

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS  
DE PARADAS DE PLANTA BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PMI PARA  
CIMELEC LTDA.

ESTEFANNY VELANDIA ALVAREZ

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

2015

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS  
DE PARADAS DE PLANTA BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PMI PARA  
CIMELEC LTDA.

ESTEFANNY VELANDIA ALVAREZ

Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Industrial

Director  
MSC. CARLOS EDUARDO DÍAZ BOHÓRQUEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA  
2015

## DEDICATORIA

*A Dios por ser mi guía y mi fortaleza,*

*A mi hijo SANTIAGO por convertirse en la luz de mi vida y en ese motorcito  
que me impulsa a seguir día a día*

*A mi padre RUBEN DARIO VELANDIA por su gran amor y su apoyo  
incondicional.*

*A mi madre SOFIA ALVAREZ y mi abuela GLADYS LESMES por su  
amor, su apoyo incondicional e incentivar me a la culminación de este proceso.*

*A mi compañero MARIO JOSÉ MORA por estar junto a mí y permitirme  
compartir este logro con él.*

*Y a todas las personas que me acompañaron en este camino de formación  
personal y profesional. Gracias*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por permitirme continuar en el camino y nunca dejarme desfallecer.*

*Al profesor CARLOS DÍAZ BOHÓRQUEZ por brindarme su acompañamiento, conocimiento, experiencia y asesoría durante la ejecución del proyecto. A él mil gracias.*

*Agradezco de manera especial a la empresa CIMELEC LTDA por brindarme la oportunidad de desarrollar mi proyecto de grado en ella. En especial al Señor HENRRY VILLEGAS y la Señora MERCEDES VANEGAS VILLEGAS por su apoyo incondicional desde mi vinculación a la misma.*

*Al ingeniero RUBEN DARIO VELANDIA por brindarme su conocimiento, experiencia y asesoría durante la ejecución del proyecto.*

## CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN .....	14
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	16
1.1 MISIÓN .....	16
1.2 VISIÓN.....	17
1.3 OBJETO SOCIAL .....	17
1.4 POLÍTICAS DE CALIDAD.....	19
1.5 EXPERIENCIA.....	19
2. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	22
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
2.2 JUSTIFICACIÓN.....	24
2.3 OBJETIVOS.....	25
2.4 METODOLOGÍA .....	26
3. MARCO REFERENCIAL .....	28
3.1 MARCO DE ANTECEDENTES .....	28
3.2 MARCO TEÓRICO .....	33
3.2.1 ¿Qué es un proyecto?.....	33
3.2.2 ¿Qué es la dirección de proyectos? .....	33
3.2.3 Proyectos de Paradas de planta .....	34
3.2.4 Paradas de planta para Ecopetrol s.a. ....	34
3.2.5 ¿Qué es el PMBOK?.....	36

4.	DESARROLLO DEL PLAN DE PROYECTO .....	39
4.1	INTRODUCCIÓN.....	39
4.2	IDENTIFICACIÓN DE FALENCIAS EN CIMELEC LTDA. ....	41
4.3	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE PARADAS DE PLANTA.....	42
4.3.1	Objetivo de la metodología.....	42
4.3.2	Alcance de la metodología .....	42
4.3.3	Condiciones generales.....	43
4.4	FASES Y ACTIVIDADES DEL PROCESO.....	43
4.4.1	Fase de inicio .....	44
4.4.2	Fase de planeación .....	52
4.4.3	Fase de ejecución y control.....	68
4.4.4	Fase de cierre .....	77
5.	PLAN DE SEGURIDAD .....	80
6.	CONCLUSIONES .....	86
7.	RECOMENDACIONES.....	88
	BIBLIOGRAFÍA.....	89

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Fotografías de trabajos realizados por CIMELEC LTDA.....	17
Figura 2 Fotografías de trabajos realizados por CIMELEC LTDA.....	18
Figura 3 Cronograma de paradas de planta para el año 2014 para Ecopetrol S.A. .....	36
Figura 4 Entradas, herramientas y Técnicas y Salidas del acta de constitución...48	
Figura 5 Cronograma de la parada de planta .....	51
Figura 6 Premisas HSE .....	81
Figura 7 Cronograma de comunicación .....	83

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Experiencia de CIMELEC en los últimos años.....	20
Tabla 2 Experiencia de CIMELEC en los últimos años.....	21
Tabla 3 Actividades de la fase de inicio.....	44
Tabla 4 Interesados del proyecto.....	45
Tabla 5 Actividades del diseño básico de la planeación.....	53
Tabla 7 Matriz de valoración de riesgos – RAM.....	61
Tabla 7 Actividades del diseño detallado de la planeación.....	62
Tabla 8 Actividades de la Pre-ejecución.....	69
Tabla 9 Actividades de la fase de ejecución y control.....	71
Tabla 10 Actividades de la fase de Cierre.....	77
Tabla 12 Índices y metas de HSE en aspectos de accidentalidad.....	81

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Acta de Constitución

ANEXO B. Formato Perfil, Funciones y Responsabilidades.

ANEXO C. Formato de comunicación y sugerencias

ANEXO D. Formato para la identificación de peligros, valoración de riesgos, impactos ambientales

ANEXO E. Formato Estructura de desglose de Trabajo.

ANEXO F. Formato de requisición de recursos

ANEXO G. Formato Requisitos de la Hoja de Vida.

ANEXO H. Formato Informe de Desempeño del Trabajo.

ANEXO I. Formato Solicitud de Cambio.

ANEXO J. Formato informe de Monitoreo de riesgos

ANEXO K. Formato control de costos

ANEXO L. Formato Control Mano de obra

ANEXO M. Formato Lecciones Aprendidas.

ANEXO N. Formato informe de costos

ANEXO O. Panorama de factores de riesgos para trabajos comunes de obra civil

ANEXO P. Formato informe mensual HSE de la empresa

ANEXO Q. Carta cumplimiento de objetivos cimelec.pdf

## RESUMEN

TÍTULO: “DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE PARADAS DE PLANTA BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PMI PARA CIMELEC LTDA”<sup>\*</sup>

AUTORES:

VELANDIA ALVAREZ, Estefanny <sup>\*\*</sup>

PALABRAS CLAVES:

Proyectos, Parada de planta, PMI, PMBOK, Modelo de gestión, Metodología, Planeación, Tiempo.

### DESCRIPCIÓN

En el mundo globalizado de hoy donde la competitividad ha venido generando la necesidad de contar con plantas e industrias con altos índices de productividad, calidad, seguridad y medio ambiente, con bajos costos, se hace evidente la búsqueda de nuevas metodologías y técnicas que les permitan alcanzar estos índices y así poder mantenerse en el mercado.

Buscando la optimización de recursos, la rentabilidad, la sostenibilidad y la mejora continua en el desarrollo de proyectos de paradas de planta. CIMELEC LTDA vio la necesidad de implementar modelos de gestión de proyectos que faciliten y contribuyan con el desarrollo de los mismos.

Para atender estas necesidades, se propone una metodología para la gestión de proyectos de parada de planta, que ofrece al equipo del proyecto las técnicas y herramientas necesarias para llevar con éxito cada una de las etapas de la parada Permitiendo cumplir con los requerimientos, la programación del tiempo y el costo presupuestado, dejando a un lado la administración tradicional de forma empírica. La guía metodológica presenta un contenido flexible, que se adopta a cualquier proyecto de parada de planta que la empresa desarrolle en la industria petrolera, que no superen un tiempo de 4 meses.

La metodología emplea el enfoque del PMI consignado en la Guía De Fundamentos Para La Dirección De Proyectos (PMBOK 5° edición), donde se identifican e implementan las diez áreas de conocimiento propuestas para el desarrollo de cada uno de los grupos de procesos de parada: inicio, planeación, ejecución, seguimiento, control y cierre. Se complementa con las herramientas necesarias para la buena gestión de la parada y un plan de seguridad con estrategias para la identificación, análisis y control de los riesgos presentes en un proyecto de parada.

---

<sup>\*</sup> Proyecto de Grado

<sup>\*\*</sup> Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.  
Director: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez

## ABSTRACT

TITLE: "DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR PROJECT MANAGEMENT OF PLANT SHUTDOWN UNDER THE GUIDELINES FOR THE PMI CIMELEC LTDA"<sup>\*</sup>

AUTHORS:

VELANDIA ALVAREZ, Estefanny<sup>\*\*</sup>

KEYWORDS:

Project, shutdown plant, PMI, PMBOK, Management Model, Methodology, Planning, Time.

### DESCRIPTION

In today's globalized world where the competition has been generating the need for plants and industries with high productivity, quality, safety and environment, with low costs, is evident the search of new methodologies and techniques than allow to reach these rates so they can stay in business.

Looking for resource optimization, profitability, sustainability and continuous improvement on the development of projects Plant shutdowns. CIMELEC LTDA saw the need to implement project management models to facilitate and contribute to the development of them.

It's proposes a methodology for Project Management on plant shutdown, which offers to the project team the techniques and tools required to achieve with success, each stage of the plant shutdown, complying all requirements, time programming and budgeted cost. Leaving aside the traditional administration empirically. The methodology guide presents a flexible content, which is adopted to any plant shutdown projects the enterprise carries on the oil industry, not exceeding a period of four months.

The methodology uses the approach stated in the PMI PMBOK Guide 5th edition, which identifies and implements the ten areas of knowledge for developing proposals for each stop processes groups: initiation, planning, execution, monitoring and control and closure. It is complemented with the tools necessary for the proper management of the stop and a safety plan.

---

<sup>\*</sup> Graduation Project

<sup>\*\*</sup> Faculty of Engineering physicomechanical. School of Industrial and Business Studies. Director: Carlos Eduardo Diaz Bohorquez

## INTRODUCCIÓN

A través de los últimos años se ha implementado en las empresas el enfoque de mantenimiento como unidad de apoyo a la productividad y competitividad, lo que ha hecho indispensable el desarrollo de proyectos como respuesta a análisis preventivos y predictivos del estado de los equipos críticos en la empresa, de igual forma dichos procesos deben ir acompañados de planes de acción, modificación a los programas de mantenimiento, rediseño de equipos y paradas de planta.

Las paradas de planta proveen la oportunidad única para intervenir los activos que normalmente no están disponibles durante la operación normal o que lo están en un breve o escaso periodo de parada,<sup>1</sup> lo que hace indispensable tener bien definido el alcance y realizar una buena gestión en la planificación previa de los trabajos a realizar.

Todo esto tiene en común la necesidad de que los trabajos sean ejecutados en tiempo limitado y con recursos limitados, lo que se convierte en un gran reto para empresas como CIMELEC LTDA, de implementar modelos de gestión que faciliten y contribuyan al buen desarrollo de los mismos.

---

<sup>1</sup> AMENDOLA, Luis, EN: Metodología de dirección y gestión de proyectos de paradas de planta de procesos. [en línea]. Chile: agosto 2010 [Consulta: 25 febrero 2014]. Disponible en <<http://pmmlearning.com/images/stories/Articulos/articulo4/articuloparadasdeplantas.pdf>>

El Project Management institute (PMI) es una organización internacional sin fines de lucro que asocia profesionales relacionados con la gestión de proyectos, que ha desarrollado el PMBOK (GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS) como una recopilación de las mejores prácticas aplicables a la gerencia de proyectos, documento ampliamente utilizable en el desarrollo de los proyectos de mantenimiento con el objetivo de prevenir desviaciones en presupuesto, cronograma y alcance como indicadores principales del éxito del proyecto.

La Guía del PMBOK, contiene una descripción general de los fundamentos de la gestión de proyectos reconocidos como buenas prácticas, aplicando conceptos claves de gerencia de la calidad tales como “planear para asegurar el éxito”, “Medir para controlar desviaciones”, “Hacer las cosas bien desde el comienzo” que deben ser utilizados en cada etapa del proyecto en busca de garantizar el buen desarrollo del mismo.<sup>2</sup>

En este documento se presenta una metodología, basado en los fundamentos de la Guía del PMBOK 5ª Edición del PMI, que permitirá a CIMELEC LTDA dirigir eficientemente proyectos de paradas de planta. En esta se reúne un conjunto completo, actualizado y práctico de herramientas, métodos, procedimientos y sistemas necesarios para llevar a cabo cada una de las etapas de dicho proyecto, especificando en cada capítulo la metodología utilizada para la obtención de los resultados. De esta manera se hace cumplimiento a los objetivos planteados para la ejecución de este proyecto.

---

<sup>2</sup> PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Dirección de proyectos 5 ed. EEUU: PMI Publication.2013. p.2

## 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

CIMELEC LTDA, es una firma de Ingeniería, acreditada y certificada con las normas ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001 que con su experiencia en construcción, Colabora con el desarrollo del país. Mediante la promoción humana y tecnológica, logra calidad y precisión en el desarrollo de los proyectos que acomete.

La firma está conformada principalmente por profesionales y personal técnico administrativo, de larga trayectoria y con sólidos conocimientos en cada una de las ramas en que se desempeñan. Su experiencia técnica la ha demostrado en estos 17 años que lleva de fundada con obras ejecutadas ante ECOPETROL S.A., y otras empresas.

### 1.1 MISIÓN

CIMELEC LTDA, ofrece servicio de construcción y montaje de estructuras metálicas, montajes electromecánicos y construcción de obras civiles para empresas del sector público y privado, procurando ofrecer un servicio integral enfocado en la satisfacción de las necesidades y requerimientos de sus clientes, bienestar y seguridad de sus trabajadores y rentabilidad para la empresa distinguiéndonos por nuestro cumplimiento y experiencia que acredita la calidad de nuestros trabajos. <sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> CIMELEC LTDA. Manual HSEQ. [diapositivas] Barrancabermeja, 2011. 21 diapositivas.

## 1.2 VISIÓN

CIMELEC LTDA, desea mejorar su competitividad ampliando la cobertura de sus servicios a nivel nacional en un plazo no mayor de diez años y convertir a nuestra empresa líder en prestación de servicio de ingeniería enmarcados en los principios de calidad, seguridad y gestión ambiental fomentando el desarrollo de su talento humano comprometidos con la satisfacción del cliente.<sup>4</sup>

## 1.3 OBJETO SOCIAL

Construcciones y mantenimientos de edificaciones, servicio de logística y limpieza general de áreas institucionales, montajes y mantenimiento de equipo estático tanques, torres, calderas y hornos industriales, montaje de equipos eléctricos en general, montaje y tendido de tubería galvanizada para instrumentación, comunicación, sistematización eléctrica, obras civiles, mantenimiento preventivo y correctivo de plantas industriales, pintura de edificaciones y áreas industriales.

*Figura 1 Fotografías de trabajos realizados por CIMELEC LTDA.*



Fuente: Empresa CIMELEC LTDA.

---

<sup>4</sup> CIMELEC LTDA. Manual HSEQ. [diapositivas] Barrancabermeja, 2011. 21 diapositivas.

Figura 2 Fotografías de trabajos realizados por CIMELEC LTDA.



Fuente: Empresa CIMELEC LTDA.

