesto oficial estimado publicado por ECOPETROL.
- Presentar documentos para demostrar su capacidad financiera. Estos documentos deben incluir: Balance general, estado de resultados, estado de flujos de efectivo debidamente firmados por contador público, revisor fiscal o auditor externo.
- ECOPETROL S.A solo considerará admisibles o elegibles aquellas propuestas en las que el proponente obtenga como mínimo un total de 70 puntos como resultado de sumar los puntos asignados a la liquidez, endeudamiento y patrimonio del PROPONENTE, de acuerdo con la siguiente tabla:

Cuadro No. 38: Puntaje para indicadores financieros. Fuente: el autor.

| INDICADOR FINANCIERO DEL PROPONENTE | RANGOS PARA EL INDICADOR FINANCIERO DEL PROPONENTE | PUNTOS SEGÚN RANGO |
|-------------------------------------|--|--------------------|
| Liquidez del proponente (LP) | $LP < 0.5$ | 0 |
| | $0.5 \leq LP < 0.8$ | 18 |
| | $0.8 \leq LP < 1.2$ | 23 |
| | $1.2 \leq LP < 1.5$ | 28 |
| | $LP \geq 1.5$ | 33 |

| INDICADOR FINANCIERO DEL PROPONENTE | RANGOS PARA EL INDICADOR FINANCIERO DEL PROPONENTE | PUNTOS SEGÚN RANGO |
|-------------------------------------|---|--------------------|
| Endeudamiento del proponente (EP) | EP \geq 85% | 0 |
| | 75 % \leq EP < 85% | 18 |
| | 60% \leq EP < 75% | 23 |
| | 50% \leq EP < 60% | 28 |
| | EP < 50% | 33 |
| Patrimonio del proponente (PP) | (PP*100/presupuesto oficial total) < 5% | 0 |
| | 5% \leq (PP*100/presupuesto oficial total) < 10% | 10 |
| | 10% \leq (PP*100/presupuesto oficial total) < 30% | 20 |
| | 30% \leq (PP*100/presupuesto oficial total) < 50% | 25 |
| | (PP*100/presupuesto oficial total) \geq 50% | 34 |

El indicador de Liquidez del proponente (LP) es el resultado de dividir el Total del Activo Corriente entre el Total del Pasivo Corriente.

El indicador de endeudamiento del proponente (EP) es el resultado de dividir el Pasivo Total entre el Activo Total y la multiplicación de dicho resultado por 100.

El Patrimonio del proponente (PP) el valor del Patrimonio del proponente (PP).

- Se asignará un puntaje total de 1000 puntos a los aspectos económicos de la siguiente forma:

Menor valor (Máximo 1000 puntos): A la oferta que tenga el menor valor total sin IVA se le asignarán 1000 puntos. A las demás ofertas se le asignará puntaje mediante la siguiente fórmula:

$$PX = PM * [A/B]$$

Donde:

PX: Puntaje a asignar a la propuesta.

PM: Puntaje máximo que se asigna por este concepto (1000 puntos)

A: Ofrecimiento económico revisado sin IVA, de la propuesta de menor valor.

B: Ofrecimiento económico revisado sin IVA, de la propuesta evaluada.

Decisiones de hacer o comprar

Este proceso contempla el análisis de hacer o comprar, el cual conduce a una decisión si un determinado trabajo puede ser realizado por el equipo del proyecto o si necesariamente se adquirirá de fuentes externas.

Para este caso se define adquirir a través de proveedores los nuevos transformadores de potencia y realizar el reemplazo de los equipos en la refinería a través de un contratista de obra el cual además de los trabajos de montaje previamente elaborará la ingeniería detallada.

Para el caso de las actividades de disposición final de los equipos retirados, una vez el Contratista de obra los disponga en un lugar definido en la Fase 4 de la maduración del proyecto, el equipo del proyecto de manera previa adelantará solicitud formal ante la Dirección de Abastecimiento de ECOPETROL S.A, de realizar mediante logística inversa, la disposición final de los equipos retirados por el Contratista de montaje con el fin de prevenir riesgos de contaminación al medio ambiente y daño a la salud humana. Para esta gestión se debe seguir lo establecido en el documento interno GAB-I-036 "INSTRUCTIVO PARA LA GESTION DE RESIDUOS, ACTIVOS Y/O MATERIALES NO REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN" el cual establece el procedimiento para la realización de la enajenación o disposición final de los materiales y/o activos no requeridos para la operación y los residuos generados en las áreas de ECOPETROL S.A,

maximizando la recuperación de valor de los materiales y activos, asegurando una correcta disposición final o eliminación acorde al ordenamiento legal; obteniendo beneficios económicos y/o generando desarrollo sostenible, con beneficios en reputación e imagen de la compañía. Este documento interno existe y funciona, sin embargo no se anexa al presente PFG debido a restricciones de derechos de reproducción.

4.9.2 Efectuar las adquisiciones.

Este proceso según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), corresponde al grupo de procesos de ejecución del proyecto, en el que se obtienen las propuestas de los proveedores o contratistas de montaje, se seleccionan y se les adjudica un contrato. Para llevar a cabo este proceso se cuenta con lo estipulado en el plan de gestión de las adquisiciones, los documentos y enunciados del trabajo relativo a las adquisiciones, los criterios de selección definidos para proveedores y contratista de montaje, las propuestas recibidas, los documentos del proyecto y los resultados del análisis para la toma de decisión de hacer o comprar, además de los activos de los procesos de la organización.

Este proceso de efectuar las adquisiciones se debe realizar a través de la Dirección de Abastecimiento de ECOPETROL a la cual se le entregan de manera formal, escrita, los documentos y enunciados del trabajo relativo a las adquisiciones para que realice los procesos de selección para las compras y el contrato de obra. Esta dependencia de ECOPETROL se encarga de realizar las audiencias de precisión de los documentos de los procesos de selección con los proveedores y contratistas, realizar la evaluación de las ofertas, las negociaciones del caso y adjudicar las respectivas órdenes de compra y el contrato de montaje.

Por otra parte, en este proceso, el equipo del proyecto deberá adelantar solicitud formal ante la Dirección de Abastecimiento de ECOPETROL S.A, de realizar

mediante logística inversa, la disposición final de los equipos retirados por el Contratista de montaje, quien a su vez realizará al interior de la refinería y de la organización las gestiones pertinentes para coordinar las labores previas al inicio de la disposición final de estos equipos con el apoyo de contratistas o terceros ya vinculados a través de contratos con la Dirección de Abastecimiento para este tipo de labores en las diferentes áreas de ECOPETROL S.A a lo largo del territorio colombiano.

4.9.3 Controlar las adquisiciones.

Este proceso contempla la gestión de las relaciones de las adquisiciones, el monitoreo y control de la ejecución de los contratos de acuerdo con las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

Una vez adjudicadas las órdenes de compra y el contrato de montaje, la Dirección de Abastecimiento formaliza el nombramiento de las personas que deben efectuar las labores de administración de las órdenes de compra y contrato de montaje así como las personas que deben realizar la interventoría técnica y administrativa de los mismos para velar por el estricto cumplimiento de manera integral de los requisitos incluidos en los documentos de los procesos de selección de los proveedores y contratista de obra. Estas personas llevarán a cabo su labor con base en el documento interno GAB-G-001 “GUIA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DE CONTRATOS Y CONVENIOS” el cual establece las reglas para el aseguramiento de la correcta ejecución de los Contratos y Convenios celebrados por ECOPETROL, en su condición de Contratante, por parte de quienes ejerzan el rol de Administrador y Gestor.

Dentro de las funciones de las personas nombradas como administradores e interventores, está incluida la revisión del desempeño de las adquisiciones mediante revisión periódica del avance de los proveedores y contratista de montaje para el cumplimiento del alcance y calidad, dentro de los costos y plazos

acordados, la realización de auditorías periódicas y evaluación de informes de desempeño entregados por los proveedores y contratista de montaje, así como efectuar los respectivos trámites de pago de acuerdo a la forma de pago pactada en los contratos. Periódicamente de manera trimestral, estas personas de manera coordinada deben llevar a cabo la evaluación del desempeño del contratista con base en los lineamientos establecidos en el documento interno GAB-P-013 “PROCEDIMIENTO DE DESEMPEÑO DE CONTRATISTAS” el cual define el método para gestionar la Evaluación de Desempeño de Contratistas, e identificar mecanismos que ECOPETROL S.A utiliza para trabajar con los mejores Contratistas y Proveedores de bienes y servicios. Según este procedimiento a los proveedores y contratista se les evaluarán los siguientes criterios:

Compras

1. Cumplimiento de especificaciones técnicas.
2. Cumplimiento de plazos de entrega.
3. Cumplimiento de aspectos administrativos.
4. Cumplimiento en aspectos de HSE.

Contrato de obra

1. Cumplimiento de especificaciones técnicas.
2. Cumplimiento de plazos del Contrato.
3. Cumplimiento de aspectos administrativos.
4. Cumplimiento en aspectos de HSE.
5. Cumplimiento en aspectos de Responsabilidad Social Empresarial.

Nota: Los documentos internos mencionados en este numeral existen y funcionan, sin embargo no se anexan al presente PFG debido a restricciones de derechos de reproducción.

4.9.4 Cerrar las adquisiciones.

Este proceso contempla el cierre de cada una de las adquisiciones de manera estructurada y documentada según las mejores prácticas recomendadas por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013).

Durante la aplicación de este proceso, las personas designadas como interventores técnicos y administrativos suscriben en conjunto con los proveedores y contratista de montaje las respectivas actas de terminación en las que se declara la terminación de cada contrato y el recibido a satisfacción de cada uno de los entregables definidos en los mismos. Para la realización de esta gestión se emplea el uso de la plantilla interna GAB-F-081 “ACTA DE FINALIZACIÓN DEL CONTRATO”, mediante la cual las partes declaran la finalización del contrato y en la que se incluye información del contrato como:

- Numero de contrato.
- Objeto del contrato.
- Valor inicial.
- Plazo inicial.
- Fecha de suscripción del acta de inicio.
- Relación de actas de suspensión del contrato.
- Relación de modificaciones contractuales como contratos adicionales y de Otrosíes presentados durante la ejecución del contrato.
- Fecha de finalización.
- Plazo final del contrato.
- Valor final del contrato.

