

**PLAN DE DIRECCIÓN PARA PARADA DE PLANTA CASO: SISTEMA DE
TRATAMIENTO Y BOMBEO amb S.A. ESP.**

JUAN JACOBO PENAGOS FIGUEROA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2019

**PLAN DE DIRECCIÓN PARA PARADA DE PLANTA CASO: SISTEMA DE
TRATAMIENTO Y BOMBEO amb S.A. ESP.**

JUAN JACOBO PENAGOS FIGUEROA

**Trabajo de Grado para optar al Título de
INGENIERO MECÁNICO**

Director

JORGE ENRIQUE MENESES FLÓREZ

Magíster en Ingeniería Mecánica

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2019

DEDICATORIA

A mi padre Juan Penagos.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi madre Martha Figueroa.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis maestros.

Lic. Gloria Elena Carrillo por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis; a la Lic. Lorena Ramírez por su apoyo ofrecido en este trabajo; al Lic. William Sierra por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de mi formación profesional, a la Lic. Shaday Ramírez por apoyarme en todo momento.

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora seguimos siendo amigos: Roberto Orduz, Miguel Ángel Sánchez, Brayan Prada, Daniel Falcao, German Rodríguez, Ambar Valencia, Leidy Hernández, Juan Dayal Castro y a Diana Marcela, por haberme ayudado a cumplir esta meta.

Jacobo Penagos

AGRADECIMIENTOS

Al director de trabajo de grado, Jorge Enrique Meneses Flórez por su orientación y disposición para realizar este trabajo.

A los ingenieros del acueducto metropolitano de Bucaramanga Jolman Lozano y Juan Manuel Galvis por su orientación y su ayuda en resolución de dudas para esta labor.

A nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

A mi Universidad Industrial de Santander por haberme permitido formarme en ella.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	18
1 ALCANCE DEL PROYECTO DE GRADO	20
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	20
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.3 OBJETIVOS	21
1.3.1 Objetivo General	21
1.3.2 Objetivos Específicos.....	22
2. DIRECCIÓN DE PROYECTOS	23
2.1 PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE	23
2.1.1 Ciclo de vida de los proyectos	24
2.1.2 Fases un proyecto	24
2.1.3 Procesos de la dirección de proyectos.....	24
2.1.3.1 Grupo de procesos de inicio	25
2.1.3.2 Grupo de procesos de Planificación.....	25
2.1.3.3 Grupo de procesos de Ejecución	26
2.1.3.4 Grupo de procesos de Monitoreo y Control.....	26
2.1.3.5 Grupo de procesos de Cierre	26
2.1.4 Áreas de conocimiento	26
2.1.4.1 Gestión de la integración del proyecto	28
2.1.4.2 Gestión del alcance	28
2.1.4.3 Gestión de cronograma.....	28
2.1.4.4 Gestión de costos	28
2.1.4.5 Gestión de calidad	28
2.1.4.6 Gestión de recurso humano	28
2.1.4.7 Gestión de comunicaciones	28
2.1.4.8 Gestión de riesgos	28
2.1.4.9 Gestión de adquisiciones	28
2.1.3 Plan de dirección	29

2.2 METODOLOGÍA PARA LA GESTION DE PROYECTOS DE PARADA DE PLANTA	32
2.2.1 Grupos de procesos modelo PPP	32
2.2.1.1 Grupo de procesos de inicio.	33
2.2.1.2 Grupo de procesos de planificación	33
2.2.1.3 Diseño básico de la planeación.....	34
2.2.1.4 Diseño detallado de la planeación	34
3. SINTESIS DEL PLAN DE DIRECCIÓN PARA LA PARADA DE PLANTA EN LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO Y BOMBEO BOSCONIA amb S.A. ESP	36
3.1 ACTIVIDADES DE LOS GRUPOS DE PROCESOS.....	38
3.1.1 Actividades del grupo de inicio.....	38
3.1.1.1 Equipo encargado de la administración de la parada.....	38
3.1.1.2 Análisis de las lecciones aprendidas.....	39
3.1.1.3 Lista de hitos.....	39
3.1.1.4 Lista de trabajos.....	39
3.1.1.5 Análisis histórico de contingencias.....	39
3.1.1.6 Identificación de materiales con amplios plazos de entrega	40
3.1.1.7 Identificación de los interesados	40
3.1.1.8 Acta de constitución de la parada	41
3.2.1 Actividades del grupo de planeación básica	41
3.2.1.1 Alcance de la parada	41
3.2.2.2 Estrategias para la calidad	42
3.2.2.3 Identificación de materiales de plazos normales de entrega	42
3.2.2.4 Plan de seguridad industrial.....	42
3.2.2.5 Estrategias de contratación.....	43
3.2.2.6 Formatos para reportes semanales.....	43
3.2.2.7 Formatos para reportes mensuales.....	44
3.2.2 Actividades del grupo de planeación detallada	44
3.2.2.1 Organigrama del equipo de la parada	44
3.2.2.2 EDT	44

3.2.2.3 Roles y responsables de la parada	45
3.2.2.4 Cronograma	45
3.2.2.5 Invitación a licitar	45
3.2.2.6 Selección de contratistas	46
3.2.2.7 Reunión de la parada incluyendo a contratistas	47
4. DESARROLLO DEL PLAN DE DIRECCIÓN PARA LA PARADA DE PLANTA EN LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO Y BOMBEO BOSCONIA amb S.A. ESP.....	48
4.1 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DE LOS GRUPOS DE PROCESOS	48
4.1.1 Desarrollo de las actividades de inicio del proyecto	48
4.1.1.1 Equipo encargado de la administración de la parada.....	48
4.1.1.2 Análisis de las lecciones aprendidas.....	49
4.1.1.3 Lista de hitos del proyecto	50
4.1.1.4 Lista de trabajos.....	51
4.1.1.5 Análisis histórico de contingencias.....	52
4.1.1.6 Listado de materiales de amplios plazos de entrega.....	54
4.1.1.7 Interesados en la parada	54
4.1.1.8 Acta de constitución.....	56
4.1.2 Desarrollo de las actividades de la planeación básica	58
4.1.2.1 Alcance de la parada	58
4.1.2.2 Estrategias de calidad.....	58
4.1.2.3 Listado de materiales de plazos normales de entrega	60
4.1.2.4 Plan de seguridad industrial	60
4.1.2.5 Estrategias de contratación.....	61
4.1.2.6 Formatos para reportes semanales.....	64
4.1.2.7 Formatos para reportes mensuales.....	67
4.1.3 Desarrollo de las actividades de la planeación detallada	70
4.1.3.1 Organigrama del equipo de la parada	70
4.1.3.2 EDT	72
4.1.3.3 Roles y responsabilidades.	74

4.1.3.4 Cronograma.....	74
4.1.3.5 Invitación a licitar	76
4.1.3.6 Selección de contratistas	77
4.1.3.7 Reunión de la parada incluyendo a los contratistas	80
5. CONCLUSIONES	81
6. RECOMENDACIONES.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	84

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Equilibrio entre las áreas de conocimiento.....	27
Figura 2. Interacción entre los grupos de procesos	33
Figura 3. Estructuración del plan de dirección para la parada de planta Bosconia	37
Figura 4. Flujograma actividades del grupo de planeación	41
Figura 5. Organización de hitos en grupos de procesos principales	51
Figura 6. Avances del proyecto de parada de planta	65
Figura 7. Proyecciones en el cronograma.....	66
Figura 8. Ajustes a la planeación	66
Figura 9. Estado de los entregables de la parada	67
Figura 10. Cambios en la planeación.....	68
Figura 11. Análisis de tiempo y costos.....	69
Figura 12. Acciones correctivas	69
Figura 13. Organigrama del equipo de la parada	71
Figura 14. Ejemplo de diccionario de la EDT	74

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Matriz de procesos para la dirección de proyectos.....	29
Tabla 2. Comparación entre el modelo PMI y el modelo de gestión PPP	34
Tabla 3. Equipo encargado de la administración de la parada	48
Tabla 4. Resumen de documentación de la parada de planta anterior	49
Tabla 5. Hitos del proyecto de parada de planta.....	50
Tabla 6. Lista de trabajos.....	51
Tabla 7. Contingencias de la parada de planta anterior	52
Tabla 8. Interesados del proyecto de parada de planta	55
Tabla 9. Acta de constitución	56
Tabla 10. Listado de materiales con fechas normales de entrega.....	60
Tabla 11. Actividades a realizar por el contratista.....	61
Tabla 12. Precio unitario para los entregables a contratar	62
Tabla 13. Estructura de desglose de trabajos	72
Tabla 14. Duración de los paquetes de trabajos de la parada	75
Tabla 15. Criterios de evaluación de contratistas.....	78

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Marco teórico plan de seguridad industrial	
Anexo B. Plan de seguridad industrial	
Anexo C. Formato para reportes semanales	
Anexo D. Formatos para reportes mensuales	
Anexo E. Diccionario de la EDT	
Anexo F. Matriz RACI	
Anexo G. Cronograma de seguimiento	
Anexo H. Cronograma de ejecución	
Anexo I. Ruta crítica del cronograma	

GLOSARIO

AMB: Área Metropolitana de Bucaramanga

amb: acueducto metropolitano de Bucaramanga

ACTA DE CONSTITUCIÓN: documento que autoriza el inicio formal del proyecto y autoriza al director aplicar los recursos para su desarrollo.

ALCANCE DE LA PARADA: trabajo que se debe realizar para entregar un producto, servicio, o resultado que cumpla con las características especificadas.

ENTREGABLE: descripción específica y medible de los productos finales que el proyecto requiere entregar.

ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO: descomposición jerárquica orientada hacia un producto entregable relativa al trabajo que será ejecutado.

HITO: Evento importante de corta duración que tiene lugar dentro el cronograma del proyecto.

INTERESADOS: Personas y organizaciones como: clientes, patrocinadores, ejecutantes y publico involucrado activamente con el proyecto.

LISTA DE TRABAJO: conjunto de actividades que serán realizadas en la ejecución de la parada.

PARADA DE PLANTA: Detención total de todas las actividades productivas de una planta industrial con el objetivo de realizar trabajos de mantenimiento programado a los equipos que hacen parte de ella.

PMBOK: Project Management Body of Knowledge. Estándar para la administración de proyectos publicado por el PMI.

PMI: Asociación sin fines de lucro que lidera mundialmente en el campo de la administración de proyectos.

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

VALOR GANADO: Técnica utilizada para medir integralmente el desempeño del proyecto en términos de tiempo y costo

RESUMEN

TÍTULO: PLAN DE DIRECCIÓN PARA PARADA DE PLANTA CASO: SISTEMA DE TRATAMIENTO Y BOMBEO amb. S.A. ESP.*

AUTOR: JUAN JACOBO PENAGOS FIGUEROA**

PALABRAS CLAVES: Plan de dirección, Parada de planta, Acueducto Metropolitano, Gestión de proyectos.

CONTENIDO

En este proyecto de grado se desarrolló la planeación de una parada de planta para el acueducto metropolitano de Bucaramanga, el cual tuvo la necesidad de reemplazar parte de la tubería de impulsión principal y de realizar mantenimiento a algunas máquinas de la estación de tratamiento y bombeo Bosconia.

Se dio inicio formal a esta parada de planta por medio de la identificación de involucrados, el análisis de contingencias, la estimación del presupuesto, la consideración de restricciones, el reconocimiento de hitos y el desarrollo de entregables condensados en el acta de constitución. Esta última permitió definir, congelar y orientar el alcance del proyecto hacia su cumplimiento dentro del tiempo y presupuesto estipulados, aplicando las buenas prácticas de la gestión de proyectos recopiladas en la guía PMBOK por el PMI.

Finalmente, este plan de dirección fue usado para dirigir la ejecución, el monitoreo y el cierre del proyecto, sentando las bases y la documentación necesaria para futuros proyectos.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Ing. Jorge Enrique Meneses Flórez

ABSTRACT

TITLE: SHUTDOWN MANAGEMENT PLAN CASE: TREATMENT AND PUMPING SYSTEM amb. S.A ESP. *

AUTHOR: JUAN JACOBO PENAGOS FIGUEROA **

KEY WORDS: Management plan, Shutdown, Metropolitan aqueduct, Project management.

CONTENTS:

In this graduation project, the planning of a pumping plant shutdown for the metropolitan aqueduct of Bucaramanga was developed, which had the need to replace part of the main impulsion pipe and to perform maintenance to some machines of the Bosconia treatment and pumping station.

This plant shutdown was formally initiated with the identification of the parties involved, the analysis of contingencies, the estimation of the budget, the consideration of restrictions, the recognition of milestones and the development of condensed deliverables in the constitution minutes. This last one allowed defining, freezing and guiding the scope of the project towards compliance within the stipulated time and budget, applying the good practices of project management compiled in the PMBOK guide by the PMI.

Finally, this management plan was used to direct the project execution, monitoring and closing, laying the foundations and the necessary documentation for future projects.

* Bachelor Thesis.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Ing. Jorge Enrique Meneses Florez.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar un plan de dirección para el acueducto metropolitano de Bucaramanga, quien realizó una parada de planta en la estación de tratamiento y bombeo Bosconia; la cual suministra un flujo volumétrico de 700 L/s de agua potable al tanque principal de la ciudad. Este abastecimiento se efectúa a través de una tubería de impulsión que presentó una pérdida de espesor superior al 40% en 36 metros de su longitud, la fue provocada por los diferentes químicos utilizados en el proceso de potabilización.

Una parada de planta implica el cese de actividades, lo que interfiere con la labor del acueducto de ofrecer continuamente un servicio de calidad a la comunidad; por esta razón se utilizó la gestión de proyectos; para planificar y orientar los procesos necesarios que dieron cumplimiento a los objetivos planteados y permitieron realizar el mantenimiento correctivo a la tubería en cuestión.

En este documento se detallaron todas las tareas que fueron necesarias para dar inicio y para realizar la planeación de la parada de planta, las actividades del grupo de inicio se sintetizaron en el acta de constitución que permitió la aprobación del proyecto y que dió entrada a la planeación, partiendo de la definición del alcance de la parada y continuando con las estrategias de calidad, el plan de seguridad industrial, los formatos para reportes, la estructura de desglose de trabajos, el cronograma y la invitación a licitar. Todas estas actividades procuraron que el alcance se cumpliera dentro del tiempo y el presupuesto establecidos; (10 meses y 700 millones de pesos aproximadamente). lo cual otorgó al acueducto las bases necesarias para ejecutar, monitorear y cerrar el proyecto de manera exitosa.

En el capítulo 1 de este texto se presenta explícitamente la descripción del problema, su justificación y los objetivos a desarrollar.