#### **1.4 POLÍTICAS DE CALIDAD**

CIMELEC LTDA, provee servicios de ingeniería, con la tecnología y el recurso humano competente para cada proyecto, siempre comprometidos con la empresa demostrando credibilidad y dando cumplimiento a los plazos y especificaciones exigidas por los clientes. Esto será logrado con una mejora continúa tanto individual como colectiva en la organización.<sup>5</sup>

#### **1.5 EXPERIENCIA**

CIMELEC LTDA es una empresa certificada y acredita con las normas de calidad ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001 que lleva una trayectoria de 17 años de experiencia desarrollando trabajos de ingeniería en empresas del sector privado y público.

Sin duda alguna la mayoría de su experiencia está dada en ECOPETROL S.A. empresa para la cual ha desarrollado más de 50 trabajos en plantas como Unibon-Hidrogeno, Refinación, Parafinas, Ácidos, Foster, Agua 800-850-830, Residuales, PTAR U400, Aromáticos, Etileno II, Cracking, UOP II, Calderas B- 2402 y Torres enfriadoras TE-2940/45 con trabajos de consultoría, suministro, logística, alistamiento, mantenimiento, construcción, reparación, instalación, limpieza y pintura.

A continuación se presenta un cuadro en el que se relaciona la experiencia de los últimos años de la firma.

---

<sup>5</sup> CIMELEC LTDA. Manual HSEQ. [diapositivas] Barrancabermeja, 2011. 21 diapositivas.

Tabla 1 Experiencia de CIMELEC en los últimos años.

**CONTRATISTAS**

ITEM	OBJETO	CONTRATANTE	VIGENCIA
1	REALIZACIÓN Y/O EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE OBRAS CIVILES Y DE ALBAÑILERÍA, DE LA ANTIGUA PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA DENOMINADA PLANTA FOSTER UBICADA EN LA GERENCIA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A.	ECOPETROL	16/11/2013 30/08/2014
2	SERVICIO DE INSTALACION DE CIEGOS Y FACILIDADES PARA CAMBIO DE CATALIZADOR DE LOS REACTORES R-2651 Y R-2652 DURANTE LA PARADA TECNICA DE LAS UNIDADES UNIBON-HIDROGENO DE LA GERENCIA REFINERIA BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A., UBICADA EN BARRANCABERMEJA-SANTANDER-COLOMBIA	ECOPETROL	18/09/2013- 10/10/2013
3	OBRAS DE MANTENIMIENTO E INSTALACION DE TUBERIAS DE LOS CAMPOS DE TECA Y COCORNA DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIÓN DE MARES DE LA GERENCIA REGIONAL	ECOPETROL	03/07/2012- 31/12/2012
4	REHABILITACION DE DOS BALAS (TAB-01 Y TAB-02) DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBURO EN LA TERMINAL YUMBO DE LA VICEPRESIDENCIA DE TRANSPORTE DE ECOPETROL S.A.	DIMECAR	18/10/2012- 08/02/13
5	SERVICIO DE MANTENIMIENTO TECNICO DE LOS INTERCAMBIADORES Y CORRECCION DE ESCAPES DE LAS DIFERENTES UNIDADES OPERATIVAS DURANTE EL AÑO 2011 Y 2012 DE LA GRB DE ECOPETROL S.A., BARRANCABERMEJA, SANTANDER- COLOMBIA	ECOPETROL S.A.	06/12/11- 19/07/2012
6	MANTENIMIENTO INTEGRAL EN OBRAS CIVILES, LIMPIEZA DE PLANTA Y EDIFICACIONES DEL AREA DE BALANCE UBICADA BARRANACABERMEJA EN ECOPETROL GRB	ECOPETROL	06/02/09- 31/03/11
7	DESARROLLO DE LA PROCURA Y CONSTRUCCION (PC) PARA LA AUTOMATIZACION DE LAS ESTACIONES DEL GURPO 1 Y 2 ASOCIADAS AL PROYECTO "OPTIMIZACION DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA OPERACIÓN CENTRALIZADA DE LA ESTACIONES GOT. SCADA CRUDOS VIGENCIA 2008-2011 ESTACION GALAN	COMPAX	27/9/10- 11/03/2011
8	SERVICIO DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y LOCALIZACIONES EN DONDE TRABAJAN LOS EQUIPOS DE REACONDICIONAMIENTO Y VARILLO DE POZOS EN LOS CAMPOS DE LA SUPERINTENDENCIA DE MARES Y LA CIRA INFANTAS DURANTES LA VIGENCIAS 2007 AL 2010.	ECOPETROL	25/06/07- 08/07/10

Fuente: Empresa CIMELEC LTDA.

Tabla 2 Experiencia de CIMELEC en los últimos años.

**CONTRATISTAS**

9	MANTENIMIENTO INTEGRAL DE PLANTA PARAFINAS, ACIDO, FOSTER, CASA BOMBAS 1, PLANTAS DE AGUA 800-850-830 DE LA GCB BARRANCABERMEJA	ECOPETROL	12/20/05-08/30/06
10	SERVICIO PARA LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO TECNICO DURANTE LA PARADA GNRAL DELA UNIDAD DEBALANCE DE LA GRB DE ECOPETROL S.A.	ECOPETROL	05/10/06-06/01/10
11	SERVICIO DE LIMPIEZA DE LODOS Y RETIRO DE LAS PISCINAS DE LOS CY D DE LAS PLANTAS DE AGUAS RESIDUALES Y RECUPERACION DE HIDROCARBUROS PTAR U400 DE LA GCB BARRANCABERMEJA	ECOPETROL	01/08/05-12/6/05
12	OBRAS DE MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS E INFRAESTRUCTURAS DE EDIFICIOS E INSTALACIONES CIVILES DEL DEPARTAMENTO DE REFINACION EN LA GCB	ECOPETROL	26/09/02 - 16/12/02
13	ADECUACION DE LOS PATIOS DE LOS DIQUES K-822 Y K-814	ECOPETROL	11/12/00 - 12/01/01
14	LIMPIAR CAJAS Y DUCTOS SISTEMA AGUAS LLUVIAS Y ACEITOSAS U -2100	ECOPETROL	16/06/00 - 20/06/00
15	SERVICIO DE LIMPIEZA Y PINTURA DE EQUIPOS DE LA REPARACION DE AROMATICOS DE LA GCB	ECOPETROL	09/09/02 - 17/10/02
16	SERVICIO DE RETIRO, TRANSPORTE Y DISPOSICION DE LODOS DE LAS PISCINAS DE SEDIMENTACION DE LA PLANTA DE AGUA U2900 DE SERVICIOS INDUSTRIALES DE BALANCE DE ECOPETROL GCB UICADO EN BARRANCABERMEJA SANTANDER	ECOPETROL	21/12/04 - 28/12/04
17	LIMPIEZA DE CAJAS Y DUCTOS SISTEMA AGUAS LLUVIAS Y ACEITOSAS DE LA TIPPING U -2100	ECOPETROL	20/06/00 - 23/06/00
18	TRABAJOS MISCELANEOS DE OBRA CIVIL PARA LAS EDIFICACIONES, INSTALACIONES Y EQUIPOS INDUSTRIALES DEL DPTO DE SERVICIOS INDUSTRIALES	ECOPETROL	26/06/01 - 24/08/01

Fuente: Empresa CIMELEC LTDA.

## 2. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el mundo globalizado de hoy donde la competitividad ha venido generando la necesidad de contar con plantas e industrias con altos índices de productividad, calidad, seguridad y medio ambiente, con bajos costos, se hace evidente la búsqueda de nuevas metodologías y técnicas que les permitan alcanzar estos índices y así poder mantenerse en el mercado. Con el fin de cumplir con los índices, aparece un término muy relevante en las empresas y en el que se concentra la gran cantidad de recursos destinados a mantener la operatividad de las mismas: El mantenimiento.

Son muchas las empresas contratistas que centran sus actividades al mantenimiento de plantas y equipos, como lo es el caso de CIMELEC LTDA, empresa contratista que ofrece servicio de construcción y montaje de obras civiles para empresas del sector público y privado, pero sin lugar a dudas su cliente principal es Ecopetrol, la principal y la más grande petrolera con la que cuenta el país, lo que la hace una gran atractivo para que otras empresas se interesen en llevar a cabo proyectos para dicha compañía, siendo este uno de los principales problemas con los que cuenta la empresa dado que se mueve en un medio donde la competencia es muy alta. Este hecho se convierte para la empresa en un gran reto, el poder mantenerse en el mercado.

Desafortunadamente CIMELEC LTDA no ha podido participar en algunos procesos de licitación debido a que no ha recibido los mejores resultados en los últimos tres proyectos desarrollados.

Un ejemplo puntual fue en el desarrollo del último contrato de “SERVICIO DE INSTALACIÓN DE CIEGOS Y FACILIDADES PARA CAMBIO DE CATALIZADOR

DE LOS REACTORES R-2651 Y R-2652 DURANTE LA PARADA TÉCNICA DE LAS UNIDADES UNIBON-HIDROGENO DE LA GERENCIA REFINERÍA BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A., UBICADA EN BARRANCABERMEJA-SANTANDER-COLOMBIA, proyecto en el cual no se obtuvo las utilidades esperadas debido los contratiempos que se presentaron. Primero la planta se detuvo y entraron en plan de emergencia; Ecopetrol tuvo que intervenir a realizar labores quitando tareas que estaban previstas para ser realizadas por CIMELEC. Por otro lado, la empresa no tenía un plan de acción que le permitiera atender la emergencia en tiempo oportuno pues apenas se encontraba en el proceso de planeación y no contaban con personal de disposición inmediata lo que les hizo perder tiempo y actividades que a medida que pasaban los días eran realizadas por Ecopetrol, esto generó que se cambiara el alcance y por ende los costos del contrato disminuyeran en un 15 %, lo cual no favoreció a la empresa ya que de esta manera no se obtendría las utilidades esperadas.

Una de las causas de que en los proyectos de paradas no se cumplan con los objetivos esperados es que el alcance no es bien definido, por el contrario se omiten tareas que son necesarias para cumplir con lo inicialmente establecido en el proyecto. Son varios los factores que se vuelven indispensables en el desarrollo de la parada, como lo son el tiempo que en la mayoría de casos es muy corto y el costo del mismo. Cualquier desequilibrio en estos factores (alcance, tiempo y costo) puede acarrear resultados pocos satisfactorios para la empresa e incluso fatales ya que una mala gestión puede llevar a la empresa a la quiebra.

Para el diagnóstico de las falencias de la firma en este tipo de proyectos, se hizo un acompañamiento continuo en el desarrollo de un proyecto de parada de planta que se lleva a cabo en el momento, además se hizo una investigación exhaustiva de proyectos anteriores con el personal de la firma y con los resultados de las evaluaciones recibidas por parte del contratante.

## 2.2 JUSTIFICACIÓN

Actualmente las empresas se ven en la tarea de implementar planes de mantenimiento preventivo e incluso predictivo con el fin de conocer el momento adecuado en que una pieza debe ser remplazada y así poder evitar contratiempos en la producción. Sin embargo, gran parte de las empresas cuentan con equipos cuyas condiciones de operación no permiten ser intervenidos, por lo cual, se ven en la necesidad de programar la detención de la producción para atender a aquellos equipos.

Como lo es el caso de Ecopetrol, empresa petrolera que para su buen funcionamiento se ve en la necesidad de realizar paradas a la mayoría de sus plantas, estas actividades representan un gran reto para Ecopetrol, puesto que se deben realizar en un tiempo muy corto, que en la mayoría de los casos no supera los cuarenta días. Allí los trabajadores a cargo deben abrir los equipos, inspeccionarlos, reemplazar o sustituir partes y componentes, algunos de ellos de tamaños y pesos extraordinariamente complejos. Todas estas operaciones deben ejecutarse sin afectación a las personas, al medio ambiente o las instalaciones, con calidad, sin reprocesos y ajustándose a los costos establecidos, lo que hace necesario de una buena planeación.

Aunque se denomina un gran reto para Ecopetrol también lo es para aquellas contratistas que estén interesadas en realizar dichos proyectos, como lo es el caso de CIMELEC LTDA, empresa contratista dedicada a la construcción de obras civiles. Debido a la dura competencia con la que cuenta la empresa, es que surge la necesidad de implementar modelos de gestión para el desarrollo de sus proyectos.

No obstante si no se cuenta con un buen modelo de gestión es posible que la empresa incurra en altos costos por incumplimiento en los tiempos de entrega.

Con el fin de atender estas necesidades surge la propuesta de una metodología para la gestión de los proyectos de parada de planta, la cual por medio de técnicas y herramientas llevan al mínimo las posibilidades de fracaso.

## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo General**

Desarrollar una guía metodológica para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI con el fin de contribuir al mejoramiento continuo de CIMELEC LTDA.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Realizar una revisión literaria sobre metodologías del PMI.
- Analizar cada una de las etapas de las paradas de planta con el fin de implantar propuestas de mejora que aporten con el buen funcionamiento de la parada.
- Definir las técnicas y herramientas a utilizar en las diferentes fases del proyectos en base a los lineamientos del PMI descritas en la guía PMBOK 5ta edición.
- Elaborar un modelo de gestión con las técnicas y herramientas necesarias que contribuyan con el buen desarrollo de las paradas de planta.
- Especificar por medio del plan de seguridad industrial las estrategias para la identificación, análisis y la respuesta a los riesgos en los proyectos de parada de planta.

## 2.4 METODOLOGÍA

Para la realización de dicho proyecto se hace un acompañamiento continuo en el desarrollo de un proyecto de parada de planta que se está llevando a cabo en el momento en la empresa. A continuación se relaciona una serie de pasos los cuales definen la trayectoria de dicha investigación.

- En primera instancia se hace un reconocimiento de la norma PMBOK, conocimiento de los requisitos y protocolo de la misma.
- Se realiza un análisis de cada una de las etapas de las paradas de planta (Planeación, alistamiento, ejecución, control y cierre), identificando el tiempo que dura cada una.
- Se procede a la realización del diagnóstico de la empresa CIMELEC LTDA, con el fin de identificar lo que posee la empresa según la norma.
- Realización de entrevistas a gestores del proyecto con el fin de identificar falencias en el proceso de la gestión de proyectos anteriores.
- Análisis y tabulación de la información obtenida y comparación con la norma para determinar el cumplimiento de la misma.
- Propuesta que este caso hace referencia a la Guía, basada en las normas descritas por el PMBOK incluyendo las técnicas y herramientas necesarias para llevar a cabo cada una de las etapas del proceso.
  - Guía EDT (Estructura de desglose del trabajo).
  - Guía cronograma de actividades con fecha de comienzo y finalización.
  - Matriz para definición de roles y responsabilidades.
  - Bases de información para la gestión de recursos humanos.
  - Generar datos de desempeño de trabajo tales como costo, cronograma, avance técnico y de calidad y estado con el fin de facilitar la realización de previsiones.
  - Emitir solicitudes de cambio e implementar los cambios aprobados al alcance, a los planes y al entorno del proyecto.