Este documento internos mencionado en este numeral existe y funciona, sin embargo no se anexa al presente PFG debido a restricciones de derechos de reproducción.

Posteriormente a la suscripción de las actas de terminación conjuntamente, entre los proveedores, contratista de montaje, interventores y administradores, se elabora y se suscriben las respectivas actas de liquidación de los contratos y se realizan los trámites pertinentes para el desembolso de los saldos a favor de los proveedores y contratista de montaje.

Este proceso incluye entre las funciones de los administradores e interventores, la compilación de toda la documentación relacionada con los contratos y entrega al Archivo de ECOPETROL S.A y la realización y documentación de los talleres de lecciones aprendidas con todos los involucrados de cada uno de los contratos suscritos.

5. CONCLUSIONES

Luego de la elaboración del proyecto final de graduación es importante destacar las siguientes conclusiones acerca del presente plan de proyecto:

- El uso del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) como guía para el cumplimiento de los objetivos específicos de este proyecto ha facilitado el cumplimiento del objetivo general del Proyecto Final de Graduación: “elaborar el Plan de ejecución preliminar de la fase 2 según el Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL S.A para el reemplazo de cuarenta y un transformadores de potencia de la refinería de ECOPETROL S.A ubicada en la ciudad de Barrancabermeja en Colombia, siguiendo las mejores prácticas de la administración de proyectos establecidas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), para el mejoramiento de la confiabilidad del suministro de energía eléctrica a las diferentes áreas operativas de la refinería.”
- Mediante la elaboración de este PFG se logró abarcar la totalidad de los procesos señalados por el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) como mejores prácticas para el logro de exitosos. Así mismo, se aprovechó los documentos y herramientas internas de ECOPETROL que hacen parte de los activos de los procesos de la organización y factores ambientales de la empresa y se logró alinearlos a los objetivos específicos del proyecto.
- De acuerdo con los resultados de desarrollar el plan de gestión del proyecto preliminar de la fase 2 de maduración, se determina que el proyecto es realizable en 1066 días calendario, tiempo en el que se incluye las fases de maduración 3, 4 y 5 con un presupuesto total de USD\$5.957.363.

- A pesar que el presente plan de ejecución preliminar aplica para la fase 2 de maduración del proyecto, es un insumo que por su nivel de detalle facilitará la actualización, complemento y el detalle del plan de ejecución del proyecto de la fase 3 lo cual podrá generar ahorros de tiempo y asegurar un nivel de definición apropiado para obtener la autorización de las compras tempranas y aprobación para continuar a la siguiente fase.
- Durante el desarrollo del PFG se logró realizar la identificación de riesgos de gerenciamiento, técnicos, de logística y transporte, de compras, de ejecución y montaje y de HSE, sobre los cuales se realizó el respectivo análisis cualitativo y semi-cuantitativo y el establecimiento del respectivo plan de respuesta a los riesgos. Estos deben revisarse en las posteriores fases del proyecto, además de realizar su seguimiento para que en caso de ser necesario se active el plan de respuesta respectivo con el fin de mitigar los riesgos negativos o explotar los positivos y asegurar de esta forma el éxito del proyecto.
- En la gestión de adquisiciones se logró establecer los requerimientos para facilitar la realización de las compras tempranas y la adquisición de los nuevos equipos en la fase 3 del proyecto. Lo cual hará que el proyecto cumpla con el cronograma en propuesto y se mitigue el riesgo de dilatación del proyecto en el tiempo.

6. RECOMENDACIONES

Con base en el las conclusiones del proyecto se hacen las siguientes recomendaciones sobre el plan de ejecución del proyecto preliminar elaborado:

- En consideración a que el Plan de Ejecución del Proyecto (PEP) es el documento en el que se definen las bases para la planificación y ejecución de éste, de manera que se logren los objetivos propuestos, es preciso que en la medida en que se presenten cambios en el entorno interno o externo de la empresa y del proyecto que afecten este último, se realicen las correspondientes actualizaciones y se informe a los interesados sobre los cambios implementados.
- Conforme a la continuidad del proyecto, el Plan de Ejecución del proyecto deberá ser actualizado y complementado en cada una de las fases subsiguientes de maduración según avanza el proyecto.
- Es importante realizar seguimiento a los riesgos identificados y catalogados con altos (H) los cuales, a pesar de implementar los planes de respuesta propuestos, pueden llegar a materializarse e impactar los objetivos del proyecto. Es importante que en la fase 3 del proyecto se dedique un tiempo considerable a la revisión de la gestión de riesgos del proyecto, producto del cual pueden identificarse nuevos riesgos que podrían llegar se catalogaos como altos y que en el presente PFG no fueron detectados.
- Desde el punto de vista de la operación de la refinería se recomienda dar cumplimiento a los tiempos establecidos en el cronograma para el logro de cada uno de los entregables de cada una de las fases del proyecto de manera oportuna. Incluso, en la demás fases del proyecto se debe procurar por ejecutar el proyecto lo más pronto posible para el mejoramiento de la

confiabilidad de las diferentes plantas de la refinería de Barrancabermeja. Una falla de uno de los transformadores de una de las plantas involucradas en este proyecto puede ocasionar un lucro cesante considerable tal como seguramente se verá reflejado en la evaluación financiera de la fase 2 del proyecto.

- Se recomienda realizar rutinas rigurosas de mantenimiento a los transformadores existentes con el fin de mitigar el riesgo de falla de uno de estos equipos antes de su reemplazo a través del proyecto.
- A pesar que la lista de marca aceptadas en ECOPETROL es una limitante, se debe revisar en el mercado otras marcas de transformadores con el fin de establecer si existen nuevas tecnologías en el campo de estos equipos de manera que pueda llegar a obtenerse equipos con mayor eficiencia y mas económicos.
- El Líder del proyecto, debe contar con arraigadas habilidades de comunicación teniendo en cuenta que existen muchos interesados y clientes internos, especialmente los jefes de departamento de las diferentes plantas de la refinería. El Líder deberá dedicar gran parte de su tiempo a gestión estos interesados teniendo en cuenta que el proyecto debe desarrollarse sin afectar la operación de las plantas las cuales solo están fuera de servicio en paradas programadas que generalmente entre paradas el periodo es una vez al año o menor.
- El presente PFG sirve de modelo de plan de ejecución de proyecto preliminar de fase 2 para el desarrollo de otros proyecto de ECOPETROL, el cual contiene el valor agregado de estar alineado al PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y contempla todos y cada uno de los procesos propuesto por dicha guía.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Baca, G. (2001). Evaluación de proyectos (4a ed.). México, D.F: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.
2. Chamoun, Yamal. (2005). Administración Profesional de Proyectos: La guía. México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
3. ECOPETROL (2010). Gestión de Programas y Proyectos en ECOPETROL. (2ª ed.). Colombia: el autor.
4. Gido Jack, Clements James P. (2007). Administración Exitosa de Proyectos. Tercera Edición. México: Internacional Thompson Editors.
5. PMI (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK Guide) (5a ed.). Newton Square, Pennsylvania, USA: el autor.

8. ANEXOS

Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO DEL PFG

| ACTA DEL PROYECTO | |
|--|---|
| Fecha | Nombre de Proyecto |
| 12 de Enero de 2014 | ELABORACION DEL PLAN DE EJECUCION DE FASE 2 DEL PROYECTO REEMPLAZO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA ELECTRICA DE LA REFINERIA DE ECOPETROL S.A UBICADA EN BARRANCABERMEJA, COLOMBIA |
| Areas de conocimiento / procesos: | Area de aplicación (Sector / Actividad): |
| <p>Procesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Iniciación. - Planeación. - Ejecución. - Monitoreo y control. - Cierre. <p>Areas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interesados. - Alcance. - Tiempo. - Costos. - Calidad. - Recursos humanos. - Comunicaciones. - Riesgos. - Adquisiciones. | Sector Petrolero / Actividad Industrial y de Transporte de Hidrocarburos. |
| Fecha de inicio del proyecto | Fecha tentativa de finalización del proyecto |
| 6 de Enero de 2014 | 31 de Octubre de 2014 |
| Objetivos del proyecto (general y específicos) | |
| <p>Objetivo general</p> <p>El objetivo general del proyecto es elaborar el Plan de ejecución preliminar de la fase 2 según el Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL S.A para el reemplazo de cuarenta y un transformadores de potencia de la refinería de ECOPETROL S.A ubicada en la ciudad de Barrancabermeja en Colombia, siguiendo las mejores prácticas de la administración de proyectos establecidas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), para el mejoramiento de la confiabilidad del suministro de energía eléctrica a las diferentes áreas operativas de la refinería.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el</p> | |

PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de los interesados para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para identificar quienes pueden afectar o pueden ser afectados por el desarrollo del proyecto. Esta gestión incluye el análisis de sus expectativas y su impacto en el proyecto y con base en esto se desarrolla estrategias para lograr la participación de ellos en la ejecución del proyecto.

Establecer mediante la aplicación de las prácticas de administración de proyectos plasmadas en el PMBOK 5taEd. (PMI, 2013), el plan de gestión de alcance para el reemplazo de los equipos en la fase 2 del proyecto siguiendo además los lineamientos del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para definir lo que se incluye y lo que no se incluye en el proyecto.

Realizar el plan de gestión del tiempo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar y controlar los tiempos de modo que el proyecto se complete en el tiempo requerido.

Realizar el plan de gestión del costo para el reemplazo de los equipos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para definir cómo se va a estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro de lo presupuestado.

Definir el plan de calidad de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se prevé cumplir con los requisitos acordados.

Definir el plan de recursos humanos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a definir, organizar y gestionar el equipo del proyecto.

Definir el plan de comunicaciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para identificar, analizar y gestionar a los interesados del proyecto y cómo se va a generar, recopilar, distribuir, almacenar y disponer de la información del proyecto adecuada y oportunamente.

Definir el plan de gestión de riesgos de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se va a implementar el ciclo de gestión de riesgos en el proyecto.

Definir el plan de adquisiciones de acuerdo con los lineamientos del PMBOK 5taEd. (PMI, 2013) y las directrices del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para la fase 2 del proyecto para describir cómo se asegurarán las adquisiciones y contrataciones requeridas para la ejecución del proyecto.