En el capítulo 2 se presenta de manera general el contenido del PMI (Project Management Institute) la metodología para PPP (Proyectos de parada de planta).

En el capítulo 3 se describe la estructuración del plan de dirección desarrollado para el proyecto de parada de planta del acueducto metropolitano de Bucaramanga.

Finalmente, en capítulo 4 se plasma el desarrollo de las actividades correspondientes a los grupos de: inicio y planeación.

1 ALCANCE DEL PROYECTO DE GRADO

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El acueducto metropolitano de Bucaramanga, es una empresa que cuenta actualmente con cuatro plantas de tratamiento y bombeo: La Flora, Morrorrico, Florida y Bosconia; siendo ésta última la que suministra de agua potable al 25% de los habitantes de la ciudad por medio de una tubería de impulsión que comunica a la estación con el tanque principal de la empresa y que es distribuida posteriormente por medio de una red de tuberías subterráneas. Dicha planta se encuentra localizada en la vía que conduce de Bucaramanga, al municipio de Matanza, al nororiente de la ciudad, tiene una capacidad de 700 L/s y es del tipo convencional con tanques drenadores, pre-sedimentadores, mezcla rápida, floculación mecánica, sedimentación y filtración¹.

La parcelación y la construcción de viviendas en las fincas vecinas a la tubería ha provocado que esta sea cubierta con escombros, aguas servidas, aguas lluvias y el descargue de pozos sépticos. Sumado a esto, en el año 2017 se observó el fenómeno de corrosión por medio de una inspección de espesores con ultrasonido, encontrándose una pérdida superior al 40% en dos sectores de esta tubería.

Debido a estos inconvenientes el acueducto metropolitano de Bucaramanga, se vio en la necesidad de realizar las actividades de mantenimiento necesarias que solo se podían ejecutar con la planta fuera de servicio y que requirieron un alto nivel de planeación.

¹ amb. S.A. ESP. "Página oficial del acueducto metropolitano de Bucaramanga". www.amb.com.co. Accedido el 06 de Jun. 2018.

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

El mantenimiento y refuerzo mecánico en la zona de alta presión de la estación de Bosconia, obligó a la empresa a suspender todas las actividades de la planta; para lo cual se necesitó una planeación con un alto nivel de detalle que sirvió como base fundamental para la ejecución exitosa de la parada.

La utilización de la dirección de proyectos ha sido fundamental en el desarrollo de las empresas en general; ya que ésta asegura el cumplimiento de los objetivos dentro de los costos y la duración establecida, su fundamentación se encuentra estandarizada en la guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge)², en la cual el PMI, (Project Management Institute) describe los fundamentos que aseguran el triunfo de un proyecto; sin embargo la magnitud de éste resulta excesiva para paradas de planta, por lo cual Raúl Julián Gómez, Ingeniero Mecánico de la Universidad Industrial de Santander (2007), desarrolló para su tesis de grado, una metodología para la gestión de proyectos de parada de planta (PPP)³, en aras de enfocar los procesos y las actividades hacia instancias más relevantes en las paradas de planta, siendo esta la base metodológica y bibliográfica principal para la realización de este proyecto de grado.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General. Desarrollar un plan de dirección para la parada de planta de tratamiento y bombeo Bosconia (amb) con el propósito de contribuir con la misión de la escuela de Ingeniería Mecánica de formar personas con alta calidad ética, científica y tecnológica; la investigación y la extensión.

² PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

³ GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los hitos o eventos más importantes a ejecutar en la parada de la planta de tratamiento y bombeo Bosconia.
- Organizar dichos hitos en grupos de procesos (inicio, planeación, ejecución, control y cierre) propuestos por la guía PMBOK del PMI con el fin de implementar un modelo de gestión que se ajuste a las necesidades de la parada de planta.
- Congelar el alcance del proyecto a fin de suspender la inclusión de trabajos y generar una estructura de desglose EDT en paquetes pequeños para un desarrollo fácil y controlado.
- Definir actividades para los grupos de procesos seguidas de sus respectivos flujogramas que muestren su estructuración.
- Elaborar formatos y procedimientos que sirvan como guía para la ejecución de cada uno de los procesos (inicio, planeación, ejecución, control y cierre) cómo lo son: plan de iniciación, reportes semanales y mensuales, plan de seguridad industrial, y un plan de contrataciones respectivo.

2. DIRECCIÓN DE PROYECTOS

2.1 PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE

El PMI (Project Management Institute), es una organización internacional sin ánimo de lucro dedicada al estudio y a la promoción de la dirección de proyectos, la cual en paralelo con el ICB (International Competence Baseline)⁴ y el Prince⁵ contienen los principales lineamientos, tales como: métodos, técnicas, herramientas y habilidades, los cuales han sido elaborados a lo largo del tiempo por asociaciones u organizaciones profesionales.

La función principal del PMI indicada en su guía PMBOK⁶ (Project Management Body of Knowledge), es describir los conocimientos de la profesión de dirección de proyectos, empleando prácticas tradicionales junto con prácticas innovadoras y emergentes, agrupándolas en las buenas prácticas para la gestión, las cuales son un subconjunto de fundamentos para la dirección de proyectos. Cabe aclarar que esta guía es una base para que las empresas desarrollen sus propias metodologías para el gerenciamiento de sus proyectos.

La importancia de la dirección de proyectos recae principalmente en la aplicación de conocimientos, habilidades y técnicas que son utilizadas en el desarrollo de las actividades del proyecto volviéndolo eficaz, es decir, asegurando que cumpla con los negocios, se satisfagan las expectativas de los interesados y se gestionen las restricciones: (el alcance, la calidad, los cronogramas, los costos y los recursos); equilibrando dichas restricciones al variar la influencia de cada una⁷. Por el

⁴ INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT ASSOCIATION. ICB Competence Baseline. IMPA 3 ed. 2006. 236 P.

⁵ TURLEY, Frank. El modelo de procesos del Prince 2, OGC. 3 ed. 2009. 60 p.

⁶ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

⁷ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

contrario, si los proyectos carecen de gestión, incurren en el incumplimiento de los plazos establecidos o costos asignados, reduciendo su calidad y pueden caer en una expansión no controlada del proyecto al no delimitar su alcance de forma precisa.

2.1.1 Ciclo de vida de los proyectos. Todos los proyectos están distribuidos en el tiempo a partir de fases, estas se encuentran encuadradas entre el inicio y la finalización de un proyecto y definen el ciclo de vida; el cual proporciona el marco de referencia básico para su culminación; estos pueden ser: predictivos o adaptativos.

- Ciclo de vida predictivo: el alcance, el tiempo y los costos son definidos en las etapas más tempranas del proyecto
- Ciclo de vida adaptativo: definen el proyecto a medida que este se va desarrollando, también se denominan ciclos ágiles u orientados al cambio.

2.1.2 Fases un proyecto. Tal como lo menciona la guía PMBOK⁸ las fases del proyecto son conjuntos de actividades relacionadas entre sí, su finalización se encuentra estrictamente relacionada con la ejecución de uno o más entregables, estas son definidas por los organizadores del proyecto y relacionan tanto trabajos productivos como trabajos directivos y deben tener definidos atributos que permitan diferenciarlas y posicionarlas dentro del proyecto.

2.1.3 Procesos de la dirección de proyectos. Según la guía PMBOK⁹ del PMI, la dirección de proyectos se basa en el cumplimiento y el seguimiento de los procesos, los cuales deben describirse adecuadamente por medio de sus

⁸ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

⁹ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

características y tipología. Los procesos se definen como un conjunto de acciones interrelacionadas que al ser cumplidos a cabalidad conllevan a alcanzar un conjunto previamente definido de resultados¹⁰.

Los procesos se suelen agrupar de forma lógica con el objetivo de alcanzar metas específicas del proyecto; a estos conjuntos se les denomina grupos de procesos y se diferencian de las fases porque solo están relacionados a trabajos directivos y no a trabajos productivos; además, un grupo de procesos puede estar dentro de una fase, pero una fase no puede estar incluida en un grupo de procesos¹¹. Los grupos de proceso tal y como los divide la guía PMBOK¹² son: inicio, planificación, ejecución, monitoreo-control y cierre.

2.1.3.1 Grupo de procesos de inicio. El objetivo principal de este grupo de procesos es formalizar el proyecto por medio del acta de constitución; documento en el cual se resumen los requisitos principales tales como: hitos, restricciones, presupuesto, supuestos, entregables, justificación, involucrados, etc.

2.1.3.2 Grupo de procesos de Planificación. En este grupo de procesos se establece el alcance del proyecto, se refinan los objetivos y se encaminan de modo que el proyecto tome el rumbo deseado; la planificación es uno de los grupos de proceso más relevantes, sobre todo en los proyectos cuyo ciclo de vida es predictivo, debido a que esta etapa, le permite a los organizadores e interesados del proyecto sentar las bases de los siguientes grupos (ejecución, control y cierre), los procesos más relevantes de la planeación, se encuentran establecidos en el plan de dirección y estos son: definir el alcance del proceso, crear la EDT (estructura de desglose de trabajo o WBS por sus siglas en inglés),

¹⁰ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

¹¹ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

¹² PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

estimar la duración de actividades, estimar costos y recursos de actividades y planificar la gestión de riesgos, entre otros.

2.1.3.3 Grupo de procesos de Ejecución. La función principal en la ejecución es completar el trabajo definido en la planificación, satisfaciendo el alcance dentro de los requisitos del proyecto. Los procesos más relevantes en este grupo son: dirigir y gestionar el trabajo del proyecto, gestionar la calidad, dirigir al equipo de trabajo, implementar la respuesta a los riesgos y efectuar las adquisiciones.

2.1.3.4 Grupo de procesos de Monitoreo y Control. Este grupo de procesos va de la mano de la ejecución y la planeación, debido a que se realiza el seguimiento de las actividades y procesos verificando que sean cumplidas a cabalidad al analizar el progreso y desarrollo del proyecto, a su vez, se identifican los cambios que deben hacerse en el plan de dirección del proyecto.

Los procesos más relevantes en este grupo son: realizar el control integrado de cambios, controlar el cronograma, controlar los costos y recursos, monitorear riesgos y controlar las adquisiciones.

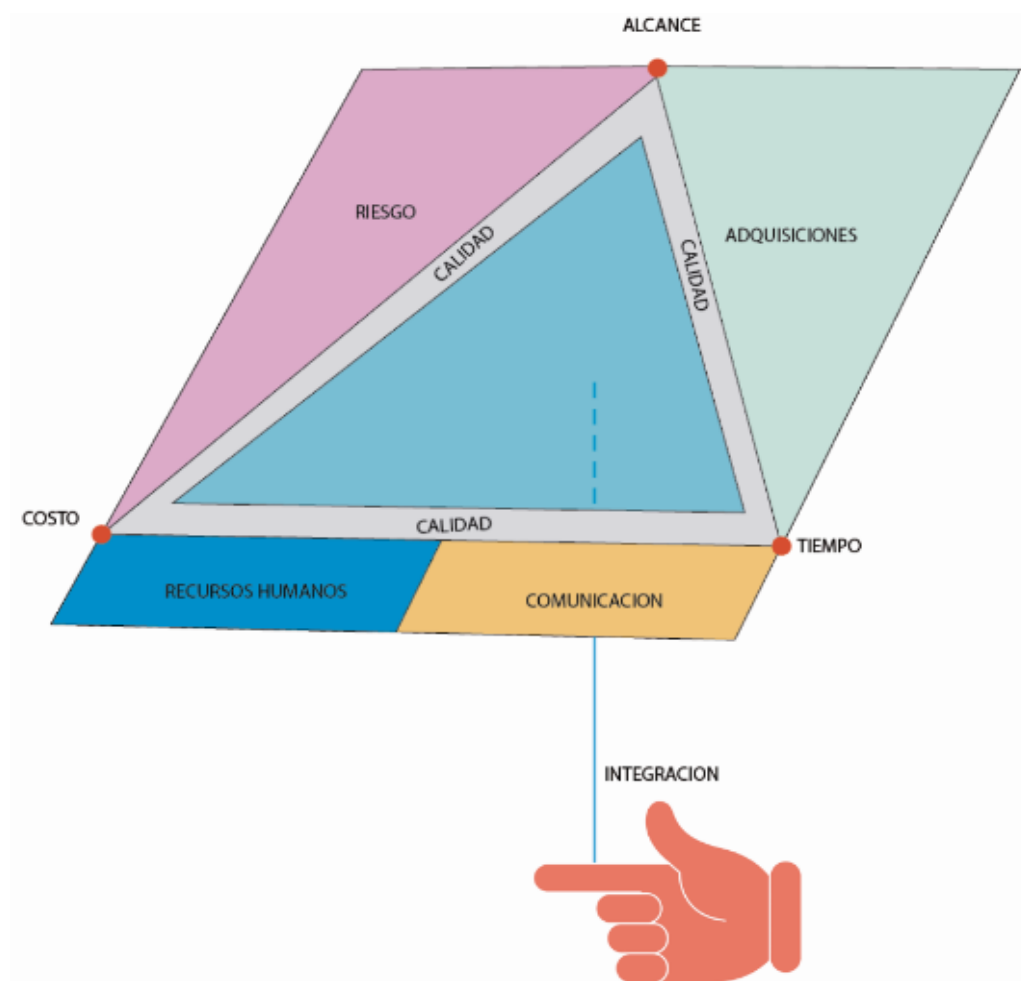
2.1.3.5 Grupo de procesos de Cierre. En este grupo se acogen los procesos necesarios para cerrar formalmente el proyecto, fase o contrato, su beneficio principal es la recopilación de los documentos realizados en el proyecto, el cual define el trasfondo que servirá como ayuda para futuros proyectos.

2.1.4 Áreas de conocimiento. Las áreas de conocimiento son ramas en las cuales están incluidos todos y cada uno de los procesos y actividades del proyecto¹³, se toma como prioridad para el caso de estudio, el equilibrio entre la gestión del alcance-tiempo-costos a fin de lograr una correcta planeación que

¹³ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

asegure el éxito del proyecto¹⁴. Un cambio en alguna de estas tres áreas afectará directamente la calidad del proyecto, para lograr dicho balance también es necesaria la intervención de la comunicación, los riesgos, el recurso humano y las adquisiciones.

Figura 1. Equilibrio entre las áreas de conocimiento



Fuente: YAMAL CHAMOUN, NICOLÁS. Administración profesional de proyectos LA GUÍA. Mc. Graw Hill. 2002.

¹⁴ YAMAL CHAMOUN, NICOLÁS. Administración profesional de proyectos LA GUÍA. Mc. Graw Hill. 2002.