- Evaluar el desempeño para determinar la necesidad de una acción preventiva o correctiva y en su caso recomendar aquellas que se consideran pertinentes.
- Identificar nuevos riesgos y analizar, revisar y monitorear los riesgos existentes del proyecto, para asegurarse de que se identifiquen los riesgos, se informe sobre su estado y se implementen los planes apropiados de respuesta a los riesgos.
- Mantener, durante la ejecución del proyecto, una base de información precisa y oportuna relativa al producto o a los productos del proyecto y a su documentación relacionada.
- Informar adecuadamente sobre el avance del proyecto y su estado a la dirección del programa, cuando el proyecto forma parte de un programa global.
- Recopilar y documentar las lecciones aprendidas e implementar las actividades aprobadas de mejora del proceso.
- Análisis con listas de verificación para la identificación de riesgos.
- Sistemas de gestión de registros para control de adquisiciones.
- Alimentar a diario la base de datos con el fin de tener el control y conocimiento de lo que se va gastando a diario en adquisiciones, horas hombre, transporte, alimentación, etc.
- Plan de seguridad con estrategias para la identificación, análisis y la respuesta a los riesgos.
- Recomendaciones.

### 3. MARCO REFERENCIAL

#### 3.1 MARCO DE ANTECEDENTES

En la empresa CIMELEC LTDA. No se han desarrollado proyectos de grado anteriormente, motivo por el cual se presentan como marco de antecedentes proyectos de grado, desarrollados por ingenieros tanto de la facultad de Ingenierías Fisicomecánicas (industriales y mecánicas) de la Universidad Industrial de Santander como también de la facultad de administración de empresas de la Universidad de la Salle de Bogotá.

Proyecto de grado 1

Título: PLAN DE ACCIÓN PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y ASISTENCIA NUTRICIONAL DE LA FUNDACIÓN ASOCIACIÓN CREANDO FUTURO "ASOCREF", BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PMBOK.<sup>6</sup>

Autores: YURLEY PAOLA ÁVILA MARÍN

Alcance: Este proyecto abarca el desarrollo y ejecución del plan de proyecto de seguridad alimentaria y asistencia nutricional basado en los lineamientos del PMBOK, identificando e implementando las nueve áreas del conocimiento propuestas por él.

---

<sup>6</sup> AVILA, Yurley. Plan de acción para el desarrollo del proyecto de seguridad alimentaria y asistencia nutricional de la fundación asociación creando futuro "ASOCREF" bajo los lineamientos del PMBOK. Tesis de grado Ingeniería Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicomecánicas, 2013. 235 p.

Aportes: Después de revisar el documento se identificó que los principales aportes que este le da a la realización del presente proyecto de grado son:

- Identificación de falencias y fortalezas de la empresa frente a los requerimientos de la gestión de proyectos según la metodología PMBOK.
- Documentos entregables propuestos por la guía PMBOK para la dirección eficiente durante los procesos de iniciación, planificación, ejecución, seguimiento, cierre y control aplicados al proyecto de seguridad alimentaria y asistencia nutricional.
- Identificación e implementación de las nueve áreas del conocimiento descritas por el PMBOK para la empresa.

Proyecto de grado 2

Título: PLAN DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO ARTIFICIAL SELECCIONADO EN UN CAMPO COLOMBIANO BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL PMI.<sup>7</sup>

Autores: CATALINA ALEXANDRA PEREA PINEDA  
ANDREA VICTORIA PEREZ ARIAS

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

---

<sup>7</sup> PEREA, Alexandra y PEREZ, Victoria. Plan de gestión para la implementación del sistema de levantamiento artificial seleccionado en un campo colombiano bajo los lineamientos del PMI. Tesis de grado Ingeniería Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicomecánicas, 2013. 301 p.

Aportes: Después de revisar el documento se identificó que los principales aportes que este le da a la realización del presente proyecto de grado son:

- Respaldo el método screening (software Muttor) de selección de sistemas de levantamiento artificial relacionando variables técnicas existentes y variables financieras.
- Implementación del método de selección en el campo elegido y registro de resultados.
- Instructivo de planeación para implementación de Sistemas de Levantamiento Artificial para un Campo Colombiano basado en los lineamientos del PMI.
- Plan de gestión para el sistema de levantamiento artificial seleccionado bajo los lineamientos del PMI.

Proyecto de grado 3

Título: ACTUALIZACIÓN DEL MANUAL DEL PROCESO DE PARADAS DE PLANTA DE LA REFINERÍA DE CARTAGENA S.A.<sup>8</sup>

Autores: ANDREA MARGARITA ESPINOSA FORTICH

Alcance: Actualización del manual del proceso de paradas de planta de la refinería de Cartagena S.A., proporcionando una guía a los involucrados sobre las diferentes fases y actividades que se deben llevar a cabo para un desarrollo efectivo de dicho proceso. Cumpliendo con las premisas de calidad, seguridad, tiempo, costos e integridad de la empresa.

Aportes: Después de revisar el documento se identificó que los principales aportes que este le da a la realización del presente proyecto de grado son:

---

<sup>8</sup> ESPINOSA, Andrea Margarita. Actualización del manual del proceso de paradas de planta de la refinería de Cartagena S.A...Tesis de grado Ingeniería Mecánica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicomecánicas, 2008. 115 p.

- Manual de procesos actualizado en el cual se describe el alcance y los objetivos de las actividades que se deben seguir en cada fase del proceso, así como a los responsables de cada una de estas. También contiene el diagrama de flujo del modelo de gerenciamiento del proceso, que explica el orden lógico de las actividades a realizar durante la parada; por otro lado nombra las relaciones de las diferentes dependencias y procesos de la refinería de Cartagena S.A. con el proceso de Paradas de Planta y se definen los roles y responsabilidades de los involucrados.

Proyecto de grado 4

Título: DISEÑO Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTOS DIRIGIDO A SOLUZIONA LTDA – BOGOTA BAJO ESQUEMA PMI.<sup>9</sup>

Autores: ANYELINE LOZADA MARTINEZ

DIANA LISSETH MARTINEZ VELA

Alcance: Este proyecto propone una solución para la gestión de proyectos a través del diseño de un manual para la compañía y para los gestores de proyectos con procedimientos y herramientas para asegurar la repetitividad del éxito de los mismos.

Aportes: Después de revisar el documento se identificó que los principales aportes que este le da a la realización del presente proyecto de grado son:

- Diseño del manual corporativo de uso de la herramienta, donde se muestren las diferentes fases a seguir durante la ejecución del proyecto.

---

<sup>9</sup> LOZADA, Anyeline y MARTINEZ, Diana lisseth. Diseño y plan de implementación del modelo de gestión de Proyectos dirigidos a SOLUZIONA LTDA – Bogotá bajo esquema PMI. Tesis de grado administrador de empresas. Bogotá D.C. Universidad de la Salle. Facultad de administración de empresas, 2009. 125 p.

- Diseño de la guía para el establecimiento de la estructura de desglose del trabajo o EDT (Estructura de Descomposición del Trabajo).
- Plan de implementación.

Proyecto de grado 5

Título: GUÍA PARA EL DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO POR PROYECTO, UN ENFOQUE PMI.<sup>10</sup>

Autores: JOLMAN LOZANO PICO

Alcance: Este proyecto abarca el desarrollo de una guía para el desarrollo del mantenimiento por proyecto bajo los lineamientos del PMI.

Aportes: Después de revisar el documento se identificó que los principales aportes que este le da a la realización del presente proyecto de grado son:

- Guía para el desarrollo del mantenimiento por proyecto, bajo un enfoque PMI. Incluyendo el desarrollo de las actividades relacionadas con el Alcance, Tiempo y los Costos.
- Desarrollo del acta de constitución del proyecto.
- Lista de herramientas y estrategias para la ejecución en cada una de las fases del proyecto.

---

<sup>10</sup> LOZANO, Jolman. Guía para el desarrollo del mantenimiento por proyecto, un enfoque PMI. Tesis de grado especialista de mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicomecánicas, 2009. 77 p.

## 3.2 MARCO TEÓRICO

### 3.2.1 ¿Qué es un proyecto?

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.<sup>11</sup> En otras palabras un proyecto es un proceso único de planificación que consta de un conjunto de actividades coordinadas y controladas, que se emprende con el fin de alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto y un lapso de tiempo previamente definidos.

El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, 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.

### 3.2.2 ¿Qué es la dirección de proyectos?

Es la disciplina que se encarga de dar cumplimiento a las actividades del proyecto dentro del alcance, calidad, tiempo y costo previamente definidos, mediante la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas específicas.

De acuerdo al PMI (Project Management Institute) se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los 47 procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco Procesos inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre.<sup>12</sup> La relación entre estos procesos es tal que si alguno de ellos cambia, es probable que al menos otro de ellos se ve afectado; por ejemplo si el cronograma se acorta el presupuesto cambia, pues se

---

<sup>11</sup> PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Dirección de proyectos 5 ed. EEUU: PMI Publication.2013. p. 3.

<sup>12</sup> Ibíd., p. 5.

necesitaría un incremento a fin de añadir recursos adicionales para completar la misma cantidad de trabajo en menos tiempo.

La dirección de proyectos debe evaluar la situación, equilibrar demandas y mantener una comunicación proactiva con los interesados a fin de entregar un proyecto exitoso.

### **3.2.3 Proyectos de Paradas de planta**

Un proyecto de parada de planta es un plan de actividades tendientes a ejecutar trabajos que no pueden ser realizados durante la operación normal de la planta de proceso y principalmente están orientados hacia el remplazo de partes o componentes por vencimiento de su vida útil, inspección de equipos, incorporación de mejoras o modificaciones y correcciones de fallos.<sup>13</sup>

Las paradas de planta proveen la oportunidad única para intervenir los activos que normalmente no están disponibles durante la operación normal o que lo están en un breve o escaso período de parada.<sup>14</sup> La capacidad de pérdida puede ser recuperada hasta una funcionalidad superior durante una parada de planta. La cantidad de trabajo definido para una parada de planta se inicia cuando identificamos las tareas de la lista de trabajo “worklist” que incluye la planificación, programación, ejecución y dirección de la parada de planta.

### **3.2.4 Paradas de planta para Ecopetrol s.a.**

Las paradas programadas son eventos de mantenimiento preventivo y correctivo en los cuales se intervienen los equipos de la planta para asegurar su nuevo ciclo operacional proyectado. En otras palabras, después de un mantenimiento de esta naturaleza, la unidad recupera plenamente sus condiciones originales para operar

---

<sup>13</sup> AMENDOLA, José Luís, DIRECCION Y GESTION DE PARADAS DE PLANTA, Editorial UPV. Sevilla 2005.

<sup>14</sup> SHELL GLOBAL SOLUTIONS INTERNATIONAL B.V. Guía para el gerenciamiento de paradas de planta, sl: s.n, 2003. .p.118

confiablemente durante determinado período de tiempo, de acuerdo con los más altos estándares de la industria.

Las paradas de planta obedecen a ciclos operacionales de las unidades. Se pueden predecir y programar gracias a estándares internacionales, una serie de mediciones y valoraciones de los materiales, estado de las partes y valoración de los contaminantes que hacen que algunos insumos como catalizadores y productos pierdan su eficiencia, rendimiento o calidad.

Las plantas tienen diferentes ciclos operacionales. Por ejemplo, la planta de polietileno, las visco-reductoras o las unidades hidrotratadoras de residuos pesados, entre otras, requieren intervención cada seis u ocho meses. Las unidades de ruptura catalítica, cada 48 meses. Las de destilación primaria de crudo, cada sesenta o más meses. El Programa Anual de Paradas de Planta se elabora teniendo en cuenta el cruce de todos estos tiempos.<sup>15</sup>

Las paradas de planta son los eventos más especiales de la estrategia integral de confiabilidad de la refinería. Sirven para restaurar al 100% la confiabilidad de los activos y son producto de los análisis del desempeño a que se someten permanentemente todos los sistemas por un equipo interdisciplinario constituido por operadores, supervisores, técnicos de mantenimiento e ingeniería

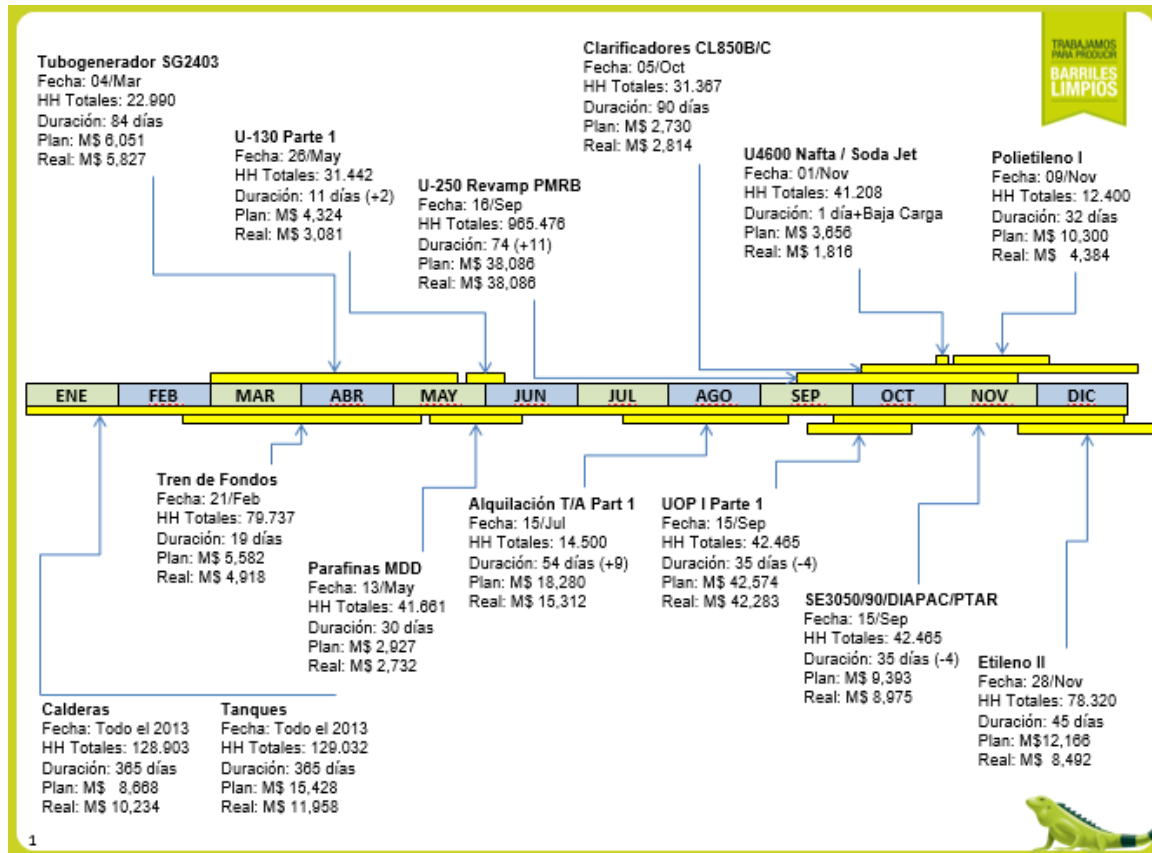
El proceso de parar una planta exige el cumplimiento riguroso de siete fases que empiezan el primer día de inicio de cada nuevo ciclo operacional. Estas fases son: planeación temprana, definición del alcance de la parada, fase precontractual, planeación detallada, alistamiento, ejecución, cierre y aseguramiento.