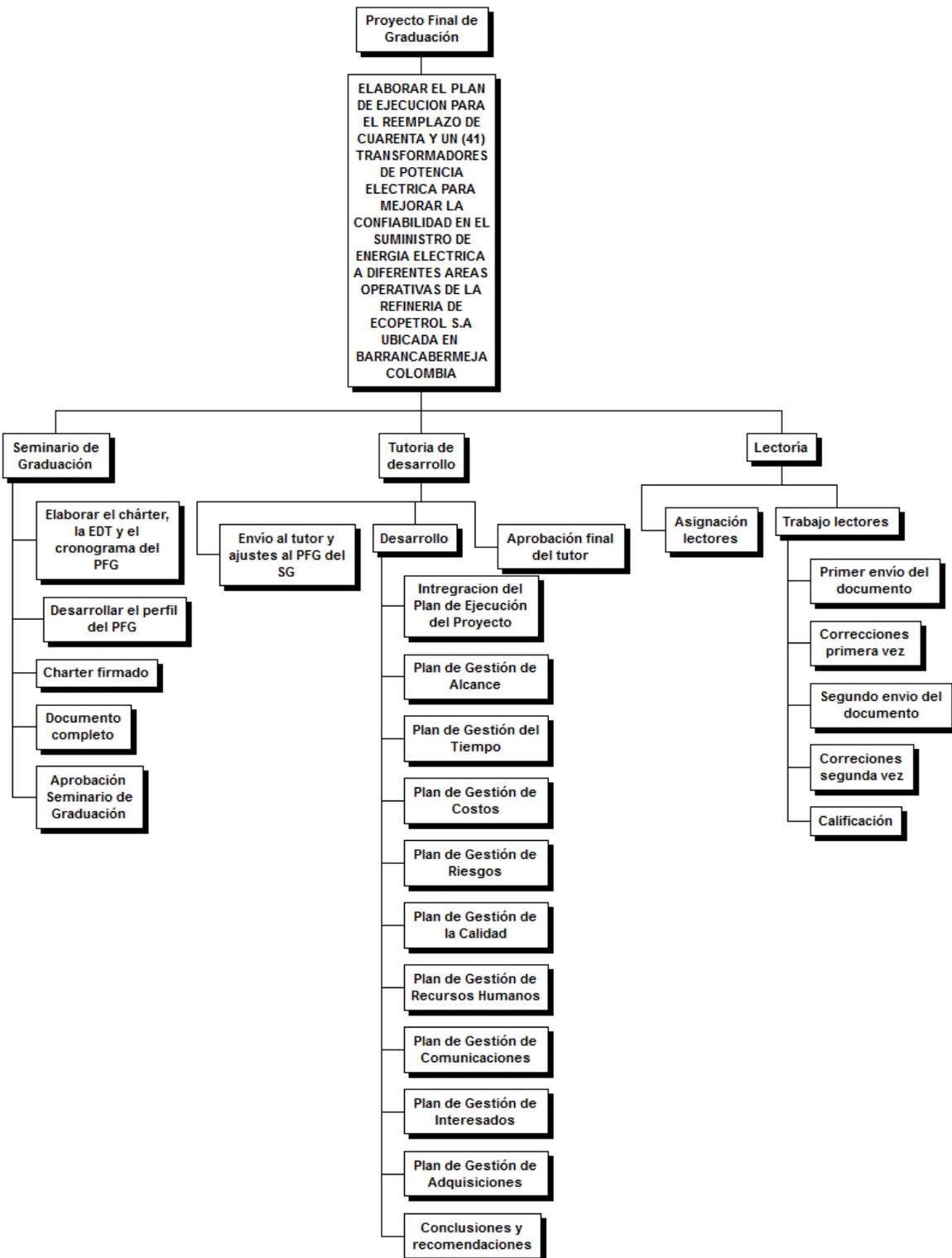
Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)

Desde el punto de vista de la administración de proyectos, mediante la elaboración del Plan de ejecución de la fase 2 del Modelo de maduración y gestión de proyectos de ECOPETROL para el reemplazo de los cuarenta y un transformadores de potencia con base en las directrices del PMI, se establecerán las mejores prácticas que podrán conducir a la ejecución del proyecto de manera exitosa y como consecuencia se podrá garantizar el mejoramiento de la confiabilidad del suministro de energía eléctrica a las diferentes áreas operativas de la refinería de ECOPETROL localizada en Barrancabermeja.

El Plan de ejecución podrá permitir a ECOPETROL adelantar la fase 3 del proyecto con base en las mejores prácticas de administración de proyectos para agiizar el logro de la ejecución del mismo en el

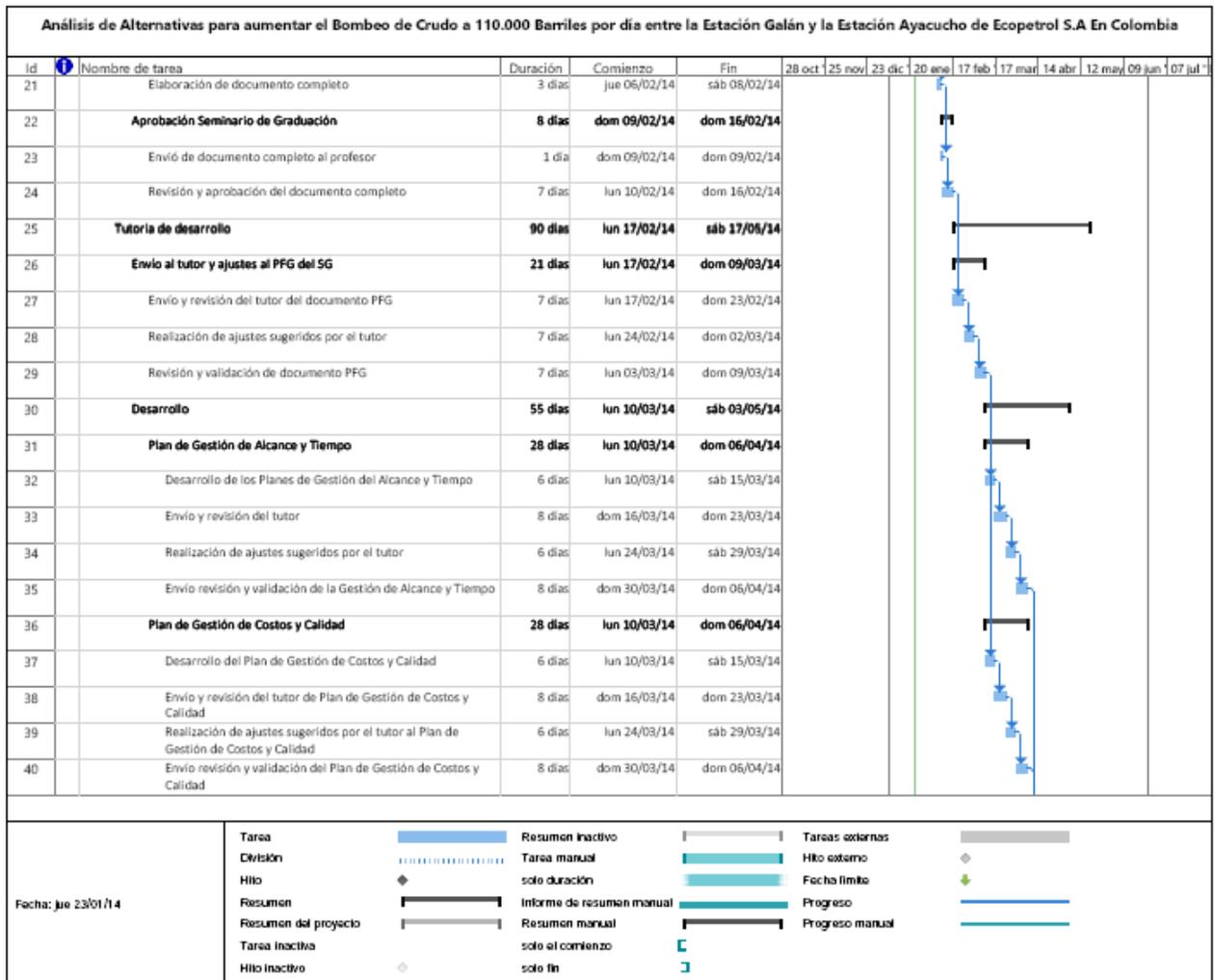
| | |
|---|---------------|
| corto plazo y eliminar el riesgo de fallas de los equipos por baja confiabilidad de los transformadores existentes. | |
| Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto | |
| Presentar un Plan de ejecución de la fase 2 del proyecto para el reemplazo de cuarenta y un transformadores según el Modelo de maduración y gestión del proyectos de ECOPETROL y basado en las mejores prácticas de administración de proyectos. | |
| Supuestos | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Se cuenta con la información de tipo técnica y administrativa para el desarrollo del Plan de ejecución del proyecto. - Existen estándares técnicos definidos por la empresa ECOPETROL que pueden ser empleados para la definición del plan de ejecución del proyecto. - Se cuenta con los recursos lógicos para el desarrollo del Plan de ejecución del proyecto. - La fase 1 de maduración del proyecto ya fue realizada. - Se cuenta con ingeniería conceptual adelantada en la fase 1 de maduración del proyecto. - En la fase 1 se adelantó la selección de alternativas, que pertenece a la fase 2 del modelo de maduración de Ecopetrol. Se evaluaron 2 alternativas: (i) Compra y montaje de nuevos transformadores y (ii) Reparación general de los transformadores. La alternativa seleccionada fue la de comprar y montar nuevos transformadores | |
| Restricciones | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo para la instalación de los nuevos transformadores y disposición final de los transformadores existentes se estima en máximo de 720 días calendario. - Recurso humano limitado para la realización del proyecto. | |
| Información histórica relevante | |
| Se cuenta con información de un proyecto llevado a cabo por ECOPETROL para el reemplazo de nueve (9) transformadores de distribución eléctrica con aceite contaminado con Policloruros bifenilos. Adicionalmente, se cuenta con el concepto de la Coordinación de Confiabilidad Eléctrica de la refinería de ECOPETROL en el que se expone que no es aplicable el mantenimiento de los cuarenta y un transformadores existentes debido al cumplimiento de su vida útil. | |
| Identificación de grupos de interés (Stakeholders) | |
| Involucrados directo(s): <ul style="list-style-type: none"> - Equipo del proyecto. - Universidad para la Cooperación Internacional. involucrados indirecto(s): <ul style="list-style-type: none"> - ECOPETROL y sus diferentes áreas operativas. - Trabajadores vinculados directamente a la empresa. - Proveedores a nivel nacional. | |
| Aprobado por: Ramiro Fonseca | Firma: |
| Realizado por Glenn Escorcía Florez | |