Las áreas de conocimiento definidas son:

2.1.4.1 Gestión de la integración del proyecto. Contiene los conocimientos necesarios para identificar, definir y coordinar los procesos dentro del proyecto.

2.1.4.2 Gestión del alcance. Incluye procesos indispensables para garantizar la inclusión del trabajo que es estrictamente necesario para lograr el éxito.

2.1.4.3 Gestión de cronograma. Aquí se engloban los procesos que fijan la culminación del proyecto dentro de los plazos establecidos.

2.1.4.4 Gestión de costos. Envuelve los procesos para estimar, planificar y controlar el costo, con el objetivo de dar cumplimiento al proyecto dentro del presupuesto estipulado.

2.1.4.5 Gestión de calidad. Encierra los procesos que promueven la política de calidad de la empresa en la planificación, gestión y control del proyecto.

2.1.4.6 Gestión de recurso humano. Incluye los procesos necesarios para identificar y gestionar los recursos del proyecto.

2.1.4.7 Gestión de comunicaciones. Esta área contiene procesos los cuales certifican que la información es oportuna y adecuada.

2.1.4.8 Gestión de riesgos. Contiene los procesos necesarios para identificar, planificar y monitorear los riesgos.

2.1.4.9 Gestión de adquisiciones. Encierra los procesos que se relacionan con la adquisición de bienes y servicios que no están incluidos en el equipo del proyecto.

2.1.3 Plan de dirección. El plan de dirección es el documento principal para la planeación de un proyecto, este genera a partir de los procesos del grupo de planeación los cuales pertenecen a su vez a las nueve áreas del conocimiento; en este se encuentra la definición de cómo se ejecuta, se monitorea, se controla y se cierra el proyecto, el desarrollo de éste requiere entradas, herramientas y técnicas como lo son: factores ambientales de la empresa activos de los procesos de la organización, factores ambientales, juicio de expertos, recopilación de datos y reuniones. A continuación, se ilustra un arreglo detallado entre los grupos de procesos y las áreas de conocimiento; en esta matriz se pueden visualizar los 47 procesos generales para la dirección de proyectos y la relación de los grupos de procesos con las áreas de conocimiento.

Tabla 1. Matriz de procesos para la dirección de proyectos

Áreas del conocimiento	GRUPOS DE PROCESOS DE GERENCIA DE PROYECTOS				
	Inicio	Planeación	Ejecución	Seguimiento y control	Cierre
Gestión de la Integración del proyecto	Desarrollar el Acta de constitución	Desarrollar el plan para la dirección del proyecto	Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto	Dar seguimiento y controlar el trabajo del proyecto Realizar control integrado de cambios	Cerrar proyecto
Gestión del Alcance del proyecto		Recopilar requisitos Definir el alcance Crear la EDT		Verificar el alcance Controlar el alcance	

Áreas del conocimiento	GRUPOS DE PROCESOS DE GERENCIA DE PROYECTOS				
	Inicio	Planeación	Ejecución	Seguimiento y control	Cierre
Gestión del Tiempo del proyecto		Definir y secuenciar las actividades Estimar los recursos Estimar la duración de actividades Desarrollar el cronograma		•Controlar el cronograma	
Gestión de los Costos del proyecto		Estimar los costos Determinar el presupuesto		Controlar los costos	
Gestión de la Calidad del proyecto		Planificar la calidad	Realizar el aseguramiento de la calidad	Realizar control de calidad	
Gestión de Recurso Humano del proyecto		Planificar el plan de RR.HH.	Adquirir el equipo del proyecto Desarrollar el equipo del proyecto Dirigir el equipo del proyecto		

Áreas del conocimiento	GRUPOS DE PROCESOS DE GERENCIA DE PROYECTOS				
	Inicio	Planeación	Ejecución	Seguimiento y control	Cierre
Gestión de las Comunicaciones del proyecto		Planificar las comunicaciones	Distribuir la información Gestionar las expectativas de los interesados	Informar el desempeño	
Gestión de los Riesgos del proyecto		Planificar los de riesgos Identificar los riesgos Realizar análisis cualitativo de riesgos Realizar análisis cuantitativo de los riesgos Planificar la respuesta a riesgos		Dar seguimiento y controlar riesgos	
Gestión de las Adquisiciones del proyecto		Planificar las adquisiciones	Efectuar adquisiciones	Administrar compras y adquisiciones	Cerrar las adquisiciones

Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

2.2 METODOLOGÍA PARA LA GESTION DE PROYECTOS DE PARADA DE PLANTA

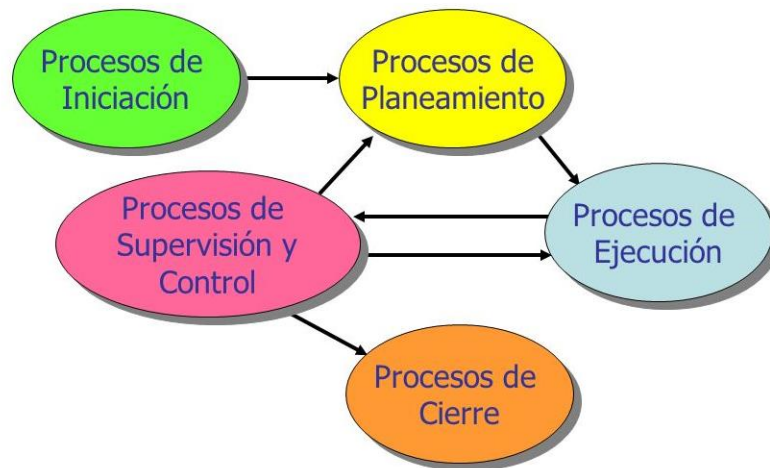
La metodología para PPP (Proyectos de Parada de Planta)¹⁵, permite que pequeñas, medianas y grandes empresas gestionen el inicio, la planeación, la ejecución, el control y el cierre de manera sencilla y exitosa, siguiendo los lineamientos del PMI enfocando los procesos y las actividades hacia las instancias más relevantes en paradas de planta; este tipo de interrupciones pueden considerarse como un proyecto debido que cumplen a cabalidad con la definición planteada por la guía PMBOK; “...un proyecto es un esfuerzo que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único y tiene la característica de ser naturalmente temporal, es decir, que tiene un inicio y un final establecidos”¹⁶.

2.2.1 Grupos de procesos modelo PPP. Al igual que en el modelo PMI, en la metodología PPP, el proyecto es dividido en los mismos cinco grupos de procesos (inicio, planeación, ejecución, monitoreo y cierre) los cuales se subdividen a su vez para permitir que el trabajo se lleve a cabo de forma ordenada, evitando contratiempos y disminuyendo las posibilidades de fracaso, como una condición inicial se llama a este tipo de proyectos como proyectos cíclicos; los cuales se desarrollan sobre una línea de tiempo siendo perfeccionados en paralelo a su desarrollo a través de la retroalimentación y el conocimiento obtenido de los proyectos de parada de planta anteriores. Estos grupos interactúan de la siguiente manera:

¹⁵ GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

¹⁶ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

Figura 2. Interacción entre los grupos de procesos



Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

2.2.1.1 Grupo de procesos de inicio. En esta primera etapa se establecieron las necesidades de la parada de planta y se seleccionó al equipo encargado de la administración quien realizó un trabajo fundamental. Para dar inicio a este proyecto se realizaron las actividades correspondientes al primer nivel esquematizadas en la figura 3. Finalizando con el acta de constitución; documento que formaliza el inicio del proyecto y genera una idea más clara del mismo.

2.2.1.2 Grupo de procesos de planificación. En este grupo de procesos es donde el equipo seleccionado en el inicio del proyecto trabaja para planificar con detalle los entregables que serán desarrollados en la ejecución de la parada. Al igual que en el modelo de gestión PPP¹⁷, este grupo se dividió en diseño básico y diseño detallado de la planeación dada la cantidad de actividades que se requieren.

¹⁷ GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

2.2.1.3 Diseño básico de la planeación. Aquí se estructuraron las bases del proyecto y se congeló el alcance con el fin de evitar su crecimiento incontrolado, también se establecieron estrategias para asegurar la calidad del proyecto y la seguridad del personal.

2.2.1.4 Diseño detallado de la planeación. En este subgrupo de procesos se implementaron las bases previamente definidas con el fin de crear un organigrama, una EDT (estructura de desglose de los trabajos), asignar tareas y realizar invitación, selección y seguimiento a contratistas.

A continuación, se compara al modelo PMI y al PPP en proyectos de parada de planta por medio de la siguiente tabla.

Tabla 2. Comparación entre el modelo PMI y el modelo de gestión PPP

MODELO DEL PMI	MODELO DE GESTION PARA PARADAS DE PLANTA
Modelo diseñado para la gestión de todos los proyectos en general	Particulariza la gestión en los proyectos de parada de planta a pequeñas y medianas empresas.
En este se presenta una gran cantidad de técnicas y herramientas aplicables a todos proyectos.	Las técnicas y herramientas presentadas en esta metodología son las esenciales para gestionar un proyecto de parada de la planta.
El grupo de procesos de ejecución no presenta subgrupos, por lo que hace presencia en gran parte de la duración del proyecto.	Subdivide el grupo de procesos de ejecución en pre-ejecución y ejecución.
El grupo de procesos de ejecución inicia desde el momento en que se da inicio al proyecto de parada de planta.	El grupo de procesos de ejecución inicia después de planeadas todas las actividades y tiene una duración de días (Dependiendo de la empresa).

MODELO DEL PMI	MODELO DE GESTION PARA PARADAS DE PLANTA
No existe claridad entre el inicio y la finalización entre cada grupo de procesos, puesto que en cada herramienta se incluyen trabajos para los cinco grupos de procesos.	El inicio y la finalización del cada grupo de procesos está claramente definida por una actividad o un hito.

Fuente: GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

3. SINTESIS DEL PLAN DE DIRECCIÓN PARA LA PARADA DE PLANTA EN LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO Y BOMBEO BOSCONIA amb S.A. ESP

En el presente trabajo de grado, se propuso realizar el documento principal para la planeación de una parada de planta para la estación de tratamiento y bombeo perteneciente al acueducto metropolitano de Bucaramanga. Esto respondió a la necesidad de la empresa de realizar el mantenimiento a la tubería principal de impulsión de aguas tratadas a la ciudad. Este proceso de mantenimiento implicó el cese de actividades de la planta, lo que incurrió en el corte del servicio de agua para que las bombas y otros elementos de la planta que trabajan de manera permanente fueran intervenidos simultáneamente.

El plan de dirección para la planeación de la parada de planta comprende las nueve áreas de conocimiento planteadas por el PMI en su guía PMBOK¹⁸: gestión de la integración, gestión del alcance, gestión del cronograma, gestión de costos, gestión de las adquisiciones, gestión de la calidad, gestión de recurso humano, gestión de comunicaciones y gestión de riesgos; lo que abarca todos los aspectos que pueden afectar un proyecto de esta índole. Junto con estas áreas de conocimiento este plan de dirección incluye dos de los cinco grupos de procesos de un proyecto: inicio y planeación, dentro de los cuales se adoptó gran parte de las actividades planteadas por la metodología PPP¹⁹.

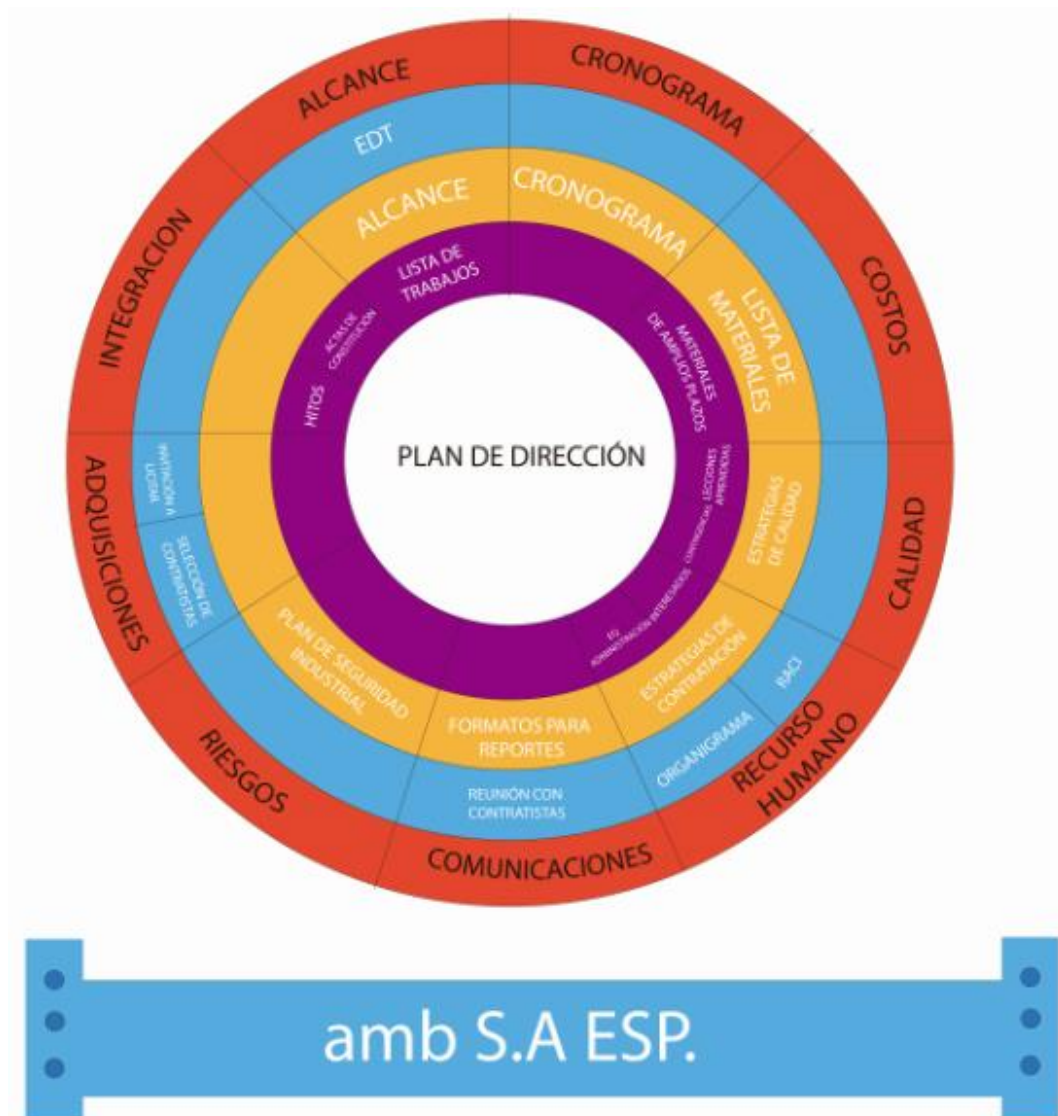
La estructura del plan de dirección desarrollada se ilustra en la siguiente imagen, en donde se observan cuatro niveles concéntricos, los cuales representan en su primer nivel (morado) al grupo de procesos de inicio, continuando con el grupo de procesos de planeación (amarillo y azul) y finalizando con las nueve áreas de

¹⁸ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

¹⁹ GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

conocimiento (rojo). Se puede apreciar cómo cada una de las actividades pertenece tanto a un grupo de procesos, como a un área de conocimiento.