A continuación se presenta el cronograma de paradas de planta para el año 2014 de ECOPETROL S.A.

---

<sup>15</sup> Disponible en Internet: <<http://www.ecopetrol.com.co/especiales/carta127/refinacion.htm>>

Figura 3 Cronograma de paradas de planta para el año 2014 para Ecopetrol S.A.



Fuente: Ecopetrol S.A.

### 3.2.5 ¿Qué es el PMBOK?

El PMBOK es una guía de los fundamentos de la dirección de proyectos desarrollado por el Project Management Institute (PMI). Constituye la suma de conocimientos de los profesionales dedicados a la administración de proyectos, incluyendo prácticas tanto profesionales comprobadas y ampliamente aceptadas, como prácticas innovadoras con la finalidad de permitir al administrador del proyecto aplicar conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas que pueden tener un impacto considerable en el éxito de un proyecto.

La Guía del PMBOK identifica ese subconjunto de fundamentos para la dirección de proyectos generalmente reconocido como buenas prácticas. “Generalmente reconocido” significa que los conocimientos y prácticas descritos son aplicables a la mayoría de los proyectos, la mayoría de las veces, y que existe consenso sobre su valor y utilidad. “Buenas prácticas” significa que se está de acuerdo, en general, en que la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas puede aumentar las posibilidades de éxito de una amplia variedad de proyectos.

La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) Quinta Edición proporciona pautas para la dirección de proyectos individuales y define conceptos relacionados con la dirección de proyectos. Describe asimismo el ciclo de vida de la dirección de proyectos y los procesos relacionados, así como el ciclo de vida del proyecto

El *PMBOK* reconoce 5 grupos de procesos básicos y 10 áreas de conocimiento comunes a casi todos los proyectos. Los procesos se colocan e interactúan a través de un proyecto o fase y son descritos en términos de:

- Entradas (documentos, planes, diseños, etc.)
- Herramientas y Técnicas (mecanismos aplicados a las entradas)
- Salidas (documentos, productos, etc.).

Los procesos de dirección de proyectos son aquellos que aseguran que el proyecto avance de manera eficaz durante toda su existencia, estos se agrupan en cinco categorías que son:<sup>16</sup>

- ✓ Procesos de iniciación: son aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto, mediante la obtención de la autorización formal para comenzar.

---

<sup>16</sup> PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los Fundamentos para la Dirección de proyectos 5 ed. EEUU: PMI Publication.2013. p. 27.

- ✓ Procesos de planificación: son aquellos procesos realizados para establecer el alcance, definir los objetivos y desarrollar el plan de acción para el cumplimiento de los mismos.
- ✓ Procesos de ejecución: son aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto, con el objetivo de cumplir con las especificaciones del mismo.
- ✓ Procesos de control: son aquellos procesos requeridos para supervisar, analizar y dirigir el progreso y el desempeño del proyecto, con el fin de identificar y modificar áreas en las que el plan requieran cambios, implementar acciones correctivas, preventivas y de control en aras de cumplir con los objetivos del proyecto.
- ✓ Procesos de cierre. Son aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, a fin de completar formalmente el proyecto. Asegurándose que las experiencias queden registradas y a disposición de futuros proyectos.

## 4. DESARROLLO DEL PLAN DE PROYECTO

### 4.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo contiene el desarrollo del Plan de proyecto “metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta para CIMELEC LTDA”, la cual describe un paso a paso el proceso de gestión de parada de plantas. Su objetivo es cumplir con los requerimientos, la programación del tiempo y el costo presupuestado, dejando a un lado la administración tradicional de forma empírica y remplazándola por técnicas y herramientas más efectivas reconocidas como “buenas practicas” que nos brinda el PMBOK guía desarrollada por el Project Management Institute (PMI).

En este capítulo se describen las actividades que se llevan a cabo en el desarrollo de la parada, el proceso de gestión definido por el PMBOK, incluyendo las herramientas y técnicas a utilizar en cada una de las etapas y el plan de seguridad industrial con las estrategias para la identificación de los riesgos en los proyectos de parada de planta.

Para desarrollar la metodología fue necesario identificar los grupos de procesos existentes en un proyecto según la guía PMBOK como lo son procesos de Inicio, de planeación, de ejecución, de control y cierre. Y realizar un ajuste de modo que permitiera esquematizar un proyecto de paradas de planta en base a dichas etapas.

Finalmente los grupos de procesos o etapas que se establecieron para un proyecto de paradas de planta son:

- INICIO
- PLANEACIÓN
- DISEÑO BÁSICO DE LA PLANEACIÓN

- DISEÑO DETALLADO DE LA PLANEACIÓN
- EJECUCIÓN Y CONTROL
  - PRE- EJECUCIÓN
  - EJECUCIÓN Y CONTROL
- CIERRE

Para el caso de la planeación se establecieron las sub-etapas (diseño básico de la planeación y diseño detallado de la planeación), puesto que antes de entrar a realizar trabajos referentes a la planeación es necesario precisar las estrategias para el desarrollo de los mismos.

En el caso de la ejecución y control se establecieron las sub-etapas de pre-ejecución y ejecución y control, esto debido a que en la primera se realizan todas las labores de alistamiento de personal y equipos para la ejecución, mientras que en la segunda se desarrollan todos los trabajos que estaban previstos para la parada y sus respectivos controles.

Al igual que la guía PMBOK, en la metodología las actividades son presentadas mediante las diez áreas del conocimiento, puesto que es una forma clara y precisa de dar a conocer el direccionamiento de cada actividad y permitiendo ejercer control de cada uno de los aspectos que pueden afectar un proyecto de parada de planta.

Para dar inicio a la asignación de actividades, se realizó un seguimiento a una parada de planta que estaba ejecutando CIMELEC LTDA. En Ecopetrol S.A., Analizando cada uno de los pasos que se tenían en cuenta para el desarrollo de la misma y haciendo énfasis en las falacias que recaía la firma en dicho proceso. Esto con el fin de contribuir con la empresa brindando la metodología que facilite y promueva un desempeño exitoso de la parada.

## 4.2 IDENTIFICACIÓN DE FALENCIAS EN CIMELEC LTDA.

Para identificar las falencias en las que recaía la empresa se hizo un acompañamiento al proceso de gestión de la parada de planta del contrato “SERVICIO DE INSTALACIÓN DE CIEGOS Y FACILIDADES PARA CAMBIO DE CATALIZADOR DE LOS REACTORES R-2651 Y R-2652 DURANTE LA PARADA TÉCNICA DE LAS UNIDADES UNIBON-HIDROGENO DE LA GERENCIA REFINERÍA BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A., UBICADA EN BARRANCABERMEJA-SANTANDER-COLOMBIA”.

Entre ellas tenemos que la empresa en su afán de ejecutar el proyecto se omitió en la propuesta, actividades que eran indispensables en el desarrollo de la parada, y al incluirlas incurría en costos que no estaban presupuestados.

Normalmente los proyectos de paradas de planta están compuestos por los procesos de inicio, planeación, ejecución, control y cierre, pero a veces se presentan apagadas en las plantas y entran en emergencia, suceso que requiere intervención inmediata en la planta es decir que se inicia el proceso de ejecución. Afortunadamente Ecopetrol cuenta con suministro disponible para hacer frente a la emergencia, pero corre por cuenta de la empresa el tiempo que tarde en realizar el empalme para continuar con las actividades.

Esto fue lo que le paso a la empresa con ese proyecto, la planta entró en emergencia y Cimelec como contratista no tenía un plan de acción que le permitiera atenderla en tiempo oportuno, pues apenas se encontraba en el proceso de planeación y no contaban con personal de disposición inmediata. El alistamiento se tomó mucho tiempo debido al desorden y la falta de información que presentaban los trabajadores en sus hojas de vida. Lo que les hizo perder tiempo y actividades que a medida que pasaban los días eran realizadas por Ecopetrol, esto género que se cambiara el alcance y por ende los costos del contrato disminuyeran.

Otras de las falacias que se encontró fue, que no llevaba un estricto control de los costos, del alcance, del tiempo, de las adquisiciones ni de las maquinarias y herramientas alquiladas, lo que generó que se pagara de más días de alquiler sin ser utilizadas.

No se actualizaba día a día la base de costos por lo cual no se tenía una idea clara de lo que se había consumido del presupuesto.

Es por ello que surge la necesidad de la metodología y de cada uno sus entregables en pro de contribuir con el proceso de gestión de paradas de planta y mitigar las falencias.

#### 4.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE PARADAS DE PLANTA

##### 4.3.1 Objetivo de la metodología

Proporcionar a los responsables del proceso de mantenimiento de paradas de planta de Cimelec LTDA. La información relacionada con la diferentes fases y actividades que a través de este se deben llevar a cabo, acompañada de técnicas y herramientas necesarias para un desarrollo efectivo del proceso, con el menor consumo de recursos y cumpliendo con las premisas de calidad, seguridad, tiempo, costos e integridad de la empresa.

##### 4.3.2 Alcance de la metodología

La metodología contiene la descripción de las actividades que se deben seguir en todas las etapas del proceso de paradas de planta. Para cada actividad se define el objeto, el alcance y el responsable.

### 4.3.3 Condiciones generales

- La metodología fue realizada de acuerdo las mejores prácticas del PMBOK 5ta edición.
- El proceso consta de cuatro fases, cada una de ellas cubre una estructura de tiempo para el desarrollo de la parada de planta.
- La metodología aplica para todas las paradas de planta que Cimelec LTDA. ejecute en la refinería de Ecopetrol S.A. que tengan intervalos de realización no superior a 4 meses.
- La metodología se aplica a las paradas de planta programadas. No aplica a las paradas de emergencia.

### 4.4 FASES Y ACTIVIDADES DEL PROCESO.

Una vez se tiene definido por Ecopetrol, que la empresa va a ser la ejecutora del contrato para el mantenimiento de la parada se da inicio al proceso de gestión de la misma. En cual se llevan a cabo un sinnúmero de actividades en cada una de las fases de la parada.

Para establecer las actividades fue necesario identificar los grupos de procesos existentes en un proyecto según la guía PMBOK como lo son procesos de Inicio, de planeación, ejecución, de control y cierre. Y realizar un ajuste de forma que permita esquematizar un proyecto de paradas de planta con base a dichas fases. A continuación se presenta la secuencia de actividades en cada una de las fases para desarrollo de la parada.

#### 4.4.1 Fase de inicio

El propósito clave de esta etapa es alinear las expectativas de los interesados dar visibilidad sobre el alcance y los objetivos, y mostrar como su participación en él asegura el logro de sus expectativas y su beneficio económico.

A continuación se enuncias las actividades a desarrollar en esta fase y el responsable de la misma.

*Tabla 3 Actividades de la fase de inicio.*

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Firmar acta de constitución.	Gerente-gestoría técnica.	Es el documento que autoriza el inicio de la parada y confiere al gerente la autoridad para asignar los recursos y las actividades del proyecto de parada.
Selección del equipo administrativo.	Gerente	Se define el equipo administrativo, estos son los encargados de manejar el presupuesto, el manejo de personal, la comunicación con la gestoría técnica y demás interesados del proyecto.
Nombrar el director de obra y demás personal que conforma el equipo mínimo.	Gerente	Se definen los que van a liderar el proceso para que se desarrolle satisfactoriamente.
Efectuar reunión de inicio de la parada	Gerente - director de obra y equipo mínimo	Con el fin de informar a los involucrados de los objetivos de la parada.
Análisis de lecciones aprendidas	Gerente-equipo mínimo	Es preciso realizar un análisis detallado a documento generados de paradas anteriores con el fin de evitar falencias presentadas en las mismas.
Elaborar el cronograma de la	Director de obra y equipo	Contiene las fechas de inicio y terminación de la apagada, días

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
parada	de planeación	mecánicos y arranque de la planta.
Elaborar el plan de hitos de la parada	Director de obra	El plan contiene los hitos a cumplir durante las fases de la parada, debe contener las fechas de las actividades a realizar y los responsables.
Seleccionar el equipo de compras	Equipo administrativo	Es el encargado del proceso de logística de compra o alquiler de materiales, herramientas, maquinaria y equipos, y este a su vez se encarga de realizar la solicitud de materiales con amplios tiempos de entrega.

Una de las actividades claves de esta fase es la identificación de los interesados y la influencia que estos pueden tener en el proyecto. A continuación se presenta una tabla en la que se identifican los roles y responsabilidades de los interesados que van a participar y ejercer alguna influencia sobre el resultado del proyecto.

*Tabla 4 Interesados del proyecto.*

ROL	RESPONSABILIDADES	IMPACTO	ESTRATEGIA PARA RECIBIR APOYO O REDUCIR OBSTÁCULOS
Gerente	Es la persona que provee recursos y apoyo para el desarrollo de la parada y es el responsable de facilitar su éxito.	Es de gran importancia pues es el que provee los recursos necesarios para el desarrollo de la parada.	Esta dispuesto a proveer recursos adicionales para atender las contingencias que se puedan presentar.
Cliente (Ecopetrol s.a.)	Es el encargado de aprobar el resultado final de los trabajos	Es muy importante por es el que recibe el producto final del	Esta dispuesto a brindar las asesorías

ROL	RESPONSABILIDADES	IMPACTO	ESTRATEGIA PARA RECIBIR APOYO O REDUCIR OBSTÁCULOS
	ejecutados en la parada.	proyecto y es el quien aprueba o rechaza los trabajos realizados en la parada.	necesarias en cuanto a la ejecución de los trabajos en pro de que se cumplan con las especificaciones del contrato.
Proveedores	Son compañías externas que celebran un contrato para proporcionar un producto o servicio necesarios para el desarrollo de la parada. Entre esas tenemos las que proporcionan el servicio de transporte, dotación, alimentación, alquiler de herramientas maquinarias o equipos, etc.	Son muy importantes ya que la empresa depende de estos servicios o productos para el desarrollo de la parada. Que no cumplan puede generar retrasos en los trabajos y pérdidas para la empresa.	Esta dispuesto a comunicar a la empresa en tiempo oportuno cualquier imprevisto que se les pueda presentar y ceder a otro proveedor el contrato con el fin de cumplir con los tiempos establecidos.
Socios	Personas que tienen relación especial con la empresa y brindan su apoyo incondicional en el desarrollo de la parada, aportando recursos y experiencia.	De ellos dependen que la empresa puede atender las contingencias que se pueden presentar en el desarrollo de la parada y continuar con los trabajos hasta alcanzar los objetivos.	Esta dispuesta a brindar el recurso económico necesario para atender las contingencias que se puedan presentar en el desarrollo del proyecto.