Anexo 2: EDT DEL PFG



Anexo 3: CRONOGRAMA DEL PFG





| Análisis de Alternativas para aumentar el Bombeo de Crudo a 110.000 Barriles por día entre la Estación Galán y la Estación Ayacucho de Ecopetrol S.A En Colombia | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------|---------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Id | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | 28 oct | 25 nov | 23 dic | 20 ene | 17 feb | 17 mar | 14 abr | 12 may | 09 jun | 07 jul |
| 41 | Plan de Gestión de Riesgos y Comunicaciones | 20 días | lun 07/04/14 | sáb 26/04/14 | | | | | | | | | | |
| 42 | Desarrollo de Plan de Gestión de Riesgos y Comunicaciones | 6 días | lun 07/04/14 | sáb 12/04/14 | | | | | | | | | | |
| 43 | Envío y revisión del tutor del Plan de Gestión de Riesgos y Comunicaciones | 4 días | dom 13/04/14 | mié 16/04/14 | | | | | | | | | | |
| 44 | Realización de ajustes sugeridos por el tutor al Plan de Gestión de Riesgos y Comunicaciones | 3 días | jue 17/04/14 | sáb 19/04/14 | | | | | | | | | | |
| 45 | Envío revisión y validación del Plan de Gestión de Riesgos y Comunicaciones | 7 días | dom 20/04/14 | sáb 26/04/14 | | | | | | | | | | |
| 46 | Plan de Recursos Humanos y de Interesados | 20 días | lun 07/04/14 | sáb 26/04/14 | | | | | | | | | | |
| 47 | Desarrollo de Plan de Recursos Humanos y de Interesados | 6 días | lun 07/04/14 | sáb 12/04/14 | | | | | | | | | | |
| 48 | Envío y revisión del tutor del Plan de Recursos Humanos y de Interesados | 4 días | dom 13/04/14 | mié 16/04/14 | | | | | | | | | | |
| 49 | Realización de ajustes sugeridos por el tutor al Plan de Recursos Humanos y de Interesados | 3 días | jue 17/04/14 | sáb 19/04/14 | | | | | | | | | | |
| 50 | Envío revisión y validación del Plan de Recursos Humanos y de Interesados | 7 días | dom 20/04/14 | sáb 26/04/14 | | | | | | | | | | |
| 51 | Plan de gestión de Adquisiciones e Integración del Plan de Ejecución | 20 días | lun 07/04/14 | sáb 26/04/14 | | | | | | | | | | |
| 52 | Desarrollo del Plan de gestión de Adquisiciones e Integración del Plan de Ejecución | 6 días | lun 07/04/14 | sáb 12/04/14 | | | | | | | | | | |
| 53 | Envío y revisión del tutor del Plan de gestión de Adquisiciones e Integración del Plan de Ejecución | 4 días | dom 13/04/14 | mié 16/04/14 | | | | | | | | | | |
| 54 | Realización de ajustes sugeridos por el tutor sobre el Plan de gestión de Adquisiciones e Integración del Plan de Ejecución | 3 días | jue 17/04/14 | sáb 19/04/14 | | | | | | | | | | |
| 55 | Envío revisión y validación del Plan de gestión de Adquisiciones e Integración del Plan de Ejecución | 7 días | dom 20/04/14 | sáb 26/04/14 | | | | | | | | | | |
| 56 | Conclusiones y recomendaciones | 27 días | lun 07/04/14 | sáb 03/05/14 | | | | | | | | | | |
| 57 | Desarrollo de conclusiones y recomendaciones | 6 días | lun 07/04/14 | sáb 12/04/14 | | | | | | | | | | |
| 58 | Envío y revisión del tutor de las conclusiones y recomendaciones | 8 días | dom 13/04/14 | dom 20/04/14 | | | | | | | | | | |
| 59 | Realización de ajustes sugeridos por el tutor sobre las conclusiones y recomendaciones | 6 días | lun 21/04/14 | sáb 26/04/14 | | | | | | | | | | |
| 60 | Envío revisión y validación de las conclusiones y recomendaciones | 7 días | dom 27/04/14 | sáb 03/05/14 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---------------------|----------------------|----------|---------------------------|--|-----------------|--|
| Fecha: jue 23/01/14 | Tarea | | Resumen inactivo | | Tareas externas | |
| | División | | Tarea manual | | Hito externo | |
| | Hilo | | solo duración | | Fecha límite | |
| | Resumen | | Informe de resumen manual | | Progreso | |
| | Resumen del proyecto | | Resumen manual | | Progreso manual | |
| | Tarea inactiva | | solo al comienzo | | | |
| Hilo inactivo | | solo fin | | | | |

| Análisis de Alternativas para aumentar el Bombeo de Crudo a 110.000 Barriles por día entre la Estación Galán y la Estación Ayacucho de Ecopetrol S.A En Colombia | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------|---------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Id | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | 28 oct | 25 nov | 23 dic | 20 ene | 17 feb | 17 mar | 14 abr | 12 may | 09 jun | 07 jul |
| 61 | Aprobación final del tutor | 14 días | dom 04/05/14 | sáb 17/05/14 | | | | | | | | | | |
| 62 | Elaboración de documento consolidado | 1 día | dom 04/05/14 | dom 04/05/14 | | | | | | | | | | |
| 63 | Envío y revisión del documento consolidado por el tutor | 3 días | lun 05/05/14 | mié 07/05/14 | | | | | | | | | | |
| 64 | Realización de ajustes sugeridos por el tutor | 4 días | jue 08/05/14 | dom 11/05/14 | | | | | | | | | | |
| 65 | Envío, revisión y validación del documento consolidado por el tutor | 6 días | lun 12/05/14 | sáb 17/05/14 | | | | | | | | | | |
| 66 | Lectoría | 38 días | dom 18/05/14 | mar 24/06/14 | | | | | | | | | | |
| 67 | Asignación lectores | 8 días | dom 18/05/14 | dom 25/05/14 | | | | | | | | | | |
| 68 | Trámite de solicitud de lectores | 6 días | dom 18/05/14 | vie 23/05/14 | | | | | | | | | | |
| 69 | Periodo para la comunicación de asignación de lectores | 2 días | sáb 24/05/14 | dom 25/05/14 | | | | | | | | | | |
| 70 | Trabajo lectores | 30 días | lun 26/05/14 | mar 24/06/14 | | | | | | | | | | |
| 71 | Primer envío del documento | 10 días | lun 26/05/14 | mié 04/06/14 | | | | | | | | | | |
| 72 | Envío y revisión del documento PGF por lectores | 10 días | lun 26/05/14 | mié 04/06/14 | | | | | | | | | | |
| 73 | Correcciones primera vez | 7 días | jue 05/06/14 | mié 11/06/14 | | | | | | | | | | |
| 74 | Realización de ajustes al PFG | 7 días | jue 05/06/14 | mié 11/06/14 | | | | | | | | | | |
| 75 | Segundo envío del documento | 5 días | jue 12/06/14 | lun 16/06/14 | | | | | | | | | | |
| 76 | Envío y revisión del documento PFG por lectores | 5 días | jue 12/06/14 | lun 16/06/14 | | | | | | | | | | |
| 77 | Correcciones segunda vez | 3 días | mar 17/06/14 | jue 19/06/14 | | | | | | | | | | |
| 78 | Realización de ajustes al PFG | 3 días | mar 17/06/14 | jue 19/06/14 | | | | | | | | | | |
| 79 | Calificación | 8 días | vie 20/06/14 | mar 24/06/14 | | | | | | | | | | |
| 80 | Revisión final y emisión de calificación por parte de los lectores | 5 días | vie 20/06/14 | mar 24/06/14 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---------------------|----------------------|----------|---------------------------|--|-----------------|--|
| Fecha: jue 23/01/14 | Tarea | | Resumen inactivo | | Tareas externas | |
| | División | | Tarea manual | | Hito externo | |
| | Hito | | solo duración | | Fecha límite | |
| | Resumen | | Informe de resumen manual | | Progreso | |
| | Resumen del proyecto | | Resumen manual | | Progreso manual | |
| | Tarea inactiva | | solo al comienzo | | | |
| Hito inactivo | | solo fin | | | | |

Anexo 4: REFERENCIAS NORMATIVAS DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Los transformadores de potencia, son fabricados con base en normas internacionales las cuales reúnen las mejores prácticas de diseño y seguridad para la construcción de estos equipos. A continuación se enuncia un grupo de principales normas que se tienen en cuenta para la fabricación de transformadores de potencia:

- ANSI / IEEE C57.12.00- 2000 “General Requirements for Liquid Immersed Distributions Power and Regulating Transformers”.
- NEMA TR-1 –1980-1993 (R2000), “Transformers, Regulators And Reactors”.
- ANSI / IEEE C57.13.70 1.9 / 1986, “Standard Requirements for Instruments Transformers”.
- ANSI / IEEE C57.12.70-2000 (R2006), “Terminal Markings and connections for Distribution and Power Transformers”.
- ANSI C57.12.76: “Integral Air-Filled Junction Boxes for Cable Termination for Power Transformers.”
- IEEE Std C57.12.80 -2002, IEEE Standard Terminology for Power and Distribution Transformers.
- IEEE Std. C57.19.01-2000, “IEEE Standard Performance Characteristic and Dimensions for Outdoor Apparatus Bushings”.
- Normas Para Ensayos
- ANSI C57.12.90-1999, “IEEE Standard Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power and Regulating
- Transformers and IEEE Guide for short-circuit testing of Distribution and Power Transformers”.
- ANSI C57.106 -2002: “Guide for Acceptance and Maintenance of Insulating Oil in Equipment”.
- ASTM D3487-00 “Standard Specification for Mineral Insulating oil used in Electrical Apparatus”.