Figura 3. Estructuración del plan de dirección desarrollado



A continuación, se realiza una breve descripción sobre cómo se desarrollaron las tareas pertenecientes a los grupos de procesos y a las áreas de conocimiento ilustradas en la imagen anterior.

3.1 ACTIVIDADES DE LOS GRUPOS DE PROCESOS

3.1.1 Actividades del grupo de inicio

Figura 4. Flujograma actividades del grupo de inicio



3.1.1.1 Equipo encargado de la administración de la parada. El equipo encargado de la administración de la parada fue conformado por responsables encargados de planear, dirigir y supervisar todas las actividades a realizar desde el inicio hasta el cierre de la parada. Este equipo fue integrado por: el gerente del proyecto de parada de planta, el equipo de staff interno y los contratistas dado que cuentan con abundante experiencia en la ejecución de proyectos correspondientes

a la planta y a la tubería de impulsión. Esta información se encuentra condensada en el siguiente capítulo.

3.1.1.2 Análisis de las lecciones aprendidas. Las paradas de planta anteriores de la empresa no se han realizado bajo ningún esquema estructurado y especificado, de manera que las lecciones aprendidas de paradas anteriores fueron recopiladas de documentación informal.

Entre los documentos informales recopilados se encontró un seguimiento a las actividades de la parada y un cronograma de turnos de trabajo. En estos registros se encuentran parte de las actividades planeadas junto con sus tiempos estipulados aproximados, los cuales sirven como guía para dar tiempos a la ejecución de actividades (tiempos de vaciado, llenado y reemplazo de elementos), estos datos fueron organizados como se muestra en la tabla 11 del siguiente capítulo.

3.1.1.3 Lista de hitos. Debido a que el caso de estudio es una parada de planta, la mayoría de los hitos definidos por el modelo de gestión PPP²⁰, pueden ser aplicados; aun así, se hizo necesaria la identificación de cómo estos hitos fueron aplicados en este proyecto.

3.1.1.4 Lista de trabajos. En esta lista se incluyeron las actividades administrativas u operativas que se realizaron durante la ejecución del proyecto de parada de planta.

3.1.1.5 Análisis histórico de contingencias. Para minimizar este impacto se identificó y estudió las contingencias, presentadas en las paradas de planta

²⁰ GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

anteriores y las que probablemente pudieran surgir en la parada que se planeó; además de identificar escenarios posibles al momento de la ejecución. Ver tabla 14.

3.1.1.6 Identificación de materiales con amplios plazos de entrega. Para realizar esta actividad fue necesario identificar y reconocer que algunos de los equipos y materiales que se iban a utilizar no estaban disponibles en el mercado nacional; por lo tanto, fue necesario importarlos con el fin de ganar tiempo.

3.1.1.7 Identificación de los interesados. Se reconocieron y entrevistaron a los interesados del proyecto de parada con el objetivo de reunir sus expectativas; las cuales fueron tenidas en cuenta como uno de los aspectos más importantes en la planeación de la parada, siendo esta una de las entradas fundamentales para la definición de su alcance.

La entrevista se realizó informalmente teniendo en cuenta los interrogantes planteados por la APP (Administración Profesional de proyectos)²¹:

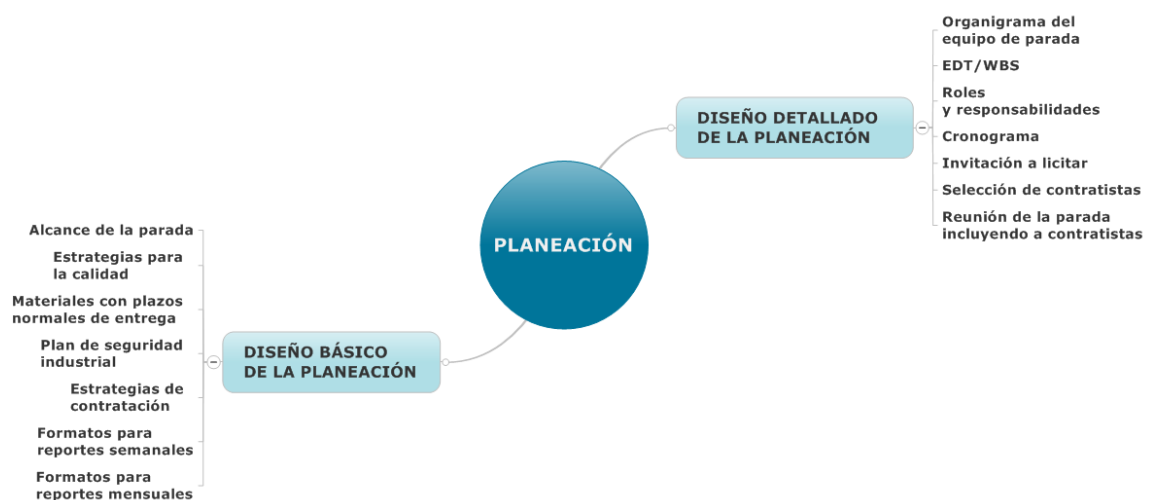
- ¿Cuál es su visión del proyecto?
- ¿Qué aspectos importantes de deben cumplir para que el proyecto sea un éxito?
- ¿Cuál es el estándar de calidad y contra qué se compara?
- ¿Cuál debe ser el resultado para que usted, considere que tiene la calidad adecuada?

²¹ YAMAL CHAMOUN, NICOLÁS. Administración profesional de proyectos LA GUÍA. Mc. Graw Hill. 2002.

Acto seguido se aclararon las expectativas realistas y se documentaron en la tabla 15 del siguiente capítulo.

3.1.1.8 Acta de constitución de la parada. Este documento reunió toda la información necesaria y documentada de las actividades realizadas en el grupo de inicio del proyecto (justificación, involucrados, entregables de la parada, supuestos, restricciones, hitos y presupuesto, siguiendo los lineamientos de la guía PMBOK [2] y la metodología PPP [3]) y permitió la formalización y aprobación del mismo, otorgando autoridad y responsabilidad al gerente de la parada.

Figura 4. Flujograma actividades del grupo de planeación



3.2.1 Actividades del grupo de planeación básica

3.2.1.1 Alcance de la parada. Para discutir el alcance de la parada se realizó una reunión con los interesados, en esta se analizaron los requisitos que cada uno de ellos planteó previamente (ver tabla 15), de allí se pudo realizar la comparación entre lo esperado por los distintos líderes de equipos de trabajo y expertos en aras de resaltar los trabajos más relevantes y descartar los trabajos secundarios.

A partir de esta reunión se obtuvo el alcance de la parada, en el cual se acogieron tres conjuntos de actividades relevantes; el primero y más esencial se refiere a las actividades de reemplazo de la tubería; el segundo trata sobre las juntas de dilatación y el tercero sobre las actividades de mantenimiento que se realizaron durante la parada, enfocadas principalmente a mantenimientos en la planta de bombeo y la subestación eléctrica. Posteriormente este alcance fue congelado con el objetivo de evitar el crecimiento incontrolado del proyecto, suspendiendo la inclusión de tareas en la lista de trabajos.

3.2.2.2 Estrategias para la calidad. Se identificaron las normas de calidad aplicables a los entregables del proyecto, así como procedimientos y verificaciones con el objetivo de asegurar y controlar la calidad del proyecto.

3.2.2.3 Identificación de materiales de plazos normales de entrega. Se identificaron y estipularon los tiempos de entrega y/o fabricación de los materiales y elementos necesarios para la ejecución de la parada de planta con el fin de evitar contratiempos.

3.2.2.4 Plan de seguridad industrial. Actualmente la seguridad industrial no es algo opcional en una empresa, ya que el no cumplimiento de ésta puede afectar severamente el desarrollo de las tareas y finalmente retrasar la ejecución de la parada, es por esto, por lo que se identificaron los peligros que se pueden presentar al momento de la ejecución basados en la GTC 45 (Guía Técnica Colombiana)²²; Acto seguido se evaluaron los riesgos y se plantearon las medidas de intervención para reducirlos en caso de presentarse, tal y como se describe en el (Anexo A) de este libro.

²² GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 45, guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgos, su identificación y valoración, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

3.2.2.5 Estrategias de contratación. El acueducto metropolitano de Bucaramanga, no cuenta con todas las herramientas necesarias para ejecutar las tareas planificadas, es por ello, por lo que se hizo necesario contratar personal externo; en esta actividad se analizaron los trabajos que no pudieron ser desarrollados por la empresa y que necesitaron ayuda de agentes externos a la misma (ver tabla 20). Acto seguido se estimó el presupuesto de las actividades seleccionadas y finalmente se estudió y seleccionó el tipo de contrato que mejor se aplicó al caso.

3.2.2.6 Formatos para reportes semanales. El formato que se aplicó para los reportes semanales de la parada permitió al equipo, reaccionar oportunamente ante cualquier desviación en la planeación, informando semanalmente sobre los avances de las actividades en función del tiempo y costo con ayuda de la técnica del valor ganado.

Con el objetivo de mantener informado a los líderes del equipo se incluyeron los siguientes ítems planteados por la metodología PPP²³:

- Avances del proyecto
- Proyecciones
- Ajustes a la planeación

Este formato se puede apreciar en el (Anexo C).

²³ GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

3.2.2.7 Formatos para reportes mensuales. A diferencia del reporte semanal, este contenido se basó en los avances de los entregables finales, dado que el equipo de la alta gerencia se interesa por los avances generales del proyecto en términos de costo y tiempo (Ver anexo D).

En este formato para reportes se incluyeron los ítems recomendados por la metodología PPP²⁴:

- Estado de los entregables
- Cambios en la planeación
- Análisis de tiempo y costos
- Acciones correctivas

3.2.2 Actividades del grupo de planeación detallada

3.2.2.1 Organigrama del equipo de la parada. El organigrama realizado para la parada de planta mostró de manera jerárquica la línea de autoridad, dependencia organizacional y los responsables de la toma de decisiones, quedando de la siguiente manera: equipo directivo (cliente, y patrocinador) y equipo ejecutor (gerente del proyecto, equipo de staff interno, y equipo externo).

3.2.2.2 EDT (Estructura de desglose de trabajo). Con el propósito de reducir el alcance general del proyecto en paquetes de trabajo que pudieran ser desarrollados y monitoreados fácilmente por el equipo, se creó la EDT (estructura

²⁴ GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

de desglose de trabajos) la cual se compone en su primer nivel de los entregables principales necesarios para garantizar el éxito de la parada.

En la EDT se incluyeron los grupos relacionados con: la tubería, la junta de dilatación y el mantenimiento a equipos. Esta estructura de desglose incluye tanto los trabajos recibidos de contrataciones externas como los trabajos hechos por el equipo del acueducto, tal y como lo ilustra la guía PMBOK [2]. En donde el grupo de trabajos de la tubería y junta de dilatación se subcontratan y los grupos de trabajo de mantenimiento son realizados por el equipo del acueducto. En el (Anexo E) de este libro se puede apreciar el diccionario de esta estructura de desglose el cual es un material de apoyo que incluye las características principales de los paquetes de trabajo.

3.2.2.3 Roles y responsables de la parada. Con el objetivo de asegurar que los trabajos esenciales tengan un responsable, se desarrolló una matriz RACI, en la cual se organizaron las tareas y se asignaron roles a cada uno de los miembros del equipo de la parada; de esta forma cada integrante se ve involucrado en todas las actividades siendo: responsable, aprobador, consultado o informado según corresponda. Dicha matriz se puede observar en el (Anexo F) de este libro.

3.2.2.4 Cronograma. El cronograma de la parada de planta se relaciona las actividades de los paquetes de trabajos descritos en la EDT (Estructura de Desglose de Trabajos) teniendo en cuenta: hitos, supuestos, restricciones y el juicio de expertos. El cronograma realizado sirvió como guía, para el buen desarrollo, monitoreo y cierre de la parada de planta. Este se desarrolló por medio de una red lógica, la cual se estableció teniendo en cuenta la duración y dependencia de las actividades. Ver (Anexo G y H).

3.2.2.5 Invitación a licitar. Basados en el alcance de la parada de planta, la empresa: amb SAS. ESP, realizó un pliego de condiciones que contenía: objetivo

general, entregables, plazo, presupuesto, forma de pago, fecha y sitio de entrega de las propuestas, cronograma del proceso, criterios de evaluación, planos, entre otros.

Acto seguido el acueducto solicito la licitación pública No IP-amb-034-18, la cual fue publicada en el SECOP siguiendo las normativas exigidas por la entidad.

3.2.2.6 Selección de contratistas. El amb, estipuló en su pliego de condiciones que sólo podrán participar en la licitación pública personas naturales o jurídicas que se encuentren inscritas en el registro único de proponentes de la cámara de comercio, según el código UNSPSC 72154400 (Servicios de mantenimiento y fabricación de accesorios para tuberías) o los códigos UNSPSC 721411, UNSPSC 721532, UNSPSC 81101600.

Además de esto, la empresa estableció ocho criterios para la evaluación de las propuestas:

- Evaluación jurídica
- Evaluación financiera
- Nivel de endeudamiento
- Experiencia del proponente
- Evaluación técnica
- Evaluación económica
- Aplicación de la revaluación de contratista

- Criterios de desempate

Finalmente, el acueducto publicó un informe con el resultado de las evaluaciones de todas las propuestas el cual, se puso a consideración de los proponentes en la página web de la empresa, para que los participantes presenten las observaciones que consideren pertinentes.

3.2.2.7 Reunión de la parada incluyendo a contratistas. Después del proceso de selección de contratistas y de lo pactado en el plan de contrataciones, se realizó una reunión general con los contratistas y los responsables, incluyendo al grupo de trabajo del acueducto encargado de realizar las actividades de mantenimiento en la parada. Esta reunión se llevó a cabo 15 días después de firmado el contrato y se reforzaron todos los detalles pertinentes.

4. DESARROLLO DEL PLAN DE DIRECCIÓN PARA LA PARADA DE PLANTA EN LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO Y BOMBEO BOSCONIA amb S.A. ESP.