ROL	RESPONSABILIDADES	IMPACTO	ESTRATEGIA PARA RECIBIR APOYO O REDUCIR OBSTÁCULOS
Equipo administrativo	Son los encargados de manejar los recursos y presupuestos con los que cuenta la empresa para el desarrollo de la parada.	Son de gran importancia para el desarrollo de la parada debido a que ayudan a realizar las actividades a tiempo y dentro del presupuesto, un mal manejo de los mismos puede generar grandes pérdidas para la empresa.	Están dispuestos a realizar auditorías y consultorías con el fin de verificar que se cumplan con los objetivos, y presentar planes de acción a los imprevistos que se puedan presentar.
Equipo mínimo	Son los encargados de liderar la parada de planta; determinan la forma de hacer las actividades durante todas las fases del proceso de la parada de planta.	De ellos dependen que se cumplan con los objetivos de las paradas.	Están dispuestos a trabajar más tiempo del turno, en pro de que se completen los trabajos previstos en el PDT.
Gestoría técnica	Son los encargados de supervisar y verificar que se cumplan con las especificaciones técnicas del contrato.	De ellos depende que se cumplan con los requerimientos exigidos por ley.	Están dispuestos a ceder en los plazos de entrega de los diferentes documentos.
Equipo de planeación	Son los responsables de la planeación de la parada de planta, está conformado por el planeador general y los planeadores de área o especialidad.	Una mala planeación puede generar grandes pérdidas e incluso llevar a la empresa a la quiebra.	Están dispuestos a realizar auditorías y consultorías con el fin de verificar que se cumplan con los objetivos.
Equipo operativo	Son los responsables de ejecutar las actividades previstas de la parada.	De ellos depende que los trabajos se realicen en tiempo oportuno y se cumplan con los objetivos de la parada.	Están dispuestos a trabajar más tiempo del turno, en pro de que se completen los trabajos previstos en el

ROL	RESPONSABILIDADES	IMPACTO	ESTRATEGIA PARA RECIBIR APOYO O REDUCIR OBSTÁCULOS
			PDT.

### Acta de constitución

El acta de constitución es un documento que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto.

A continuación se describen las entradas, las herramientas y las técnicas a utilizar en la constitución del acta.

*Figura 4 Entradas, herramientas y Técnicas y Salidas del acta de constitución.*



Fuente: Autor

#### ➤ Entradas:

Contrato: Efectuado entre la empresa proveedora del servicio la contratista que en este caso es CIMELEC LTDA, y el contratante que sería Ecopetrol S.A.

Factores ambientales: los informes y trabajos previos realizados a la parada sirven para definir estos requerimientos.

Activos de los procesos de la organización: Son los planes, los procesos, las políticas, los procedimientos y las bases de conocimiento específicos de la

organización ejecutora (CIMELEC LTDA) y utilizadas por la misma. También incluyen bases de conocimientos de la empresa como lecciones aprendidas e información histórica.

➤ Técnica y herramientas:

Talleres facilitados: para consolidar el acta de inicio, se acordó con el director de proyecto los objetivos, compromisos, alcance, requerimientos, en repetidas reuniones llevadas a cabo para establecer con claridad las necesidades del proyecto.

Juicio de expertos: se realizaron entrevistas y visitas con los expertos con la intención de determinar detalles técnicos.

➤ Salidas:

Se constituye el Acta de Inicio del proyecto relacionando las necesidades, el objeto principal, el valor inicial del contrato, el plazo de ejecución del contrato, las fechas de inicio y finalización, consideraciones, requisitos y criterios de aceptación por parte del cliente (Ecopetrol S.A). ANEXO A.

### Recursos humanos

La empresa debe asegurarse de contratar el personal idóneo que posea las habilidades requeridas para garantizar el éxito del proyecto. La participación de los miembros del equipo en la planificación, aporta su experiencia al proceso y fortalece su compromiso con el proyecto. A medida que se incorporan miembros adicionales al equipo, su nivel de experiencia o su falta de experiencia puede aumentar o disminuir el riesgo del proyecto. Es por ello que es muy importante para el proceso de contratación del personal que se establezcan los perfiles, las funciones y las responsabilidades de cada cargo, pues esto agilizaría el proceso y garantizaría que se cuente con el personal calificado. Para ello se implementara

un formato llamado perfiles, funciones y responsabilidades que facilitaría este proceso. ANEXO B.

El equipo administrativo es el responsable de manejar los recursos y presupuestos con los que cuenta la empresa para el desarrollo de la parada, además son los encargados de integrar toda la información de la parada y verificar que se esté cumpliendo con el presupuesto. Trabaja de la mano del gerente y demás interesados del proyecto.

El equipo mínimo es el encargado de liderar la parada de planta y trabajar en pro de que se cumplan con los objetivos de la misma. Este está compuesto por personal calificado en desarrollo de proyectos de paradas de planta y cumplen con las especificaciones técnicas requeridas por Ecopetrol.

Los profesionales que los conforman dependen del tipo de planta a intervenir, pueden aparecer más cargos o los mismos en rangos menores según lo requiera el proyecto. Entre esos tenemos:

- Director de obra: es el responsable de la ejecución exitosa de todas las actividades de la parada de una manera segura, en el tiempo previsto y dentro de las metas establecidas.
- Coordinador de proyectos y paradas: proporciona al director de la parada todo el soporte requerido mediante la asignación de recursos, logística, infraestructura, administración de personal, administración de contratos, requeridos para el desarrollo de la parada.
- Planeador general: encargado de la elaboración del plan detallado de trabajo de la parada de planta.
- Planeador de área: planea las órdenes de trabajo correspondientes a su especialidad.
- Coordinador de QA-QC: monitorea la ejecución del plan detallado de inspección y del plan de aseguramiento y control de calidad.

- Coordinador de bodega de materiales y herramientas: suministra todos los materiales y herramientas en el sitio y en forma oportuna durante la ejecución de la parada.
- Coordinador HSE: responsable del gerenciamiento de HSE durante todas las fases de la parada.
- Gestor de costos: hace un seguimiento y análisis diario de los costos de la parada de planta para facilitar la toma de decisiones a líder de la parada.
- Supervisor de área: responsable de la calidad de los trabajo de su área o especialidad durante la ejecución de la parada de planta.
- Jefe de logística: coordina los requerimientos totales a suministrar a la organización de la parada con servicio y facilidades de apoyo.
- Gestor laboral: responsable del ingreso, capacitación dotación y reporte del personal temporal necesario para la parada, así como también de su liberación al finalizar el contrato.

### Cronograma

El cronograma de la parada contiene las fechas y la duración de cada una de las etapas de planeación, inicio y terminación de la apagada de la planta, días mecánicos, arranque de la planta y días de guardia. Este se considera el plan de vuelo de la parada y se pueden realizar en una hoja de Excel, como se muestra a continuación.

*Figura 5 Cronograma de la parada de planta*

	SEPTIEMBRE					OCTUBRE					NOVIEMBRE																					
FECHA	18	19	20	...	...	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
DÍAS PARADA											1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	45 DÍAS DE PLANEACIÓN					MOVILIZACION Y ALISTAMIENTO					4 DÍAS DE APAGADA				10 DÍAS-EJECUCIÓN										2 DÍAS ARRAN CADA		A DÍAS DE GUARDIA				DESMO VILIZAC IÓN	

Las duraciones antes mencionadas corresponden a la Parada de la Planta de Unibon y Generación de Hidrogeno, están son estimadas y podrán estar sujetas a modificaciones dependiendo del tipo de planta a intervenir.

#### 4.4.2 Fase de planeación

Comprende los procesos realizados para establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos y desarrollar la línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos. Los procesos de planificación desarrollan el plan para la dirección del proyecto y los documentos que se utilizará para llevarlo a cabo. Los cambios importantes que ocurren a lo largo del ciclo de vida del proyecto generan la necesidad de reconsiderar uno o más de los procesos de planificación y, posiblemente, algunos de los de proceso de inicio.

La fase de planeación se subdivide en dos etapas (diseño básico de la planeación y diseño detallado de la planeación), puesto que antes de entrar a realizar trabajos referentes a la planeación es necesario precisar las estrategias para el desarrollo de los mismos.

##### 4.4.2.1 *Diseño básico de la planeación*

A continuación se establece el conjunto de actividades necesarias para realizar el diseño básico de la planeación de la parada.

Tabla 5 Actividades del diseño básico de la planeación.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Cuestionamiento del alcance de la parada.	Equipo de planeación.	Analizar que puede afectar negativamente la ejecución de la parada y hacer un análisis detallado de la lista de trabajo con el fin de establecer prioridades y la viabilidad para cada uno de ellos.
Congelamiento del alcance.	Planeador general.	Se suspende la inclusión de actividades a la lista de trabajo.
Definir las estrategias del plan de calidad.	Coordinador QA-QC	Se definen las estrategias, las herramientas y los formatos a utilizar en el control de calidad de los trabajos a ejecutar.
Elaborar el presupuesto de los contratos.	Planeador general-gestor de costos	De acuerdo con los trabajos requeridos.
Hacer seguimiento a las compras.	Jefe de compras	Se refiere a las órdenes de compra de los materiales o herramientas solicitadas.
Definir el plan HSE.	Coordinador HSE	Se definen las premisas HSE, se realiza el plan de hitos de HSE, se definen los responsables y se especifica cómo se van a realizar los controles HSE.
Realizar organigrama de involucrados en la gestión de la parada.	Director de obra	Se define el nivel de responsabilidad de involucrados en la parada de planta.
Realizar el análisis integral de los riesgos de la parada.	Coordinado HSE	Consiste en definir que puede salir mal, que puede causarlo, que se va a hacer para evitarlo, quien es el responsable hacer una valoración en la matriz RAM y se define algunas observaciones.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Ajustes del presupuesto.	Programador-gestor de costos	Se ajusta el presupuesto después de cuestionar el alcance y se realiza el control de los costos incurridos hasta el momento.

### Integración

El proceso de integración es vital en el desarrollo de la parada, ya que depende de él que el proyecto se lleve a cabo de manera controlada, de modo que se complete, que se manejen con éxito las expectativas de los interesados y se cumplan con los requisitos. Para ello se llevará a cabo reuniones diarias con el fin de unificar, consolidar y comunicar las acciones cruciales para que el proyecto se lleve a cabo de manera exitosa.

Además se elaborará informes semanales de cada área, los cuales serán con corte al día viernes y serán entregados el primer día hábil de la posterior semana a más tardar a las 8:00 a.m. Igualmente será un requisito la elaboración y entrega del Informe Mensual con sus respectivos anexos estipulados en las especificaciones de programación y control. Se realizará reuniones semanales con el equipo mínimo en las cuales se estudiará los informes y se verificará que se esté cumpliendo con lo previamente establecido. La periodicidad de las reuniones puede cambiar según lo requiera el caso.

Por parte del equipo administrativo se alimentará la base de datos día a día teniendo en cuenta lo que se va gastando en horas hombre, salarios, alimentación, alquiler de herramientas etc., esto con el fin de verificar que se esté cumpliendo con el presupuesto.

## Comunicación

Se manejará una estrecha comunicación con todos los interesados del proyecto mediante correos electrónicos, dispositivos móviles (radios) y reuniones permanentes con el fin de garantizar que la información sea suministrada en el formato adecuado, en el momento indicado y con el impacto apropiado.

El equipo mínimo es el encargado de comunicar al resto del personal las decisiones y demás información que se maneje en el desarrollo de la parada.

## Plan de aseguramiento y control de calidad (AQ/QC)

El equipo de planeación deberá elaborar el plan de aseguramiento de calidad el cual incluye entre otros los siguientes aspectos:

- Matriz de responsabilidades. En la cual se define el grado de responsabilidad de cada funcionario de dirección para cada una de las actividades básicas de calidad del mantenimiento. Como la empresa ya lo tiene definido hace la adaptación dependiendo el proyecto.
- Los procedimientos o instructivos acorde a cada especialidad y el alcance del mantenimiento de la planta.
- Registro de calificación de procedimiento: es el que avala la aptitud mecánica de la unión realizada es por ello que debe estar acompañado por los resultados de los ensayos requeridos.
- Especificaciones de procedimientos de soldadura: determina las variables a considerar en la realización de una soldadura específica, determina la ejecución de la pruebas de calificación tanto de proceso y procedimiento como del operario de soldadura.
- Registro de calificaciones de soldadores: este documento demuestra la habilidad manual del soldador u operador para realizar la unión en producción.
- Plano y esquemas del equipo y las zonas del equipo a intervenir.

- Certificación y calificación de personal a participar en el mantenimiento: cuando las actividades requieren personal especializado deben presentar los certificados de aptitud y experiencia que lo acreditan.
- Establecer un procedimiento de No-conformidades que llegasen a presentarse durante el mantenimiento de la planta.
- Definir el formato Acciones correctivas y Preventivas para dejar el registro en las auditorias de calidad durante la parada.
- Certificados de calibración de equipos de medición. Con vigencia no superior a un año y expedido por una institución reconocida a nivel nacional o internacional.
- Certificados de calidad de materiales y productos.
- Para la elaboración de todos los anteriores documentos se pueden tomar como referencia los procedimientos de Ecopetrol S.A., especificaciones técnicas, normas internacionales (ACI, ASME, ASTM, ANSI, NSR 98, NEMA, NFPA, WPS, PQR, ASME etc.).

### Presupuesto

En esta actividad se determinan los recursos necesarios para la parada de planta.

Se presupuesta lo siguiente:

- Mano de obra: se estiman los costos de la mano de obra a utilizar durante la parada de planta de acuerdo a los datos históricos de las paradas anteriores y teniendo en cuenta el alcance de la misma. Se determina una cantidad aproximada de horas hombre para la parada y se analizan los tipos de trabajo que se van a realizar. En el presupuesto de mano de obra se incluyen los costos indirectos de transporte, alimentación, beneficios y viáticos.
- Materiales y herramientas: se presupuestan de acuerdo a las especificaciones y requerimientos de materiales y herramientas para la parada, además se tienen en cuenta las recomendaciones de la parada anterior. Para cada parada existen materiales que siempre se piden y herramientas que siempre

se utilizan. Los materiales de largos plazos de entrega también hacen parte de este presupuesto inicial.

- Contratos: se estiman de acuerdo a las especificaciones y requerimientos de personal dados por Ecopetrol para la parada.
- Consultorías: se debe presupuestar y cargar a la parada los gastos por contratación de consultorías que trabajan en la parada.

Las técnicas y herramientas a utilizar en la estimación del presupuesto son:

- Información histórica: corresponde a la base de información de proyectos anteriores desarrollados por la empresa.
- Juicio de expertos: el juicio de expertos aporta una perspectiva valiosa para el entorno así como información de proyectos similares realizados con anterioridad.
- Análisis de reservas: en el presupuesto se debe incluir reservas denominadas provisiones para contingencias, que se destina a los riesgos identificados y asumidos por la empresa.

Aparece la línea base de costos, que es la presentación de los costos asignados a cada fase de ejecución del proyecto de acuerdo al consumo de materiales, mano de obra o pagos programado proveedores, es el flujo de caja del proyecto.

Una vez evaluado el presupuesto se pueden presentar los siguientes casos:

- El presupuesto aprobado es igual al solicitado: en este caso se continuará con el proceso normal de la parada.
- El presupuesto aprobado es menor que el solicitado: en este caso se debe reevaluar el alcance o solicitar una adición presupuestal.