- ANSI/IEEE C57.98-1.993: “Guide for Transformer Impulse Tests”.
- ASTM D117-1.986: “Test Methods and Specifications for Electrical Insulating Oils of Petroleum Origin”.
- IEEE Std C57.12.80 -2002, IEEE Standard Terminology for Power and Distribution Transformers.

Anexo 5: PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS

| | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | DESARROLLO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

1. OBJETIVO

Definir un proceso sistemático para evaluar y gestionar los cambios que surgen en la ejecución de los proyectos, que permita controlar las desviaciones en alcance, costos, tiempo y calidad, asegurando el logro de los objetivos propuestos al finalizar la etapa de planeación. Este proceso busca además identificar los factores que generan los cambios dentro de los proyectos e incorporarlos al proceso de lecciones aprendidas y mejora continua en la gestión de proyectos.

2. GLOSARIO

ALCANCE DEL PROYECTO: Todas las actividades a desarrollar con el fin de cumplir los objetivos del proyecto. Debe ser acordado con los involucrados del proyecto.

CAMBIO: Modificación a las condiciones de alcance, tiempo, costo, calidad o requerimientos técnicos definidos en la línea base del proyecto. Desviación de las especificaciones, funcionalidades o planes acordados

CAMBIOS EN PLANTA: Cambios temporales o permanentes que se realizan en actividades operativas de refinación diferentes a un proyecto como son mantenimiento y facilidades de Operación (aplica para la VRP).

CLIENTE: Área o dependencia que hará productivo un proyecto, es decir que operará el producto, servicio o resultado mismo. Es a quien se entrega el proyecto.

CONGELAMIENTO DEL ALCANCE: Se produce con la aprobación del Documento Soporte de Decisión de Fase 3, mediante el cual se autoriza el proyecto y se aprueba iniciar la fase de ejecución (Fase 4).

EQUIPO DEL PROYECTO: Funcionarios directos o contratistas designados para formar parte del equipo del proyecto.

LÍDER DE PROYECTO: Funcionario responsable de dirigir el equipo del proyecto y gestionar la ejecución del proyecto de acuerdo con lo previsto en el PEP (Plan de Ejecución del Proyecto), asegurando aspectos como: alcance, costo, tiempo, calidad y beneficios.

LÍNEA BASE: Plan original o mapa de ruta que establece la forma en que se logrará el alcance del proyecto a tiempo y dentro del presupuesto. (Cronograma del proyecto aprobado en comité de maduración fase 3).

MERAK: Herramienta que sirve para realizar evaluaciones económicas, análisis de declinación de producción y además permite analizar y calcular el valor de las propiedades de petróleo y gas, a través de modelos diseñados de acuerdo con las especificaciones del país en donde se desarrolle el proyecto. Para el caso de Ecopetrol, también se encuentra soportando las evaluaciones económicas de proyectos del Downstream y las Inversiones Empresariales que pueden ser evaluadas a través de métodos de flujo de caja descontado.

MESA DE CONTROL DE CAMBIOS: Un grupo formalmente constituido de interesados responsable de analizar, evaluar, aprobar, retener o rechazar cambios al proyecto, y registrar las decisiones y recomendaciones.

NIVEL DE AUTORIZACIÓN: Cargos responsables de tomar la decisión sobre la aprobación de los cambios solicitados.

PLAN DE EJECUCIÓN DE PROYECTO – PEP: Documento elaborado en la fase de Definición de Proyecto (Fase 3) que constituye la base fundamental para la ejecución del proyecto. Describe con detalle la tarea a realizar y define cómo se va a proveer el personal, ejecutar, administrar controlar el trabajo requerido para alcanzar los objetivos del proyecto.



| | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | DESARROLLO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

PMO: Project Management Office (Oficina de Gestión de Proyectos).

PORTAFOLIO DE PROYECTOS: Conjunto de proyectos de inversión, considerados como viables para ser desarrollados. El portafolio de una vigencia corresponde a aquellos proyectos aprobados para ser madurados o ejecutados durante un año.

PROJECT SERVER: Herramienta corporativa para el seguimiento y control de los proyectos y programas de la compañía basada en los cronogramas consignados en Project Professional.

PROYECTO: Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

REPROGRAMACIÓN: Modificación a las condiciones iniciales de tiempo y costo, los cuales son ajustados frente a desviaciones reales, con el fin de asegurar el seguimiento y control del proyecto. Esta no implica ajuste de la línea base del proyecto.

SAP PS: Modulo PS (Project System) para la aplicación del sistema de proyectos que permite el manejo a nivel de compañía de la planeación, presupuestación, ejecución y control de proyectos.

3. CONDICIONES GENERALES

3.1 ALCANCE

Aplica para todos los proyectos de inversión que se desarrollan en la compañía durante la fase de ejecución (Fase 4) de acuerdo con el Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos.

Comprende las actividades que van desde el congelamiento del alcance del proyecto en la autorización de la ejecución en el comité de fase 3, la identificación de la necesidad del cambio, su valoración y evaluación hasta su autorización, implementación y seguimiento.

No se Incluyen en este procedimiento los trámites derivados de la implementación del cambio tales como manejo contractual.

3.2 FILOSOFÍA DEL CONTROL DE CAMBIOS

En las diferentes etapas de los proyectos, se producen cambios derivados del normal desarrollo evolutivo de cada una de las áreas del conocimiento, tales como: alcance, tiempo, costo, calidad, riesgos y contratación, principalmente. Las motivaciones de estos cambios pueden ser: la disminución de la incertidumbre, la necesidad de implementar acciones correctivas y preventivas; razones externas al proyecto para dar respuesta a nuevas premisas o restricciones.

En la ejecución de un proyecto de cualquier naturaleza y a lo largo de todas sus fases de maduración, los cambios forman parte integral del proyecto y por tanto su control, para minimizar los impactos negativos, es un aspecto esencial en el logro de sus objetivos principales. Si los cambios no se administran cuidadosamente; si no se valoran e integran, estos pueden afectar negativamente a todos o alguno de los objetivos o resultados esperados del proyecto.

3.2.1. Prevención de los cambios

A continuación se listan los principales mecanismos utilizados en la identificación de los aspectos que previenen la generación de cambios:

- Aplicación de lecciones aprendidas
- Seguimiento, actualización y control del Plan de Ejecución del Proyecto (PEP)

2/12



| | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | DESARROLLO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

- Aseguramiento de los diseños (Ingenierías conceptual- básica - detallada).
- Gerenciamiento de riesgos.
- PIVs – Prácticas de Incremento de Valor (p.e Análisis de constructibilidad).
- Revisión de expertos.
- Evaluación de maduración de proyectos a través de índices de definición de los mismos (PDRI-FEL).

3.2.2. Efectividad del sistema de control de cambios

El sistema de control de cambios debe medir su efectividad en términos de:

- Impactos en el cronograma, el presupuesto, modelo financiero (beneficios) y calidad (alcance).
- Protección de la integridad técnica del proyecto
- Oportunidad en la implementación
- Adherencia al procedimiento de control de cambios: aseguramiento de registros y evidencias en la ejecución de los cambios establecidos.

3.3 INVOLUCRADOS EN EL MANEJO DEL CAMBIO

3.3.1 Quien Solicita: Se refiere a quien realiza la solicitud del cambio con su debida justificación. Debe diligenciar el formato **Solicitud de Cambios en Proyectos** (ECP-DPY-F-025) y adjuntar la documentación de soporte de acuerdo con el tipo de cambio. El solicitante de un cambio en un proyecto puede ser: un representante del cliente, un miembro del equipo del proyecto u otro involucrado.

3.3.2 Quien Evalúa: Se refiere a quien debe valorar el impacto del cambio en el proyecto y la conveniencia de proceder con el mismo. De acuerdo con lo definido en este procedimiento, esta evaluación será realizada por el líder del proyecto, en conjunto con el equipo del proyecto y la autoridad técnica del negocio. Adicionalmente, se debe solicitar la verificación de los resultados de dicha evaluación y del impacto en el caso de negocio a la Dirección de Gestión de Proyectos. Los resultados de estos análisis deben elevarse a la instancia de la mesa de control de cambios, quien recomendará o no al tomador de la decisión la autorización del cambio.

3.3.3 Quien Autoriza: Se refiere a quien, de acuerdo con el nivel de autorización en cada área (ver numeral 4.3), debe aprobar el cambio, teniendo en cuenta la recomendación emitida por la mesa de control de cambios. DPY autorizará la modificación o no de la línea base del proyecto, en la herramienta Project Server para efectos de la medición de Indicadores.

3.3.4 Quien Implementa: Corresponde al Líder del proyecto (Ejecución) realizar la implementación del cambio aprobado.

3.3.5 Quien debe estar informado: Se refiere a todos los involucrados del proyecto que deben conocer el cambio aprobado. Ejemplo: funcionarios relacionados con la operación (cliente), la gestión contractual, la gestión presupuestal, líderes técnicos, entre otros. Estos se deben indicar en el análisis de la solicitud del cambio.

3.4 RESPONSABILIDADES DE LOS INVOLUCRADOS EN EL MANEJO DEL CAMBIO

3.4.1 Solicitante

- Proponer los cambios al líder del proyecto.
- Obtener información confiable y objetiva para soportar la solicitud

3/12



| | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | DESARROLLO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

- Diligenciar el formato **Solicitud de Cambios en Proyectos** (ECP-DPY-F-025) y realizar el trámite del cambio en coordinación con el equipo del proyecto

3.4.2 Líder de Proyecto

- Evaluar el impacto de los cambios del proyecto.
- Revisar y validar la Información diligenciada por el solicitante
- Obtener información confiable y objetiva para soportar la solicitud.
- Implementar las acciones que propendan por la minimización de cambios en el proyecto.
- Aprobar los documentos de congelamiento del alcance (DSD y PEP).
- Liderar la evaluación de cambios del proyecto.
- Informar a los involucrados los cambios aprobados.
- Actualizar los sistemas de Información a que haya lugar según el cambio aprobado (SAP, Project Server, etc).
- Realizar los trámites necesarios para poder implementar el cambio, incluyendo la entrega del plan de seguimiento para implementación del cambio.
- Asegurar el registro y seguimiento a los cambios aprobados.

3.4.3 Gerente

- Aprobar los cambios según el Nivel de aprobaciones del proyecto, según tabla del numeral 4.3 del presente documento.
- Aprobar los documentos de congelamiento del alcance (DSD y PEP).