En esta sección se plasmó el desarrollo de las actividades descritas en el capítulo anterior.

4.1 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DE LOS GRUPOS DE PROCESOS

El desarrollo de las actividades correspondientes a los grupos de: inicio y planeación se realizó de manera secuencial según lo planeado.

4.1.1 Desarrollo de las actividades de inicio del proyecto

4.1.1.1 Equipo encargado de la administración de la parada. El equipo de la administración fue conformado por: el gerente general del proyecto (Jolman Lozano), el equipo de staff (Juan Manuel, Jacobo Penagos, y Orlando Salcedo) y el equipo externo de contratistas (Iván Darío, Germán Fajardo, Yurany Acosta y Francy Balbuena).

Tabla 3. Equipo encargado de la administración de la parada

Equipo encargado de la administración de la parada de planta	
Nombre	Cargo
Jolman Lozano Pico	Gerente del proyecto de parada
Juan Manuel Galvis	Jefe de planta
Juan Jacobo Penagos	Planeación
Orlando Salcedo	Jefe de técnicos planta Bosconia
Ivan Darío	Obra Civil
Germán Fajardo	Arquitecto

Equipo encargado de la administración de la parada de planta	
Nombre	Cargo
Francy Balbuena	Seguridad industrial
Yurani Acosta	Ingeniería

4.1.1.2 Análisis de las lecciones aprendidas. Como se mencionó en el capítulo anterior, la información sobre la parada anterior se documentó en la siguiente tabla.

Tabla 4. Resumen de documentación de la parada de planta anterior

Parada de planta 01 Dic 2017		
Actividades	Descripción	Tiempos
Parada planta de tratamiento	Se detiene el flujo de agua desde planta de tratamiento hacia tanque de almacenamiento en planta de bombeo.	3:56:00 PM Dia 1
Parada planta de bombeo	Una vez alcanzada la cota mínima en el tanque de almacenamiento de Bosconia se apagan las bombas.	5:48:00 PM Dia 1
Cierre de válvulas	Se cierran las válvulas correspondientes para evitar que el agua regrese a la planta de bombeo por la tubería.	5:49:00 PM Dia 1
Apertura de compuerta de drenaje	Se abre compuerta de drenaje en tanque de almacenamiento de Bosconia para ayudar a desocupar tanque y tubería.	5:50:00 AM Dia 1
Drenaje de hidroneumáticos	Inicio drenaje de hidroneumáticos.	7:04:00 PM Dia 1
Comienzo de las tareas de mantenimiento	Se da inicio a actividades como: montaje de By Pass, montaje de mirilla en hidroneumáticos.	7:15:00 PM Dia 1
Arranque de planta de tratamiento	Se abre la comunicación de caudal entre tratamiento y tanque de almacenamiento de bombeo.	3:30:00 PM Dia 2

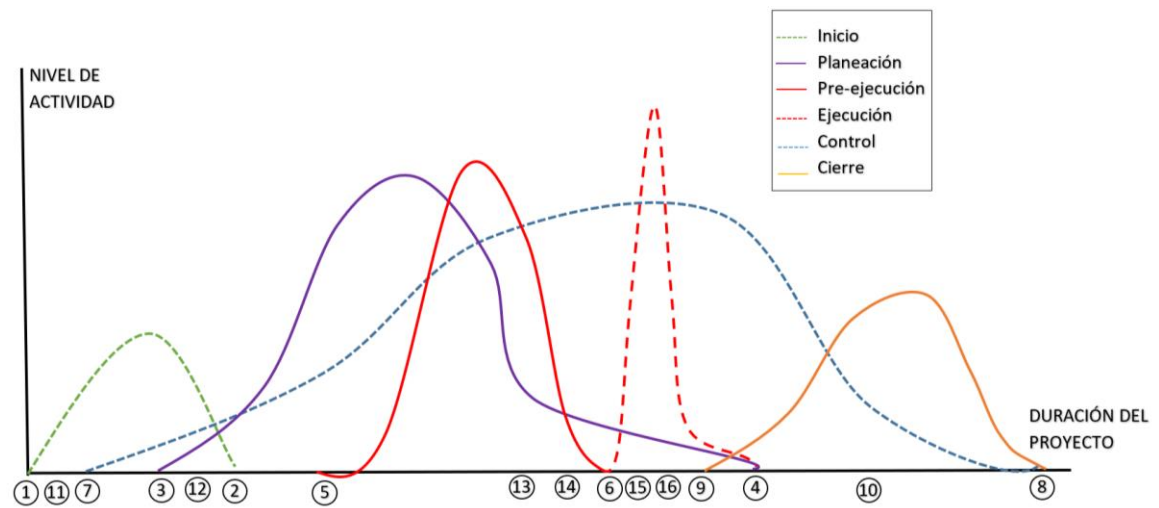
4.1.1.3 Lista de hitos del proyecto. Se elaboró una lista de hitos que permitió al equipo encargado estar pendiente de cumplir con las actividades propuestas dentro de las fechas establecidas.

Tabla 5. Hitos del proyecto de parada de planta

HITOS	FECHA
1. Reunión con la gerencia del amb	28-04-18
2. Definir la extensión de la parada	25-07-18
3. Congelamiento del alcance	30-07-18
4. Publicar licitación pública	15-08-18
5. Seleccionar al contratista y firmar contrato	24-08-18
6. Lista de trabajos	02-09-18
7. Definir turno para los trabajadores	15-02-19
8. Recepción de la tubería	25-02-19
9. Recepción de la junta	18-03-19
10. Inicio montaje de estructuras de apoyo	25-01-19
10. Inicio parada de planta	23-03-19
11. Inicio de mantenimiento a equipos	23-03-19
12. Instalación de tubería y juntas	23-03-19
13. Reactivación de la planta	25-03-19
14. Cierre formal del proyecto de parada	29-03-19
15. Fin desmontaje estructuras de apoyo	30-03-19
16. Cierre del proyecto	01-04-19

Los diferentes hitos se jerarquizaron en: principales (1-9) y secundarios (10-15). Su interacción con los grupos de proceso se muestra a continuación:

Figura 5. Organización de hitos en grupos de procesos principales



Fuente: GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

4.1.1.4 Lista de trabajos. Se realizó la siguiente lista de tareas teniendo en cuenta las necesidades más apremiantes del acueducto metropolitano de Bucaramanga.

Tabla 6. Lista de trabajos

Lista de tareas	
Instalación de T para reguladora de angelinos	Ajuste junta de dilatación # 1
Inspección de hidroneumáticos	Mantenimiento en hidroneumáticos
Limpieza tanque de almacenamiento	Mantenimiento en barrajes
Inspección de bombas	Mantenimiento disyuntores
Lubricación de disyuntores	Fabricación y montaje de 1 junta de dilatación
Inspección brazos de seccionadores	Montaje de juntas de dilatación
Ajuste de conexiones celdas de media tensión	Fabricación y montaje de tubería

Lista de tareas	
Cambio de barrajes	Fabricación de estructuras de apoyo al montaje
Limpieza de tubería	Sanblasting y pintura de tubería
Aplicación de recubrimiento interno	Fabricación de estructuras
Transporte de tubería y juntas para instalación	Aplicación de soldadura lineal
Adquisición de lámina	Biselado y Rolado
Adecuación del sitio de instalación	Montaje de compuerta

4.1.1.5 Análisis histórico de contingencias. El amb, no ha recopilado información acerca de las contingencias que se han realizado en las pasadas paradas de planta, a pesar de esto han logrado ser exitosas debido a la experiencia de los operarios e ingenieros. Esto nos permite inferir que apoyarse únicamente en la experiencia es viable, pero no deja ningún registro que ayude a evitar errores y complicaciones que se hayan cometido anteriormente. A pesar de esto, durante la planeación se tuvo acceso a registros y datos informales de la parada de planta anterior que se organizaron en la siguiente tabla:

Tabla 7. Contingencias de la parada de planta anterior

SITUACIÓN	PREVISTO		TRABAJO DE CONTINGENCIA
	SI	NO	
Fuga en cota 5 soldadura tubería		x	Ninguno
Retraso mirilla hidroneumáticos	x		Ninguno
Deformación tubería impulsión corte	x		Girar junta y reacomodar para soldar
Apertura de válvula # 42		x	Establecer responsabilidad a grupo de trabajo dentro de la parada

Para la parada de planta actual, se tomó en cuenta el juicio de expertos, tales como: encargados de la ejecución de la parada, técnicos y operarios en aras de predecir las posibles situaciones que requerirían trabajos de contingencia. De este análisis se obtuvo una lista de escenarios con sus posibles contingencias mostradas a continuación:

- Condiciones climáticas: Se debe disponer de carpas y demás herramientas para que las condiciones climáticas no interfieran en el cronograma.
- Materiales y elementos: Deben ser nuevos y de primera calidad, libres de defectos e imperfecciones cumpliendo la norma NTC aplicable en cada caso.
- Fabricación de elementos soldados: Se deben presentar los certificados de calidad de soldaduras y materiales, procedimientos de soldadura, y las pruebas para la calificación de soldadores.
- Verificación de integridad de juntas soldadas: Se deben inspeccionar las juntas siguiendo la norma correspondiente.
- Calidad en recubrimientos: Se deben aplicar los recubrimientos con el procedimiento que especifica el fabricante.
- Ausencia de personal especializado: Se requiere que la información de procesos y actividades para el buen desarrollo de la parada se encuentre registrada en documentos, de modo que no haya dependencia de la experiencia de personal.
- Procedimientos: Se deben especificar los procedimientos de corte, ensamblaje, soldadura y montaje para reducir los imprevistos.

4.1.1.6 Listado de materiales de amplios plazos de entrega. Para verificar los materiales requeridos para los trabajos en la parada de planta se hizo un análisis de los elementos a reemplazar, se aprecia que es factible encontrar la gran mayoría de materiales en el mercado nacional, con excepción del recubrimiento interno que se aplicó en la tubería de impulsión, el cual debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tres capas de recubrimiento 100% sólidos en volumen y en peso, en matriz resina novolac con refuerzo en fibra de vidrio y certificación USDA para plantas de alimentos.
- Resistencia a la abrasión superior a 80 mg (ASTM D-1044).
- Espesor igual a 48 mils.

Debido a las características del recubrimiento, fue necesario pedirlo a un fabricante internacional, estimando un periodo de espera máximo de tres meses después de realizada la solicitud.

4.1.1.7 Interesados en la parada. Luego de analizar qué personas estuvieron directamente involucradas en el proyecto de parada de planta se realizó la identificación de los interesados, junto a esto se planteó una breve descripción de los requisitos que cada uno de ellos espera del proyecto, esta información es mostrada en la tabla 8. Para determinar los requisitos específicos se entrevistó a cada uno de los interesados siguiendo lo descrito en el capítulo anterior. El modelo PPP²⁵ incluye la lista de involucrados en el acta de constitución, además la guía

²⁵ GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

PMBOK ²⁶ incluye en su estructura un numeral relacionado directamente con los interesados del proyecto.

Tabla 8. Interesados del proyecto de parada de planta

Nombre	Cargo	Requisitos
Jolman Lozano	Jefe de mantenimiento electromecánico	Lista de trabajos
		Desarrollo de metodología basada en el PMBOK
		Especificaciones técnicas
		Tiempo máximo: 72 horas de parada
		Cumplir con el alcance dentro de los límites establecidos
Juan Manuel	Jefe de mantenimiento mecánico	Planificación de actividades previas
		Determinar grupos y turnos de trabajo
		Generar informes durante la parada
		Preparar insumos y transporte de maquinaria para ejecutar actividades
Orlando Salsedo	Técnico mantenimiento mecánico bombeo	Inspección de pozos
		Inspección de válvulas
		Comunicación entre grupos de trabajo
		Cumplimiento de los tiempos estipulados
		Inspección de ventosas
Oscar Serrano	Técnico mantenimiento eléctrico	Corregir área de barrajes
		Mantenimiento a seccionadores y disyuntores
		Mantenimiento a aisladores
		Revisión de tierras
Julio Carrillo	SISO	Plan de contingencia
		Evaluar impacto de la parada
		Minimizar el impacto a la comunidad
Jacobo Penagos	Estudiante UIS	Generar un plan de dirección aplicable a la parada
		Aplicar lineamientos del PMBOK
Jhon	Jefe de planta	Instalación de compuerta # 19

²⁶ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

Nombre	Cargo	Requisitos
Barreneche	tratamiento Bosconia	48 horas de parada
		Comunicación entre grupos de trabajo
		Planeación de actividades previas
María Rosa P	Representante del barrio Bosconia	Racionalización del agua por sectores
		Garantías de movilidad por las vías cercanas
		No demorar más de 3 días
		Retirar escombros y sobrantes de la obra

4.1.1.8 Acta de constitución. Se puede observar en la siguiente tabla el documento que dio inicio formal al proyecto de parada de planta, en éste se incluyeron los ítems planteados en el capítulo anterior: (justificación, involucrados, entregables de la parada, supuestos, restricciones, hitos y presupuesto.) los cuales fueron recopilados y resumidos de las actividades del grupo de inicio desarrolladas anteriormente.