### EL plan integral HSE

El plan integral HSE incluye lo siguiente:

- Plan de comunicación: describe la forma y con quien deben establecerse canales de comunicación en el desarrollo de cada plan (plan de emergencia, plan de reporte de incidentes, plan de seguridad industrial), para ello deben de asegurarse que contenga:
  - Organigrama integrado de Ecopetrol, interventoría y listado de radios de comunicación.
  - Canal de comunicación a implementar durante el desarrollo de plan de gestión integral HSE.
  - Cronograma de reuniones a realizar durante la parada y el personal que debe asistir a la reunión diría de HSE.
  - Cadena de llamadas en caso de emergencia.
  - Formatos a implementar para facilitar el plan de comunicación. ANEXO C.
- Plan de manejo ambiental: el equipo de planeación debe dirigir su esfuerzo para garantizar que la evolución de aspectos e impactos ambientales, estén orientado a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que causen en el desarrolla de cada actividad.
- Plan de manejo de emergencias: debe estar enfocado a la estrategia de mantenimiento y contempla los siguientes aspectos:
  - Procedimientos de rescate para trabajos en alturas y trabajos a interior de espacios confinados.
  - Disponibilidad de elementos de rescate listado en cada uno de los planes de rescate.
  - Disponibilidad de guardias externos de espacio confinado.
  - Disponibilidad de extintores cargados necesarios para desarrollar los trabajos en la planta.
- Plan de salud industrial: uno de las aportes más importante de plan de salud industrial involucra el control de los exámenes de ingreso para determinar que los trabajadores están aptos para realizar trabajos. Además contempla:
  - Actividades de medicina preventiva

- Actividades de medicina del trabajo
- Actividades de higiene y seguridad industrial
- Permisos de trabajo: los paquetes de permisos de trabajo deben elaborarse para cada una de las actividades a realizar, el equipo de planificación deberá determinar una lista de chequeo y comprobación para asegurar el contenido de los documentos, con el fin de evitar reproceso y pérdidas de tiempo por las devoluciones al estar incompletos o falta de información.

Cada paquete debe contener lo siguiente:

- Formato de permisos de trabajo diligenciados.
- Los certificados de apoyo que apliquen para el trabajo.
- Análisis de trabajo seguro –ATS ó 3 Qué.
- Plan de rescate.
- Planes de izaje.
- Gestión de incidentes y fallas de control: determinar el recurso de personal encargado de reportar, investigar y cerrar los incidentes y fallas de control que ocurran en la ejecución de actividades.
- Especificaciones técnicas de los elemento de protección personal: se debe elaborar un estudio de los elementos de protección personal requerida por oficio y peligros particulares del área donde se llevan a cabo las actividades.  
Se realizará el suministro a los trabajadores de los elemento de protección personal y elaborará registro de entrega y entrenamiento de uso y mantenimiento de los mismos, así como formatos de inspección periódicas para verificar el uso de los mismos.
- Especificaciones técnicas de los elementos de rescate industriales: determinar las actividades de alto riesgo a ejecutarse y conforme a esto establecer los elementos de rescate.

## Riesgos

El objetivo principal de la gestión de los riesgos es aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, disminuir la probabilidad y el impacto de eventos adversos que se puedan presentar en el desarrollo del proyecto. Para ello es necesario la identificación de peligros, valoración de riesgos e impactos ambientales en la parada de planta. En pro de contribuir y facilitar el proceso se implementa el Formato identificación de peligros, valoración de riesgos, impactos ambientales y jerarquización de controles. ANEXO D.


Para esto se utiliza la matriz de la valoración de riesgos (matriz- RAM). Esta es una herramienta para la evaluación cualitativa de los riesgos y facilita la clasificación de las amenazas a la salud, seguridad, medio ambiente, relación con los clientes, bienes e imagen de la empresa. Los ejes de la matriz según la definición del riesgo corresponden a las consecuencias y a la probabilidad.

La estimación de la consecuencia se basa en la búsqueda a “que ocurrió” o “que pudo o podrá ocurrir; mientras que la estimación de la probabilidad se basa en información histórica respecto de casos ocurridos anteriormente en similares condiciones, sabiendo que las circunstancias nunca son exactamente las mismas.<sup>17</sup> A continuación se presenta la matriz de valoración de riesgos.

---

<sup>17</sup> Tomado de:  
[http://www.ecopetrol.com.co/documentos/49610\\_Anexo\\_19.\\_Instructivo\\_analisis\\_riesgos\\_VRP\\_I\\_013.pdf](http://www.ecopetrol.com.co/documentos/49610_Anexo_19._Instructivo_analisis_riesgos_VRP_I_013.pdf)

Tabla 6 Matriz de valoración de riesgos – RAM.

		DIRECCIÓN DE RESPONSABILIDAD INTEGRAL				ECP-DRI-F-045				
		MATRIZ DE VALORACIÓN DE RIESGOS - RAM				ACT: 2		1/1		
Para mayor información sobre el uso y manejo de este formato consulte instructivo ECP-DRI-I-007										
CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD					
Personas	Economica	Ambiental	Clientes	Imagen de la Empresa		A No ha ocurrido en la Industria	B Ha ocurrido en la Industria	C Ha ocurrido en la Empresa	D Sucede varias veces al año en la Empresa	E Sucede varias veces al año en la Unidad, Superintendencia o Departamento
Una o mas fatalidades	Catastrofica > \$10M	Contaminación Irreparable	Veto como proveedor	Internacional	5	M ○	M ○	H ○	H ○	VH ○
Incapacidad permanente (parcial o total)	Grave \$1M a \$10M	Contaminación Mayor	Pérdida de participación en el mercado	Nacional	4	L ○	M ○	M ○	H ○	H ○
Incapacidad temporal (>1 día)	Severo \$100k a \$1M	Contaminación Localizada	Pérdida 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 (primeros 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 ○

Fuente: ECOPETROL S.A.

Análisis de riesgo: Una vez se tiene el documento que contiene la valoración y caracterización de los trabajos a ejecutar se inicia el proceso de análisis de riesgos ya sea ATS o 3QUE según aplique.

Un ATS (análisis de trabajo seguro) es el procedimiento formalizado mediante el cual las personas involucradas en una tarea se unen para evaluar el trabajo, identificar los riesgos asociados y recomendar prácticas de trabajo seguro y medidas preventivas.

3QUE es una metodología para la valoración de riesgos, que debe ser usado antes de la realización de un trabajo se basan en las siguientes preguntas:

¿Qué puede salir mal o fallar?

¿Qué puede causar que algo salga mal o falle?

¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?

#### 4.4.2.2 *Diseño detallado de la planeación*

se establece el conjunto de actividades necesarias para realizar la planeación detallada de la parada y la elaboración del programa general de ejecución que permite establecer el tiempo total de la parada de planta, incluyendo las cantidades óptimas de recursos a utilizar con el fin de mantener el control global y detallado de los trabajos a ejecutar.

*Tabla 7 Actividades del diseño detallado de la planeación.*

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Elaborar estrategia general de ejecución de la parada.	Director de obra	Establece la estrategia de comunicación de los involucrados, los organigramas y las reuniones a realizar durante la ejecución.
Planear órdenes de trabajo.	Planeador	Se planean los recursos necesarios para la ejecución de cada orden de trabajo; de estos se encargan los supervisores de cada especialidad.
Preparar paquetes de trabajo.	Planeador	Los paquetes de trabajo recopilan la información de un trabajo específico. Contiene el alcance del trabajo, los materiales necesarios, plan de inspección y prueba, la planeación, los requerimientos, las herramientas, procedimientos e instructivos, procedimiento de HSE, procedimiento de calidad.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Programación general.	Planeador	Se realiza el programa que contiene la secuencia de trabajos a desarrollar durante la ejecución de la parada.
Efectuar taller de cuestionamiento de la ruta crítica.	Director de obra	En este taller se definen la mejor forma de realizar los trabajos de la parada de planta de acuerdo a la experiencia de los involucrados. Entre los participantes están el planeador, los coordinadores de cada área, ingenieros de mantenimiento etc.
Realizar programación detallada.	Planeador	Realizar el plan detallado de trabajo que contiene el tiempo y los recursos necesarios para la ejecución de los trabajos.
Definir y aprobar localizaciones físicas y campamentos.	Jefe de logística	Definir ubicación de las instalaciones para la parada, como baños, cafeterías, materiales, etc.
Definir cantidad de personal.	Equipo de planeación	Se define el personal que se necesita para la ejecución de la parada incluyendo el rol y las responsabilidades.
Definir las herramientas a utilizar.	Director de obra-supervisor de área	Se definen herramientas a utilizar para la ejecución de los trabajos.
Definir las necesidades y requerimientos por parte de Ecopetrol.	Jefe de logística	Se solicita suministros a Ecopetrol.
Estimación de presupuestos.	Gestor de costos	Ajuste del presupuesto después de la planeación.
Proceso de contratación.	Gestor laboral	Adjudicar los contratos y afiliaciones pertinentes del personal.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Elaboración de la línea base de costos.	Programador-gestor de costos	Permite al equipo de la parada tener un tiempo y costo de los trabajos que se van desarrollar.

### Programa Detallado de Trabajo (PDT)

Se refiere al tiempo de ejecución presentado en forma de diagrama de barras, establecido de acuerdo a la lógica de ejecución y a los hitos o Entregables preliminares u otras prioridades que se establezcan para la Parada.

Para la elaboración del programa detallado de trabajo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Organigrama: para garantizar una excelente ejecución de los trabajos de mantenimiento de debe establecer las competencia y los perfiles del equipo mínimo.
- El equipo planificador deberá realizar la verificación del alcance de los trabajos de mantenimiento e identificación de las actividades a realizar
- Cronograma de apagada, días mecánicos, arrancada y guardia. El equipo de planeación debe verificar si en este proceso existe algún requerimiento especial para tener en cuenta.
- Estructura de desglose del trabajo (EDT) la cual es una estructura exhaustiva, jerárquica y descendente de los elementos en los cuales se divide la parada, la cual será elaborada en Excel o Project. Los diferentes niveles de la EDT deben ser claramente definido, medibles e independientes en su mismo nivel, para permitir su fácil control. Para facilitar este proceso se implementa un formato Estructura de desglose de trabajo. ANEXO E.
- Tiempos de las tareas a ejecutar.
- Secuencia lógica de actividades: desarrollar diagramas de redes lógicas donde las actividades de la lista de trabajo tendrán predecesoras y sucesoras.

- El planificador de cada especialidad (eléctrica, instrumentos, estático, etc.) deberá contemplar dentro del PDT las actividades y tiempos de inspección y emisión de recomendaciones que realizará la empresa.
- Horarios de trabajo: determinar la fuerza laboral requerida y la programación de los turnos de acuerdo a los calendarios de trabajo. Horarios diurnos de 7 a.m. a 5 p.m. y nocturnos de 5 p.m. a 3 a.m. (contempla horas de no trabajo en el almuerzo, cena y cambios de turno).
- Ruta crítica: el equipo planificador identificará dentro del PDT la ruta crítica del mantenimiento (actividades, duración, recursos, calendarios secuencias lógica y tiempos flotantes).

Es necesario hacer énfasis y concentrar esfuerzos en la buena planificación de la ruta crítica del mantenimiento y sin dejar en un segundo plano aquellas actividades que parecieran tener poca relevancia ya que están podrían en el momento menos esperado afectar la duración de los días mecánicos.

- Línea base: una vez definido el programa detallado de trabajo se elaborará la línea base tanto para la ruta crítica como para la totalidad del proyecto y así realizar seguimiento durante la ejecución de los trabajos.
- Estimación de reservas de tiempos, costos y beneficios: una vez determinada la duración, la ruta crítica y el costo del mantenimiento a ejecutar se podrá realizar un análisis de reserva por parte del equipo de planeación, puede decidir agregar tiempo adicional denominado reservas para contingencias, reservas de tiempo o colchón, al cronograma de mantenimiento, en reconocimiento al riesgo del cronograma. La reserva puede ser un porcentaje de la duración estimada de la actividad, una cantidad fija de periodos laborales, o puede desarrollarse mediante el análisis cuantitativo de los riesgos del cronograma.
- Cuadros de control de seguimiento: para el monitoreo del avance de la parada se deben elaborar cuadro de control donde se indique el equipo y las principales actividades a ejecutar, identificando las fechas de inicio y terminación programadas y ejecutadas.

Las técnicas y herramientas a utilizar en la elaboración del PDT:

- Descomposición: es una técnica utilizada para dividir y subdividir el alcance del proyecto y los entregables del mismo en partes más pequeñas.
- Planificación gradual: es una técnica de planificación que permite que los paquetes de trabajo puedan descomponerse hasta el nivel de detalle.
- Juicio de expertos: los miembros del equipo u otros expertos con experiencia y habilidad en el desarrollo de enunciados del alcance de proyectos detallados pueden aportar su experiencia a la hora de definir las actividades.

### El plan de logística

El plan de logística incluye lo siguiente:

- De acuerdo al área de ubicación de los trabajos y fuerza laboral estimada se determinará la ubicación estratégica comedores y alimentación, vestieres, baños portátiles etc.
- Radios de comunicación (para el personal de coordinación, supervisión y conductores): para garantizar comunicaciones efectivas dentro de la refinería y en cumplimiento con el plan de comunicaciones, se debe determinar los usuarios y las cantidades de radios a utilizar.
- Manejo de escombros, chatarra y basura: como resultado del plan de manejo ambiental se deberá determinar áreas destinadas para la ubicación de escombros, chatarra y basura, Incluyendo las reglas para el manejo transporte y control de los mismos.
- Contemplar contratos para suministro de combustibles: esto con el fin de garantizar el abastecimiento en el momento requerido.
- Zona de hidratación: se deberá disponer de agua potable y hielo para la hidratación de los trabajadores y la ubicación de los puntos será en el área de los trabajos.
- Plan de evacuación: identificar rutas de evacuación y puntos de encuentro en áreas donde se desarrollará las actividades.

- Tráiler de reuniones, oficinas administrativas y almacenamiento de materiales.
- Movilización del personal a las áreas de trabajo.
- Listado de herramientas mínimas requeridas detallando cantidades y especificaciones de las mismas.

### Las Adquisiciones

El gestor de materiales deberá identificar la mejor estrategia para realizar el proceso de adquisición y compra de aquellos materiales que pueden afectar los tiempos de la ruta crítica del mantenimiento, a través de la puesta oportuna de la orden donde se incluyan todas las especificaciones necesarias del repuesto o material a comprar. Además se revisará los materiales requeridos para estos cumplan con las especificaciones técnicas. Se implementará un formato para la requisición de recursos. ANEXO F

Dentro del proceso de compra, inventario y almacenamiento, se deberá crear y manejar un catálogo de materiales para asegurar la rápida y fácil ubicación y recuperación de un material requerido para la ejecución de los trabajos, a través de la información asociada a los materiales de inventario.

Técnicas y herramientas para la planificación de las adquisiciones:

- Análisis de hacer o comprar: es una técnica utilizada para determinar si un trabajo se puede realizar de manera satisfactoria por el equipo del proyecto o debe adquirirse por fuentes externas.
- Juicio de expertos: se utiliza para desarrollar o modificar los criterios que se aplicarán en la evaluación de propuestas de los proveedores.
- Investigación de mercado: incluye el estudio de las capacidades de la industria y de los proveedores específicos. Con el fin de equilibrar los riesgos

asociados a los proveedores capaces de suministrar los materiales o servicios deseados.

### Ajuste del presupuesto

Luego de realizar el taller de cuestionamiento del alcance y conocimiento de los trabajos a realizar en la parada de planta se ajusta el presupuesto de la parada. Para el control de los costos se realiza la curva “S”, para comparar los costos presupuestados con los reales hasta el momento.

- Mano de obra: se utiliza un formato en Excel que contiene valores estimados de requerimientos de horas hombre para el mantenimiento de cada equipo según su tipo, basado en el PDT, lo cual junto con el número de equipos a intervenir permite establecer la cantidad de horas hombre que se requerirá para la ejecución de los trabajos.
- Materiales y herramientas: para el control de costos se genera un reporte en Excel de la gestión de compradores hasta la fecha para determinar el valor real de las solicitudes, además con este reporte se hace seguimiento a las solicitudes de los materiales.
- Contratos: antes de realizar el trámite de contratación se deben realizar los presupuestos de los contratos de la parada, para esto se definen todos los ítems para el alcance de los trabajos, indicando la cantidad estimada requeridas, unidad de medición, costo unitario y costo total de cada uno.
- Consultorías: se genera un registro de las horas hombre por el personal de consultoría.

#### 4.4.3 Fase de ejecución y control

Esta a su vez se subdivide en:

#### 4.4.3.1 Pre – ejecución

Corresponde a la secuencia de actividades para el alistamiento y la ejecución de los trabajos previos al inicio de la reparación e intervención de los equipos.

*Tabla 8 Actividades de la Pre-ejecución*

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Asignación inicial de recursos humanos.	Planeador	Consiste en seleccionar al personal de la parada, asegurando que cumpla con las especificaciones requeridas
Organigrama de la parada.	Director de obra-supervisor de área	Asignar al personal los roles a desempeñar durante la ejecución de la parada.
Adecuación y preparación de herramientas y equipos a utilizar en trabajos de la parada.	Supervisor de área	Se alista las herramienta y equipos a utilizar en la ejecución de los trabajos
Definir turnos de trabajos.	Planeador	Se define los turnos de trabajo de pendiendo los paquetes de trabajo.
Desarrollar plan de capacitaciones HSE.	Coordinador HSE	Se realizan las charlas HSE a los involucrados de la parada, de acuerdo a los planes de capacitación
Estrategias de comunicación.	Director de obra-supervisor de área	Se definen las estrategias de comunicación en la ejecución de la parada.
Preparación de los permisos de trabajos.	Coordinador HSE	Se preparan los permisos necesarios para la parada.
Evaluación previa a la parada.	Equipo mínimo	Es donde se verifica el estado de la planta antes de la ejecución de los trabajos.
Seguimiento al plan para la alimentación de los trabajadores.	Coordinador HSE	Seguimiento al plan para la alimentación de los trabajadores en la planta incluyendo el

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
		transporte de los mismos.
Movilización del personal.	Coordinador HSE	Movilización del personal que va a ejecutar los trabajos en la planta.
Campamentos y movilización de recursos.	Gestor de materiales	Movilización de materiales, maquinarias, equipos y herramientas al lugar de trabajo.

### Adquirir el equipo de trabajo

Es el proceso de confirmar la disponibilidad de recursos humanos y obtener el equipo necesario para completar las actividades de la parada. En este proceso se describe y se guía la selección del equipo y la asignación de responsabilidades para obtener un equipo competente.

Una vez se tengan definidos los diferentes cargos y la cantidad de personas necesarias para ejecución de las obras, se inicia el proceso de selección de personal. Para esto es necesario tener en cuenta los requerimientos del contratante que en este caso sería Ecopetrol. Uno de ellos es, que el personal se encuentre postulado a través de la plataforma del Sena, para ello es necesario que la empresa gestione este proceso con anterioridad y defina los requerimientos mínimos de experiencia y de documentación.

Para que este proceso se lleve a cabo de manera eficiente y con en el menor tiempo se recomienda:

- Que la empresa cuente con una base de datos actualizada del personal que ha trabajado con en ella en los diferentes cargos.
- Formato de check list de lo que debe incluir la hoja de vida. ANEXO G
- Formatos de evaluación de desempeño.

Esto permitirá que la empresa realice este proceso en menor tiempo y le permita atender cualquier contingencia que se puede presentar como requerimiento de más personal etc. Además facilitaría el proceso de afiliaciones del personal a salud, pensiones, seguridad social y caja de compensación.

#### 4.4.3.2 *Ejecución y control*

Contiene el conjunto de actividades para la ejecución y la documentación de cada uno de los trabajos previstos en el plan y programa general de la parada.

*Tabla 9 Actividades de la fase de ejecución y control.*

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Ajustes de la estrategia según la desviación del plan.	Planeador general	Cuando surgen imprevistos es necesario la implementación de planes de contingencia
Cuestionar los trabajos emergentes durante la parada.	Director de obra	Los trabajos adicionales que salgan durante las ejecución de la parada deben ser cuestionados
Programación de turno.	Programador	Al final de cada turno se realiza la programación del turno siguiente.
Ejecutar la apagada de la unidad y la descontaminación de equipos y sistemas.	Planeador general-supervisor de área	Debe ser acorde con el plan de la pagada, para dar inicio a la ejecución de los trabajos
Ejecución de los trabajos.	Supervisor- equipo operativo	Se ejecutan los trabajos de acuerdo al programa establecido
Reporte diario de desempeño.	Supervisor	Con el fin de identificar trabajos emergentes (trabajos que no se esperaban en la ejecución).
Realizar control de calidad durante la parada.	Coordinador QA/QC	Se realiza el control de cálida a los trabajos ejecutados en la parada.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
Realizar control de HSE durante la parada.	Coordinador HSE	Rondas, charlas de seguridad, simulacros etc.
Generar reporte diario de consumo de los materiales y herramienta.	Gestos de materiales	Con el fin de conocer la cantidad de materiales utilizados en la parada
Hacer control de los costos de la parada.	Programador-gestor de costos	Se controlan los costos de materiales, horas hombre, herramientas, etc.
Efectuar arrancada de la unidad.	Planeador general-supervisor y cuadrilla de arranque	Se reanuda la operación de la planta de acuerdo a plan de arrancada
Efectuar la desmovilización de recursos e infraestructura.	Planeador general	Se retiran los recursos e infraestructuras utilizadas en las parada

### Control del alcance y del cronograma

En necesario monitorear el estado y alcance de la parada, y gestionar los cambios a la línea base del alcance. Con el fin de conocer de manera oportuna el avance de los trabajos y por ende revisar que estos se estén realizando en los tiempos establecidos según el cronograma. Esto permite la posibilidad de tomar acciones correctivas en caso de que no se esté cumpliendo con los tiempos y atender las contingencias que se puedan presentar.

Con el objetivo de realizar una dirección eficiente se recomienda la utilización de:

- Formatos de informes de desempeño. ANEXO H.
- Formatos de solicitudes de cambio. ANEXO I.
- Realizar pronósticos de cronograma

Técnicas y herramientas para controlar el cronograma:

- Revisiones de desempeño: permite medir, comparar y analizar el desempeño del cronograma, en aspectos como las fechas reales de inicio y finalización el porcentaje completado y la duración restante para completar el trabajo en ejecución. Para ello se utilizará la técnica de la ruta crítica que permitirá comparar el avance a lo largo de la misma y por ende el estado del cronograma.
- Software de gestión: permiten hacer un seguimiento de las fechas planificadas en comparación con las fechas reales, informar sobre las desviaciones en el avance con respecto a la línea base y pronosticar los efectos de los cambios del cronograma.
- Adelanto y retrasos: se utiliza durante el análisis de la red para encontrar maneras de volver a alinear con el plan las actividades retrasadas del proyecto.

### Control de calidad

Es necesario monitorear y registrar los resultados de la ejecución de actividades de calidad, afín de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios. Es importante realizar un estricto control de calidad ya que de esto depende que Ecopetrol reciba los trabajos realizados por Cimelec Ltda.

Es necesario que la persona encargada de esta área, en este caso el coordinador QA-QC, cuente con los diferentes formatos exigidos por Ecopetrol para la realización del control de calidad según el trabajo realizado.

Con el objetivo de realizar un control eficiente se recomienda:

- Realizar mediciones de control de calidad
- Presentar los resultados del control de calidad
- Emitir solicitudes de cambio

Técnicas y herramientas para el control de la calidad:

- Inspección: consiste en revisar y evaluar el resultado final de los trabajos realizados en el proyecto, para ello se acompaña de pruebas de inspección especiales según el trabajo.
- Revisión de solicitudes de cambio aprobadas: todas las solicitudes de cambio aprobadas deben revisarse para verificar que se implementaron tal como fueron aprobadas.

### Control de riesgos

Controlar los riesgos es el proceso de implementar planes de respuesta a los riesgos dar seguimiento a los identificados, monitorear los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de riesgos a través de la parada. ANEXO J.

### El control de los costos

El control de los costos de la parada se hace desde la primera hasta la última fase. Se inicia en las primeras etapas con la estimación y el presupuesto de los costos y se finaliza en la última etapa con la elaboración del informe de los costos totales de la parada. Se realiza utilizando el formato control de costos. ANEXO K.

Los objetivos de estimar y controlar los costos del proyecto son los siguientes

- ✓ Asegurar que los recursos utilizados durante el proceso se aproximen a los planeados.
- ✓ Optimizar la utilización de recursos de la parada.
- ✓ Registrar los costos y gastos que se van a generar en la parada de planta, para así poder tener el control sobre éstos a medida que se avanza en el proyecto.
- ✓ Llevar un control efectivo sobre los recursos estimados y utilizados en la parada de planta.

- ✓ Pronosticar de manera oportuna cualquier desviación considerable en el presupuesto aprobado, para que se puedan iniciar las acciones correctivas pertinentes.

El control de costos se realiza durante todas las fases de la parada a los siguientes ítems: mano de obra (incluye alimentación, transporte, beneficios y viáticos), materiales y herramientas, contratos y consultorías.

Para el control de la mano de obra se utilizará hojas de Excel (ANEXO L), en las cuales se reportan las horas hombre trabajadas diariamente por el personal durante el alistamiento y ejecución de la parada de planta incluyendo las horas extras trabajadas. Para ello es necesario que todos los trabajadores firmen las planillas al inicio y al finalizar cada turno.

Para el control de los costos de materiales y herramientas se genera informes diarios del consumo de los mismos durante la ejecución de la parada.

Para el control de los contratos se genera una hoja en Excel con las fechas de abonos y pagos a proveedores, con el fin de conocer de manera oportuna lo que se ha consumido del presupuesto y lo que queda.

Una vez se tenga el dato de los costos incurridos hasta el momento se genera la curva de costos, se compara con la ideal y se verifica la desviación; esta debe de ser controlada y se deben generar planes de contingencia en caso de que los recursos de estén utilizando de manera diferente a la planeada. Para asegurar que los recursos finales correspondan a los planeados.

Técnicas y herramientas para el control de las adquisiciones:

- Sistema de control de cambios del contrato: define el proceso por el cual la adquisición puede ser modificada.

- Revisiones de desempeño de las adquisiciones: es una revisión del avance del proveedor con el alcance y la calidad del producto, dentro del costo y el plazo acordado, tomando el contrato como referencia.
- Inspecciones y auditorias: son auditorias solicitadas por el comprador con el fin de verificar la conformidad de los entregables. Especialmente se utiliza en las máquinas y equipos que se pretenden alquilar, con el fin que cumplan con las normas de calidad requeridas.
- Sistemas de pago: se documentan en la cuentas por pagar y se deben llevar a cabo cada uno de los pagos en las fechas establecidas en el contrato.

### Control Integrado de Cambios

Como consecuencia de la comparación entre los resultados planificados y los reales, pueden emitirse solicitudes de cambio para ampliar, ajustar o reducir el alcance del proyecto, los requisitos de calidad y las líneas base del cronograma o de costos. Las solicitudes de cambio pueden incluir acciones preventivas o correctivas, reparación de defectos o solicitudes de mejora. Las solicitudes de cambio se procesarán ante el equipo mínimo para su revisión y es el director de obra el encargado de tomar la decisión final. Dichas solicitudes serán presentadas en su respectivo formato (véase anexo I).

Si las solicitudes de cambio aprobadas afectan al alcance del proyecto, será necesario revisar y volver a emitir el enunciado del alcance la EDT/WBS, y si estas afectan al proyecto más allá del alcance del mismo, será necesario revisar y volver a emitir las correspondientes líneas base de costo y del cronograma para reflejar los cambios aprobados.

#### 4.4.4 Fase de cierre

Secuencia de actividades para cierre y finalización de la parada, como el registro de información, cuantificación de costos, balance técnico económico y evaluación de desempeño del proceso.

Tabla 10 Actividades de la fase de Cierre.

Actividad	Responsable	Descripción
Realizar taller de lecciones aprendidas	Director de obra - equipo mínimo	En este taller se identifican las falencias en el proceso, se mira lo que estuvo bien y lo que tiene probabilidad de mejorar, luego se generan las lecciones aprendidas del proceso.
Calcular costos del proyecto	Programador - gestor de costos y equipo administrativo	Costos totales de horas hombre, transporte, servicios médicos, herramientas, consultorías etc.
Liquidación de los contratos y evaluación del contratista	Gestoría técnica	Se calculan los costos totales del contrato se efectúa el pago y luego se evalúa al contratista
Realizar informes finales	Equipo mínimo	Se entregan los informes finales de HSE, calidad y demás.
Verificar si las tareas están ejecutadas y la información está completa	Planeador general	Se revisa que todos los trabajos planeados fueron ejecutados en la parada y completados un 100%.
Firmar acta de finalización de contrato.	Gerente-gestoría técnica	El documento oficial que da por terminado el contrato aceptando que se cumplieron con los objetivos de la parada.

Actividad	Responsable	Descripción
Realización del informe final de la parada	Director de obra - equipo mínimo	Muestra los resultados del proceso debe contener: aspectos HSE, aspecto de planeación y control, resumen de eventos de las paradas, duración de la parada, utilización del talento humano, reporte de las horas hombre utilizadas, reporte de accidentalidad etc.

### Taller de lecciones aprendidas

Se reúne el gerente y los demás interesados del proyecto para discutir e identificar las falacias presentadas en el proceso, analizando lo que se hizo bien y lo que puede mejorar para futuros mantenimientos de paradas de planta. Por último se genera el documento de lecciones aprendidas. ANEXO M.

### Costos finales

Luego de finalizados los trabajos se procede a realizar el informe final donde se consolidan los costos totales incurridos durante la parada. ANEXO N.

Para conocer los costos finales de mano de obra se solicita un reporte de utilización de horas hombre detallando costo de salarios y sobretiempos. Además se solicita al equipo de logística el reporte de costos de transporte en buses y taxis, consumo de alimentación en cafetería y aseo. Y se solicitan al gestor laboral los costos médicos incurridos durante la parada.

El equipo administrativo es el encargado de unificar la información y entregar en compañía del gestor de costos el informe final de los costos.

Se deben comparar los gastos finales con los planeados, en caso de que exista mucha diferencia, se analiza a que se debe y se toman acciones correctivas para la próxima parada.

## Informes finales

Para concluir con el cierre de la parada es necesario entregar a gestoría técnica los informes finales en los que se muestran los resultados del proceso de mantenimiento de la parada. Entre ellos tenemos:

### Entregables Generales

- ✓ Plan Detallado de Trabajo con todos sus anexos.

### Entregables de Calidad

- ✓ Plan de calidad.
- ✓ Procedimientos (civil, mecánico, instrumentos y eléctrico).
- ✓ Matriz de responsabilidades.
- ✓ Plan de inspección y ensayos.
- ✓ Calibración de los equipos de medición vigente durante el contrato.
- ✓ Certificados de calidad de materiales y productos.
- ✓ Certificados calificación del personal.
- ✓ Procedimiento de recepción, inspección y almacenamiento de materiales.

Existen otros tipos de entregables según la especialidad; para la Especialidad Eléctrica e Instrumentación tenemos:

- ✓ Protocolos de Calibración de instrumentación y pruebas de funcionamiento de válvulas de corte y solenoides, realizadas en banco de pruebas.
- ✓ Protocolos de Montaje, instalación y conexionado de instrumentos. Entre otros

## 5. PLAN DE SEGURIDAD

El plan de seguridad industrial o plan HSE (gerencia integrada por las direcciones de salud ocupacional, seguridad industrial y protección ambiental), se desarrolló teniendo en cuenta la naturaleza y magnitud de los riesgos e impactos ambientales de los servicios prestados por la empresa en las paradas de planta.

Con el apoyo de la guía técnica colombiana GTC 45 para la identificación de los peligros y La valoración de los riesgos en seguridad, fue posible conocer los riesgos a los que están expuestos los trabajadores en una planta. Con el fin de presentar el panorama de riesgos como formato para implementar en la empresa. (Véase ANEXO 14)

### Objetivos del plan

- Servir como referente para la implementación y mantenimiento del sistema de seguridad de la empresa.
- Dar cumplimiento al sistema nacional en salud ocupacional, seguridad y ambiente en Colombia
- Lograr una comunicación eficaz entre las partes interesadas para contribuir a la prevención y minimización de los riesgos presentes.
- Minimizar los riesgos generados por las actividades asociadas con el proyecto.
- Disminuir los índices de: lesiones incapacitantes y prevenir la aparición de enfermedades profesionales.

Este plan se desarrolla a fin de que la empresa pueda implementar una política de cero accidentes que tenga como objetivo establecer estrategias de seguridad y comportamiento motivado por el cumplimiento de las reglas, normas, estándares y procedimientos HSE, para proteger la salud y la seguridad de todos los trabajadores, el medio ambiente, los equipos y las instalaciones de la planta.

## Premisas generales HSE

De obligatorio cumplimiento y son conocidas por la empresa para divulgación y cumplimiento de su personal.

Figura 6 Premisas HSE

PREMISAS HSE		Indicador
1	Número de Accidentes dentro del trabajo	1.28
2	Reducir el número de atenciones de primeros auxilios con ocasión del trabajo. Índice de frecuencia combinado.	15
3	Número de accidentes ambientales	0
4	Número de accidentes de seguridad de proceso (incendios y explosiones)	0
5	% de cumplimiento de estándares HSE	≥ 90%
6	% de cumplimiento del Programa detallado de HSE para fase de ejecución.	≥ 85%
7	Incidentes ocupacionales no reportados	0
8	Gestión total de Incidentes y fallas de control que incluya ejecución de recomendaciones	100%
9	<b>Índice de Comportamiento Seguro (ICS)</b>	<b>≥ 90%</b>

Fuente: disponible en: [[http://www.ecopetrol.com.co/documentos/48676\\_Anexo\\_12\\_-\\_Especificaciones\\_de\\_HSE.pdf](http://www.ecopetrol.com.co/documentos/48676_Anexo_12_-_Especificaciones_de_HSE.pdf)]

Tabla 11 Índices y metas de HSE en aspectos de accidentalidad.

INDICADOR	METAS	
	ECOPETROL	CIMELEC
Índice de frecuencia accidentes con pérdida de tiempo (IF)	1,28	0
Índice de frecuencia accidentes; accidentes con pérdida de tiempo, sin pérdida de tiempo	15	<15

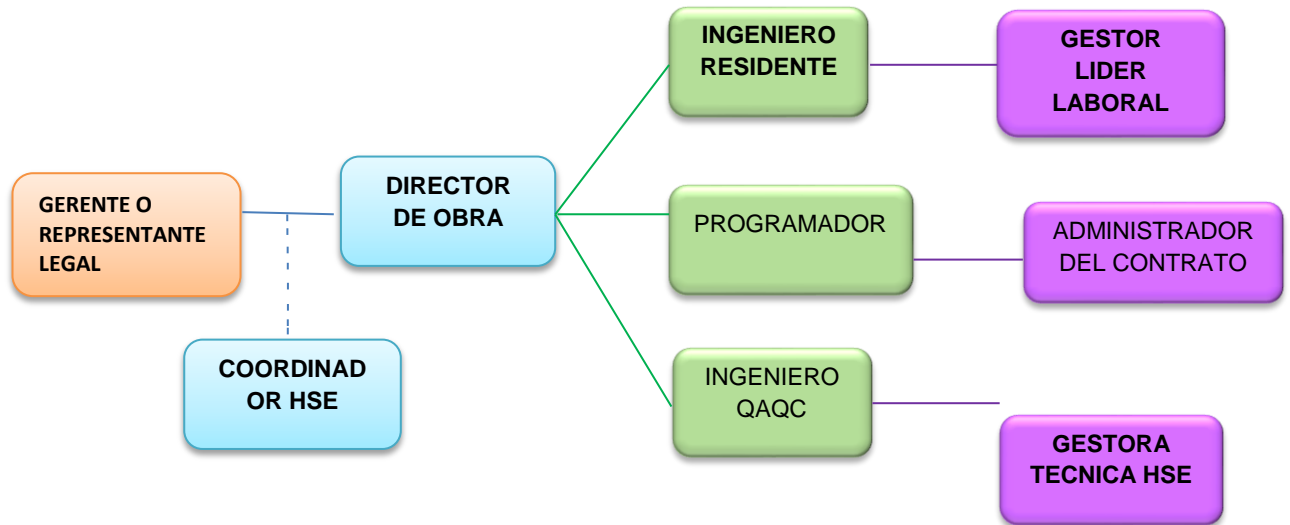
INDICADOR	METAS	
	ECOPETROL	CIMELEC
y primeros auxilios (IFG)		
Índice de frecuencia accidentes con pérdida de tiempo, con trabajo restringido o con tratamiento médico (TRIF).	6,11	0
número de incidentes seguridad de proceso (incendios y explosiones)	0	0
Número de accidentes ambientales	0	0
Gestión de incidentes y fallas de control	100%	100%
Número de trabajos suspendidos por incumplimientos HSE	0	0

#### Proceso de comunicación del plan de seguridad

Debe existir una comunicación efectiva a todos y cada uno de los trabajadores en los niveles jerárquicos sin excepción alguna. Mediante campañas de promoción y prevención en seguridad, campañas de observación, autocuidado o sensibilización, seguridad vial, charlas diarias, lecciones aprendidas, simulaciones, dramatizados, actividades lúdicas, puntos informativos entre otros.

A continuación se presenta un cronograma donde se describe claramente el personal que participará en la realización de la parada, desde la fase de planeación y ejecución.

Figura 7 Cronograma de comunicación



Fuente: Autor.

Cabe resaltar que este depende de las actividades a realizar en la planta por tanto pueden incluir más personal.

Gestión de riesgos:

El proceso de gestión de riesgos consta de:

- Identificación de los riesgos: consiste en identificar el área de trabajo, las condiciones del trabajo, la fuente y los posibles efectos que pueden presentarse al realizar dicha actividad. Para ello se desarrolló una matriz de panorama de riesgos el cual incluye la mayoría de riesgos a los que están expuestos los trabajadores de la empresa según los trabajos que han realizado. (ANEXO O. Matriz panorama de riesgos para trabajos de obra civil).
- Análisis de los riesgos: por medio del grado de peligrosidad y el factor ponderado es posible conocer el grado de recuperación que tiene el riesgo con el trabajador.

➤ Respuesta a los riesgos: consiste en proponer soluciones a los riesgos que fueron analizados, con el fin de evitar que el personal encargado de los trabajos de ejecución sufra daños que puedan ser irreversibles para la salud del mismo.

En pro de preservar la salud de los trabajadores se brindaran entrenamiento en el uso de los EPP (elementos de protección personal), en el cuidado y mantenimiento de los mismos. Además se realizaran las evaluaciones médicas necesarias como exámenes de prevención, exámenes de promoción, actividades educativas de auto cuidado, identificación y control de riesgos desde su inducción, exámenes de ingreso, De retiro y exámenes por cambio de oficio.

Plan de cumplimiento ambiental:

Control de la contaminación (control de la contaminación del aire, control de la calidad del agua, programa de manejo de residuos y desechos sólidos) protección ambiental (protección de los recursos naturales, manejo de aguas lluvias, manejo de botaderos y disposición de desechos, instalación de campamentos y desmovilización).

Para ello se utiliza la MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS, EVALUACIÓN Y CONTROL DE IMPACTOS AMBIENTALES

Evaluación y monitoreo

Para el proceso de evaluación y monitoreo se tendrán en cuenta:

- Indicadores de gestión tales como:
- ✓ medición y seguimiento de desempeño
- ✓ Manejo de incidentes
- ✓ Reporte de incidentes

- ✓ Reporte de fallas de control
- ✓ Visitas de seguridad
- ✓ Horas de capacitación
  
- Plan de auditorías e inspecciones planeadas.

Toda esta información será incluida en el formato de informe mensual HSE estipulado por Ecopetrol S.A. ANEXO P.

## 6. CONCLUSIONES

El estándar del PMI, descrito muy metódica y sistemáticamente en la guía PMBOK, es hoy en día una herramienta esencial para la correcta administración de proyectos de todo tipo, con una aplicación práctica muy importante en proyectos de paradas de planta. Al construir una colección sistemática de buenas prácticas de gerencia, es altamente recomendable su adopción para una gestión exitosa de proyectos.

Se diseñó una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta para la empresa Cimelec Ltda., en la que se describen cada una de las actividades que componen las fases de inicio, planeación, ejecución, control y cierre, de la parada, y la interacción con las 10 áreas de conocimiento descritas en la metodología PMBOK.

El plan brinda la información necesaria acerca de cómo se realizará el proyecto de principio a fin, incluyendo las herramientas y estrategias necesarias a fin de cumplir con los tiempos y recursos estipulados, disminuir la improvisación y aumentar la probabilidad de éxito del proyecto.

La metodología para la gestión de proyectos de parada de planta incluyó dentro de las herramientas formatos de informes de desempeño, de definiciones de roles y responsabilidades, de lecciones aprendidas, de control de costos, de control de riesgos, entre otros. Además incluye el panorama de riesgos para trabajos de obras civiles.

La seguridad industrial es una labor que actualmente se viene realizando en todas las empresas a fin de garantizar la integridad y el buen desempeño de sus trabajadores. Es por ello que esta metodología implemento plan de gestión de riesgos en el cual se establecieron las herramientas necesarias para la identificación, el análisis y la planeación de respuestas a los riesgos que puedan presentar en el desarrollo de la parada.

## 7. RECOMENDACIONES

Para obtener los mejores resultados se recomienda a la empresa que todos los miembros de los diferentes equipos del proyecto conozcas la metodología de gestión, permitiendo que todos los integrantes se comuniquen en un mismo lenguaje.

Se recomienda a la empresa que antes de pasar la propuesta económica en el proceso de licitación de contratos, realice un análisis detallado de las actividades a realizar, los recursos a utilizar y la planta a intervenir. Esto con el fin de asegurar que en la propuesta se contemplen todas las actividades y costos necesarios para el desarrollo de la parada y además incluya un plan para las contingencias que se puedan presentar.

Para fortalecer el perfil profesional del ingeniero industrial, se recomienda implementar dentro del plan de estudios, una asignatura que le permita al estudiante conocer las diferentes técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas en la gestión de diferentes tipos de proyectos a los que se puede enfrentar en el ámbito profesional.

## BIBLIOGRAFÍA.

AMENDOLA José Luís, Dirección y gestión de paradas de planta, Editorial UPV. Sevilla 2005.

AMENDOLA, Luis, EN: Metodología de dirección y gestión de proyectos de paradas de planta de procesos. [en línea]. Chile: agosto 2010 [Consulta: 25 febrero 2014]. Disponible en <http://pmmlearning.com/images/stories/Articulos/articulo4/articuloparadasdeplantas.pdf>

AVILA, Yurley. Plan de acción para el desarrollo del proyecto de seguridad alimentaria y asistencia nutricional de la fundación asociación creando futuro "ASOCREF" bajo los lineamientos del PMBOK. Tesis de grado Ingeniería Industrial. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicomecánicas, 2013. 235 p.

Disponible en Internet:  
<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/AmendolaToc&Tools.pdf>

ESPINOSA, Andrea Margarita. Actualización del manual del proceso de paradas de planta de la refinería de Cartagena S.A...Tesis de grado Ingeniería Mecánica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicomecánicas, 2008. 115 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.  
Documentación: Presentación de tesis, trabajos de investigación. 6 ed. Bogotá:  
INCONTEC, 2008.42 p. (NTC 1486)

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.  
Documentación: Referencias bibliográfica, documentación y documento  
electrónico.2 ed. Bogotá: INCONTEC, 1998.27 p. (NTC 4490)

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.  
Documentación: Especificaciones de referencia bibliográfica. 2 ed. Bogotá:  
INCONTEC, 2008.38 p. (NTC 5613)

LOZADA, Anyeline y MARTINEZ, Diana lisseth. Diseño y plan de implementación  
del modelo de gestión de Proyectos dirigidos a SOLUZIONA LTDA – Bogotá bajo  
esquema PMI. Tesis de grado administrador de empresas. Bogotá D.C.  
Universidad de la Salle. Facultad de administración de empresas, 2009. 125 p.

LOZANO, Jolman. Guía para el desarrollo del mantenimiento por proyecto, un  
enfoque PMI. Tesis de grado especialista de mantenimiento. Bucaramanga:  
Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicomecánicas, 2009.  
77 p.

PEREA, Alexandra y PEREZ, Victoria. Plan de gestión para la implementación del  
sistema de levantamiento artificial seleccionado en un campo colombiano bajo los  
lineamientos del PMI. Tesis de grado Ingeniería Industrial. Bucaramanga:

Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingeniería fisicomecánicas, 2013.  
301 p.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección  
de proyectos: Guía del PMBOK. 5 ed. 2013. 595 p.

SHELL GLOBAL SOLUTIONS INTERNATIONAL B.V. Guía para el  
gerenciamiento de paradas de planta, sl: s.n, 2003. 118 .p

YAMAL CHAMOUN, NICOLÁS. Administración profesional de proyectos La Guía.  
Mc. Graw Hill. 2002.