3.4.4 Vicepresidente Operativo y Directores

- Aprobar los cambios según el Nivel de aprobaciones del proyecto, según tabla del numeral 4.3 del presente documento

3.4.5 Mesa de Control de Cambios

- Evaluar y recomendar la causa, justificación e impacto del cambio a los proyectos desde las perspectivas, financieras (beneficios), económicas (viabilidad), de programación y de calidad (evaluación técnica).

3.4.6 Dirección de Gestión de Proyectos – VEC.

- Soportar a los solicitantes en el cumplimiento del procedimiento de control de cambios.
- Asegurar el correcto desarrollo del procedimiento de control de cambios.
- Formular acciones de mejora a partir del análisis de causas de los controles de cambio.
- Verificar los impactos en tiempo, costo y beneficios del proyecto, previo a la aprobación final de las solicitudes.
- Aprobación de la modificación de la línea base del proyecto
- Asegurar que se evalué el impacto económico de la implementación del cambio, mediante la actualización del modelo aprobado en Fase 3.
- Hacer seguimiento y consolidar los controles de cambio aprobados del portafolio.

3.4.7 Coordinación de portafolio y proyecciones – VEC.

- La aprobación de cambios que impliquen solicitudes de presupuesto al aprobado en la Fase 3, requieren la aprobación de la Coordinación de portafolio y proyecciones, previa verificación del impacto en el portafolio, disponibilidad de recursos y necesidad de aprobaciones adicionales por parte de la Junta Directiva en caso de considerarlo necesario. La información para esta verificación será remitida por el enlace de la Dirección de Gestión de Proyectos al responsable en la coordinación de portafolio teniendo en cuenta los mismos tiempos de revisión consignados en el siguiente capítulo.

4/12



| | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | DESARROLLO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

4. DESARROLLO

Es importante aclarar que los cambios pueden ser aprobados con la reprogramación o no reprogramación de la línea base, esto con el fin de asegurar el proceso de seguimiento al interior del proyecto.

El control de cambios no es un medio para legalizar reprogramaciones por atrasos o deficiencias en la planeación o definición del alcance (p.e. Por medio de un control de cambios no se modifica la línea base debido a un atraso en un hito del proyecto), así mismo este procedimiento no aplica para hechos cumplidos.

Los documentos principales de referencia para establecer la línea base del proyecto son los obtenidos en la aprobación de la fase 3, momento en el cual queda oficial el cronograma principal y el presupuesto del proyecto, de acuerdo con el Modelo de Maduración y Gestión de Proyectos. Estos son:

- Documento Soporte de Decisión
- Hoja de Vida del Proyecto y cronograma en Project Server
- Plan de Ejecución de Proyecto – PEP
- Ingeniería Básica del Proyecto

No incluyen en este procedimiento los trámites derivados de la implementación del cambio tales como manejo contractual.

Revisión por parte de la Dirección de Gestión de Proyectos (DPY):

La reprogramación en la línea base de un proyecto o programa (tiempo, costos, calidad y alcance) será aprobada por la Dirección de Gestión de Proyectos, donde los controles de cambio deberán ser enviados al **Enlace de Negocio (DPY)** para su validación antes de la asistencia a la mesa de control de cambios. El tiempo de revisión por parte de esta Vicepresidencia (VEC) será de máximo **5 días hábiles** una vez se haya recibido la información completa y con aclaraciones ajustadas por parte del negocio, a menos que la solicitud de recursos tenga que ser enviada para aprobación de la Junta Directiva.

Por parte de la DPY los cambios en los proyectos tipo E serán firmados por el Director de Gestión de Proyectos, los proyectos tipo A serán firmados por el Jefe de Aseguramiento y Servicios Especializados y los Proyectos tipo B y C serán firmados por el Enlace de Negocio.

Efectividad del sistema de control de cambios

Quien solicita el cambio, el cual es registrado en el formato de control de cambios, deberá anexar toda la documentación necesaria que soporte dicha solicitud. La DPY tendrá en cuenta para realizar el proceso de control de cambios los siguientes criterios:

- **Impacto controlado en el cronograma.**
Soportes anexos al formato de control de cambios:
 - Cronograma actualizado detallando los nuevos cambios en Project Professional (Línea base discriminada) con visto bueno del líder del proyecto.
 - WBS modificada con los nuevos cambios del proyecto
 - Detalle de los planes de acción que se proponen realizar en el proyecto para la optimización del nuevo cronograma.
 - Cambios en las fechas de los hitos relevantes.
- **Impacto controlado en el presupuesto.**

5/12



| | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | DESARROLLO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

Soportes anexos al formato de control de cambios:

- Estimado de costos con los cambios del proyecto
- **Modelo financiero (beneficios)**
Soportes anexos al formato de control de cambios:
 - Modelo Financiero presentado en la fase 3 o último control de cambios aprobado.
 - Modelo actualizado con el cambio solicitado (VEX – VPR: Archivo Merak, VIT, VRP, VSM y VST: Merak y archivo en Excel)
 - Actualización de supuestos macroeconómicos
- **Gestión integral de riesgos**
Soportes anexos al formato de control de cambios:
 - Plan de tratamiento de riesgos con evidencia de monitoreo
- Otros anexos que justifiquen y soporten el cambio a solicitar
- **OTROS CASOS: PROYECTOS EN ASOCIACIÓN:**
 - Para proyectos con operación asociada, se debe remitir el Documento de Control de Cambios soportado con el acta del Comité Ejecutivo de la asociación, donde se aprueba el cambio y los anexos para soporte del modelo financiero solicitados en este numeral para los proyectos.

4.1 IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE CAMBIO

Una vez definida la necesidad del cambio en el proyecto, se debe diligenciar el formato **Solicitud de Cambios en Proyectos** (ECP-DPY-F-025) y a la vez debe identificarse el tipo del mismo y clasificarlo de acuerdo a su naturaleza así:

- **Cambios al alcance:** Se entiende como cambios de alcance la inclusión o eliminación de una o varias actividades en un proyecto, con respecto al objetivo y alcance aprobados en el comité fase 3 de maduración.
- **Acciones correctivas:** Una acción correctiva, se genera para alinear las desviaciones que se presentan con respecto al Plan de Ejecución del Proyecto (PEP). Se entienden como acciones correctivas, en el caso de la gestión del tiempo, acciones especiales en la aceleración de trabajos para cumplir el cronograma o con el menor retraso posible, o las recomendadas después de auditorías y/o análisis de procesos.
- **Acciones preventivas:** Una acción preventiva es toda acción llevada a cabo para reducir la probabilidad de sufrir consecuencias negativas asociadas con los riesgos del proyecto. Se entiende como acción preventiva anticipar compras de equipos o materiales de largas entrega, inicio anticipado de obras para mitigar impactos del clima, entre otros.
- **Reparación de defectos:** La reparación de defectos es la identificación formalmente documentada, de un defecto en un componente de un proyecto, con una recomendación de reparar dicho defecto o reemplazar completamente el componente. Se aplicaría una solicitud de cambios por reparación de defectos, cuando se detecta una pérdida de la calidad del entregable exigido por ECOPEPETROL y que debe ser subsanada de inmediato.

4.2 EVALUACIÓN DEL CAMBIO

6/12



| | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | DESARROLLO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

El líder del proyecto en conjunto con el equipo hará la evaluación de cualquier cambio solicitado en cuanto a impacto a la triple restricción (alcance, costo, tiempo). Adicionalmente, los cambios serán evaluados por los especialistas de las disciplinas correspondientes.

El líder del proyecto reunirá los diferentes conceptos y soportes del cambio y los enviará a la DPY para su revisión y aseguramiento de los requisitos previstos en este documento.

El líder del proyecto convocará a la mesa de control de cambios para someter a su consideración el cambio solicitado previo el visto bueno de la DPY. Ésta evaluará la solicitud y recomendará al tomador de la decisión la conveniencia de proceder con la misma o no.

La **mesa de control de cambios** estará conformada por:

- Tomador de la decisión
- Líder del proyecto
- Representante del cliente o del área operativa
- Representante de la autoridad técnica del negocio
- Representante de la Dirección de Gestión de Proyectos
- Representante de la Coordinación de portafolio y presupuesto - VEC
- Otros involucrados que sean afectados por el cambio o durante su implementación

4.3 APROBACIÓN DEL CAMBIO

Existe un nivel de aprobación de acuerdo con el impacto de los cambios solicitados, como se describe en el siguiente diagrama:

| TIPOS DE PROYECTOS | NIVELES DE APROBACIÓN DE LOS CONTROLES DE CAMBIO |
|--|---|
| PROGRAMAS, PROYECTOS ESPECIALES Y PROYECTOS TIPOA | <ul style="list-style-type: none"> • Vicepresidente de Exploración • Vicepresidente de Producción • Vicepresidente de Refinación y Petroquímica • Vicepresidente de Transporte • Vicepresidente de Suministro y Mercadeo • Vicepresidente de Servicios y Tecnología • Vicepresidencia de Talento Humano* |
| PROYECTOS TIPOB Y C | <ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Prospección Nacional • Gerentes Operativos de Producción • Gerentes Operativos de Transporte • Gerentes Operativos de Refinación • Gerentes Suministro y mercadeo • Directores |

*Toma decisión en los programas y proyectos de consolidación organizacional de VTH

- Para programas o proyectos tipo E y A la aprobación se validará respecto a cada uno de los subproyectos o actividades de acuerdo con la forma como fueron madurados. Por lo tanto a nivel de programas los cambios se tramitan sobre los proyectos.

7/12



| | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | DESARROLLO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

- Todos los controles de cambio, modifiquen o no la línea base deben quedar consignados en la hoja de vida del proyecto en Project Server y deben ser cargados por el negocio en la herramienta de Gestión documental correspondiente.