Tabla 9. Acta de constitución

ACTA DE CONSTITUCIÓN	
Nombre del proyecto	Refuerzo tubería Bosconia
Fase del proyecto	Inicio
Responsable	Ing. Jolman Lozano
Fecha	03-may-18
Justificación	
Es necesario detener el funcionamiento normal de la estación de tratamiento y bombeo de Bosconia para realizar mantenimiento a la tubería de impulsión principal, su estructura y de más componentes de la planta; ya que esta presenta un deterioro en su pared interna superior al 40 % debido a los químicos utilizados en el proceso de potabilización, sumado a esto la actividad antrópica (construcción y parcelación de viviendas cercanas) ha contribuido con el deterioro externo de la tubería.	
STAKEHOLDERS (INVOLUCRADOS)	

ACTA DE CONSTITUCIÓN	
Juan Manuel Galviz Jolman Lozano Jacobo Penagos Orlando Salsedo Contratista Jhon Barreneche Julio Carrillo	
ENTREGABLES DE LA PARADA	
1. Fabricación de junta de dilatación 2. Construcción de tubería 3. Fabricación de estructuras metálicas y de seguridad 4. Instalación de juntas de dilatación 5. Montaje de tubería 6. Limpieza y pintura exterior de la tubería 7. Mantenimiento a equipos	
SUPUESTOS	
El recubrimiento interior de la tubería no se encuentra en Colombia y deberá exportarse del exterior con una duración máxima de 3 meses	
RESTRICCIONES	
El servicio de acueducto debe ser reestablecido a los 3 días de corte	
HITOS DEL PROYECTO	
FECHA	HITO
28-04-18	Reunión con la gerencia del amb
25-07-18	Definir la extensión de la parada
30-07-18	Congelamiento del alcance
15-08-18	Publicar licitación pública
24-08-18	Seleccionar al contratista y firmar contrato
02-09-18	Control de la lista de trabajos
15-02-19	Definir turno para los trabajadores
25-02-19	Recepción de la tubería
18-03-19	Recepción de la junta
25-01-19	Inicio montaje de estructuras de apoyo
23-03-19	Inicio parada de planta
23-03-19	Inicio de mantenimiento a equipos

ACTA DE CONSTITUCIÓN	
23-03-19	Instalación de tubería y juntas
25-03-19	Reactivación de la planta
29-03-19	Cierre formal del proyecto de parada
30-03-19	Fin desmontaje estructuras de apoyo
01-04-19	Cierre del proyecto
PRESUPUESTO RESUMIDO	
700'000.000	

4.1.2 Desarrollo de las actividades de la planeación básica

4.1.2.1 Alcance de la parada. A partir de la discusión que realizaron los interesados durante el cuestionamiento del alcance, que hace parte de la planeación básica y en donde se tienen en cuenta los diferentes aspectos registrados en la tabla 8; se planteó la siguiente extensión del proyecto de parada de planta:

- Realizar el refuerzo mecánico a la tubería de impulsión principal de bombeo Bosconia reemplazando dos tramos de 18 metros de longitud y 1 metro de diámetro externo en los vértices 4-5 y 6-7, incluyendo las estructuras metálicas y de seguridad necesarias para su instalación; la tubería deberá ser elaborada, montada y unida con bridas y estopas nuevas. Además, se deberá construir e instalar dos juntas de dilatación en los tramos 4-5 y 6-7. Finalmente se deben realizar los mantenimientos a equipos en la subestación eléctrica y planta de bombeo Bosconia.

4.1.2.2 Estrategias de calidad. Se definieron las estrategias para el aseguramiento de la calidad del proyecto sobre las actividades más críticas a desarrollar y en la que la empresa posee poca experiencia como lo es lo referente a la fabricación e instalación de tubería y juntas de dilatación. Estas estrategias fueron divididas en dos: estrategias de aseguramiento y estrategias de control.

Estrategias de aseguramiento

- Juntas soldadas: Certificado de calidad de soldaduras y materiales expedido por el fabricante, procedimiento de soldadura a utilizar en cada una de las uniones a realizar, diseño de pruebas para calificación de soldadores y certificado de los soldadores seleccionados.
- Recubrimientos: Análisis e implementación de los procedimientos de aplicación suministrados por el fabricante, certificado de conformidad en la aplicación del recubrimiento expedido por el representante del fabricante y certificado de la calidad de recubrimientos expedida por el fabricante.

Estrategias de control

- Juntas soldadas: Verificación mediante inspección por ultrasonido para defectología y radiografía, se debe seleccionar como mínimo el 30% de la soldadura lineal aplicada, bajo la norma ASME B-31.3.
- Para verificar la correcta aplicación de los recubrimientos se deben realizar las siguientes pruebas:
 - ✚ Prueba de adherencia en recubrimiento superior a 1000 Psi certificada por laboratorio acreditado y en sistema de recubrimiento exterior superior a 200 Psi certificada por laboratorio acreditado
 - ✚ Prueba de espesor de película húmeda realizada por el contratista durante el proceso de aplicación, prueba de espesor de película seca certificada por un laboratorio acreditado y prueba de Holiday (prueba de chispa) al recubrimiento interior una vez curado y a la limpieza terminada, certificada por un laboratorio acreditado.

4.1.2.3 Listado de materiales de plazos normales de entrega. Basado en el alcance del proyecto se determinaron los materiales principales para la construcción de la tubería, junta de dilatación y mantenimientos en la planta; además de esto, se estipularon fechas límites prudentes para la adquisición de estos materiales considerando la importación del recubrimiento interno y el proceso de contratación de agentes externos a la empresa.

Tabla 10. Listado de materiales con fechas normales de entrega

Listado de materiales		
Descripción	Cantidad	Fecha máxima de adquisición
Bridas para unión de tubería	4 U	18-03-19
Lamina ASTM A-515 gr 70	4x18 m ²	07-01-19
Lamina ASTM A-515 gr 70	5x2.5 m ²	10-09-18
Grasa para disyuntores	500 g	01-02-19
Barrajes de 1/2 tensión	2x12 m	10-11-18
Empaques para bridas	4 U	01-02-19
Tornillos M 13 R 50	8 U	01-02-19
ACPM	10 Gal	18-03-19
Cinta de peligro	15 m	18-03-19
Cemento	100 Kg	09-03-18
Arena	300 Kg	09-03-18
Piedra triturada	200 Kg	09-03-18
Varilla 3/4	5 m	09-03-18
Disco de pulidora A24 7x1/4x7/8 in	5 U	01-02-19
Cuchilla de guadañadora	2 U	09-03-18
Limpiador de conexiones a tierra	500 g	18-03-19

4.1.2.4 Plan de seguridad industrial. Las actividades que se llevaron a cabo durante esta parada de planta, presentaron un nivel de peligrosidad significativamente más alto que las actividades desarrolladas cotidianamente en la

misma. Esto se debe a que durante la parada se realizó un mantenimiento correctivo a los equipos, el cual es más complejo que el mantenimiento preventivo realizado regularmente y sin límites temporales.

En consecuencia, se desarrolló el plan de seguridad industrial específico, para identificar y analizar con mayor detalle estos peligros y generar medidas de intervención apropiadas.

El plan de seguridad industrial para la parada de planta se basó en la guía técnica colombiana GTC 45²⁷, la cual plantea una matriz a partir de la identificación de peligros, de la evaluación de riesgos y de las medidas de intervención. Para este caso en particular fue necesario desarrollar seis matrices de esta índole, en las cuales se condensó toda la información necesaria para reducir las probabilidades de accidentes en procesos fundamentales como: movilización de máquinas, equipos, herramientas y materiales, transporte de tubería, rolado, biselado, revestimiento y soldadura. (ver Anexo B).

4.1.2.5 Estrategias de contratación. Para el caso de estudio, se identificaron las actividades que la empresa puede realizar y aquellas que requieren la ayuda de personal externo y capacitado.

Tabla 11. Actividades a realizar por el contratista

Actividades	SI	No
Instalación de juntas		x
Mantenimiento subestación eléctrica	x	
Construcción tubería		x
Mantenimiento planta de tratamiento	x	

²⁷ GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 45, guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgos, su identificación y valoración, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Actividades	SI	No
Instalación de tubería		x
Construcción junta de dilatación		x
Fabricación de estructuras metálicas		x
Mantenimiento estación de bombeo	x	
Limpieza y pintura de tubería		x

Una vez identificadas estas tareas, el equipo delimitó parte del presupuesto estipulado para su desarrollo.

Tabla 12. Precio unitario para los entregables a contratar

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO \$	VALOR PARCIAL \$
1	FABRICACIÓN DE UNA JUNTA DE DILATACIÓN CON BRIDAS Y PRENSA ESTOPA NUEVAS PARA SER INSTALADO EN EL TRAMO 2-3	UND	1	42.000.000	42.000.000
2	CONSTRUCCIÓN DE 18M DE TUBERÍA DE 1000MM DE DIÁMETRO Y 10 MM DE ESPESOR	ML	36	8.000.000	288.000.000
3	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y DE SEGURIDAD, TALES COMO PUERTAS PARA CÁMARAS DE VÁLVULAS, REJAS Y ESTRUCTURAS A UTILIZAR COMO AYUDAS PARA EL MONTAJE.	KG	10500	1.800	18.900.000
4	INSTALACIÓN DE JUNTAS DE DILATACIÓN EN LOS TRAMOS 5-6 Y 6-7	UND	2	39.985.000	79.970.000

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO \$	VALOR PARCIAL \$
5	MONTAJE DE 18M DE TUBERÍA DE 1000MM DE DIÁMETRO Y 10MM DE ESPESOR EN LOS TRAMOS 5-6 Y 7-8	UND	2	48.000.000	96.000.000
6	LIMPIEZA Y PINTURA EXTERIOR DE TUBERÍA	M2	40	450.000	18.000.000

Fuente: Acueducto metropolitano de Bucaramanga, AMB. S.A. ESP: invitación publica a cotizar No IP-amb-034-18 Refuerzo Mecánico En La Zona De Alta Presión De La Tubería De Impulsión Del Sistema De Bombeo Bosconia. Bucaramanga 2018. Pliego de condiciones volumen I. 58 P.

Para identificar el tipo de contrato más conveniente se estudiaron los tres tipos de contratos que se utilizan con más frecuencia en las paradas de planta, los cuales son: contratos de suma global, contratos de precio fijo y contratos al costo:

- Contratos de suma global: En este tipo de contrato se asigna de forma clara y precisa los trabajos que el contratista debe desarrollar en cláusulas o en entregables; con el fin de evitar sobre costos el equipo debe definir completamente el alcance del proyecto. El contratista deberá realizar y controlar el trabajo o tareas asignadas.
- Contratos de precio fijo: Consiste en la asignación de cada uno de los trabajos que se deben realizar en la parada, con un nivel de detalle demasiado alto; los trabajos emergentes que resulten en la ejecución de la parada deberán ser cancelados en su totalidad por la empresa. Estos contratos requieren total atención por parte de todo el equipo de la administración de la parada y cada detalle en los entregables debe ser minuciosamente monitoreado y controlado. Por lo general este tipo de contratos es utilizado en la adquisición de repuestos y

herramientas puesto que requiere un nivel de planificación demasiado alto como para ser planeado por la empresa.

- Contratos al costo: La empresa se compromete a costear los gastos de mano de obra, los materiales y la maquinaria que el contratista necesite. Finalmente se entrega un porcentaje de las ganancias al contratista.

Dadas las condiciones de las actividades, el alcance del proyecto y la claridad en los entregables se optó por implementar un contrato de suma global.

4.1.2.6 Formatos para reportes semanales. Siguiendo los lineamientos de la guía para paradas de planta PPP²⁸ y las recomendaciones de los supervisores del acueducto, se desarrollaron los formatos para dar seguimiento a las reuniones semanales, permitiendo que el equipo pudiera realizar cambios oportunos a la planeación en función del progreso de las actividades planeadas y del método del valor ganado.

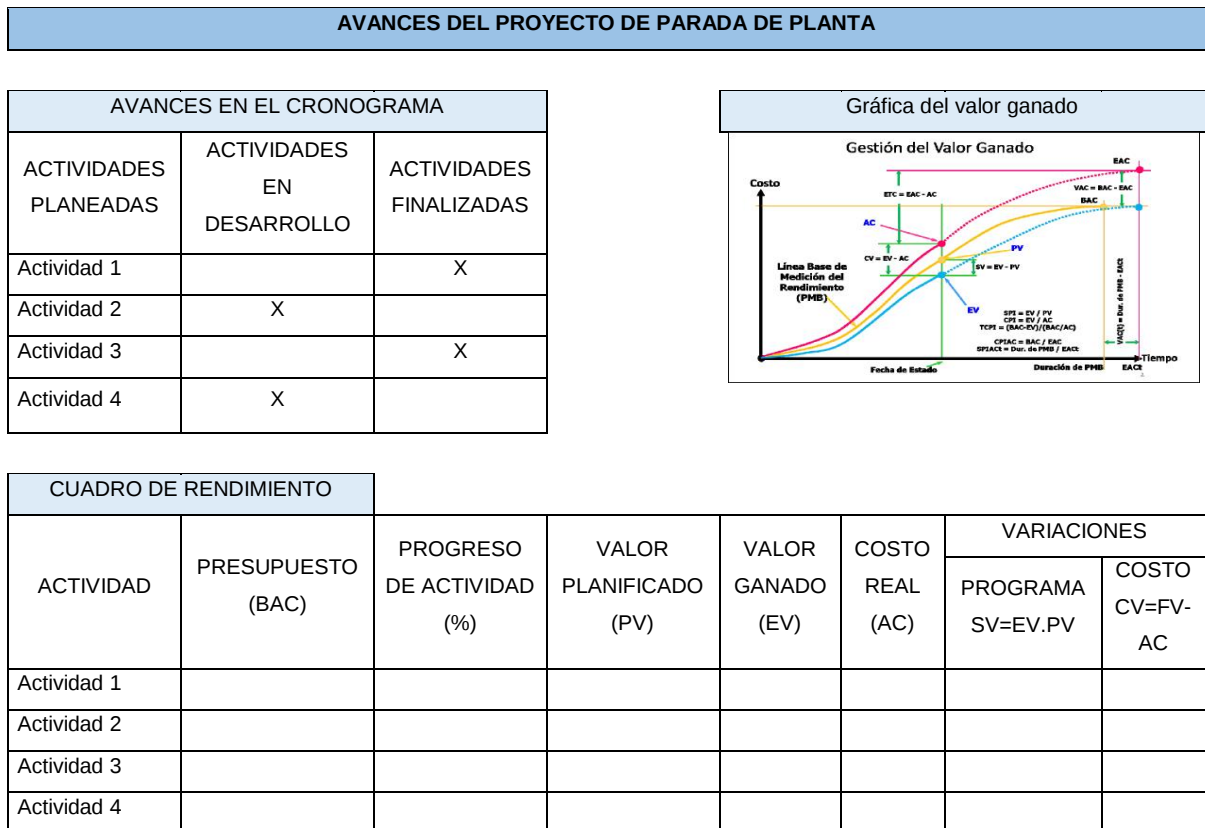
Como se mencionó en el capítulo anterior el formato desarrollado para el proyecto de parada de planta consta de tres ítems: avances del proyecto, proyecciones y ajustes a la planeación. (ver Anexo C).

- Avances del proyecto: En este ítem se incluye un primer aspecto; avances en el cronograma, el cual fue creado con el propósito de incluir una lista que muestra las actividades planeadas (en desarrollo o finalizadas); seguido de una representación gráfica de los avances del proyecto en términos de tiempo y costo (método del valor ganado) la cual permite al equipo comparar el trabajo realizado con la estimación planteada al inicio del proyecto. Como último aspecto se

²⁸ GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

incorpora un cuadro de rendimiento en donde se registra el progreso que se presentó en las actividades de la parada.

Figura 6. Avances del proyecto de parada de planta



Fuente: GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

- **Proyecciones:** Es aquí donde se cuantifica el estado del proyecto relacionando los valores registrados en el cuadro de rendimiento, obteniendo el valor CSI, el cual será comparado con los parámetros estipulados en la tabla en aras de conocer el estado del proyecto.

Figura 7. Proyecciones en el cronograma

PROYECCIONES				
RANGO CSI	ESTADO	INDICE DE RENDIMIENTO		
$0.9 < CSI < 1.2$	OK	ACTIVIDAD	PROGRAMA SPI=EV/PV	COSTO CPI=EV/AC
$0.8 < CSI < 0.9$ Ó $1.2 < CSI < 1.3$	CHEQUEAR			
$CSI < 0.8$ Ó $CSI > 1.3$	TARJETA ROJA			

Fuente: GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

- Ajustes a la planeación: Este espacio fue creado con el objetivo de incluir todos los ajustes necesarios en respuesta a los resultados obtenidos.

Figura 8. Ajustes a la planeación

AJUSTES A LA PLANEACIÓN

Fuente: GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

4.1.2.7 Formatos para reportes mensuales. Como se mencionó en el capítulo anterior, la gerencia se interesa por los avances generales del proyecto en términos de tiempo y costos; es por ello por lo que en este formato se incluyeron los ítems: estado de los entregables, cambios en la planeación, análisis de tiempo-costos y acciones correctivas para mantener informados a los gerentes sobre aspectos positivos y negativos, sobre cambios realizados en la planeación y sobre análisis de resultados. (ver Anexo C).

- Estado de los entregables: se informa sobre el cumplimiento de los entregables y aquellos que se encuentran en desarrollo a través de un cuadro en donde se condensan los eventos más significativos del mes. Esta información permite que la gerencia tome decisiones sobre los trabajos del proyecto de parada.

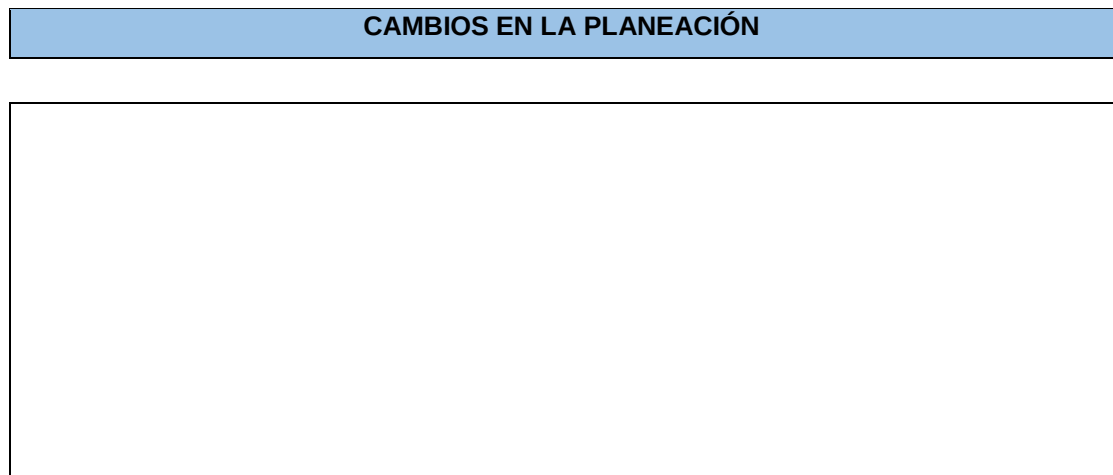
Figura 9. Estado de los entregables de la parada

ESTADO DE LOS ENTREGABLES				
ENTREGABLES DEL PROYECTO	PROGRAMA SPI=EV/PV	COSTO CPI=EV/AC	COSTO PROGRAMA CSI=CPI.SPI	ESTADO DEL ENTREGABLE
FABRICACIÓN DE JUNTA DE DILATACION				
CONSTRUCCION DE TUBERÍA				
FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS				
INSTALACIÓN DE JUNTAS DE DILATACIÓN				
MONTAJE DE TUBERÍA				
LIMPIEZA Y PINTURA EXTERIOR DE LA TUBERÍA				
MANTENIMIENTO A EQUIPOS				

Fuente: GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

- Cambios en la planeación: se incluyó este espacio en el formato con el objetivo de comunicar a la gerencia del acueducto sobre aspectos positivos y negativos, avances y desviaciones presentadas durante el mes; esta información permite además que el equipo recopile información valiosa para la elaboración de lecciones aprendidas.

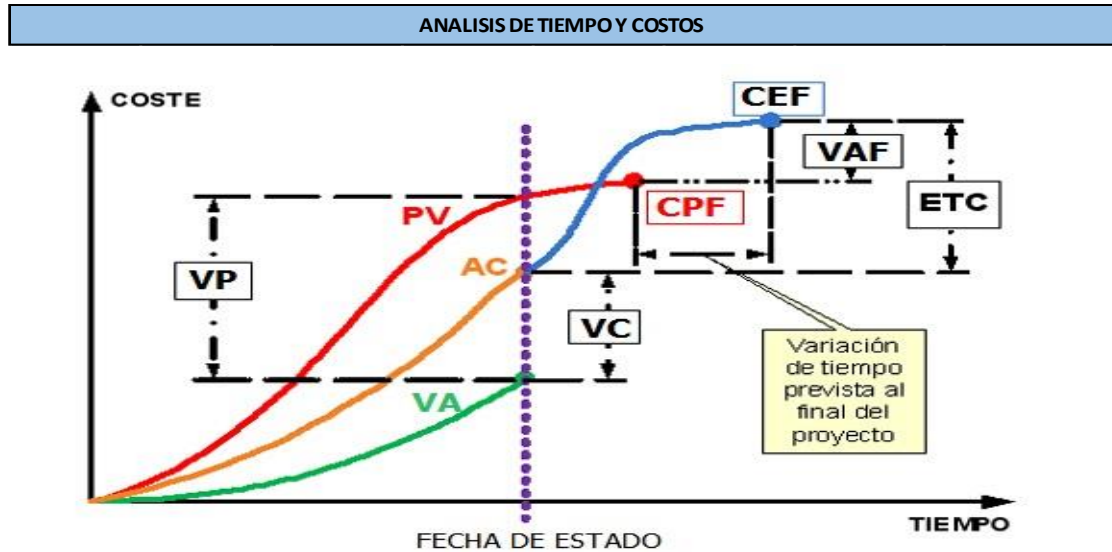
Figura 10. Cambios en la planeación



Fuente: GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

- Análisis de tiempo y costos: a diferencia del reporte semanal aquí se incluye la gráfica del valor ganado con los resultados de los avances de la planeación mes a mes.

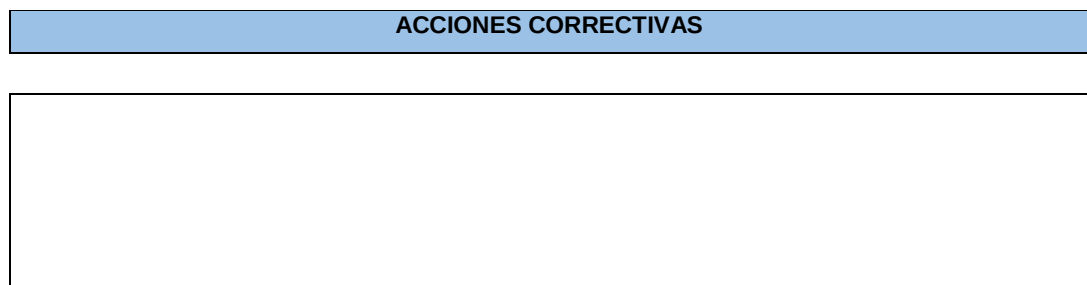
Figura 11. Análisis de tiempo y costos



Fuente: GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

- Acciones correctivas: una vez analizada la gráfica del valor ganado y con la información sobre el estado del proyecto, la gerencia puede plasmar en este espacio los cambios a la planeación de la parada que considere oportunos.

Figura 12. Acciones correctivas

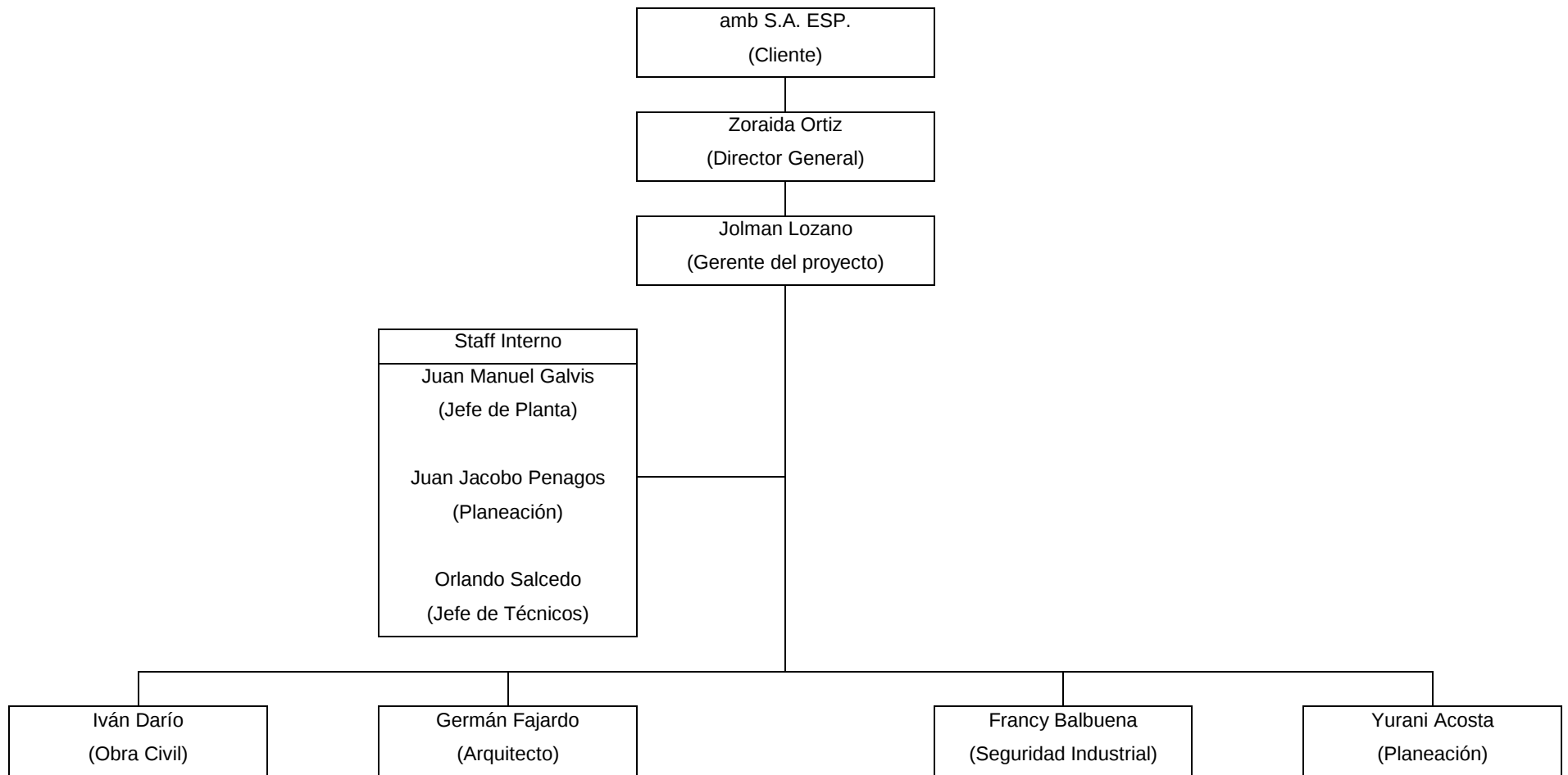


Fuente: GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

4.1.3 Desarrollo de las actividades de la planeación detallada

4.1.3.1 Organigrama del equipo de la parada. En el siguiente organigrama se representa jerárquicamente al equipo directivo de la parada de planta (cliente y patrocinador) seguido por el equipo ejecutor (gerente del proyecto, equipo de staff interno y el equipo externo conformado por los contratistas).

Figura 13. Organigrama del equipo de la parada



4.1.3.2 EDT (Estructura de desglose del trabajo). En la siguiente tabla se encuentra representado el alcance del proyecto de parada de planta en función de sus entregables; los cuales fueron desglosados de forma jerárquica hasta el nivel de paquetes de trabajo considerados de fácil monitoreo y desarrollo por el equipo de la empresa.

Además, esta estructura jerárquica permitió al equipo asignar responsables a los paquetes de trabajo descritos por medio de una matriz RACI, gestionar el cronograma y controlar la línea base del alcance del proyecto con ayuda del método del valor ganado y los formatos para los reportes semanales y mensuales.

Tabla 13. Estructura de desglose de trabajos

EDT	
0	REFUERZO MECÁNICO A LA TUBERÍA DE IMPULSION PRINCIPAL
1	FABRICACIÓN DE JUNTA DE DILATACIÓN
1.1	Adquisición de materiales
1.2	Fabricación
1.3	Sanblasting y pintura
1.4	Entrega
2	CONSTRUCCIÓN DE TUBERÍA
2.1	Adquisición de lámina y traslado a Bucaramanga
2.2	Procedimiento de soldadura y calificación de soldadores
2.3	Corte, biselado y rolado
2.4	Soldadura lineal para 15 tramos de 2,44 metros - En taller
2.5	Sanblasting y protección corrosión
2.6	Pintura y recubrimiento interno
2.7	Traslado, descarga y alineación de tramos de tubería a campo
2.8	Armado y soldadura para construir dos tramos de 18,00 metros - En campo
3	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METALICAS Y DE SEGURIDAD
3.1	Estructuras a utilizar en el montaje (pórticos metálicos)
3.2	Puertas y rejas para cámaras de válvulas
4	INSTALACIÓN DE JUNTAS DE DILATACIÓN

EDT	
4.1	Traslado de juntas al sitio de instalación
4.2	Adecuación del sitio de instalación (actividades de alistamiento)
4.3	Instalación de juntas
5	MONTAJE DE TUBERÍA
5.1	Elaboración topografía del sitio
5.2	Prediseño de estructuras requeridas para el montaje
5.3	Diseño detallado de estructuras para el montaje
5.4	Construcción de bases o apoyos en concreto
5.5	Instalaciones provisionales para el montaje
5.6	Revisión logística de montaje (bases, pórticos e instalaciones provisionales)
5.7	Instalación de tubería
5.8	Reparaciones de pintura externa y recubrimientos
5.9	Retiro de estructuras de montaje
5.10	Aseo y retiro de sobrantes
6	LIMPIEZA Y PINTURA EXTERIOR DE LA TUBERÍA
6.1	Limpieza de tubería
6.2	Pintura exterior de tubería
7	MANTENIMIENTO A EQUIPOS
7.1	Adquisición de repuestos e implementos
7.2	Mantenimiento eléctrico y mecánico

Diccionario de la EDT

Este diccionario es un documento de apoyo en el cual se encuentra la información detallada de los paquetes de trabajo, encontrados en la EDT. Se enlazó con facilidad a la estructura de desglose por medio de identificadores como se muestra en la siguiente figura; para cada uno de estos paquetes se especifica: código, nombre, descripción, criterios de aceptación y observaciones.

En la siguiente imagen se detalla un ejemplo para el paquete de trabajo: 1.1 y 2.6 En el (Anexo E) se encuentra por completo el diccionario de la EDT.

Figura 14. Ejemplo de diccionario de la EDT

DICCIONARIO DE LA EDT				
Código	Nombre	Presupuesto \$	Descripción	Criterio de aceptación
1.1	Adquisición de materiales	16.800.000	Compra de lámina ASTM A-515 de grado 70 de 15 mm de espesor en presentación de 5 x 3 metros para la construcción de una junta de dilatación	Los materiales deben ser nuevos y de primera calidad; libres de defectos e imperfecciones cumpliendo la norma NTC aplicable para el caso
2.6	Pintura y recubrimiento interno	43.200.000	Tres capas de recubrimiento 100% sólidos en volumen y en peso, en matriz resina novolac con refuerzo en fibra de vidrio y certificación USDA para plantas de alimentos.	Se deben aplicar los recubrimientos con el procedimiento que especifica el fabricante. Los materiales deben ser nuevos y de primera calidad; libres de defectos e imperfecciones cumpliendo la norma NTC aplicable para el caso. Espesor igual a 48 mils. Resistencia a la abrasión superior a 80 mg (ASTM D-1044).

4.1.3.3 Roles y responsabilidades. Para definir los roles y las responsabilidades en el proyecto de parada de planta, se utilizó la matriz de asignación de responsabilidades RACI, la cual es utilizada principalmente para relacionar tareas con individuos o con equipos de trabajo, asegurando que los trabajos esenciales tengan un responsable, un aprobador, uno o varios consultados y uno o varios informados, tal y como se observa en el (Anexo F) de este libro.

4.1.3.4 Cronograma. Para el caso de estudio se realizaron dos cronogramas; el primero (cronograma de seguimiento), relaciona los paquetes de trabajo descritos en la EDT en función del tiempo, el cual sirve como apoyo para el monitoreo que el equipo encargado de la parada de planta realizó sobre los contratistas; el segundo (cronograma de ejecución), relaciona las actividades del paquete de trabajos de mantenimiento a equipos, para que el acueducto controle y realice los mantenimientos necesarios en la parada. (ver Anexo G y H).

Cronograma de seguimiento. Como se mencionó en las estrategias de contratación y en la matriz de asignación de responsables, la mayoría de los paquetes de trabajo establecidos en la estructura de desglose fueron asignados a un contratista, el cual dió cumplimiento a éstos, distribuyendo las tareas que

consideró convenientes para su equipo de trabajo, y para cumplir con los entregables dentro del tiempo y presupuesto estipulado.

Ante la situación planteada, en el cronograma general de seguimiento se relacionaron los paquetes de trabajo plasmados en la EDT; teniendo en cuenta la duración de las actividades, las dependencias y la ruta crítica.

 Duración de las actividades: se determinó la duración aproximada de los paquetes de trabajo considerando los hitos y las restricciones establecidas en la planeación básica de este libro.

Tabla 14. Duración de los paquetes de trabajos de la parada

No.	Duración	No.	Duración
1.1	3 semanas	4.2	1 semana
1.2	4 semanas	4.3	3 días
1.3	3 semanas	5.1	1 semana
1.4	1 semana	5.2	4 semanas
2.1	3 semanas	5.3	4 semanas
2.2	2 semanas	5.4	4 semanas
2.3	2 semanas	5.5	1 semana
2.4	4 semanas	5.6	2 semanas
2.5	3 semanas	5.7	3 días
2.6	4 semanas	5.8	2 semanas
2.7	1 semana	5.9	2 semanas
2.8	3 semanas	5.10	1 semana
3.1	3 semanas	6.1	9 días
3.2	4 semanas	6.2	3 semanas
4.1	1 semana	7.1	1 semana
4.1	1 semana	7.2	3 días

📌 Dependencias: la tubería de impulsión no podrá ser instalada sin haberla fabricado y trasladado al sitio correspondiente, del mismo modo su elaboración depende de otro conjunto de actividades realizadas previamente, con el fin de establecer una relación entre ellas, se identificaron las dependencias para las actividades de los entregables del proyecto; éstas pueden ser del tipo: inicio a fin, inicio a inicio o fin a fin.

📌 Ruta crítica: una vez establecida la duración de los paquetes de trabajo y sus dependencias, se utilizó el programa “Project 2016”, para establecer las fechas de forma automática en función del calendario programado y las propiedades de las tareas anteriormente descritas. En el diagrama de Gantt se observó como los paquetes de trabajo alusivos a: la construcción (2.1 a 2.8), la instalación (5.7 a 5.10) y la limpieza exterior de la tubería (6.1 a 6.2) conforman la ruta más larga y cualquier retraso en ésta afectaría considerablemente todo el proyecto; a esta secuencia se le denominó ruta crítica.

A partir de esta ruta, se acomodaron las fechas de inicio de otras actividades que no debían comenzar necesariamente con el proyecto como se había planteado (ver anexo I).

Cronograma de ejecución

Siguiendo la misma metodología empleada para la elaboración del cronograma de seguimiento a contratistas, se desarrolló el cronograma para la ejecución de las tareas correspondientes al mantenimiento a equipos para el día de la parada de planta.

4.1.3.5 Invitación a licitar. Debido a que el presupuesto destinado para las actividades que requirieron contratación supera los cinco mil SMLMV (Salario Mínimo Mensual Legal Vigente), el acueducto metropolitano de Bucaramanga, se

vió en la obligación de emplear una contratación pública, para lo cual divulgó en su página web un pliego de condiciones junto con su respectiva adenda, en donde se invitó a cotizar el refuerzo mecánico en la zona de alta presión de la tubería de impulsión del sistema de bombeo Bosconia No IP-amb -034-18 .

El amb S.A. ESP basó las actividades desarrolladas en los grupos de procesos de: inicio, planeación básica y planeación detallada resumidas en este libro, describió en su pliego de condiciones: objetivos, entregables, plazo, presupuesto, forma de pago, fecha y sitio de entrega de las propuestas, cronograma del proceso, criterios de evaluación, materiales, herramientas, estrategias para el aseguramiento y control de la calidad, planos para la construcción de elementos, entre otros. Además de exigir a los proponentes adjuntar a sus propuestas algunas prácticas recomendadas por el PMI (Project Management Institute) como las siguientes:

- EDT (Estructura de Desglose de los Trabajos)
- Cronograma detallado con los trabajadores asignados en cada turno
- Matriz RACI (Responsable, Aprueba, es Consultado, es Informado)
- Plan de calidad del montaje

4.1.3.6 Selección de contratistas. Una vez entregadas las propuestas por parte de los contratistas, el acueducto metropolitano de Bucaramanga seleccionó la alternativa ganadora evaluando los criterios que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 15. Criterios de evaluación de contratistas

o	Criterio de evaluación	Puntaje
A	Evaluación jurídica	Admisible / No admisible
B	Evaluación financiera	Cumple / No cumple
C	Experiencia	Cumple / No cumple
D	Evaluación técnica	Cumple / No cumple
E	Evaluación económica	100 puntos
F	Aplicación de la reevaluación de contratista	Aprobado / No aprobado
G	Criterios de desempate	Aprobado / No aprobado

Fuente: Acueducto metropolitano de Bucaramanga, amb. S.A. ESP: INVITACIÓN PÚBLICA A COTIZAR No IP-amb-034-18 REFUERZO MECÁNICO EN LA ZONA DE ALTA PRESIÓN DE LA TUBERÍA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO BOSCONIA. Bucaramanga 2018. Pliego de condiciones volumen I. 58 P.

A) Evaluación jurídica (Admisible / No admisible)

Se revisó y evaluó el contenido de los documentos enunciados en el pliego de condiciones; en esta evaluación se verificó la presencia de cada uno de los documentos y su contenido.

B) Evaluación financiera (Cumple / No cumple)

Con las propuestas admisibles jurídicamente se evaluó la información financiera presentada por los proponentes en sus ofertas.

C) Experiencia (Cumple / No cumple)

Se efectuó la evaluación de experiencia únicamente a las propuestas que fueron admisibles jurídicamente; dicha evaluación se realizó con base en la información presentada por los proponentes en sus ofertas revisando el cumplimiento de las condiciones que enuncian y fueron establecidas en el pliego de condiciones.

D) Evaluación técnica (Cumple / No cumple)

Teniendo en cuenta las propuestas presentadas que son jurídicamente admisibles, y cumplieron con los criterios financieros y de experiencia la dirección de operaciones del acueducto metropolitano de Bucaramanga efectuó la evaluación técnica conforme a lo dispuesto en el pliego de condiciones.

E) Evaluación económica (Cumple / No cumple)

Se realizó la evaluación económica a las propuestas que cumplieron con los criterios anteriormente descritos. Esto fue evaluado conforme a lo señalado en el pliego de condiciones.

F) Aplicación de la reevaluación de contratistas (Aprobado / No aprobado)

Si el proponente dentro del registro de evaluación presenta calificación de aprobado mantendrá el puntaje obtenido, de lo contrario la propuesta será penalizada descontando cincuenta puntos del puntaje total obtenido. En caso de que el proponente no se encuentre calificado en el registro de reevaluación del amb, mantendrá el puntaje obtenido.

G) Criterios de desempate (Aprobado / No aprobado)

La empresa considera que existe empate cuando en dos o más propuestas la oferta económica que resulta de la aplicación del procedimiento y de los criterios de adjudicación señalados en los numerales anteriores es la misma.

Bajo este orden de ideas en caso de empate de dos o más propuestas en el primer lugar del orden de elegibilidad, se aplicarán los siguientes criterios de desempate:

- En caso de empate se adjudicará la más económica de las propuestas que obtengan el mayor puntaje total.
- Si el empate aún persiste, ganará quien presente el mayor indicador de capital de trabajo.
- Si subsiste el empate se definirá la adjudicación mediante un sorteo público entre las propuestas que registran el empate.

4.1.3.7 Reunión de la parada incluyendo a los contratistas. Este es el último paso la planeación, estas reuniones se llevaron a cabo haciendo uso del cronograma, la matriz RACI, la EDT, el plan de seguridad industrial y los formatos para reportes; el equipo encargado de la administración del proyecto de parada de planta realizó seguimiento de forma semanal a los trabajos realizados por los contratistas mediante estos encuentros.

5. CONCLUSIONES

Desarrollar el proyecto de grado “Plan de dirección para parada de planta, caso: sistema de tratamiento y bombeo Bosconia amb S.A E.P.S” significó la identificación de un nuevo campo laboral (gestión de proyectos) en el cual, se utilizaron conocimientos de ingeniería mecánica para minimizar el impacto social y económico producido al realizar el mantenimiento a elementos y máquinas en el acueducto metropolitano de Bucaramanga, velando por el beneficio de la empresa y la comunidad.

La identificación de los hitos para la parada de planta fue una tarea fundamental para desarrollo de su planeación, ya que a partir de estos eventos se delimitó el tiempo de las tareas más importantes del proyecto como lo fueron: definición y congelamiento del alcance, selección de contratistas, instalación de juntas, instalación de tubería, mantenimiento a equipos y reactivación de la planta.

A través del plan de seguridad industrial se logró la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos lo que permitió generar las medidas necesarias, para la reducción de accidentes en la ejecución de la parada.

Por medio de la definición de las estrategias del plan de calidad, se precisaron las medidas de aseguramiento y control que dieron cumplimiento a las especificaciones técnicas de los trabajos realizados por el contratista, siguiendo normativas y ensayos de verificación.

Por medio de la EDT (Estructura de Desglose de Trabajos) se representó el alcance del proyecto de parada de planta en función de sus entregables, los cuales fueron desglosados jerárquicamente hasta el nivel de paquetes de trabajo que facilitó el monitoreo y desarrollo del proyecto.

Los formatos desarrollados para los reportes semanales y mensuales permitieron al equipo realizar cambios oportunos a la planeación (en función del progreso de las actividades planeadas y del método del valor ganado), recopilando paralelamente información valiosa para el análisis de las lecciones aprendidas para las siguientes paradas de planta.

Se relacionaron las actividades de los paquetes de trabajos plasmados en la EDT (Estructura de desglose de trabajos) en el cronograma en donde se tuvo en cuenta la duración de las actividades, las dependencias y la ruta crítica con el objetivo de realizar seguimiento y ejecutar las actividades planeadas.

6. RECOMENDACIONES

Con el propósito de fortalecer el perfil profesional del ingeniero mecánico, se recomienda a la Universidad Industrial de Santander implementar dentro del plan de estudios de esta carrera, una asignatura que le permita al estudiante identificar las diferentes técnicas y herramientas que pueden ser implementadas para gestionar los proyectos a los que se pueda ver enfrentado en su vida laboral.

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda a las pequeñas y medianas empresas en general implementar el modelo de gestión para proyectos de parada de planta para situaciones similares, dado que este asegura el cumplimiento de los objetivos planeados, dentro de los costos y la duración establecida; aplicando las buenas prácticas de la gestión de proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

Acueducto metropolitano de Bucaramanga, amb. S.A. ESP: INVITACIÓN PÚBLICA A COTIZAR No IP-amb-034-18 REFUERZO MECÁNICO EN LA ZONA DE ALTA PRESIÓN DE LA TUBERÍA DE IMPULSIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO BOSCONIA. Bucaramanga 2018. Pliego de condiciones volumen I. 58 P.

amb. S.A. ESP. “Página oficial del acueducto metropolitano de Bucaramanga”. www.amb.com.co. Accedido el 06 de Jun. 2018.

GOMEZ ALMEIDA, Raúl Julián: Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE). Bucaramanga 2009, 113 P. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 45, guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgos, su identificación y valoración, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

INTERNATIONAL PROJECT MANAGEMENT ASSOCIATION. ICB Competence Baseline. IMPA 3 ed. 2006. 236 P.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos: Guía del PMBOK. 3 ed. 2004. 406 P.

TURLEY, Frank. El modelo de procesos del Prince 2, OGC. 3 ed. 2009. 60 p.

YAMAL CHAMOUN, NICOLÁS. Administración profesional de proyectos LA GUÍA. Mc. Graw Hill. 2002.