Las decisiones que se podrán tomar con respecto a una solicitud son:

- **Rechazar el cambio:** Luego de revisar la evaluación del cambio, su origen e impacto, el tomador de la decisión establece que el cambio no debe proceder y por lo tanto decide rechazarlo cancelando la solicitud. Se debe dejar evidencia de las razones de esta decisión en el formato de solicitud.
- **Posponer el cambio:** El tomador de la decisión considera que debe ampliarse la información relacionada con el cambio para proceder con la aprobación del mismo.
- **Aprobar con cambio en la línea base:** Solo se aceptarán los siguientes eventos para realizar reprogramaciones en las cuales se modifique la línea base del proyecto (incluido la fecha del hito final).
 - Cambio en el alcance de los proyectos: Beneficios financieros adicionales a los planeados por el proyecto y/o que no destruya valor en la organización.
 - Acciones no previsibles de fuerza mayor o casos fortuitos.
- **Aprobar sin cambio en la línea base:** Se aprueba el cambio en el proyecto, pero sin reprogramar su línea base en Project Server.

4.4 IMPLEMENTACIÓN DEL CAMBIO

Luego de la aprobación del cambio, deben realizarse las actividades derivadas del mismo. Estas se registrarán en el documento de solicitud y pueden incluir entre otras: asesorías técnicas, aprobaciones contractuales, planes de acción etc, las cuales deben seguir los procedimientos corporativos establecidos y no hacen parte del alcance de este documento.

La implementación del cambio es responsabilidad del líder y del equipo del proyecto.

4.4.1 Registro en formatos aplicables

Todos los cambios solicitados mediante el formato **Solicitud de Cambios en Proyectos** (ECP-DPY-F-025), sean o no aprobados deberán registrarse en la Hoja de vida en Project Server.

Los documentos adjuntos a la solicitud harán parte de la documentación del cambio.

4.4.2 Actualización de la información del proyecto en los sistemas de información

Los cambios deberán reflejarse en los sistemas de información respectivos: SAP, Herramienta de Hoja de Vida del proyecto en Project Server, SAP PS, Project server, Merak, etc.

4.4.3 Divulgación de los cambios

Los cambios aprobados deberán ser comunicados formalmente por parte del líder del proyecto o programa a los involucrados.

8/12



| | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | DESARROLLO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

4.5 SEGUIMIENTO A CAMBIOS APROBADOS

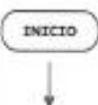
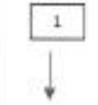
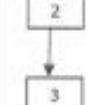
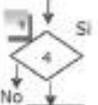
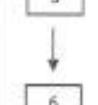
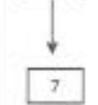
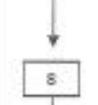
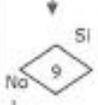
En las reuniones de seguimiento con los diferentes interesados (cliente, equipo del proyecto, contratistas, interventoría, etc.) se realizará el monitoreo de los cambios autorizados, actualización del plan de ejecución del proyecto e implementación.

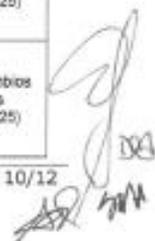
4.6 DIAGRAMA DE FLUJO

A continuación se presenta el diagrama de flujo:

9/12


| | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | DESARROLLO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

| DIAGRAMA DE FLUJO | ACTIVIDAD | RESPONSABLE | OBSERVACIONES | DOCUMENTOS |
|---|--|---|---|---|
|  | Congelar el alcance | Lider del Proyecto | Una vez el proyecto es aprobado en fase 3 se congela la línea base de tiempo, costo y especificaciones técnicas | DSD PEP Hoja de Vida en PS Ingeniería Cronograma Project Server |
|  | Solicitar el Cambio | Lider del proyecto, cliente, miembro del equipo del proyecto o del área técnica, o sin involucrado. | Se diligencia el Formato para el control de Cambios. | Solicitud de Cambios en Proyectos (ECP-DPY-F-025) |
|  | Analizar el cambio a realizar | Lider del proyecto – equipo del proyecto | Se analiza el cambio y sus impactos | Solicitud de Cambios en Proyectos (ECP-DPY-F-025) |
|  | Emitir concepto técnico sobre impacto del cambio en las especificaciones de calidad del proyecto | Autoridad técnica según negocio | Visto bueno del área técnica será opcional dependiendo de la naturaleza del cambio | Solicitud de Cambios en Proyectos (ECP-DPY-F-025) |
|  | Es pertinente gestionar el cambio? | Lider del proyecto | Viabilidad del cambio | Solicitud de Cambios en Proyectos (ECP-DPY-F-025) |
|  | Formalizar el cambio ante DPY | Lider del proyecto | Se envía el control de cambios a la DPY para revisión | Solicitud de Cambios en Proyectos y soportea (ECP-DPY-F-025) |
|  | Evaluar el cambio solicitado | VBC: DPY - CPY | Se revisa la información contenida (impacto del cambio técnico y económico) en la solicitud de cambio y se procede a evaluar la modificación o no de la línea base. Se firma por DPY/CPY el control de cambios. | Solicitud de Cambios en Proyectos (ECP-DPY-F-025) |
|  | Presentar solicitud de cambio ante la mesa de control de cambios | Lider del proyecto | Ver asistentes a la mesa de control de cambios | Acta Mesa de control de cambios |
|  | Emitir concepto sobre la solicitud del cambio | Mesa de Control de Cambios | Durante el comité se evaluará la conveniencia de proceder con la aprobación del cambio | Solicitud de Cambios en Proyectos (ECP-DPY-F-025) |
|  | El cambio es aprobado? | Tomador de la decisión | Se firma el formato de solicitud de cambios en proyectos y se registran las observaciones correspondientes | Solicitud de Cambios en Proyectos (ECP-DPY-F-025) |



| | | | |
|---|--|------------------------------|-------------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | DESARROLLO DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

| DIAGRAMA DE FLUJO | ACTIVIDAD | RESPONSABLE | OBSERVACIONES | DOCUMENTOS |
|-------------------|--|-----------------------------|--|--|
| 10 | Divulgar la decisión del cambio a los involucrados | Lider del proyecto | Según información consignada en el formato de solicitud | Acta de reunión o comunicación escrita |
| 11 | Implementar el cambio aprobado | Lider - Equipo del proyecto | Se realizan las acciones necesarias para implementar el cambio. | |
| 12 | Actualizar la documentación y los sistemas de información | Equipo del proyecto | Actualización en Project Server del cronograma y actualización del control de cambios en la hoja de vida de PS | DSD PEP Hoja de Vida PS Ingeniería Cronograma PS |
| 13 | Registrar y hacer seguimiento al cambio | Equipo del proyecto | Todos los cambios solicitados (sean o no aprobados) deberán registrarse con sus datos básicos en el formato de Hoja de Vida de Project Server, de ser necesario podrán anexarse otros documentos para ampliar la información requerida por el formato. | Hoja de vida Project Server |
| 14 | Analizar resultados del proceso de gestión de cambios y generar acciones de mejora | DPY | A partir de la información consolidada en el Formato Hoja de Vida del proyecto en Project Server se analizarán las causas raíces para formular acciones de mejora. | Hoja de vida Project Server |
| FIN | | | | |

5. CONTINGENCIAS

No Aplica.

11/12


| | | | |
|---|---|-----------------------|------------|
|  | PROCEDIMIENTO CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTOS | | |
| | MACROPROCESO DE GESTIÓN DE PROYECTOS DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS | | |
| | CODIGO ECP-DPY-P-003 | Elaborado 15/02/10 | Versión: 2 |

RELACIÓN DE VERSIONES

| Versión | Fecha | Cambios |
|---------|----------|------------------------------|
| 01 | 31/07/08 | Emisión del documento. |
| 02 | 15/02/10 | Actualización del documento. |

| Revisó | Aprobó |
|--|---|
|  SEBASTIAN CASTAÑEDA. UNIDAD DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO |  CESAR LUIS BARCO GARCÍA DIRECTOR DE GESTIÓN DE PROYECTOS |
|  ALECK SANTAMARIA UNIDAD DE ASEGURAMIENTO Y SERVICIOS ESPECIALIZADOS | |
|  DIANA ARENAS UNIDAD DE METODOLOGÍA Y MEJORA | |

Documento basado en las versiones de Jorge Velasco (VRP) y Martha Velasco (VPR).

Anexo 6: MODELO INFORME MENSUAL DEL PROYECTO



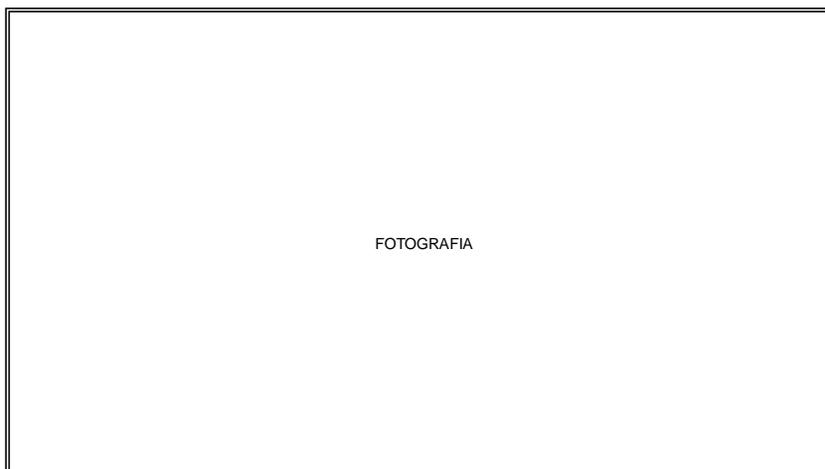
NOMBRE DE LA GERENCIA EJECUTORA DEL PROYECTO

Nombre de la dependencia ejecutora del proyecto

INFORME MENSUAL DE PROYECTO

Nombre del proyecto

Número del proyecto



FOTOGRAFIA

Nombre de la fotografía

LÍDER PROYECTO: Nombre

MES Y AÑO

| |
|---------|
| |
| Elaboró |

| |
|--------|
| |
| Revisó |

FEHA DE CORTE _____

| NOMBRE Y NUMERO DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----------------------|-------|-------|
| DIAGRAMA DE HITOS DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LÍDER PROYECTO: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBJETIVOS DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ALCANCE RESUMIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRINCIPALES RIESGOS DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALOR INICIAL DEL PROYECTO (MILLONES DE DOLARES) | VALOR ACTUAL DEL PROYECTO (MILLONES DE DOLARES) | PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO (MILLONES DE PESOS CORRIENTES) | TOTAL PRESUPUESTO CAUSADO DEL PROYECTO (MILLONES DE PESOS CORRIENTES) | PRESUPUESTO DE LA VIGENCIA (MILLONES DE PESOS CORRIENTES) | PRESUPUESTO CAUSADO VIGENCIA (MILLONES DE PESOS CORRIENTES) | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESUPUESTO APROBADO PRÓXIMA VIGENCIA | VPN / FACTOR J | PERIODO RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (AÑOS) | VALOR TOTAL CAPITALIZADO (M\$) | AVANCE DE CAPITALIZACION SOBRE EL VALOR TOTAL DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | PROG. | | | | | | | | | | | | | EJEC. | |
| FECHA INICIO DE EJECUCION DEL PROYECTO | FECHA PROGRAMADA. TERMINACIÓN INICIAL | FECHA PROGRAMADA. TERMINACIÓN ACTUAL | DURACION INICIAL DEL PROYECTO (DIAS) | DURACION ACTUAL DEL PROYECTO (DIAS) | AVANCE EN TIEMPO | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACTIVIDADES DEL PROYECTO | | MAPA DE HITOS | | | | | | | | | | | | | | AVANCES DEL PROYECTO | | |
| DESCRIPCIÓN | PESO | Vigencia anterior | 2014 | | | | | | | | | | | | 2015 | 2016 | PROG. | EJEC. |
| | | | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | | | | |
| INGENIERÍA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GENERALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CIERRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| △ HITO PROGRAMADO | | ▲ HITO CUMPLIDO OPORTUNAMENTE | | ▲ HITO ATRASADO | | ▲ HITO CUMPLIDO TARDIAMENTE | | | | | | | | | | | | |

NUMERO Y NOMBRE DEL PROYECTO

ECONOMÍA DEL PROYECTO

| IDENTIFICACION CONTROL DE CAMBIO | FECHA | TMR(%) | VPN KUS\$ | FACTOR J | NUEVO VALOR DEL PROYECTO M\$ | NUEVA FECHA DE TERMINACION | APLICA CAMBIO EN LINEA BASE (SI O NO) |
|----------------------------------|-------|--------|-----------|----------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

GESTION PRESUPUESTAL DEL PROYECTO
DOLARES CONSTANTES 2014

| Años | Corriente (MCOP) | Causación M\$ | TRM | Corriente (KUSD) | Inflación (USD) | Inflación por año | Deflactor | Constantes (KUSD@2014) |
|------|------------------|---------------|-----|------------------|-----------------|-------------------|-----------|------------------------|
| 2014 | | | | | | | | |
| 2015 | | | | | | | | |
| 2016 | | | | | | | | |
| 2017 | | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| TOTAL PROYECTO EN M\$ CORRIENTES (LINEA BASE) | - |
| TOTAL PROYECTO EN M\$ CORRIENTES (SEGÚN CONTROL DE CAMBIOS) | |

| | |
|---------------------------------------|---|
| TOTAL CAUSADO DEL PROYECTO A LA FECHA | - |
|---------------------------------------|---|

| | |
|---------------------------------------|---|
| TOTAL PROYECTO CONSTANTES (KUSD@2014) | - |
|---------------------------------------|---|

NUMERO Y NOMBRE DEL PROYECTO
DETALLE EJECUCION CONTRATOS (Diligenciar una hoja por cada contrato)

| | |
|--------------|--|
| CONTRATO No. | |
|--------------|--|

| | |
|---------|--|
| OBJETO: | |
|---------|--|

| PRINCIPALES ACTIVIDADES EJECUTADAS |
|------------------------------------|
| |

| ACTIVIDADES PROXIMO MES |
|-------------------------|
| |

| DEFASE, CAUSAS Y ACCIONES CORRECTIVAS |
|---------------------------------------|
| |

| NUMERO Y NOMBRE DEL PROYECTO DETALLE EJECUCION DE CONTRATO (Una hoja por cada contrato) | |
|--|--------------------|
| CONTRATO No. | |
| OBJETO: | |
| PROGRAMA DEL CONTRATO | |
| INCLUIR CRONOGRAMA DEL CONTRATO EN ESTE ESPACIO | FOTOS DEL CONTRATO |
| | NOMBRE DE FOTO |
| | FOTOS DEL CONTRATO |
| | NOMBRE DE FOTO |

| NUMERO Y NOMBRE DEL PROYECTO DETALLE EJECUCION CONTRATOS (Diligenciar una hoja por cada contrato) | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|--|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|------------------------------------|
| OBJETO DEL CONTRATO | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| <table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">ESTADO DEL CONTRATO</td> <td style="width: 25%;">Ejecución <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 25%;">Suspendido <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 25%;">Finalizado y en liquidación <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 20%;">Liquidado <input type="checkbox"/></td> </tr> </table> | | | | | ESTADO DEL CONTRATO | Ejecución <input type="checkbox"/> | Suspendido <input type="checkbox"/> | Finalizado y en liquidación <input type="checkbox"/> | Liquidado <input type="checkbox"/> |
| ESTADO DEL CONTRATO | Ejecución <input type="checkbox"/> | Suspendido <input type="checkbox"/> | Finalizado y en liquidación <input type="checkbox"/> | Liquidado <input type="checkbox"/> | | | | | |
| CONTRATISTA | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| DATOS GENERALES | | | | | | | | | |
| Número del contrato Item plan del proyecto Número Proceso de Selección Tipo de Proceso de Selección Fecha de inicio del contrato Plazo inicial Fecha de finalización Número de días de ampliación Número de días de suspensión Nueva fecha de finalización Valor total del contrato Administrador Interventoría | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| INFORMACIÓN HSE | | | | | | | | | |
| HH DIRECTAS | HH INDIRECTAS | HH TOTAL | HH IMPROD. | VISITAS DE SEGURIDAD | | | | | |
| ACPT | ASPT | INDICE FRECUENCIA | INDICE SEVERIDAD | INCIDENTES | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| DISTRIBUCIÓN DE COSTOS (%) | | | | | | | | | |
| ESPECIALIDAD | ING. | COMPRAS | CONSTR. | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| TOTAL 0,00% 0,00% 0,00% | | | | | | | | | |
| REVISIONES PROGRAMACION | | | | | | | | | |
| Fecha revisión | Tipo de revisión | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| INFORMACIÓN SOBRE EL ANTICIPO | | | | | | | | | |
| DESEMBOLSOS REALIZADOS | | | | | | | | | |
| Descripción | Factura | Fecha | V/r desembolso | V/r a desembolsar | | | | | |
| NO APLICA | | | | | | | | | |
| Descripción | Facturas | Fecha | V/r legalizado | V/r por legalizar | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| ANTICIPO AMORTIZADO | | | | | | | | | |
| Descripción | Factura | Fecha | V/r amortizado | V/r por amortizar | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| CIERRE DE CONTRATO | | | | | | | | | |
| Valor final | | | | | | | | | |
| Fecha real de finalización | | | | | | | | | |
| Fecha acta de liquidación | | | | | | | | | |
| INFORMACION SOBRE MULTAS | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| CONTRATOS ADICIONALES Y/O ACTAS DE ACUERDO | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| CURVA DE AVANCE FISICO - PROGRAMADO vs EJECUTADO | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |

| AVANCE PRIMER NIVEL DE PROGRAMACION | | | | | |
|-------------------------------------|-------|------|-------------|------------|------------|
| COD | FASES | PESO | PRGR. ACUM. | EJEC. ACUM | DESVIACION |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| TOTAL | | | | | |

| INFORME DE PERSONAL | | | | |
|---------------------|--------|-----------|----------|-------|
| CLASIFICACION | REGION | NO REGION | SUBTOTAL | TOTAL |
| DIRECTOS | | | | |
| *CALIFICADOS | | | | |
| *NO CALIFICADOS | | | | |
| INDIRECTOS | | | | |
| *CALIFICADOS | | | | |
| *NO CALIFICADOS | | | | |
| TOTALES | | | | |

| PAGOS REALIZADOS | | | | |
|------------------|-------------|---------|-------|---------------------|
| No. | Descripción | Factura | Fecha | Valor sin IVA (K\$) |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| TOTAL | | | | |

| GRAFICO DE BARRAS PAGOS vs AVANCE | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| \$ 1 | | | | | |
| \$ 1 | | | | | |
| \$ 1 | | | | | |
| \$ 1 | | | | | |
| \$ 1 | | | | | |
| \$ 1 | | | | | |
| \$ 0 | | | | | |
| \$ 0 | | | | | |
| \$ 0 | | | | | |
| \$ 0 | | | | | |
| nov-13 dic-13 ene-14 feb-14 mar-14 abr-14 may-14 jun-14 jul-14 ago-14 sep-14 oct-14 | | | | | |

**NUMERO Y NOMBRE DEL PROYECTO
DETALLE EJECUCION COMPRAS**

| OBJETO DE LA COMPRA | | PLAN DE HITOS | | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------------|-------------|---------|-------|--------------------|
| | | 1 | | | | |
| | | 2 | | | | |
| | | 3 | | | | |
| | | | | | | |
| PROVEEDOR | | PAGOS REALIZADOS | | | | |
| | | No. | Descripción | Factura | Fecha | Valor sin IVA (\$) |
| | | 1 | | | | |
| | | 2 | | | | |
| | | 3 | | | | |
| | | 4 | | | | |
| | | 5 | | | | |
| | | 6 | | | | |
| | | 7 | | | | |
| | | 8 | | | | |
| TOTAL | | | | | \$ | - |
| DATOS GENERALES | | CIERRE DE LA COMPRA | | | | |
| Número de la compra | MA-0017504 OD#594653/594656 | Valor final | | \$ | | - |
| Item plan del proyecto | | Fecha real de entrega | | | | |
| Número Proceso de Selección | | | | | | |
| Tipo de Proceso de Selección | | | | | | |
| Fecha de inicio | | | | | | |
| Fecha de finalización | | | | | | |
| Plazo | | | | | | |
| No. Dias Transcurridos | | | | | | |
| Valor total de la compra | | | | | | |
| Gestor | | | | | | |
| Seguimiento | | | | | | |
| OBSERVACIONES/ESTADO DE LA COMPRA | | GRAFICO DE BARRAS FLUJO DE RECURSOS | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| ACTIVIDADES PROXIMO MES | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| DESFASE, CAUSAS Y ACCIONES CORRECTIVAS | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |