

METODOLOGÍA DE GESTIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE ORDENES DE
SERVICIO DE MANTENIMIENTO MAYOR BASADA EN RIESGO Y COSTOS DE
UNA COMPAÑÍA PRESTADORA DE SERVICIOS

JOSE LUIS SILVA REYES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
MAESTRÍA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2019

METODOLOGÍA DE GESTIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE ORDENES DE
SERVICIO DE MANTENIMIENTO MAYOR BASADA EN RIESGO Y COSTOS DE
UNA COMPAÑÍA PRESTADORA DE SERVICIOS

JOSE LUIS SILVA REYES

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de
Magíster en Gerencia de Mantenimiento

Director

JOSÉ ANÍBAL SERNA GIL

Ph. D. Ingeniería Química

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
MAESTRÍA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2019

DEDICATORIA

A Dios, la intersección de la virgen María y mis seres amados que siempre me apoyan.

José Luis Silva Reyes

AGRADECIMIENTOS

A todos los profesores de la maestría y al equipo de trabajo del posgrado por el apoyo.

El Autor

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2 JUSTIFICACIÓN	20
1.3 OBJETIVOS.....	21
1.3.1 Objetivo General	21
1.3.2 Objetivos Específicos.....	21
2. MARCO TEÓRICO	23
2.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO.....	23
2.1.1 Tipos de Mantenimiento.....	23
2.1.1.1 Mantenimiento de Rutina	23
2.1.1.2 Mantenimiento Predictivo.....	24
2.1.1.3 Mantenimiento Preventivo.....	24
2.1.1.4 Mantenimiento No-Programado (emergencia).....	24
2.2 PARADAS DE PLANTA.....	25
2.2.1 Tipos de Parada.....	25
2.2.1.1 Paradas programadas.....	25
2.2.1.2 Paradas no programadas.....	25
2.2.2 Etapas de la Gestión de Paradas Programadas de Planta Mayor	26
2.2.2.1 Etapa 1. Iniciación.....	27
2.2.2.2 Etapa 2. Preparación.	28
2.2.2.3 Etapa 3. Ejecución	30
2.2.2.4 Etapa 4. Terminación	31

2.3 GESTIÓN DE COSTOS.....	32
2.3.1 Gestión del Valor Ganado.....	32
2.3.2 Pronósticos	35
2.3.3 Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI)	36
2.3.4 Revisiones del Desempeño	37
2.4 AUDITORÍAS DE MANTENIMIENTO	38
2.4.1 Introducción.....	38
2.4.2 La auditoría de mantenimiento	40
2.4.3 Documentación a preparar previamente	41
2.4.4 El informe final	43
2.4.5 Frecuencia recomendable para la realización de auditorías	44
2.5 GESTIÓN DE RIESGOS.....	44
2.5.1 Planificar la Gestión de los Riesgos.....	48
2.5.2 Identificar los Riesgos	51
2.5.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos	52
2.5.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos	54
2.5.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	55
2.5.6 Controlar los Riesgos	56
 3. EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO MAYOR EN PARADAS DE PLANTA.....	 58
3.1 GENERALIDADES	58
3.1.1 Tipos de mantenimientos mayores	58
3.1.2 Organización.....	59
3.1.3 Indicadores	61
3.1.4 Datos reales de ejecución.....	62
3.2 METODOLOGÍA ACTUAL	63
3.2.1 Emisión Recomendación Técnica (cliente)	64
3.2.2 Análisis Recomendación Técnica	64
3.2.3 Costeo con base en Recomendación Técnica.....	65

3.2.4 Análisis de costeo Recomendación Técnica (cliente)	65
3.2.5 Asignación ODS (cliente)	66
3.2.6 Acta de inicio ODS	66
3.2.7 Planeación ODS	66
3.2.8 Alistamiento ODS.....	67
3.2.9 Ejecución ODS.....	67
3.2.10 Aceptación de trabajos (cliente)	69
3.2.11 Cierre ODS	69
 4. AUDITORÍA DE LA METODOLOGÍA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO MAYOR EN PARADAS DE PLANTA DE UNA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS	 70
4.1 FORMATO DE AUDITORÍA.....	70
4.2 APLICACIÓN - HALLAZGOS.....	74
4.2.1 Tabulación de resultados y análisis general de los mismos.....	75
4.2.2 Análisis de hallazgos	76
4.2.2.1 Estrategia (regular).	76
4.2.2.2 Organización (regular).	77
4.2.2.3 Alcance (bueno).....	77
4.2.2.4 Riesgos (muy malo).	77
4.2.2.5 Planificación (bueno).	78
4.2.2.6 Programación (bueno).	78
4.2.2.7 Costos (muy malo).....	79
4.2.2.8 Logística (regular).	79
4.2.2.9 Ejecución y control (bueno).....	79
4.2.2.10 Cierre (regular).....	80
4.3 OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	80
4.3.1 Estrategia.....	81
4.3.2 Organización.....	81
4.3.3 Alcance.	81

4.3.4 Riesgos.....	82
4.3.5 Planificación.....	82
4.3.6 Programación.....	82
4.3.7 Costos.....	83
4.3.8 Logística.....	83
4.3.9 Ejecución y control.....	83
4.3.10 Cierre.....	84
 5. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL PROCESO DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO MAYOR EN PARADAS DE PLANTA.....	 85
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	85
5.1.1 Análisis Recomendación Técnica	87
5.1.2 Costeo con base en Recomendación Técnica.....	89
5.1.3 Acta de inicio ODS.....	90
5.1.4 Planeación ODS	91
5.1.4.1 Subproceso gestión de costos.....	91
5.1.4.2 Subproceso gestión de riesgos.....	92
5.1.5 Alistamiento ODS.....	93
5.1.6 Ejecución ODS.....	94
5.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN UN CASO REAL.....	96
5.2.1 Análisis Recomendación Técnica.....	97
5.2.2 Costeo con base en Recomendación Técnica.....	98
5.2.3 Acta de inicio ODS.....	98
5.2.4 Planeación ODS	99
5.2.5 Alistamiento ODS.....	100
5.2.6 Ejecución ODS.....	101
 6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA Y ACTUAL	 103
6.1 TIEMPO	103

6.2 CALIDAD	104
6.3 COSTOS.....	104
7. CONCLUSIONES	105
BIBLIOGRAFÍA	107
ANEXOS	CONSULTAR CD

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. División de las tareas en las etapas y sub-etapas.	30
Figura 2. Valor Ganado, Valor Planificado y Costos Reales.	34
Figura 3. Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI).	37
Figura 4. Planificar la Gestión de los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas.	49
Figura 5. Diagrama de Flujo de Datos de Planificar la Gestión de los Riesgos.	49
Figura 6. Proceso identificación de los riesgos.	51
Figura 7. Proceso análisis cualitativo de riesgos.	52
Figura 8. Proceso análisis cuantitativo de riesgos.	54
Figura 9. Planificar la respuesta a los riesgos.	56
Figura 10. Proceso de control de riesgos.	57
Figura 11. Organigrama equipo transversal.	60
Figura 12. Organigrama de ejecución para diferentes ODS.	61
Figura 13. Esquema metodología actual.	63
Figura 14. Resultados aplicación de auditoría a la metodología actual.	74
Figura 15. Esquema general de metodología propuesta.	86
Figura 16. Línea de tiempo propuesta para fases de parada de planta.	87
Figura 17. Proceso análisis recomendación técnica.	88
Figura 18. Proceso Costeo trabajos según recomendación técnica.	89
Figura 19. Proceso acta de inicio.	91
Figura 20. Proceso planeación.	93
Figura 21. Proceso alistamiento.	94
Figura 22. Proceso ejecución y control.	96
Figura 23. Proceso ejecución y control.	97

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Etapa de Iniciación con los temas y actividades críticas.....	27
Tabla 2. Temas y actividades críticas relacionados con la etapa de preparación..	29
Tabla 3. Temas y actividades críticas de la etapa de terminación.	31
Tabla 4. Resumen de los cálculos del valor ganado.....	39
Tabla 5. Indicadores de desempeño de la empresa prestadora de servicio.	62
Tabla 6. Indicadores de desempeño de la empresa prestadora de servicio en el último año.	62
Tabla 7. Áreas de gestión de auditoría de paradas de planta.....	70
Tabla 8. Respuestas y puntuaciones para preguntas de auditoría.	71
Tabla 9. Cantidad de preguntas y máxima puntuación por área de gestión de auditoría.	72
Tabla 10. Calificación del desempeño del mantenimiento con base en resultado.	72
Tabla 11. Clasificación propuesta por rangos de porcentaje de respuestas auditoría.	73
Tabla 12. Resultados obtenidos por cada área de gestión en auditoría.	75

LISTA DE ANEXOS

(Ver anexos adjuntos en el CD, el cual puede consultar en la Base de Datos de la Biblioteca de la Universidad Industrial de Santander)

Anexo A. Aplicación de formato de auditoria de mantenimiento con parada de planta.

Anexo B. Aplicación de metodología de gestión actual al mantenimiento de un chiller – ODS 04.

Anexo C. Aplicación de metodología de gestión propuesta al mantenimiento de un chiller – ODS 06.

Anexo D. Matriz de análisis de riesgo de la empresa prestadora de servicios.

RESUMEN

TÍTULO: METODOLOGÍA DE GESTIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE ORDENES DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO MAYOR BASADA EN RIESGO Y COSTOS DE UNA COMPAÑÍA PRESTADORA DE SERVICIOS.¹

AUTORES: JOSE LUIS SILVA REYES.²

PALABRAS CLAVES: METODOLOGÍA, PARADA, MANTENIMIENTO, SERVICIO, COSTO, RIESGO, CONTRATISTA, ESTRATEGIA.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO:

En este trabajo de grado, se propone una metodología de gestión para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor en paradas de planta basada en riesgos y costos, para una empresa prestadora de servicios.

En el mercado actual las empresas prestadoras de servicios principalmente son calificadas por su propuesta económica. Teniendo en cuenta esto los presupuestos al momento de la ejecución son limitados. Se toma el caso de una empresa prestadora de servicios y su actual metodología de ejecución, donde se tiene la problemática de faltar a los indicadores de cumplimiento de tiempos, costos de ejecución y calidad del servicio.

Se realiza la aplicación de una auditoría de mantenimiento en paradas de planta, para identificar las áreas de gestión con grandes oportunidades de mejora, resultando la gestión de riesgos y costos. Teniendo en cuenta esto se propone mejorar las fases de la actual metodología, donde se deben reforzar estas áreas de gestión.

Con el fin de evaluar la metodología propuesta se aplica a un mantenimiento mayor con alcance muy similar a los ya ejecutados, y realizar un posterior análisis comparativo con el previamente ejecutado en los indicadores claves que son tiempo de ejecución, costos de ejecución y calidad del servicio.

Finalmente se realizan las conclusiones y recomendaciones de este trabajo de grado, donde se refleja el resultado en la mejora de los indicadores de la empresa prestadora de servicios.

¹ Trabajo de grado.

² Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Maestría en Gerencia de Mantenimiento. Director: José Aníbal Serna Gil, Ph. D. en Ingeniería Química.

SUMMARY

TITLE: METHODOLOGY OF MANAGEMENT FOR THE EXECUTION OF SERVICE ORDERS OF MAJOR MAINTENANCE BASED ON RISK AND COSTS IN A CONTRACTOR COMPANY.³

AUTHOR: JOSE LUIS SILVA REYES.⁴

KEYWORDS: METHODOLOGY, TURNAROUND, MAINTENANCE, SERVICE, COST, RISK, CONTRACTOR, STRATEGY.

DESCRIPTION OR CONTENTS:

In this work of degree, a management methodology is proposed for the execution of service orders of major maintenance in shutdowns of plant based on risks and costs, for a contractor company.

In the current market, contractors are mainly qualified by their economic proposal. Considering this, the budgets at the time of execution are limited. It takes the case of a contractor company and its current execution methodology, where there is the problem of missing the indicators of compliance with times, execution costs and quality of service.

The implementation of a maintenance audit in plant turnarounds is carried out, to identify management areas with great opportunities for improvement, resulting in the management of risks and costs. Taking this into account, it is proposed to improve the phases of the current methodology, where these management areas should be reinforced.

In order to evaluate the proposed methodology, it is applied to a major maintenance with scope very similar to those already executed, and to carry out a later comparative analysis with the previously executed in the key indicators that are execution time, execution costs and service quality.

Finally, the conclusions and recommendations of this degree work are made, where the result is reflected in the improvement of the indicators of the contractor company.

³ Bachelor Thesis.

⁴ Faculty of Engineering Physics and Mechanics. Mechanical Engineering School. Magister in Maintenance Management. Director: José Aníbal Serna Gil, Ph. D. Chemical Engineering.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el negocio del mantenimiento para empresas contratistas o prestadoras de servicios en la industria del petróleo, ha llevado a incrementar la competitividad, siendo esta la principal consecuencia de la caída del precio del barril, que a pesar de su leve recuperación no ha mejorado las condiciones a las que se enfrentan las empresas prestadoras de servicios en el momento de un proceso licitatorio. Teniendo en cuenta esto, las empresas que participan en los procesos tienen la experiencia, experticia y calidad esperada para prestar el servicio, quedando como único factor el económico para asignar los contratos, es decir la empresa de menor presupuesto es la que va a ganar el proceso. Esto lleva a una ejecución de contratos con restricciones de recursos, que está llevando a la reinversión de las empresas prestadoras de servicio, con el fin de lograr las utilidades prometidas a sus directivos sin descuidar el cumplimiento de las tareas contratadas.

Esta realidad también se presenta en las empresas que prestan servicios durante los mantenimientos con parada de planta, donde hay poca literatura para la gestión gerencial desde el punto de vista del contratista, la mayor parte está enfocada al dueño del activo. Por esta razón el trabajo de grado se enfoca en la realidad de una empresa prestadora de servicio que tiene presupuesto muy limitado para la ejecución de mantenimientos mayores a equipos rotativos durante paradas de planta. La realidad de esta empresa indica incumplimiento en los tiempos de ejecución pactados, sobre costos de ejecución y problemas en la calidad del servicio prestado.

Esta realidad que puede ser mejorada al estudiar su condición actual e identificar las oportunidades de mejora, que lleven a una metodología de gestión que cumpla con sus objetivos que son un trabajo de calidad, dentro de los tiempos y

presupuestos establecidos, con la satisfacción del cliente que generen valor agregado.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, el mantenimiento como en las otras áreas de una organización tiene el reto de optimizar sus costos, llevando a tomar decisiones para lograr tal objetivo, como por ejemplo la tercerización de actividades. Dentro de estas tareas del mantenimiento normalmente en las industrias la que más se terceriza es la ejecución de los mantenimientos mayores o paradas de planta.

Las empresas prestadoras de servicio realizan los trabajos tercerizados, como mantenimiento mayor de equipos rotativos en paradas de planta por medio de órdenes de servicio.

La asignación de estos trabajos se realiza con procesos licitatorios, donde las empresas prestadoras de servicio competentes participan para la adjudicación de la orden de servicio correspondiente. Hoy en día el criterio de evaluación más importante en los procesos licitatorios es la propuesta económica, teniendo en cuenta que son invitadas a participar las empresas prestadoras del servicio que cumplen con la experticia, experiencia, recursos y capacidad económica para el desarrollo de la actividad.

Con el fin de presentar la oferta económica más competitiva del proceso de selección, las empresas prestadoras de servicio se retan en materia de costos para lograr tal objetivo, haciendo ajustes importantes en los diferentes procesos de ejecución de una orden de servicio.

Estos ajustes económicos en las etapas licitatorias son además afectados por descuentos solicitados por el cliente en fases de negociación, que incrementan el

reto en cuanto a costos, que en ocasiones ponen en apuros a las empresas prestadoras de servicio durante su etapa de ejecución de los mantenimientos mayores luego de la adjudicación, poniendo en riesgo el margen de utilidad esperado por los directivos de dichas empresas prestadoras de servicio.

Lo anterior lleva a tomar decisiones administrativas que pueden llegar a tener impacto negativo en la ejecución de los servicios, si no se tienen en cuenta los procesos de las diferentes áreas de gestión en actividades de mantenimiento mayor de una empresa prestadora de servicio.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta que actualmente en la industria para ganar un contrato de mantenimiento se deben tener precios competitivos en el mercado, que conllevan a retarse en los costos de ejecución para obtener los márgenes de utilidad que exigen los directivos de las compañías prestadoras de servicio, se hace necesario establecer una metodología para garantizar que los costos netos de ejecución van a ser los mejores basados en el riesgo.

Los descuentos realizados a los presupuestos ofertados en las etapas de licitación ponen en apuros a los equipos de ejecución en el desarrollo de las órdenes de servicio, ya que se encuentran con costos ajustados para poder realizar ejecuciones de los servicios con el valor agregado prometido.

En el momento de la ejecución de las órdenes de servicio, la gerencia del proyecto se encuentra con desviaciones en ciertos costos que tuvieron que ser sometidos a los descuentos para poder ganar el proceso de selección. Este nuevo reto en cuanto a presupuesto disponible, lleva a la toma de decisiones en los diferentes procesos de la ejecución de la orden de servicio, como por ejemplo, buscar proveedores que

se ajusten a la necesidad real de la empresa prestadora de servicio, o cambiar el número de mano de obra directa para la ejecución de la actividad. Estas decisiones se toman luego de la adjudicación de la orden de servicio, ya con la presión que normalmente se vive en las paradas de planta que exigen respuesta inmediata por su naturaleza, poniendo en riesgo el servicio si no es tomada acertadamente, pudiendo impactar en los principales objetivos de estas actividades de mantenimiento, que es recuperar la confiabilidad del activo dentro del tiempo y presupuesto establecido.

Algunos de los problemas que se pueden solventar en cuanto a la implementación de una metodología para ejecución basada en riesgo es evitar reprocesos en la intervención de los equipos rotativos mayores, demoras en la entrega de servicios subcontratados, demoras en la recepción de suministros, entre otros eventos que afectan los tiempos de ejecución pactados en el plan de trabajo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General. Proponer y evaluar una metodología de gestión de una compañía prestadora de servicios para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor basada en riesgo y costos.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Realizar auditoría de mantenimiento al proceso de Orden de servicio de una empresa del mercado Oil&Gas para identificar oportunidades de mejora enfocadas en el control de costos con base en el riesgo.

- Establecer los elementos de la metodología que permita controlar los costos de la ejecución de una empresa prestadora de servicios basado en riesgos.
- Evaluar la metodología para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor basado en riesgo en la ejecución de un mantenimiento parcial de un equipo rotativo mayor, para verificar la optimización de costos aplicándola a un caso real.
- Realizar Pronósticos de ejecución de un mantenimiento mayor en cuanto a tiempo y costos, para el proceso de toma de decisiones dentro de la metodología propuesta.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO⁵

2.1.1 Tipos de Mantenimiento. La finalidad del mantenimiento es realizar de la forma más económicamente posible, garantizando calidad y cantidad de las máquinas y equipos disponibles para una producción, cumplan las funciones especificadas a su desempeño en los fines especificados. En un uso determinado de tiempo de maquinaria y equipos estos están sujetos a desgaste y daños que se pueden reducir con una inspección y mantenimiento oportuno. Los sistemas de mantenimiento se pueden agrupar en los siguientes grupos principales: de rutina, predictivo, preventivo y no programados.

2.1.1.1 Mantenimiento de Rutina. Es el primer momento de un mantenimiento moderno. Involucra los departamentos de producción y mantenimiento, para garantizar la disponibilidad de los equipos para el mantenimiento sin afectar de algún modo la producción, permitiendo llevar los equipos a disposición del taller para efectuar reparaciones sin perjudicar la producción activa. Se constituye en el Cuidado Básico de Equipos (BEC – Basic Equipment Care).

⁵ SERNA, Aníbal. Memorias de clase de Gestión de Paradas Programadas de Planta Mayor. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Maestría en Gerencia de Mantenimiento. 2017. 304 p.

2.1.1.2 Mantenimiento Predictivo. Es un paso más avanzado en comparación con el mantenimiento de rutina, se amplía con un análisis más detallado y una planificación más precisa de los trabajos a realizar teniendo en cuenta el alcance, la logística y asignación de mano de obra del mantenimiento.

2.1.1.3 Mantenimiento Preventivo. Este tipo de mantenimiento es una mejora del mantenimiento predictivo. Con una política de sustitución y modificación en lugar de reparación. Los objetivos de un plan de mantenimiento preventivo son:

- Prolongar la vida útil de los equipos y asegurar la disponibilidad óptima.
- Minimizar el desgaste y los daños con el objeto de preservar el valor de los equipos y de la planta.
- Proteger la inversión en activos productivos
- Garantizar la seguridad del proceso, de los equipos y del personal
- Mantener los activos productivos en buen estado de funcionamiento.

2.1.1.4 Mantenimiento No-Programado (emergencia). Se realiza cada vez que se presente un servicio de reparación de emergencia. En este caso la disponibilidad de los recursos y equipos se reduce en general para el mantenimiento.

2.2 PARADAS DE PLANTA⁶

2.2.1 Tipos de Parada. Generalmente las paradas de planta se clasifican en dos tipos: Paradas Programadas y Paradas no programadas o de emergencia.

2.2.1.1 Paradas programadas. Se suelen clasificar en los siguientes tipos:

- a) Paradas Menores: De corta duración en tiempos inactivos de las plantas, realizando pequeñas actividades de mantenimiento.
- b) Paradas Mayores: De un largo periodo de tiempo para su ejecución, de gran magnitud en el mantenimiento de equipos grandes y complejos. Es necesario un plan de actividades, recursos y presupuesto.
- c) Paradas periódicas: De rutina, puede ser semanal, mensual o anual. Es un mantenimiento menor en los equipos mayores.
- d) Paradas anuales: El tiempo varía de dos semanas a tres meses, con el objetivo de realizar reparaciones importantes, repotenciación o rehabilitación de maquinaria, que incluyen mantenimientos mayores.

2.2.1.2 Paradas no programadas.

- a) Por falla: Ocurren en los equipos y suelen ser de dos tipos:
 - Esporádica: Son inesperadas y se presentan en componentes de los equipos de largos periodos de operación, como resultado de deterioro o

⁶ SERNA, Aníbal. Memorias de clase de Gestión de Paradas Programadas de Planta Mayor. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Maestría en Gerencia de Mantenimiento. 2017. 304 p.

desgaste de los componentes mecánicos y eléctricos. Para evitar este tipo de falla, es prudente realizar un mantenimiento correctivo en las condiciones normales de funcionamiento.

- Crónica: Son frecuentes y se presentan como resultado de daños en los servicios prestados por los componentes de los equipos, en las herramientas y en la operación. No son detectables fácilmente, pues su origen puede ser por varias razones o motivos.
- b) Inadecuada operación y/o mantenimiento: Son los grandes generadores del daño de equipos o maquinaria, reduciendo su vida útil.
- c) Escases de materia prima: Por la reducción de materia prima o la parada no programada por falta de esta.
- d) Paradas de servicios industriales: Ocasionadas cuando proveedores externos no suministran los elementos necesarios para el funcionamiento de un equipo o máquina que depende del suministro externo de algún componente.

2.2.2 Etapas de la Gestión de Paradas Programadas de Planta Mayor. Las paradas constan de un proceso cíclico de cuatro etapas: Iniciación, preparación, ejecución y terminación. Teniendo en cuenta que el inicio de la próxima parada se da a continuación de la terminación de la parada actual o presente.

2.2.2.1 Etapa 1. Iniciación. Esta etapa de Parada se da desde la terminación de la anterior o en el momento que se considere oportuno y necesario realizar una nueva. En la iniciación se definen detalles específicos como el análisis de las actividades, la generación de las lecciones aprendidas y la lectura de los datos históricos de las paradas anteriores. Además, se establecen los retos y objetivos de la parada. Algunos de los temas y actividades críticas se tabulan a continuación, tabla 1.

Tabla 1. Etapa de Iniciación con los temas y actividades críticas.

Temas Críticos	Actividades Críticas
• Revisión de históricos: hechos y datos • Definición de objetivos • Definición de políticas • Minimización de costos • Comprensión y balanceo de limitaciones • Delegación de autoridad • Medición y monitoreo del desempeño • Enfoque flexible	• El comité de gestión de la parada debe estar integrado por altos directivos • Los gerentes de parada de planta son nombrados para que sean responsables por la totalidad de esta. • Los gerentes de parada organizan a los líderes responsables de la recolección y análisis de históricos • El equipo de trabajo propio de la planta proporciona el conocimiento, los datos técnicos, los históricos y el relato de los problemas actuales. • El equipo de planta facilita el trabajo de iniciación y los formatos.

Fuente: SERNA, Aníbal. Memorias de clase de Gestión de Paradas Programadas de Planta Mayor. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Maestría en Gerencia de Mantenimiento. 2017. 304 p.

2.2.2.2 Etapa 2. Preparación. Esta etapa es la más importante y puede tener un tiempo de 3 a 18 meses.

Se especifican en esta etapa según los datos técnicos y no técnicos, los materiales y equipos, se programan los recursos, se estiman los costos, se definen las tareas necesarias para la ejecución de la parada. Es importante en esta etapa la lista de trabajo que tiene un elemento de incertidumbre que permite predecir las actividades imprevistas con los equipos y maquinaria. Esta lista fundamenta la seguridad, la calidad, los costos, los equipos, los materiales, los recursos, la logística y la duración de la parada.

El equipo de preparación de la parada en conjunto con los participantes del equipo de trabajo de la planta valida la lista de trabajo que se ha elaborado. Los temas y actividades críticas relacionadas con la etapa de preparación se muestran en detalle en la tabla 2.

Tabla 2. Temas y actividades críticas relacionados con la etapa de preparación.

Temas Críticos	Actividades Críticas
• Gerenciar un equipo de trabajo pequeño. • Traducir políticas en proyectos definidos • Revisar el alcance del trabajo y la preparación de listas de trabajo y su costo • Revisar los contratos y los objetivos establecidos • Listar las actividades críticas • Definir y analizar las contingencias • Seleccionar los participantes del equipo de trabajo y delegar funciones • Formular reglas y normas de trabajo seguro • Resolver los problemas que surjan durante el proceso de parada de planta • Realizar seguimiento de los entregables, del tiempo y del desempeño de toda la parada.	• El planeador y el equipo de preparación o alistamiento elaboran las especificaciones de trabajo, el plan de trabajo de pre apagada y aseguran la adquisición de todos los elementos y materiales necesarios. Asignan contratos y organizan la logística del sitio • El ingeniero de preparación de la parada elabora las tareas más importantes, mientras que optimiza los cambios, el horario de trabajo, el organigrama, la estimación de costos, el control del gasto y gestión de los recursos. • El Gerente de la parada también evalúa los contratistas, así como la lista de trabajos. Asegura la seguridad del personal y la calidad de toda la parada. • El comité de gestión analiza, discute y aporta su decisión / aprobación al Plan de parada remitido por el gerente de esta.

Fuente: SERNA, Aníbal. Memorias de clase de Gestión de Paradas Programadas de Planta Mayor. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Maestría en Gerencia de Mantenimiento. 2017. 304 p.

2.2.2.3 Etapa 3. Ejecución. En esta etapa se realiza la ejecución de la planeación y la preparación de la parada. La etapa de ejecución se caracteriza por la vigilancia y ejecución en horario, seguridad, calidad y costos. Puede durar de dos a ocho semanas dependiendo de la complejidad de esta. La ejecución se divide en varias sub-etapas, tal como se muestra en la figura 1.

Figura 1. División de las tareas en las etapas y sub-etapas.



Fuente: SERNA, Aníbal. Memorias de clase de Gestión de Paradas Programadas de Planta Mayor. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Maestría en Gerencia de Mantenimiento. 2017. 304 p.

2.2.2.4 Etapa 4. Terminación. La última etapa es la terminación, en esta los trabajos de la parada se cierran y se hace la comparación de los resultados con el plan. En esta etapa se revisan los trabajos realizados, las actividades para garantizar la seguridad, se asegura que la planta se devuelva en la condición adecuada para la satisfacción de los miembros de la organización de la parada.

Se realiza la relación de costos y el inventario con el objetivo de identificar los sobrantes. Antes de la entrega de la planta se debe hacer una limpieza general. La fase de ejecución consiste en seguir los siguientes temas y actividades críticas mostradas en la tabla 3.

Tabla 3. Temas y actividades críticas de la etapa de terminación.

Temas Críticos	Actividades Críticas
• La coordinación de todas las actividades • Control planificado, así como los trabajos de emergencia fuera de la programación • Monitoreo de la seguridad, la calidad y la reducción al mínimo de los gastos • Resolución y manejo de problemas	• Los costos y gastos son analizados por el equipo de control • Una vez que finaliza la ejecución todo gerente de parada desmoviliza el equipo de ejecución y moviliza el equipo de arranque y puesta en marcha. • Puesta en marcha del equipo alineado con el equipo central de la planta como estaba previsto.

Fuente: SERNA, Aníbal. Memorias de clase de Gestión de Paradas Programadas de Planta Mayor. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Maestría en Gerencia de Mantenimiento. 2017. 304 p

2.3 GESTIÓN DE COSTOS⁷

2.3.1 Gestión del Valor Ganado. La gestión del valor ganado (EVM) es la metodología que combina las medidas de alcance, recursos y cronograma para la evaluación del desempeño y el avance de un proyecto.

Este método integra la línea base del alcance con la línea base de costos, en conjunto con la línea base del cronograma, para generar la línea base del desempeño; facilitando la evaluación, la medida de desempeño y el avance del proyecto. Esta técnica metodológica permite medir el desempeño de un proyecto en cualquier sector o campo de acción que se desee aplicar. El EVM establece y monitorea tres dimensiones clave para cada trabajo y cada cuenta de control:

- **Valor planificado:** PV es el presupuesto autorizado y asignado al trabajo programado a ejecutarse para completar una actividad o componente, sin recurrir a la reserva de gestión. Este presupuesto determina el trabajo físico que se debería llevar hasta el momento. También se conoce como (PMB) línea básica para la medición del desempeño. El presupuesto final hasta la conclusión se conoce como BAC.
- **Valor ganado:** EV es la medida del trabajo realizado en comparación al presupuesto autorizado y destinado para este mismo. Su medida corresponde con el PMB y no puede superar el PV destinado para el trabajo. Se establecen criterios para la medición del avance de cada componente de la EDT/WBS para medir el trabajo en curso. El monitoreo del EV por parte de

⁷ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1

los directores del proyecto sirve para medir el total acumulado, los incrementos y establecer las tendencias del desempeño a un largo plazo.

- **Costo real:** AC es el costo por el trabajo realizado en una actividad durante un periodo de tiempo determinado. El coste real debe corresponder a lo presupuestado por el PV y lo medido por el EV. El AC no tiene límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV.

También se monitorearán las variaciones o desviaciones con respecto a la línea base aprobada:

- **Variación del cronograma:** SV se expresa como la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado del desempeño del programa. Es la medición del desempeño del cronograma en un proyecto. Permite determinar la relación de la fecha de entrega de un proyecto, si esta adelantada o atrasado. Es recomendable utilizar la variación del cronograma en consonancia con la metodología de programación de la ruta crítica (CPM) y la gestión de riesgos. Fórmula: $SV = EV - PV$.
- **Variación del costo:** CV se expresa como la diferencia entre el valor ganado y el costo real. Mide el desempeño del costo en un proyecto. Indica en cifras reales la relación entre el costo incurrido y el desempeño real. Puede ser el déficit o el superávit presupuestario en un proyecto. Fórmula: $CV = EV - AC$.

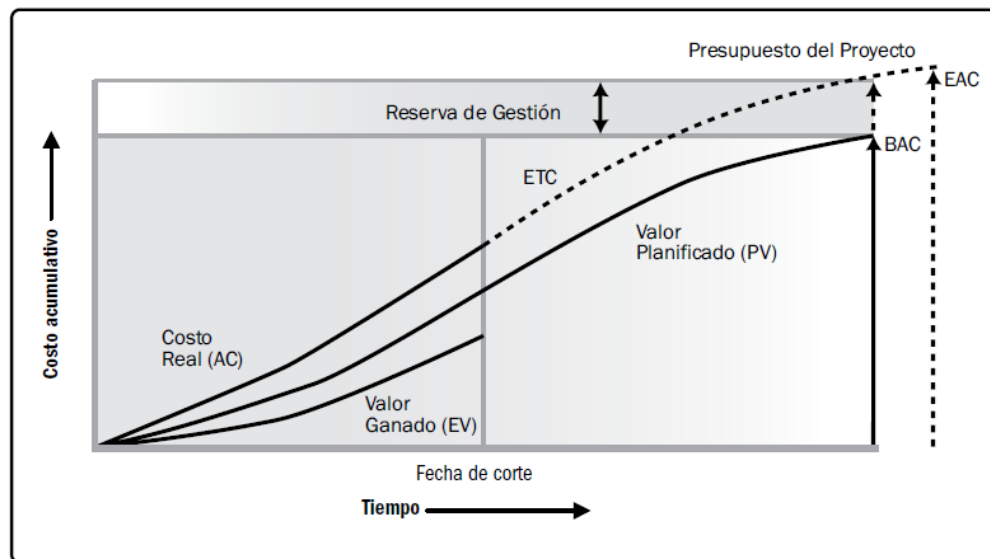
Las variaciones SV y CV son útiles para poder determinar el estado del proyecto, en el desempeño de los costos y el cronograma.

- **Índice de desempeño del cronograma:** SPI mide la eficiencia del cronograma. Es la razón entre el valor ganado y el valor planificado. Mide el tiempo utilizado en el proyecto y la eficiencia del equipo de trabajo en el

mismo. El SPI mide todo el trabajo realizado en el proyecto, por tanto, se debe analizar el desempeño de la ruta crítica para mirar si terminan antes o después de la fecha determinada para la finalización del proyecto. El SPI es igual a la razón entre el EV y el PV. Fórmula: $SPI = EV/PV$

- **Índice del desempeño del costo:** CPI es la razón entre el valor ganado y costo real, dando como resultado la eficiencia del costo de los recursos presupuestados en el trabajo completado. Los índices son útiles para determinar el estado de un proyecto y proporcionar una base para la estimación del costo y del cronograma al final del proyecto. Fórmula: $CPI = EV/AC$. La figura 2 emplea Curvas S para representar los datos del EV para un proyecto cuyo costo excede el presupuesto y cuyo plan de trabajo está retrasado.

Figura 2. Valor Ganado, Valor Planificado y Costos Reales.



Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

2.3.2 Pronósticos. En el avance de un proyecto, se puede realizar un y desarrollar un pronóstico de la estimación a la conclusión EAC, que podría diferir del presupuesto hasta la conclusión BAC, sobre el desempeño del proyecto. Pronosticar el EAC, es la realización de proyecciones a condiciones y eventos futuros para el proyecto, teniendo como base la información de desempeño y los conocimientos disponibles para el pronóstico.

Los pronósticos que se generan, emiten nuevos datos sobre la base del desempeño del trabajo, proveyendo información que puede causar impacto futuro en el proyecto.

Las EAC están basadas en los costos reales incurridos para completar el trabajo, más la estimación hasta la conclusión ETC del trabajo restante. El método común del pronóstico EAC es una suma ascendente manual, basada en los costos reales y la experiencia adquirida para la estimación de la conclusión del trabajo final. Fórmula: $EAC = AC + ETC$ ascendente.

Las EAC realizadas manualmente pueden ser comparadas con las EACs calculadas para diferentes escenarios de riesgo. Se utilizan los valores acumulados de CPI y SPI para realizar este cálculo. Por otro lado, los datos del EVM generan EACs estadísticas rápidamente, a continuación, se describen las tres más comunes:

- **Pronóstico de la EAC para trabajo de ETC a la tasa presupuestada:** Tiene como base el desempeño real del proyecto a la fecha, representado en los costos reales, previendo que el trabajo a futuro de la ETC se realice con la tasa presupuestada. Fórmula: $EAC = AC + (BAC - EV)$.
- **Pronóstico del EAC para el trabajo de la ETC con el CPI actual:** Tiene como presupuesto que lo que ha experimentado el proyecto hasta la fecha lo puede seguir experimentando. Se asume que el trabajo correspondiente a la

ETC se llevara a cabo según el mismo índice de desempeño del costo (CPI) acumulativo que el proyecto ha mantenido hasta la fecha hasta la fecha.
Fórmula: $EAC = BAC / CPI$.

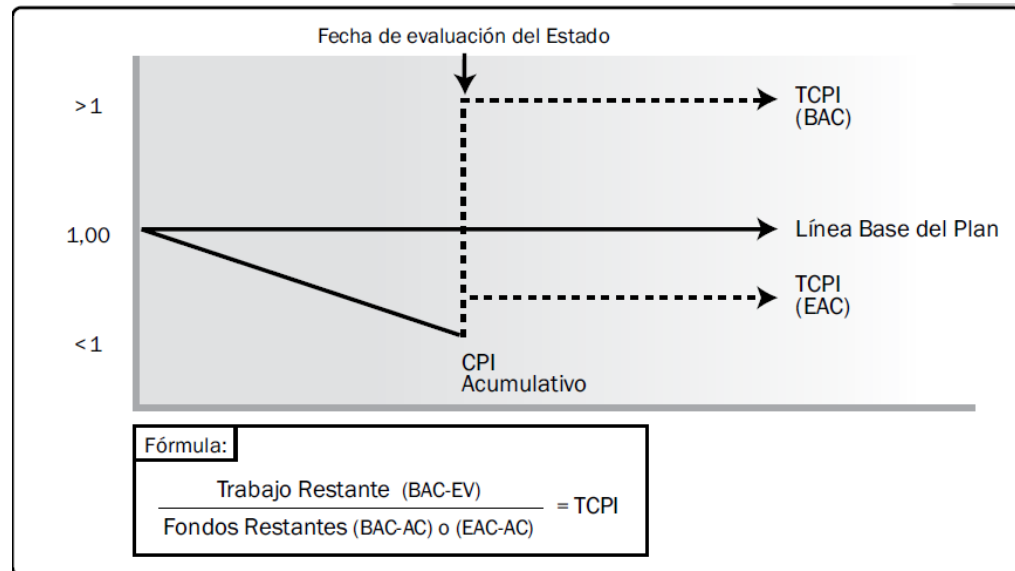
- **Pronostico del EAC para el trabajo del ETC considerando ambos factores, SPI y CPI:** El pronóstico se realizará según una tasa de eficiencia tiene como base los factores SPI y CPI. La variación en la utilización de estos factores está con relación a la proporción que el director del proyecto considere. Fórmula: $EAC = AC + [(BAC - EV) / (CPI \times SPI)]$

Cualquiera de este enfoque proporciona al equipo del proyecto a prevenciones tempranas si el EAC no está dentro de los límites de las tolerancias aceptables.

2.3.3 Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI). Es una medida o proyección calculada del desempeño del costo que se debe llegar alcanzar con los recursos restantes para cumplir con un determinado objetivo de gestión específica tal cual como sucede con el BAC o la EAC. Si el BAC deja de ser viable para el proyecto, el director de este debería tener en cuenta la EAC pronosticada. Una vez confirmada y aprobada, la EAC puede sustituir al BAC en el cálculo del TCPI. La fórmula para el TCPI basada en el BAC es la siguiente: $(BAC - EV) / (BAC - AC)$.

En la figura 3 se representa gráficamente el concepto del TCPI.

Figura 3. Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI).



Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

2.3.4 Revisiones del Desempeño. Estas revisiones comparan el desempeño del costo a lo largo del tiempo, los trabajos que excedieron o estuvieron por debajo del presupuesto y los recursos o fondos necesarios para completar el trabajo. Si se utiliza el EVM, se puede establecer la siguiente información:

- **Análisis de variación:** El análisis de variación se enfoca más en las variaciones relativas al costo y al cronograma.
- **Respecto al cronograma** permite determinar las desviaciones o variantes respecto a la línea base de la programación, dando las bases para acciones preventivas o correctivas. Las mediciones del costo se utilizan para medir las variantes o desviaciones respecto a la línea base del costo original, permitiendo determinar si son viables o no acciones preventivas o correctivas.

- **Análisis de tendencias:** Examina la tendencia del proyecto para determinar si está mejorando o si se está deteriorando en términos del BAC con respecto a la EAC y las fechas de finalización.
- **Desempeño del valor ganado:** Es la comparación de la línea base del desempeño PMB con respecto al desempeño real del cronograma y el rendimiento del costo.

En la tabla 4 se presentan las fórmulas del EVM dentro del resumen de los cálculos.

2.4 AUDITORÍAS DE MANTENIMIENTO⁸

2.4.1 Introducción. Al momento de realizar la evaluación de un servicio prestado, el departamento encargado de verificar la ejecución del trabajo identifica cada uno de los objetivos planteados y la gestión para su desarrollo y cumplimiento, así buscando proyectar un resultado del servicio de mantenimiento prestado, para esto se toma en cuenta tres posibles respuestas que están entre un sí, no o un regular.

Cabe agregar que las diferentes opciones de respuestas mencionadas apuntan a un resultado insatisfactorio en cuanto a la información brindada, ya que entre ellas se encuentran diversos puntos intermedios que cuestionan la planeación, ejecución y verificación del trabajo que se realizó, de esta manera no informa con exactitud lo que se desea mejorar para llevar los resultados a una gestión de trabajo excelente.

⁸ GARCÍA GARRIDO, Santiago. Auditorías de Mantenimiento. Madrid: Editorial RENOVETEC, 2009. 34 p.

Tabla 4. Resumen de los cálculos del valor ganado.

Análisis del Valor Ganado					
Abreviatura	Nombre	Definición del Léxico	Cómo se usa	Fórmula	Interpretación del Resultado
PV	Valor Planificado	El presupuesto autorizado que ha sido asignado al trabajo programado.	El valor del trabajo planificado hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte o la de finalización del proyecto.		
EV	Valor Ganado	La medida del trabajo realizado, expresado en términos del presupuesto autorizado para dicho trabajo.	El valor planificado de todo el trabajo completado (ganado) hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte, sin referencia a los costos reales.	$EV = \text{suma del valor planificado del trabajo realizado.}$	
AC	Costo Real	El costo incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un determinado período de tiempo.	El costo real de todo el trabajo realizado hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte.		
BAC	Presupuesto hasta la Conclusión	La suma de todos los presupuestos establecidos para el trabajo a realizar.	El valor de la totalidad del trabajo planificado, la línea base de costos del proyecto.		
CV	Variación del Costo	El monto del déficit o superávit presupuestario en un momento dado, expresado como la diferencia entre el valor ganado y el costo real.	La diferencia entre el valor del trabajo realizado hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte, y los costos reales en ese mismo momento.	$CV = EV - AC$	Positiva = Por debajo del costo planificado Neutra = Igual al costo planificado Negativa = Por encima del costo planificado
SV	Variación del Cronograma	La medida en que el proyecto está adelantado o retrasado en relación con la fecha de entrega planificada, en un determinado momento, expresada como la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado.	La diferencia entre el valor del trabajo realizado hasta un determinado momento, generalmente la fecha de corte, y el trabajo planificado que debería estar finalizado en ese mismo momento.	$SV = EV - PV$	Positiva = Adelanto con respecto al cronograma Neutra = De acuerdo con el cronograma Negativa = Retraso con respecto al cronograma
VAC	Variación a la Conclusión	Proyección del monto del déficit o superávit presupuestario, expresada como la diferencia entre el presupuesto al concluir y la estimación al concluir.	La diferencia estimada en costo a la conclusión del proyecto.	$VAC = BAC - EAC$	Positiva = Por debajo del costo planificado Neutra = Igual al costo planificado Negativa = Por encima del costo planificado
CPI	Índice de Desempeño del Costo	Una medida de la eficiencia en costos de los recursos presupuestados expresada como la razón entre el valor ganado y el costo real.	Un CPI de 1,0 significa que el proyecto está exactamente en el presupuesto, que el trabajo realizado hasta el momento es exactamente igual al costo hasta la fecha. Otros valores muestran el porcentaje de los costos que han sobrepasado o que no han alcanzado la cantidad presupuestada para el trabajo realizado.	$CPI = EV/AC$	Mayor que 1,0 = Por debajo del costo planificado Exactamente 1,0 = En el costo planificado Menor que 1,0 = Por encima del costo planificado
SPI	Índice de Desempeño del Cronograma	Una medida de la eficiencia del cronograma que se expresa como la razón entre el valor ganado y el valor planificado.	Un SPI de 1,0 significa que el proyecto se ajusta exactamente al cronograma, que el trabajo realizado hasta el momento coincide exactamente con el trabajo planificado hasta la fecha. Otros valores muestran el porcentaje de los costos que han sobrepasado o que no han alcanzado la cantidad presupuestada para el trabajo realizado.	$SPI = EV/PV$	Mayor que 1,0 = Adelanto con respecto al cronograma Exactamente 1,0 = Ajustado al cronograma Menor que 1,0 = Retraso con respecto al cronograma
EAC	Estimación a la Conclusión	El costo total previsto de completar todo el trabajo, expresado como la suma del costo real a la fecha y la estimación hasta la conclusión.	Si se espera que el CPI sea el mismo para el resto del proyecto, se puede calcular EAC con la fórmula: Si el trabajo futuro se va a realizar según la tasa planificada, utilizar: Si el plan inicial ya no fuera viable, utilizar: Si tanto CPI como SPI tienen influencia sobre el trabajo restante, utilizar:	$EAC = BAC/CPI$ $EAC = AC + BAC - EV$ $EAC = AC + ETC \text{ ascendente.}$ $EAC = AC + [(BAC - EV)/(CPI \times SPI)]$	
ETC	Estimación hasta la Conclusión	El costo previsto para terminar todo el trabajo restante del proyecto.	Si se asume que el trabajo está avanzando de acuerdo con el plan, el costo para completar el trabajo autorizado restante se puede calcular mediante la utilización de: Volver a estimar el trabajo restante de manera ascendente.	$ETC = EAC - AC$ $ETC = \text{Volver a estimar}$	
TCPI	Índice de Desempeño del Trabajo por Completar	Medida del desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir con un objetivo de gestión especificado, expresada como la tasa entre el costo para culminar el trabajo pendiente y el presupuesto restante.	La eficiencia que es preciso mantener para cumplir el plan. La eficiencia que es preciso mantener para completar la EAC actual.	$TCPI = (BAC - EV)/(BAC - AC)$ $TCPI = (BAC - EV)/(EAC - AC)$	Mayor que 1,0 = Más difícil de completar Exactamente 1,0 = Igual Menor que 1,0 = Más fácil de completar Mayor que 1,0 = Más difícil de completar Exactamente 1,0 = Igual Menor que 1,0 = Más fácil de completar

Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

Hecha la observación anterior, se plantea una acción de mejora en donde se orienta a la realización de un trabajo comparativo entre los resultados reales con resultados ideales en una Auditoría de Mantenimiento y así determinar los aspectos positivos y por mejorar en busca de resultados más eficaces. Resulta oportuno tomar en cuenta la evaluación por un ente externo permitiendo objetividad en los resultados y una evaluación interna, en donde se pueda reconocer la gestión desde los aspectos positivos y por mejorar proyectando a un nivel de excelencia y calidad.

La Calidad hace referencia al cumplimiento que tiene un producto ofrecido, en donde se alcance cada uno de los detalles requeridos por el cliente, buscando satisfacer las necesidades que este ha encomendado al ente prestador del servicio. Es importante siempre cumplir con las expectativas y generar la confiabilidad, esto garantiza un punto favorable hacia la empresa, pues de esto dependen las recomendaciones y nuevos contratos. El principal objetivo de la calidad y la excelencia en el mantenimiento es la máxima disponibilidad al mínimo costo de ejecución.

2.4.2 La auditoría de mantenimiento. Como principal objetivo al realizar una Auditoría de Mantenimiento, tiene que corroborar como se gestionan las diferentes áreas del mantenimiento. Es así como dentro del análisis está la búsqueda de estrategias de solución y mejoramiento, evitando el cuestionamiento negativo al ente responsable, más bien contribuyendo en la innovación y construcción de caminos objetivos que permitan la optimización de recursos, de acuerdo con el previo estudio realizado.

Es importante tener en cuenta la diferencia entre una Auditoría Técnica y Auditoría de Gestión. La primera tiene como finalidad determinar el estado de una instalación y la segunda, se encarga de determinar el grado de excelencia de un departamento de mantenimiento y de su forma de gestionar.

En los resultados de una auditoría de mantenimiento, los ítems con más baja puntuación deben incluirse en un plan de acción y al ejecutar la nueva auditoría deben tener corregidos las acciones de mejora propuestas y así verificar con resultados las mejorías que se realizaron. En este sentido en cuestión de meses los resultados no favorables obtenidos en una primera auditoría, mostrarán grandes y favorables cambios que se reflejarán en la próxima auditoría de mantenimiento.

Es esencial tomar en cuenta que el punto de mayor importancia de una Auditoría de Mantenimiento es, el Plan de acción, ya que allí se identifican las falencias posibles durante el proceso de gestión y sus correspondientes formas de solución. Frente a las soluciones es importante la búsqueda de optimizar factores como tiempo y recursos.

2.4.3 Documentación a preparar previamente. Para llevar a cabo una Auditoría de Mantenimiento, se hace indispensable disponer de la documentación pertinente que permite iniciar este proceso, de esto claramente está encargado la persona seleccionada, es así como la visita que tomará algunos días revisará minuciosamente cada departamento requerido, información que en campo se hace verídica, pues así se confirma lo detallado en los formatos dispuestos para la ejecución de cada trabajo en curso o realizado.

En este sentido vale aclarar la diferencia entre las auditorías que se proponen para comprobar la calidad del servicio de mantenimiento y las auditorías internas realizadas para obtener o mantener la acreditación ISO 9000, pues en estas radica la importancia de la revisión de documentación y para en caso de la Auditoría que se propone enfatiza su trabajo en la revisión de la evaluación de cada una de las cuestiones estudiadas en campo. La documentación por preparar es la que se presenta a continuación:

Documentación para preparar al realizar una auditoría de mantenimiento

Mano de obra:

- Organigrama. Categoría, especialidad y funciones del personal.
- Cualificación del personal directo.
- Plan de formación.
- Estadística de absentismo.

Medios técnicos:

- Inventario de herramientas.

Métodos de trabajo:

- Lista de equipos que componen la planta o instalación auditada.
- Plan de mantenimiento de los equipos significativos.
- Gamas de mantenimiento realizadas (hojas rellenas) en un periodo determinado.
- Lista de Equipos Críticos de la planta.
- Procedimientos de trabajo habituales.
- Informes mensuales de mantenimiento.
- Listas de averías típicas (síntomas, causa y solución).
- Lista de repuesto que hay en planta, y stock mínimo que se considera necesario.
- Propuestas de mejora realizadas por mantenimiento.

Materiales y subcontratos:

- Lista de repuesto mínimo que se considera necesario tener en stock.
- Inventario de materiales en almacenes.
- Lista de materiales valorados en un periodo determinado.

Resultados obtenidos:

- Disponibilidad de planta.
- Indicadores de que se disponga.
- Coste Global de mantenimiento.

2.4.4 El informe final. Se establece como objetivo principal de una Auditoría de Gestión de Mantenimiento identificar todos aquellos puntos susceptibles de optimización y proponer cambios organizativos y de gestión que supongan una mejora del sistema de mantenimiento.

Esto indica que en el informe de la Auditoría debe detallar la realidad en que se encuentra los aspectos analizados, haciendo énfasis en los puntos determinantes de los aspectos por mejorar, tomando el modelo de excelencia anteriormente referido. Proponiendo así las acciones de mejora, en donde se incluyan los entes responsables y los recursos necesarios para llevar a cabo las acciones propuestas, permitiendo acercarse al modelo ideal planteado.

En primer lugar, el Plan de Acción debe contemplar, que las recomendaciones y acciones de mejora planteadas deben ser ejecutadas por un ente responsable, que se encargue de planificar cada una de las acciones con un compromiso, en donde la optimización de los tiempos preestablecidos permita ofrecer credibilidad, seguridad y responsabilidad en la hora de la ejecución.

2.4.5 Frecuencia recomendable para la realización de auditorías. Es importante destacar que realizar una Auditoría de Mantenimiento se puede convertir en una actividad puntual, podría ser realizada una sola vez durante el periodo de vigencia y actividad de la empresa. Sin embargo, de acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando crece una necesidad que resulta con mayor interés, y es así como la propuesta de realizar auditorías con mayor frecuencia tiene mucho más interés y sus resultados en la mejora de la planta son más rápidos y evidentes, convirtiéndose así en una rutina que ofrece resultados con índices de mejoría elevados.

Ciertamente, la periodicidad dependerá del tipo de empresa y de la situación de partida. Cuanto más grande sea la empresa, o cuanto peor sea la situación de partida, más recomendable resulta aumentar la frecuencia. Con referencia a lo anterior al adoptarse como herramienta de mejora la ejecución de auditorías, es pertinente efectuar un cronograma en el que se reflejen las fechas de realización.

Como frecuencias de referencia, pueden tomarse las siguientes:

- Las tres primeras, a intervalos de 3-4 meses.
- A partir de la cuarta, anuales.

2.5 GESTIÓN DE RIESGOS⁹

La Gestión de los Riesgos del Proyecto contiene cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, estudio, proyección de respuesta y control de los riesgos de un proyecto. Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto consisten en aumentar la

⁹ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto.

A continuación, se mencionan los procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto:

- Planificar la Gestión de los Riesgos.
- Identificar los Riesgos.
- Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos.
- Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos.
- Planificar la Respuesta a los Riesgos.
- Controlar los Riesgos.
- Evaluar el impacto.

El riesgo de un proyecto es un suceso o estado fortuito que, al presentarse, podría ocasionar un efecto negativo en uno o más de los objetivos propuestos en el proyecto, entre esos el alcance, el cronograma, el costo y la calidad.

Un riesgo puede presentar más de una causa, y en caso tal de concretarse, uno o más impactos. Dentro las causas se incluyen que puede ser un requisito especificado o potencial, un hipotético, una limitación o una situación que cree la posibilidad de resultados en forma positiva o negativa. Para este caso, una causa se refleja cuando se solicita un permiso de tipo ambiental o restricciones en el personal requerido para el desarrollo del trabajo.

Ante la situación planteada de un permiso de tipo ambiental, el riesgo se encuentra en el ente encargado de emitir el permiso que se requiere, ya que puede presentar inconvenientes al momento del cumplimiento de la solicitud. Al presentarse algún evento incierto, se puede generar un impacto en la planeación, cronograma, cumplimiento o costos del proyecto.

Las circunstancias de riesgo pueden contener aspectos del entorno del proyecto o de la organización que incrementen el riesgo, tales como las prácticas no eficientes de quien lidera, la deficiencia de un sistema de gestión que integre aspectos favorables, la saturación de proyectos, incluso el depender de colaboradores externos al proyecto.

Los riesgos del proyecto se originan en el dilema de identificar y analizar los factores con mayor incidencia o probabilidad de limitaciones por entes externos, estos riesgos previamente estudiados, hacen posible una planificación y solución eficaz a los posibles riesgos. Al no conocerse los factores que incidan en un riesgo, se hace complicado y poco eficiente realizar un plan que gestione su solución, sin embargo, se debe mantener una reserva o plan extra que permita dar salida de manera preventiva y rápida, en tanto es posible el análisis detallado para su gestión eficaz.

Los riesgos se pueden presentar de manera individual o global, estas difieren en que al ser individual su solución es rápida y optima, frente al riesgo global del proyecto ya que presenta la suma de riesgos individuales, adicionando el efecto de la incertidumbre, representando la exposición de los interesados a las implicaciones y las variaciones en los resultados del proyecto.

Las organizaciones divisan el riesgo como el resultado de la incertidumbre sobre los objetivos del proyecto y de la organización. Las organizaciones y los interesados están en disposición a aceptar diferentes niveles de riesgo, frente a la actitud que se tome en los posibles riesgos. Estas actitudes pueden tener algunos efectos que se categorizan de la siguiente manera:

- **Apetito de riesgo**, que es el grado de incertidumbre que una entidad está dispuesta a aceptar, con miras a una recompensa.
- **Tolerancia al riesgo**, que es el grado, cantidad o volumen de riesgo que podrá resistir una organización o individuo.

- Umbral de riesgo, que se refiere a la medida del nivel de incertidumbre o el nivel de impacto en el que un interesado pueda tener particular interés. Por debajo de ese umbral de riesgo, la organización aceptará el riesgo. Por encima de ese umbral de riesgo, la organización no tolerará el riesgo.

De presentarse el caso, la actitud que se toma frente al riesgo de una organización puede incluir su apetito por la incertidumbre, su umbral para los niveles de riesgo que son inadmisibles o su tolerancia al riesgo, a partir de lo cual la organización puede seleccionar una respuesta al riesgo diferente.

Los riesgos positivos y negativos se distinguen por lo general como oportunidades y amenazas. El proyecto puede ser viable si los riesgos están dentro del rango de tolerancia y existe un balance que permita apropiarse de su ejecución. Los riesgos positivos que ofrecen oportunidades dentro de los límites de la tolerancia al riesgo permiten realizar la ejecución con el fin de un óptimo resultado. Por ejemplo, adoptar una técnica de optimización de recursos radical, constituye un riesgo que se asume a la espera de un beneficio como consecuencia de utilizar menos recursos.

Las personas y los grupos adoptan actitudes frente al riesgo que influyen la forma en dar la respuesta a mencionados riesgos. Cada actitud adoptada en el momento de asumir el riesgo está impulsada por la disposición previa, como la tolerancia, la percepción, incluso la misma predisposición, entre otros factores que buscan encaminar soluciones rápidas y eficaces.

Es importante tomar en cuenta que para cada proyecto debe desarrollarse un enfoque que esté relacionado en materia de riesgos, la notificación, la gestión, que al ser objetiva y consciente, propone resultados óptimos en busca del equilibrio del proyecto, que percibe una organización entre asumir y evitar los riesgos.

Para tener éxito, toda organización debe asumir el compromiso de manera proactiva y consistente la gestión del riesgo durante la ejecución del proyecto. Se debería realizar una elección consciente a todos los niveles de la organización para identificar activamente y procurar una gestión de riesgos eficaz durante la vida del proyecto. El riesgo del proyecto puede existir desde el mismo momento en que se inicia el proyecto.

Al avanzar en un proyecto que no tenga un enfoque a la proactividad de la gestión de riesgos, da lugar a que exista una mayor probabilidad de presentar problemas, en consecuencia, de la no gestión de las amenazas.

2.5.1 Planificar la Gestión de los Riesgos. Planificar la Gestión de los Riesgos es el proceso de precisar cómo ejecutar las acciones de gestión de riesgos de un proyecto. la ventaja principal de este proceso es que permite asegurar el nivel, el tipo y la visibilidad de la gestión de riesgos corresponden y son coherentes tanto con los riesgos, como con la importancia del proyecto para la organización.

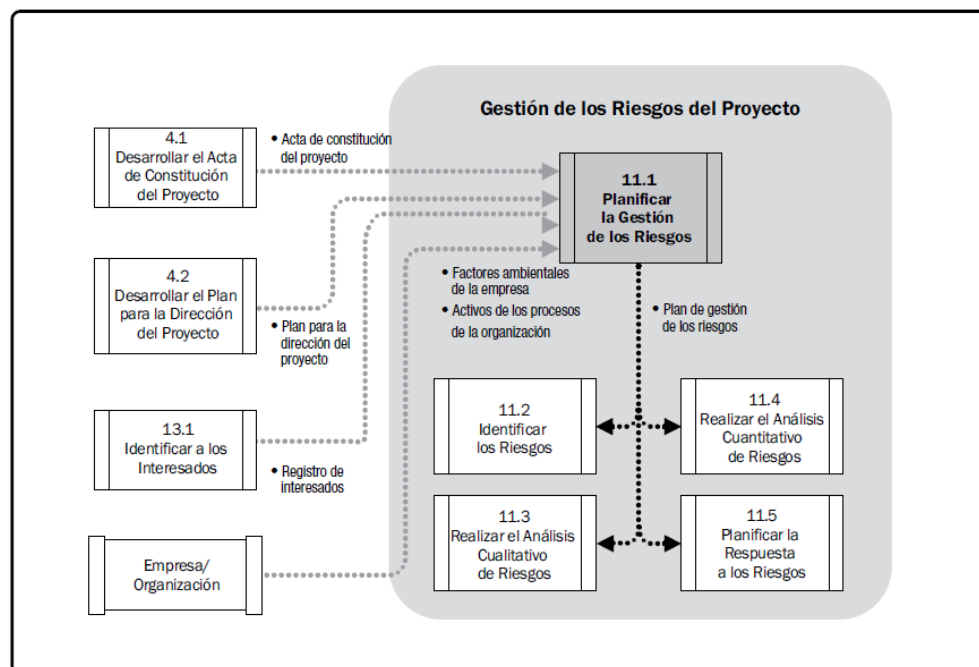
El plan de gestión de los riesgos es trascendente para mantener una buena comunicación que permita llegar a acuerdos por parte de todos los participantes del proyecto, con la finalidad de ser respaldado en el proceso de gestión del riesgo y llevado a cabo de manera eficaz a lo largo del ciclo de vida del proyecto. La figura 4 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso. La figura 5 representa el diagrama de flujo de datos del proceso.

Figura 4. Planificar la Gestión de los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas.



Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

Figura 5. Diagrama de Flujo de Datos de Planificar la Gestión de los Riesgos.



Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

Una planificación minuciosa y clara permite aumentar la probabilidad de resultados positivos de los otros procesos de gestión de riesgos. La planificación también es importante para facilitar el tiempo y los recursos necesarios para la ejecución de actividades de gestión de riesgos y para constituir una base pactada para la evaluación de riesgos.

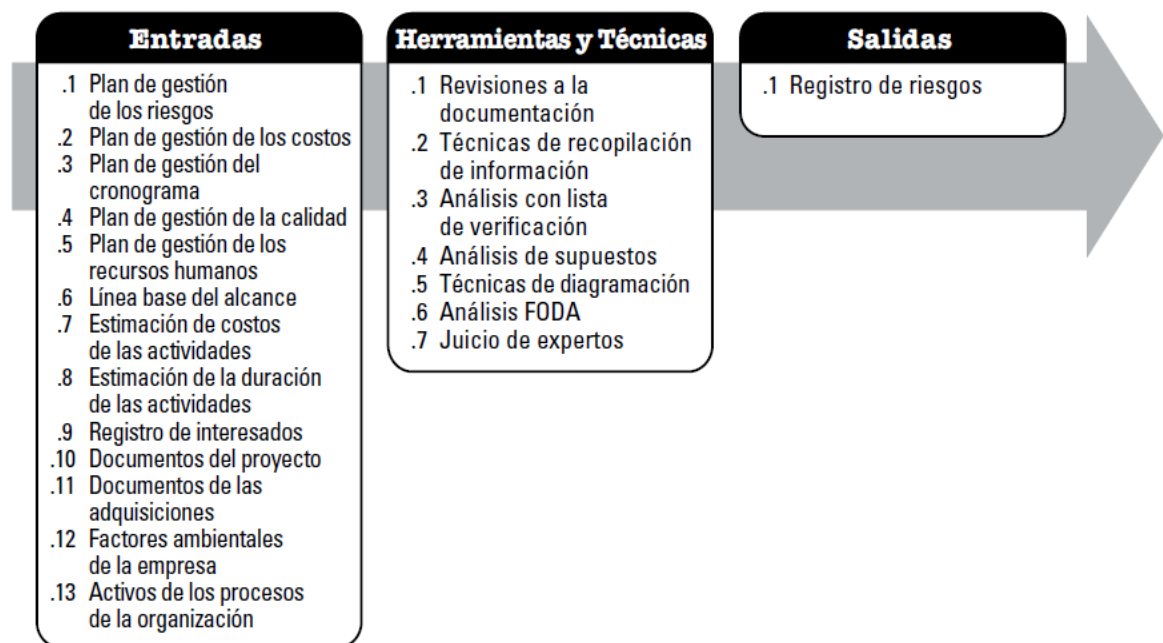
El proceso Planificar la Gestión de los Riesgos debe iniciar en cuanto se crea el proyecto y debe perfeccionar en las fases tempranas de planificación de este. Los colaboradores en las acciones de identificación de riesgos pueden incluir: el directivo encargado del proyecto, los miembros del equipo del proyecto, el equipo de gestión de riesgos (si está asignado), clientes, expertos en la materia externos al equipo del proyecto, usuarios finales, otros directores.

Al momento de identificar los riesgos en un proceso, se debe tener en cuenta que este debe ser reiterado, debido a que pueden progresar o se pueden manifestar nuevos riesgos conforme el proyecto avanza. La frecuencia de insistencia y la participación en cada etapa puede cambiar respecto a una u otra situación. El formato de las declaraciones de riesgos debe ser firme, y así asegurar que cada riesgo se alcance con éxito y sin imprecisiones a fin de poder llevar a cabo un análisis y un progreso de resultados positivos.

La declaración de riesgos debe fortalecer la capacidad de contrastar el resultado relativo de un riesgo, respecto a otros riesgos posibles del proyecto. El proceso debe incluir al conjunto del proyecto, así este pueda desarrollar y conservar un sentido de responsabilidad, asertividad por los riesgos y las acciones de contestación asociadas. Los interesados externos al equipo del proyecto pueden proporcionar información objetiva adicional.

2.5.2 Identificar los Riesgos. Identificar los riesgos es el proceso de establecer los riesgos que pueden perturbar al proyecto y documentar sus características. El beneficio clave de este proceso es la documentación de los riesgos que se conocen y como estos ofrecen la capacidad de orientar al equipo del proyecto para anticipar eventos. La figura 6 muestra las entradas, salidas, herramientas y técnicas.

Figura 6. Proceso identificación de los riesgos.

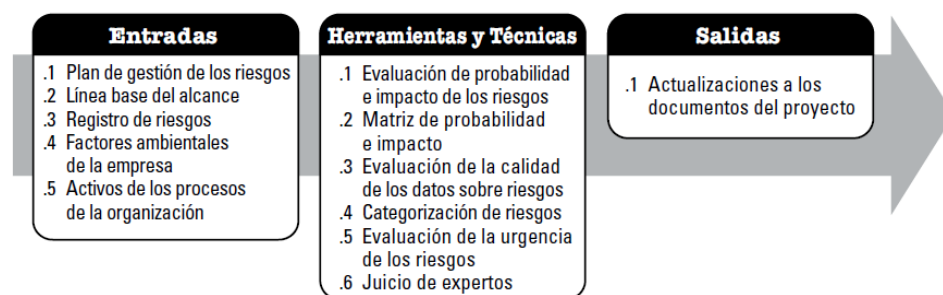


Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

2.5.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos. Para anticipar riesgos se debe realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos que es el proceso para el análisis o acción posterior, en donde se evalúa y combina la probabilidad de ocurrencia y huella que generan los posibles riesgos.

El beneficio principal de este proceso permite a los encargados principales del proyecto disminuir el nivel de incertidumbre y concentrarse en los riesgos de alta prelación. En la figura 7 se muestra el proceso cualitativo de riesgos.

Figura 7. Proceso análisis cualitativo de riesgos.



Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

Al Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos, permite evaluar la prelación de los riesgos reconocidos a través de la probabilidad relativa de ocurrencia, que directamente corresponde a los objetivos planteados del proyecto, en caso tal de presentarse los riesgos, o factores tales como el plazo de cumplimiento, la tolerancia al riesgo que se vinculen con la restricción de costos, cumplimiento de cronograma, alcance y calidad.

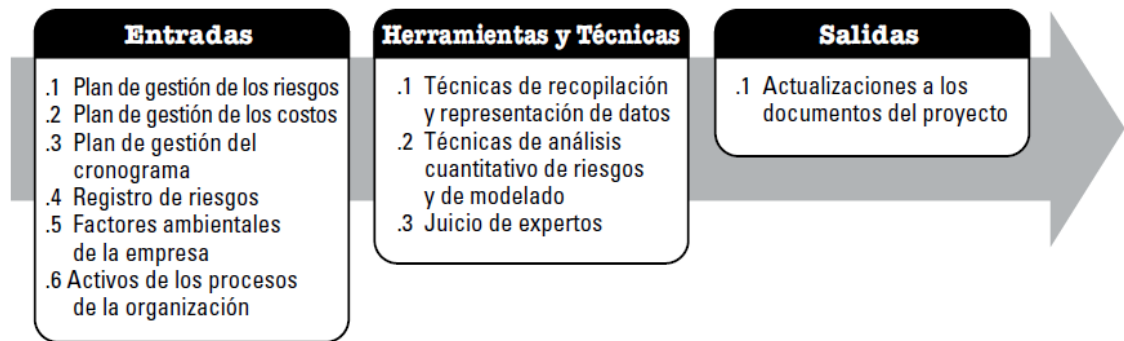
Estas evaluaciones expresan la actitud frente a los riesgos, que presenta el equipo del proyecto como de los entes externos interesados. Es por esto que evaluar de manera pertinente, requiere la identificación detallada y la gestión de las perspectivas frente al riesgo por parte de los participantes clave en el marco del proceso Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos. Al tenerse estos enfoques frente al riesgo, introducen sesgos en la evaluación de los riesgos que han sido identificados, es así como se debe dar la atención precisa en el momento de la identificación de dichos sesgos y en su corrección.

Cuando se definen los niveles de probabilidad e impacto permite la reducción de la influencia de sesgos. La temporalidad de las acciones críticas relacionadas con los riesgos puede enaltecer la importancia de un riesgo evaluado. De aquí que una evaluación de calidad de la información sobre los riesgos del proyecto contribuye a aclarar la evaluación de la importancia del riesgo para el proyecto.

Cuando se dispone a Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos por lo general es un medio rápido y económico que permite establecer prioridades para Planificar la Respuesta a los Riesgos y sienta las bases para Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos, en casi de ser necesario. El ejecutar el Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos lleva consigo un método regular durante el ciclo de vida del proyecto, como se define en el plan de gestión de los riesgos del proyecto. Este proceso puede encaminar al proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos o directamente al proceso Planificar la Respuesta a los Riesgos.

2.5.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos es el paso a paso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. El aspecto benéfico importante de este proceso es, generar información cuantitativa acerca de los riesgos para dar apoyo en la toma de decisiones con el fin de disminuir la incertidumbre del proyecto. La figura 8 presenta el proceso del análisis cuantitativo de los riesgos.

Figura 8. Proceso análisis cuantitativo de riesgos.



Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

El proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos es aplicable a los riesgos que han sido priorizados mediante el proceso Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos por presentar una posibilidad de impacto significativo sobre las instancias concurrentes del proyecto. El proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos se encarga de analizar el efecto de los mencionados riesgos sobre los objetivos del proyecto. Se usa fundamentalmente para evaluar el efecto acumulado que ha dejado todos los riesgos que afectan el proyecto. al guiarse los riesgos en el análisis

cuantitativo, permite que el proceso pueda asignar a los posibles riesgos un rango numérico individual como prioridad.

Generalmente, el proceso del Análisis Cuantitativo de Riesgos se ejecuta seguidamente del proceso del Análisis Cualitativo de Riesgos, para algunas situaciones se puede presentar que no sea posible llevar a cabo el proceso del Análisis Cuantitativo de Riesgos a causa de la poca información que de manera oportuna permita desarrollar los modelos adecuados.

La persona encargada del proyecto debe guiarse por el juicio valorativo de quienes tengan la experiencia mayor para determinar las necesidades y la viabilidad del análisis cuantitativo de los riesgos, así como la disponibilidad de tiempo y presupuesto, la necesidad de declaraciones cualitativas o cuantitativas frente a los riesgos y sus impactos, permitirán identificar el método o métodos asertivo a utilizar en el proyecto.

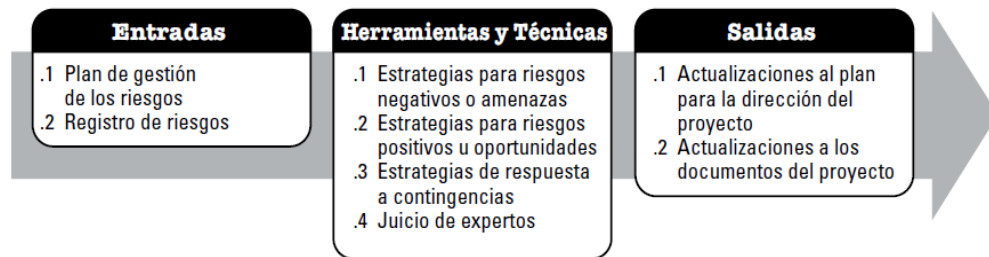
El proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos debe realizarse de nuevo de acuerdo con las necesidades, como parte del proceso Controlar los Riesgos, para detectar si la disminución del riesgo fue favorable. Las tendencias pueden ser indicador de la necesidad en una mayor o menor atención a las acciones pertinentes en cuanto a la gestión del riesgo.

2.5.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos. Son las acciones que permiten desarrollar las opciones y acciones para optimizar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

El beneficio principal del proceso es abordar los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el cronograma y el plan

para la dirección del proyecto, según las necesidades. La figura 9 presenta el proceso de planificar la respuesta a los riesgos.

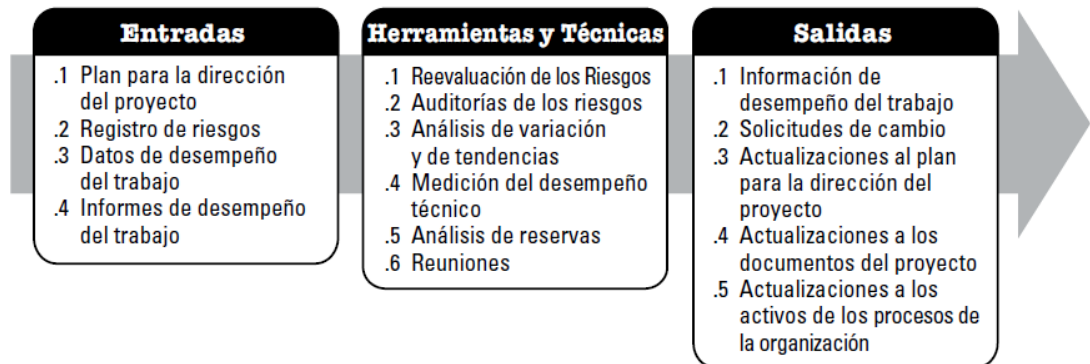
Figura 9. Planificar la respuesta a los riesgos.



Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

2.5.6 Controlar los Riesgos. Tener control de los Riesgos es el proceso de efectuar los planes de respuesta a los riesgos, realizar seguimiento a los riesgos identificados, monitorear los riesgos secundarios, identificar riesgos nuevos y valorar que tan efectivo es el proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto. El beneficio principal de este proceso es que permite mejorar la eficiencia del enfoque de la gestión de riesgos durante todo el ciclo de vida del proyecto, optimizando continuamente las respuestas a los riesgos. La figura 10 presenta el proceso de control de riesgos.

Figura 10. Proceso de control de riesgos.



Fuente: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

3. EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO MAYOR EN PARADAS DE PLANTA

3.1 GENERALIDADES

Para el propósito académico de este trabajo de grado a continuación, se describe el contexto de una empresa prestadora de servicios de mantenimiento mayor a la industria del petróleo. El contenido descrito a partir de este capítulo es resultado del acompañamiento a dicha empresa prestadora de servicio durante el desarrollo del plan.

El cliente posee un grupo de ejecución de mantenimiento reducido, por lo que se ve en la necesidad de contratar con una empresa prestadora de servicio que lo apoye en los mantenimientos mayores a equipos rotativos, que se ejecutan principalmente en las paradas de planta y son de tipo especializado debido a la criticidad de los equipos para la operación del cliente. La empresa prestadora de servicios contratada ejecuta los mantenimientos mayores por medio de Órdenes de Servicio (ODS) emitidas por el cliente.

3.1.1 Tipos de mantenimientos mayores. Los mantenimientos mayores a equipos rotativos en paradas de planta se clasifican de la siguiente forma de acuerdo con:

- **Mantenimiento tipo A:** son intervenciones a equipos rotativos mayores que tienen duraciones en la ejecución con tiempo superior a 20 días y que requieren de un equipo mínimo de trabajo. El equipo mínimo es: líder de ejecución, especialista técnico, programador e inspector de calidad.

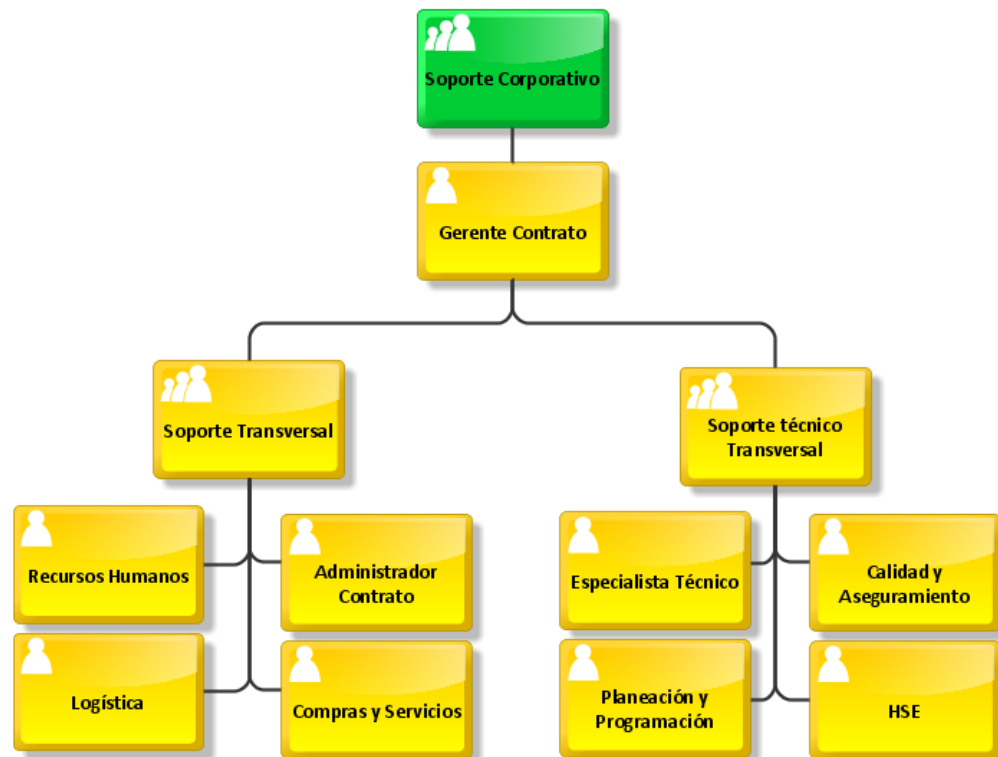
- **Mantenimiento tipo B:** son intervenciones a equipos rotativos mayores que tienen duraciones en la ejecución con tiempo inferior a 15 días y que requieren de un equipo mínimo de trabajo. El equipo mínimo es: líder de ejecución, especialista técnico, programador e inspector de calidad.
- **Mantenimiento menor:** son mantenimientos parciales a equipos rotativos mayores o mantenimientos mayores a equipos rotativos de propósito general. En este se reconoce parte del equipo mínimo de acuerdo con el alcance de la ejecución, pero se exigen los mismos controles de calidad y garantía contractuales.
- **Buyout:** son mantenimientos que se tercerizan por algún servicio técnico de tipo especializado o que sólo lo debe realizar el propio fabricante de la máquina. En este no se requiere equipo mínimo, pero se exigen los mismos controles de calidad y garantía contractuales.

El método de pago del contrato es por APU (Análisis de Precios Unitarios) que se refiere al valor en moneda que tiene la ejecución de una actividad específica, donde se contemplan recursos como: mano de obra, herramientas y equipos.

Teniendo en cuenta que se pueden tener ODS paralelas, la empresa de servicios técnicos cuenta con un equipo de trabajo transversal que atiende los asuntos propios del contrato y presta apoyo a la ejecución de las diferentes ODS que se encuentran activas.

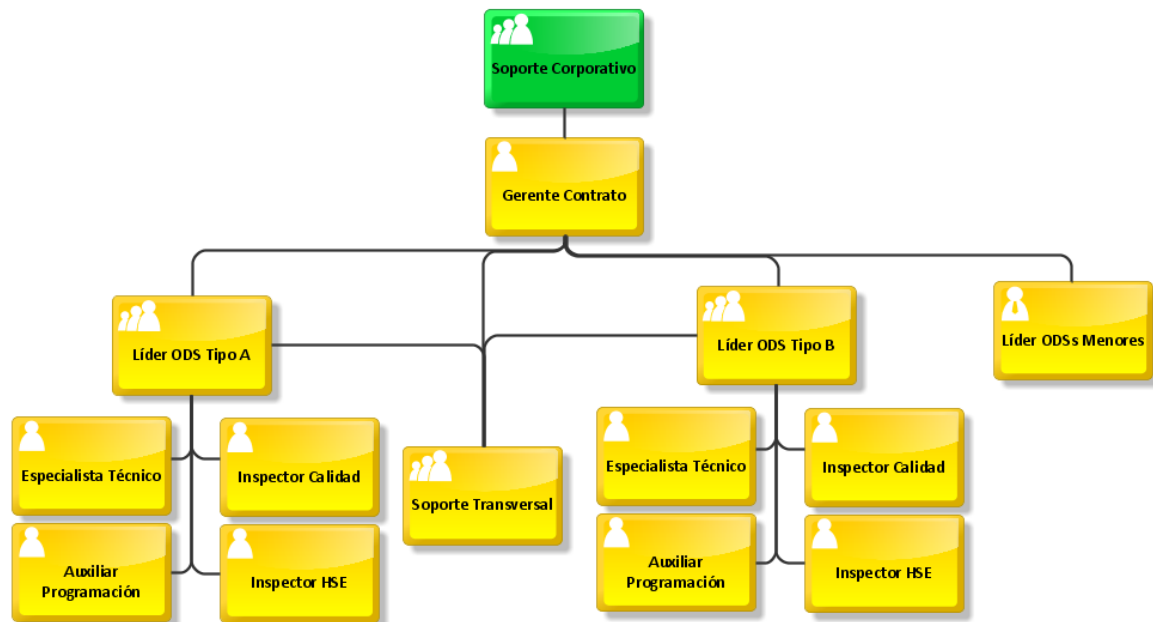
3.1.2 Organización. A continuación, en la figura 11, se presenta el organigrama del equipo transversal.

Figura 11. Organigrama equipo transversal.



Para la ejecución de las diferentes ODSs que se pueden presentar con base en los tipos de mantenimiento que puede ejecutar el contrato, se presenta el organigrama de ejecución para las diferentes ODSs en la figura 12.

Figura 12. Organigrama de ejecución para diferentes ODS.



3.1.3 Indicadores. Como indicadores propios de la empresa prestadora de servicios, con el fin de evaluar su desempeño en las diferentes ejecuciones de órdenes de servicio se tienen los siguientes:

- Cumplimiento del tiempo programado (ICTP): se refiere al cumplimiento de la ejecución del servicio dentro del tiempo programado en el PDT. Este resultado no debe ser menor a uno (1) ya que indica que se necesitó más tiempo para cumplir con el alcance del mantenimiento, por lo tanto, el tiempo programado para la ejecución (TPE) como mínimo debe ser igual al tiempo real de ejecución (TRE).
- Cumplimiento de costos: se refiere al cumplimiento de la ejecución del servicio dentro de los costos previstos para el mantenimiento. Este resultado no debe ser menor a uno (1) ya que indica que se necesitó más presupuesto para cumplir con el alcance del mantenimiento, por lo tanto, los costos programados para la

ejecución (CPE) como mínimo debe ser igual a los costos reales de ejecución (CRE).

- Cumplimiento de calidad: se refiere al cumplimiento de la ejecución con la calidad requerida para el mantenimiento, lo que indica que deben existir cero (0) reprocesos debido a incumplimiento de especificaciones.

Tabla 5. Indicadores de desempeño de la empresa prestadora de servicio.

Nombre	Fórmula	Objetivo
Cumplimiento del tiempo	$ICTP = TRE / TPE$	≤ 1
Cumplimiento de costos	$ICC = CRE / CPE$	≤ 1
Cumplimiento de calidad	$IQ = \# \text{ reprocesos}$	0

3.1.4 Datos reales de ejecución. Con el fin de presentar datos del desempeño actual de la empresa prestadora de servicios, a continuación, se presentan los resultados de los indicadores propios de la empresa en la ejecución de distintas órdenes de servicio durante el último año.

Tabla 6. Indicadores de desempeño de la empresa prestadora de servicio en el último año.

Ítem	Descripción	ICTP	ICC	IQ
ODS 01	Mantenimiento mayor dos compresores centrífugos.	$\frac{35 \text{ días}}{20 \text{ días}} = 1,8$	$\frac{520M}{400M} = 1,3$	1
ODS 02	Mantenimiento mayor cuatro compresores centrífugos.	$\frac{47 \text{ días}}{35 \text{ días}} = 1,3$	$\frac{980M}{850M} = 1,2$	0

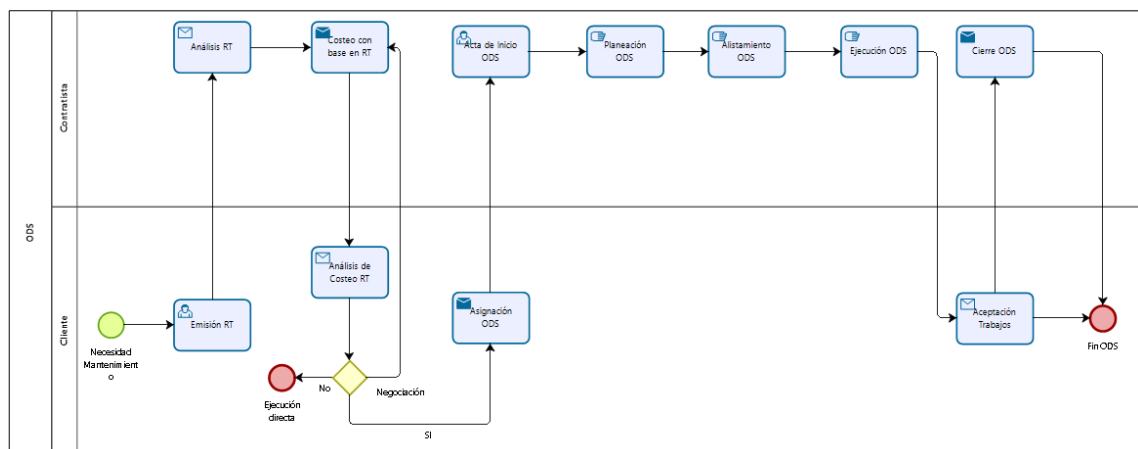
ODS 03	Mantenimiento mayor a turbogenerador	$\frac{130 \text{ días}}{90 \text{ días}} = 1,4$	$\frac{2,5MM}{2MM} = 1,3$	6
ODS 04	Mantenimiento mayor a chiller #6	$\frac{40 \text{ días}}{36 \text{ días}} = 1,1$	$\frac{314M}{285M} = 1,1$	2
ODS 05	Mantenimiento mayor de un compresor centrífugo.	$\frac{19 \text{ días}}{16 \text{ días}} = 1,2$	$\frac{290M}{300M} = 0,9$	3

Teniendo en cuenta los datos anteriormente presentados, se observa que sólo se cumplió el indicador de calidad en la ODS 02, el indicador de costos fue cumplido en la ODS 05, pero el indicador de cumplimiento de tiempos no ha sido cumplido. Lo anterior muestra un desempeño no deseado en el total de las órdenes de servicio ejecutadas en el último año.

3.2 METODOLOGÍA ACTUAL

A continuación, en la figura 13 se presenta a groso modo la metodología actualmente empleada en la empresa prestadora de servicio.

Figura 13. Esquema metodología actual.



En la figura 13 se presentan los elementos básicos que se establecieron para la ejecución de una ODS y que serán descritos idealmente, pero que serán evaluados realmente en la sección 4 del actual libro de tesis. Los componentes de la metodología actual para la prestación de servicio por medio de una ODS se describen a continuación:

3.2.1 Emisión Recomendación Técnica (cliente). La necesidad del cliente es plasmada en una Recomendación Técnica (RT) donde se especifica el alcance del mantenimiento a realizar desde el punto de vista del cliente. En ella se describe el equipo a intervenir, las actividades de mantenimiento solicitadas y los controles de calidad mínimos requeridos para la aceptación de los trabajos.

3.2.2 Análisis Recomendación Técnica. La RT es recibida en la empresa prestadora de servicios y revisada por diferentes grupos dependiendo de su alcance. Si es un mantenimiento tipo A o tipo B es analizada por el gerente del proyecto y el especialista técnico. Si es un mantenimiento menor o un buyout es analizada por un ingeniero de soporte.

En este análisis se revisa el alcance planteado por el cliente, si se considera necesario se realiza una visita a campo con el fin de identificar actividades o alcance adicional que sea necesario para lograr cumplir los controles de calidad establecidos por el cliente. Toda la información es plasmada en una lista de actividades de mantenimiento que utilizarán para la siguiente fase de la metodología que es el respectivo costeo de la ODS.

3.2.3 Costeo con base en Recomendación Técnica. Teniendo en cuenta las actividades planteadas luego de la revisión de la RT, se inicia con el costeo de la ODS. Esta actividad para los mantenimientos en paradas tipo A y tipo B, normalmente la realiza el gerente del proyecto y en ocasiones con el apoyo un ingeniero de soporte, normalmente con el apoyo del grupo de compras y servicios y en ocasiones se consulta al grupo de soporte transversal.

Para los mantenimientos menores y buyout lo realiza el ingeniero de soporte con el apoyo del grupo de compras y servicios, y al final lo revisa y aprueba el gerente del proyecto. Este costeo de las actividades es enviado al cliente para su respectiva revisión y aprobación. En caso de no ser aprobado el costeo en la fase de análisis por el cliente, normalmente se debe buscar reducir el presupuesto y justificar técnicamente hasta que sea validado.

3.2.4 Análisis de costeo Recomendación Técnica (cliente). El cliente recibe el costeo de la RT por parte de la empresa prestadora de servicios y esta es evaluada internamente. Se realizan evaluaciones como comparación con anteriores mantenimientos de la misma unidad, donde se revisa histórico de costos, revisión de APU's contra alcance real de ejecución, con el fin de revisar si aplican y son válidas en caso de auditorías al proceso de asignación de ODSs.

Una vez revisado el costeo de la RT se aprueba en caso de cumplir con los criterios internos del cliente, en caso contrario es devuelta a la empresa prestadora de servicios con las respectivas observaciones para que sean revisadas y enviar un nuevo costeo o cotización de la ODS. En caso de no llegar a un acuerdo, el cliente puede tomar la decisión de ejecutar con recurso propio el mantenimiento.

3.2.5 Asignación ODS (cliente). Una vez es aprobado el costeo de la RT el cliente inicia su proceso administrativo interno para realizar la asignación de la ODS a la empresa prestadora de servicio. Se firma un acta de concertación de la ODS por las dos partes para formalizar la asignación de la ODS a la empresa prestadora de servicio.

3.2.6 Acta de inicio ODS. Para poder iniciar formalmente la ejecución de la ODS por parte de la empresa prestadora de servicio, es firmada por las dos partes el acta de inicio, que da vía libre para iniciar la planeación de la ODS. La firma de esta acta define el tiempo disponible para realizar planeación y alistamiento, ya que el inicio de la ejecución de la ODS es definido por el cliente.

3.2.7 Planeación ODS. Esta etapa existe contractualmente y reconocida por el cliente como preparación para algunas paradas de planta, aunque siempre para la ejecución de una ODS de mantenimiento mayor se requiere revisar las planeaciones previamente establecidas.

En la planeación se define un grupo de especialistas por disciplinas de acuerdo con el alcance de la ODS, donde revisan el alcance técnico y establecen los procedimientos de ejecución, compras y servicios necesarios, los formatos de calibración, protocolos de aceptación, herramientas especiales y repuestos necesarios para la ejecución. También se realiza la elaboración del Plan Detallado de Trabajo (PDT) con la información suministrada por los especialistas de las diferentes disciplinas de ejecución, donde también se establece la Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT o WBS) para el mantenimiento mayor.

Normalmente el tiempo para esta fase se ve restringido por el tiempo entre el acta de inicio y la etapa de ejecución de la ODS. El equipo de HSE establece el plan de

ejecución con respecto al manual de control de trabajo seguro donde se establece también la estrategia de permisos de trabajo.

3.2.8 Alistamiento ODS. Teniendo en cuenta los requerimientos técnicos necesarios para la ejecución que fueron establecidos durante la planeación, se procede con el alistamiento para iniciar la ejecución de la ODS. Aquí se inicia con la movilización a sitio de trabajo, donde se instalan las facilidades temporales para el personal administrativo y técnico, herramientas y repuestos.

Las compras y servicios se empiezan a materializar, pero son previamente revalidadas con el gerente del proyecto, donde se pueden modificar alcances establecidos en la planeación. Los repuestos que normalmente entrega el cliente son revisados para retroalimentar al cliente de cualquier novedad. También se inicia el proceso de vinculación del personal de ejecución de la ODS, desde el líder hasta los técnicos de ejecución. Esta etapa se da a pocos días (normalmente 15 días) de iniciar la ejecución.

3.2.9 Ejecución ODS. El inicio de ejecución de una ODS no tiene fecha fija, porque puede ser modificada por el cliente, tanto para adelantar como para posponer, siendo más frecuente adelantar, así como también cambiar el tiempo disponible para la ejecución que normalmente es reducido debido a los requerimientos de producción del cliente.

En la ejecución de la ODS aún hay cambios en el alcance que normalmente suceden por trabajos emergentes o en ocasiones algunos adicionales identificados en la planeación, estos son validados por el cliente para ser recobrados. El grupo de ejecución de la ODS se hace cargo a partir de esta fase, en pocas oportunidades

se vincula al grupo que estuvo en la etapa de planeación, por lo que se asignan sólo a la documentación establecida en el alcance.

Se cuenta con la gestoría por disciplinas con personal del cliente quienes son los que hacen seguimiento a la ejecución de los trabajos de mantenimiento durante la parada de planta, así como también hay un líder y planeador. En esta fase aún continúan la adquisición de repuestos por parte del cliente, así como también compras y servicios por parte de la empresa prestadora de servicio.

En la ejecución el programador lleva el avance diario con el fin de hacer seguimiento con respecto al PDT establecido y da retroalimentación sobre las desviaciones al plan de ejecución. El grupo de calidad y aseguramiento lleva el control del cumplimiento del alcance dentro de los estándares requeridos y gestiona el recibo de los trabajos por medio de protocolos de aceptación establecidos durante la planeación.

El equipo de HSE inicia el seguimiento a la ejecución con respecto al manual de control de trabajo seguro. Al finalizar la ejecución se realizan las pruebas funcionales de los equipos intervenidos con el fin de dar confiabilidad para el arranque de la unidad productiva y posterior aceptación de los trabajos por parte del cliente. En la revisión de seguridad pre-arranque se verifican los protocolos de recibo de equipos, así como los de pruebas funcionales con el fin de dar el visto bueno para el arranque de la unidad.

Posterior al arranque de la unidad se realiza la desmovilización de las facilidades temporales y se deja el equipo de guardia durante la corrida de confiabilidad.

3.2.10 Aceptación de trabajos (cliente). Una vez se ha realizado la revisión de seguridad pre-arranque de la unidad productiva, se procede a poner en servicio la unidad y realizar la corrida de confiabilidad por parte de la operación del cliente, al superarse es recibido el cliente. En esta se revisan los controles de calidad preestablecidos en la recomendación técnica RT al inicio de la ODS. Al encontrar resultados positivos el cliente acepta los trabajos y se realiza el acta de aceptación de trabajos para proceder con la facturación de los servicios que deben llevar los respectivos soportes de la ejecución.

3.2.11 Cierre ODS. Para el cierre de la ODS se requiere el acta de aceptación de trabajos por parte del cliente, así como el dossier del mantenimiento mayor, donde se incluye un resumen de los trabajos realizados, los formatos de calibración del desensamble y el ensamble, las pruebas no destructivas, los informes de los servicios especializados, los protocolos de pruebas y de recibo de equipos y la relación de los repuestos utilizados. Se realiza retroalimentación de lecciones aprendidas vía mail por los líderes de ejecución.

La metodología previamente descrita establece la forma actual de ejecutar una orden de servicio por parte de la empresa prestadora de servicios, pero en la sección 4 se identificarán las oportunidades de mejora de la actual metodología.

4. AUDITORÍA DE LA METODOLOGÍA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO MAYOR EN PARADAS DE PLANTA DE UNA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS

Con el fin de evaluar la actual metodología para ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor en equipos rotativos se aplicó una auditoría de gestión de paradas de planta por parte de un especialista en gerencia de mantenimiento, la cual se describe a continuación.

4.1 FORMATO DE AUDITORÍA¹⁰

Se utiliza el formato de auditoría de gestión de paradas de planta del autor José Contreras Márquez, para tomar como referencia en la evaluación de la actual metodología para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor. El formato consta de diez (10) áreas de gestión, las cuales son descritas a continuación en la tabla 7.

Tabla 7. Áreas de gestión de auditoría de paradas de planta.

Área	
1.	Definición de la estrategia
2.	Organización del proyecto
3.	Definición del alcance del trabajo
4.	Gestión de riesgos
5.	Planificación de las actividades

¹⁰ CONTRERAS MÁRQUEZ, José. Auditoría de Paradas de Planta. [En línea]. [Consultado el: 10 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://mantenimientoeficiente.com/auditoria-de-paradas-de-planta/>

6.	Programación de las actividades
7.	Gestión de costos
8.	Gestión de proveedores y logística
9.	Ejecución y control
10.	Cierre del proyecto

Cada área de gestión consta de una serie de preguntas que tienen cuatro (4) opciones de respuesta únicas y cada una de ellas con su puntuación de 1 a 4 como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Respuestas y puntuaciones para preguntas de auditoría.

Puntuación	Respuesta
1.	Nunca. Para ningún proyecto.
2.	Casi nunca. En muy pocos proyectos.
3.	Casi siempre. En la mayoría de los proyectos.
4.	Siempre. En todos los proyectos.

A continuación, en la tabla 9 se presenta la cantidad de preguntas que compone las diferentes áreas de gestión que contiene el formato de auditoría, y a su vez se presenta la puntuación máxima posible que sirve para calcular el porcentaje de calificación.

Tabla 9. Cantidad de preguntas y máxima puntuación por área de gestión de auditoría.

Área	Cantidad de Preguntas	Máxima puntuación posible
Definición de la estrategia	4	16
Organización del proyecto	3	12
Definición del alcance del trabajo	3	12
Gestión de riesgos	5	20
Planificación de las actividades	4	16
Programación de las actividades	4	16
Gestión de costos	3	12
Gestión de proveedores y logística	4	16
Ejecución y control	7	28
Cierre del proyecto	3	12

De acuerdo con el formato de auditoría de gestión de paradas de planta se califica el desempeño del mantenimiento con base en los siguientes rangos de puntuación (ve tabla 10) obtenida como resultado de la auditoría.

Tabla 10. Calificación del desempeño del mantenimiento con base en resultado.

Rango de puntuación	Desempeño	Análisis
40 – 70 puntos	Muy malo	Gestión muy ineficiente. Se desconoce la metodología de gerencia. Con altas oportunidades de mejora.
71 – 100 puntos	Regular	Desempeño por debajo del promedio. Algunos esfuerzos para lograr buenos

		resultados. Grandes oportunidades de mejora. Formalizar la metodología para la gerencia.
101 – 130 puntos	Bueno	Buen desempeño. Algunas debilidades por corregir. Con poco esfuerzo se puede alcanzar la excelencia en la gerencia de proyectos.
131 – 160 puntos	Excelente	Muy buen desempeño en la gestión de proyectos de mantenimiento. Pocas debilidades. Correcta aplicación de la metodología de gerencia de proyectos de mantenimiento.

Los resultados normalmente son presentados una gráfica de red con base en el porcentaje de puntuación obtenida en cada área de gestión de paradas de planta. Para visualización de los resultados se incluye dentro de la gráfica de red los siguientes rangos para la calificación de las diferentes áreas de gestión, como se muestra en la tabla 11.

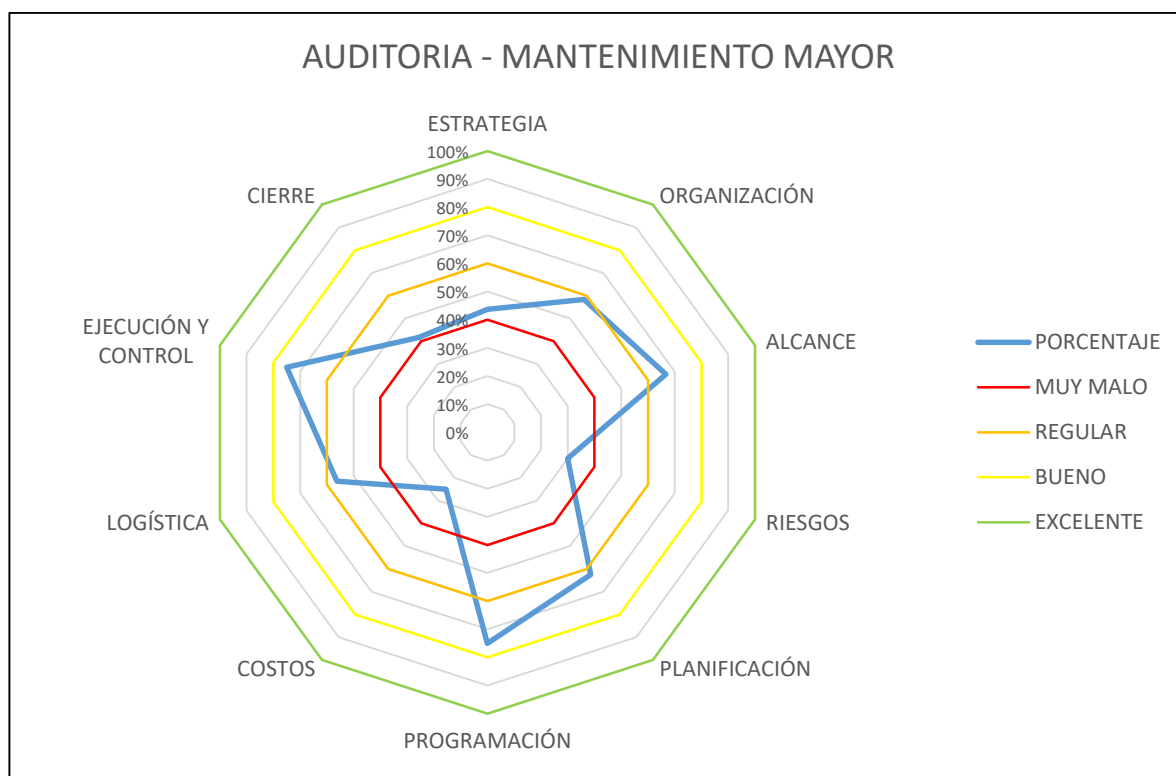
Tabla 11. Clasificación propuesta por rangos de porcentaje de respuestas auditoría.

Rango de porcentaje de máxima puntuación	Calificación desempeño	Color calificación
0 – 40%	Muy malo	
41 – 60%	Regular	
61 – 80%	Bueno	
81 – 100%	Excelente	

4.2 APLICACIÓN - HALLAZGOS

La aplicación del formato de auditoría de mantenimiento con parada de planta previamente descrito, con sus preguntas y hallazgos por cada área de gestión se encuentra en el anexo A. En la figura 14 se presenta el diagrama de red con los resultados obtenidos de la aplicación de la encuesta a la actual metodología de ejecución de ODS de mantenimiento mayor.

Figura 14. Resultados aplicación de auditoría a la metodología actual.



En la sección 4.2.1 se presenta la tabulación de los puntajes obtenidos por cada área de gestión de mantenimiento con parada de planta y su análisis general; y en la sección 4.2.2 se analizarán los hallazgos por cada área de gestión con base en

los resultados obtenidos de la aplicación de la auditoría de mantenimiento con parada de planta.

4.2.1 Tabulación de resultados y análisis general de los mismos. En la tabla 12 se muestran las puntuaciones obtenidas como resultado de la aplicación de la auditoría a la actual metodología de ejecución de ODS de mantenimiento mayor de equipos rotativos de una empresa prestadora de servicios.

Tabla 12. Resultados obtenidos por cada área de gestión en auditoría.

Área	Puntuación	Porcentaje	Calificación
Estrategia	7	44%	Regular
Organización	7	58%	Regular
Alcance	8	67%	Bueno
Riesgos	6	30%	Muy malo
Planificación	10	63%	Bueno
Programación	12	75%	Bueno
Costos	3	25%	Muy malo
Logística	9	56%	Regular
Ejecución y control	21	75%	Bueno
Cierre	5	42%	Regular
TOTAL	88	55%	

La puntuación general obtenida como resultado de la auditoría a la metodología actual de ejecución de ODS de mantenimiento mayor fue de 88 puntos de 160 que equivalen a un 55%, esto la califica como un desempeño regular de acuerdo a la tabla 12, donde indica que el desempeño de la metodología se encuentra por debajo del promedio, hay algunos esfuerzos por lograr buenos resultados y grandes

oportunidades de mejora, pero también que se debe formalizar la aplicación de la metodología de gerencia de mantenimiento en los proyectos de ejecución.

Los resultados también muestran que las áreas de gestión con más baja calificación son las esperadas para el objeto de este trabajo de grado. Las áreas de gestión de riesgos y costos obtuvieron calificación por debajo del 40%, calificándolas con desempeño muy malo, interpretándose que la gestión en estas áreas es muy ineficiente, así como no es clara la metodología para la gerencia lo cual lleva a no aplicarla, indicando que existen muchas oportunidades de mejora.

4.2.2 Análisis de hallazgos. A continuación, se presentan las diferentes áreas de gestión con sus respectivos desempeños y hallazgos identificados durante la aplicación de la auditoría de mantenimiento con parada de planta, a la actual metodología de ejecución de ODS de mantenimiento mayor de una empresa prestadora de servicios.

4.2.2.1 Estrategia (regular).

- No son claramente definidos con antelación los objetivos, las metas y recursos para la Parada de Planta, ni divulgados a los interesados, se realiza sobre la marcha.
- Durante la duración del contrato global, no se ha cumplido con la duración pactada y en pocas ocasiones con la calidad.
- La organización sólo cuenta con el gerente del proyecto y un coordinador con capacitación en Gerencia de proyectos y mantenimiento.
- El apoyo de la alta dirección de las empresas prestadoras de servicio se está viendo cuando los proyectos entran en atraso al finalizar.

4.2.2.2 Organización (regular).

- El organigrama de la parada normalmente se realiza en los proyectos grandes, aunque las funciones no son claras. En los pequeños no es sólida la organización.
- Existe un organigrama para las paradas grandes, pero no cuenta con roles y responsabilidades de las personas durante la ejecución del proyecto.
- No son claramente definidos los perfiles del personal, se hace a criterio de los líderes y cambia con la marcha.

4.2.2.3 Alcance (bueno).

- Se realizan constantes visitas a campo para identificar condiciones subestándares y actos inseguros, pero el cliente también lo hace constantemente encontrando primero las novedades.
- Formalmente no se establece el análisis de prioridades, ni riesgos oportunamente cuando hay trabajos fuera del alcance.
- Todos los proyectos grandes se les realiza WBS, pero los pequeños o de menor alcance no.

4.2.2.4 Riesgos (muy malo).

- No existe una lista de riesgos para las actividades del mantenimiento mayor.
- No existe método establecido para identificación y análisis de riesgos.
- No hay plan para controlar riesgos donde se incluyan los recursos necesarios.

4.2.2.5 Planificación (bueno).

- Se tienen el plan de las actividades a ejecutar, pero los supervisores ejecutan de acuerdo con su conocimiento y no de acuerdo con el plan.
- No se ha llegado al nivel de detalle por tareas para la precisión de tiempos y recursos, debido al poco tiempo disponible de planeación.
- Para la ejecución de las actividades no se tiene la información técnica o de control de calidad desde el paquete de trabajo, normalmente se consigue durante la ejecución.
- Se tiene en cuenta la información de anteriores proyectos para la estimación de la duración, pero no se aseguran requerimientos reales para la ejecución actual.

4.2.2.6 Programación (bueno).

- En el entorno de la operación se ejecuta por medio de diagrama de Gantt a interconexión de tareas. En los proyectos pequeños no se dedica recurso para esta elaboración.
- En los proyectos grandes se define la ruta crítica, pero en los pequeños no, al igual no se realiza correcto seguimiento.
- Se realiza calendario de ejecución del proyecto para actividades o grandes proyectos, para proyectos pequeños no.
- Se realiza la nivelación de recursos para actividades o grandes proyectos, para proyectos pequeños no.

4.2.2.7 Costos (muy malo).

- No se ha llegado al nivel de detalle por tareas para la asignación de costos de los recursos de cada actividad, debido al poco tiempo disponible de planeación.
- No se ha llegado al nivel de Estructura de Desglose de Costos, debido al poco tiempo disponible de planeación y que no existe un recurso dedicado a planeación y control de costos.
- Al iniciar el proyecto se define el presupuesto, pero no se proyecta a lo largo de la duración.

4.2.2.8 Logística (regular).

- El proceso de subcontratación de la empresa prestadora de servicios, no se ha migrado al esquema de paradas de planta.
- No existe un procedimiento formal y aplicable a la supervisión y seguimiento de subcontratistas.
- El procedimiento administrativo de gestión de materiales existe, pero no se ha aplicado correctamente, como es el caso de control de calidad de materiales y seguimiento a las órdenes de compra.
- Si es verificado la disponibilidad de servicios y facilidades, pero la cuantificación no es asertiva y programada de acuerdo con la ejecución.

4.2.2.9 Ejecución y control (bueno).

- Se entrega información técnica y de seguridad general a los supervisores e integrantes del equipo, pero no es específica, al igual no se entrega la información de calidad.

- Se realiza reunión de inicio de turno con instrucciones de seguridad a todo el personal.
- Se lleva bitácora por especialidad donde se lleva la información menos la relacionada a los costos.
- Si se revisa y actualiza diariamente la programación.
- Si se realiza a reunión diariamente con los líderes de ejecución, pero no se cumplen los objetivos del inicio del turno.
- Se realizan los recorridos diarios por el grupo de programación, pero la retroalimentación no es efectiva para el aseguramiento del cumplimiento.
- No se aplica el EVA a los diferentes proyectos.

4.2.2.10 Cierre (regular)

- No se realiza una reunión formal con el equipo de trabajo, para el cierre del proyecto y elaboración del informe final.
- El informe final es un resumen de la ejecución mas no una evaluación de los siguientes aspectos: Seguridad, Higiene y Ambiente, Planificación y programación, Logística, Ejecución del trabajo, Contratistas, Costos.
- El informe final es un resumen de la ejecución, pero no tiene la información necesaria para soportar una futura ejecución de un proyecto similar.

4.3 OPORTUNIDADES DE MEJORA

A continuación, se presentan las diferentes áreas de gestión con sus respectivas oportunidades de mejora, identificadas durante la aplicación de la auditoría de mantenimiento con parada de planta, a la actual metodología de ejecución de ODS de mantenimiento mayor de una empresa prestadora de servicios.

4.3.1 Estrategia.

- Definir los objetivos, las metas, presupuesto y recursos para la Parada de Planta
- Asegurar mecanismos para el cumplimiento de los objetivos y metas del mantenimiento mayor.
- Que los líderes y coordinadores de parada cuenten con formación en Gerencia de proyectos o mantenimiento.
- Aterrizar los procesos de abastecimiento y contratación a las necesidades de paradas de planta.

4.3.2 Organización.

- Para todo proyecto (grande o pequeño) se debe definir organigrama del mantenimiento mayor y divulgar.
- Para todo proyecto (grande o pequeño) se debe definir R&R en organigrama del mantenimiento mayor.
- Definir los perfiles para el personal para la Parada de Planta con base en el alcance de ejecución.

4.3.3 Alcance.

- Establecer programa de auditorías en campo con entregable y plan de acción.
- Realizar procedimiento para tratamiento de trabajos emergentes.
- Realizar WBS a todos los proyectos o mantenimientos con parada de planta, sin importar el tamaño de este.

4.3.4 Riesgos.

- Elaborar lista de riesgos asociados a las actividades del mantenimiento mayor.
- Establecer método para identificación, análisis y control de riesgos durante desarrollo del proyecto.
- Establecer mecanismos de mitigación de riesgos, donde se incluyan costos y recursos.

4.3.5 Planificación.

- Que los líderes de ejecución (supervisores y coordinadores) conozcan el plan de trabajo del mantenimiento mayor.
- Definir los recursos necesarios para la ejecución de actividades durante el desarrollo del proyecto.
- Establecer documentación técnica y de calidad para cada actividad y que sea divulgada al personal involucrado.
- Además de utilizar para estimar tiempos, la información de anteriores proyectos también debe servir para asegurar los recursos necesarios.

4.3.6 Programación.

- Definir recurso para la elaboración del diagrama de red, ruta crítica, nivelación de recursos, así como calendario de ejecución en proyectos pequeños de mantenimiento mayor durante paradas de planta.

4.3.7 Costos.

- Distribuir los costos globales del proyecto de mantenimiento mayor en cada una de las actividades que lo conforman.
- Desarrollar estructura de desglose de costos para el proyecto de mantenimiento mayor durante parada de planta.
- Distribuir el presupuesto a lo largo del proyecto (histograma) con el fin de llevar control de este.

4.3.8 Logística.

- Adecuar el proceso de subcontratación de la empresa prestadora de servicio al esquema de paradas de planta.
- Establecer procedimiento para la supervisión y seguimiento de subcontratistas.
- Establecer el mecanismo para que el procedimiento de gestión de materiales sea aplicable en la ejecución.
- Realizar programación de la contratación de servicios y facilidades durante el desarrollo del proyecto de mantenimiento mayor.

4.3.9 Ejecución y control.

- Preparar paquetes de trabajo completos a los supervisores con información técnica, de control de calidad y de seguridad.
- Hacer cortes para hacer seguimiento al control de costos reales de ejecución.
- Fortalecer el seguimiento al cumplimiento de los objetivos del día, a través de la coordinación técnica.

- Establecer formato para recorridos de programación donde se haga efectivo el seguimiento a la programación.
- Implementar el EVM para controlar el proyecto y sus costos.

4.3.10 Cierre.

- Formalizar la reunión de cierre donde se designe la comisión del informe final del mantenimiento mayor.
- Se debe realizar una evaluación de desempeño de los diferentes aspectos del desarrollo del proyecto.
- Incluir en el informe final información que aporte para la ejecución de un futuro proyecto similar, como por ejemplo lecciones aprendidas e informe de desempeño.

Teniendo en cuenta las anteriores oportunidades de mejora identificadas con la aplicación de la auditoría de mantenimiento mayor en paradas de planta se procede a elaborar la propuesta de metodología de gestión para la ejecución de servicio de mantenimiento mayor basada en riesgo y costos de una compañía prestadora de servicios. Se enfocará en mejorar las áreas de gestión con más baja calificación que fueron gestión de riesgos y costos

5. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL PROCESO DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO MAYOR EN PARADAS DE PLANTA

Con el fin de obtener un mejor desempeño en la gestión de órdenes de servicio de mantenimiento mayor a equipos rotativos durante paradas de planta, y con base en las oportunidades de mejora previamente identificadas, se propone la siguiente metodología de gestión basada en riesgo y costos.

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Los pasos generales de la metodología actual se mantienen, ya que contienen lo que contractualmente se define para la prestación del servicio de mantenimiento mayor a equipos rotativos en parada de planta. De acuerdo con los resultados de la aplicación de la auditoría de mantenimiento realizada, se identificaron las oportunidades de mejora en la aplicación de esta.

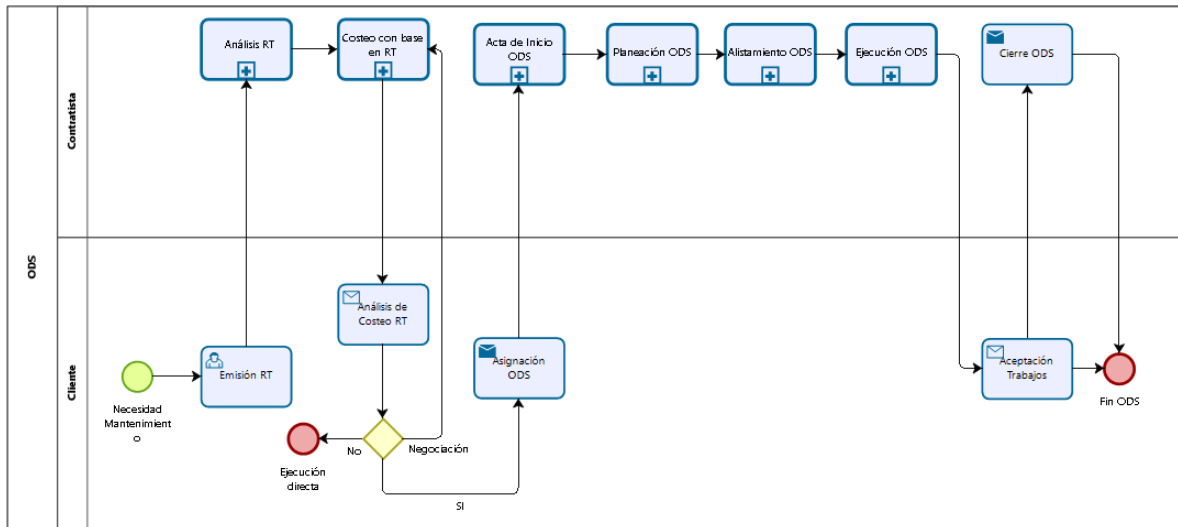
Con el propósito de basar la metodología en gestión de costos y riesgos, se establecen los elementos que componen la metodología y son incluidas estas premisas dentro de sus procesos. Por lo tanto, en la figura 15 se mantiene la actual metodología, pero se identifican con un signo más (+) los elementos que de acuerdo con la auditoría aplicada en la sección 4, deben incluir gestión de costos y riesgos.

Los elementos que incluyen la gestión de riesgos y costos son:

- Análisis de la recomendación técnica.
- Costeo con base en recomendación técnica.
- Acta de inicio de orden de servicio.
- Planeación orden de servicio.

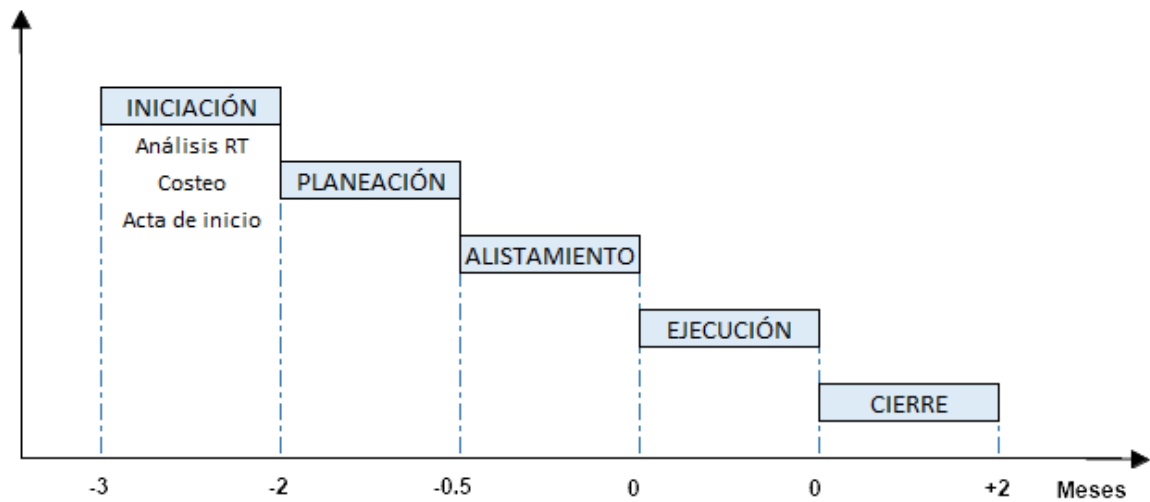
- Alistamiento orden de servicio.
- Ejecución de orden de servicio.

Figura 15. Esquema general de metodología propuesta.



Teniendo en cuenta los tiempos mínimos definidos contractualmente para los elementos de la metodología, se deben divulgar a todos los interesados por parte del cliente con el fin de permitir mejorar el desempeño en la ejecución de las órdenes de servicio asignadas. En la figura 16 se presentan los tiempos a respetar de las diferentes etapas de la ODS, donde se consolida como iniciación, desde el análisis de la recomendación técnica hasta la firma del acta de inicio.

Figura 16. Línea de tiempo propuesta para fases de parada de planta.



Los componentes modificados de la metodología propuesta para la prestación de servicio por medio de una ODS se describen a continuación:

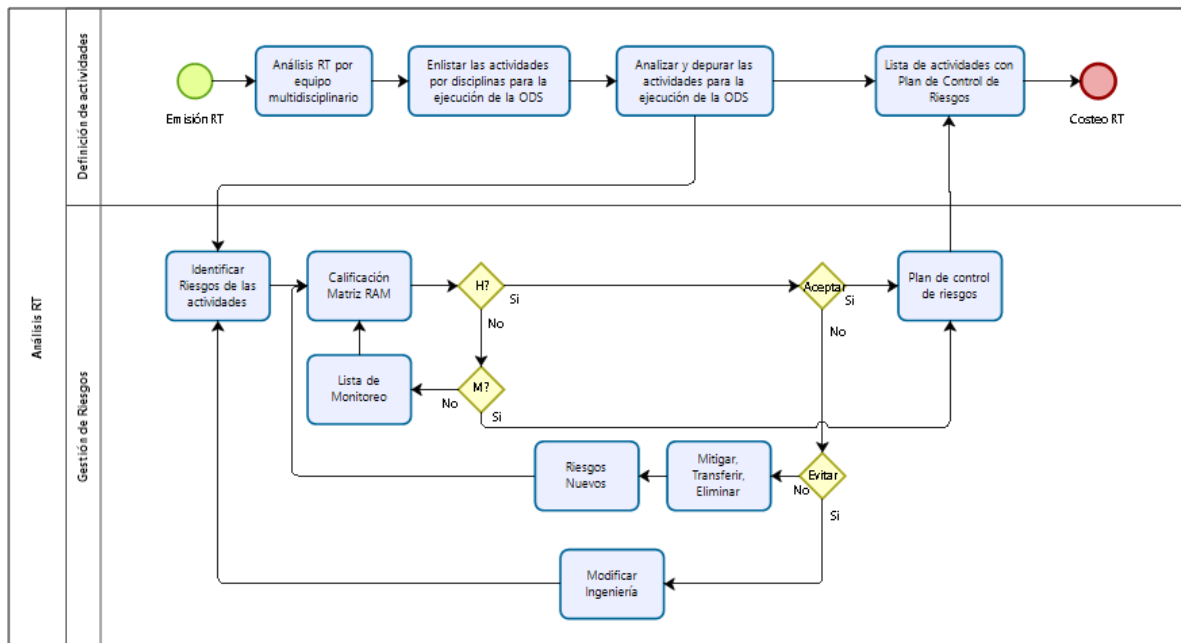
5.1.1 Análisis Recomendación Técnica. Desde el primer paso en la metodología de ejecución de una ODS por parte de la empresa prestadora de servicios, se hace necesario la gestión de riesgos, con el fin de realizar una mejor evaluación del futuro trabajo a ejecutar. Por lo tanto, para realizar una estimación de costos basada en riesgos, se propone lo siguiente:

- La recomendación técnica emitida por el cliente, sin importar la magnitud del alcance, debe ser revisada por el equipo mínimo transversal (especialista técnico, calidad y aseguramiento, HSE y programación), así como el gerente del proyecto.
- El equipo multidisciplinario, desde su área enlistan las actividades necesarias para la ejecución de la recomendación técnica solicitada, con previa visita a la máquina a intervenir.

- Estas actividades enlistadas para la ejecución son revisadas y depuradas en consenso por todo el equipo multidisciplinario, y a su vez se identifican y analizan los riesgos bajo la metodología RAM para cada actividad propuesta con el fin de establecer el plan estimado de control de riesgos, donde salen actividades o consideraciones adicionales para incluir en la lista de actividades. Esto es revisado y aprobado por el gerente del proyecto.

Toda la información es plasmada en una lista de actividades de mantenimiento que utilizaran para la siguiente fase de la metodología que el respectivo costeo de la ODS. En la figura 17 se presenta el proceso propuesto para la etapa de análisis de recomendación técnica emitida por el cliente.

Figura 17. Proceso análisis recomendación técnica.

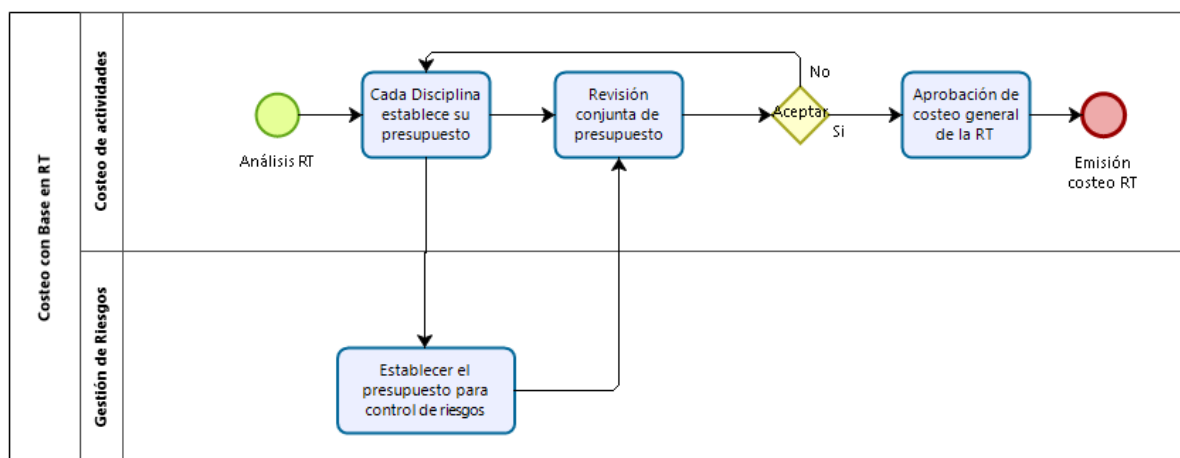


5.1.2 Costeo con base en Recomendación Técnica. Teniendo en cuenta las actividades planteadas luego de la revisión y análisis de riesgos de la RT por parte del equipo multidisciplinario, se inicia con el costeo de la ODS.

- Una vez aprobada la lista de actividades necesarias para la ejecución de la recomendación técnica y plan de control de riesgos, cada disciplina establece el presupuesto estimado para sus respectivas actividades con el apoyo de compras y abastecimiento.
- Este presupuesto por cada disciplina es expuesto y justificado al gerente del proyecto quien evalúa y decide su aprobación. En caso de no ser aprobado, debe ser revisado de nuevo y ajustado por la disciplina para presentar de nuevo. Al aprobar los presupuestos por disciplinas se consolida en un presupuesto general, para ser emitido al cliente para su revisión.

En la figura 18 se presenta el proceso de costeo de trabajos según la recomendación técnica del cliente, donde se incluye la gestión de riesgos, proyectada a la ejecución.

Figura 18. Proceso Costeo trabajos según recomendación técnica.

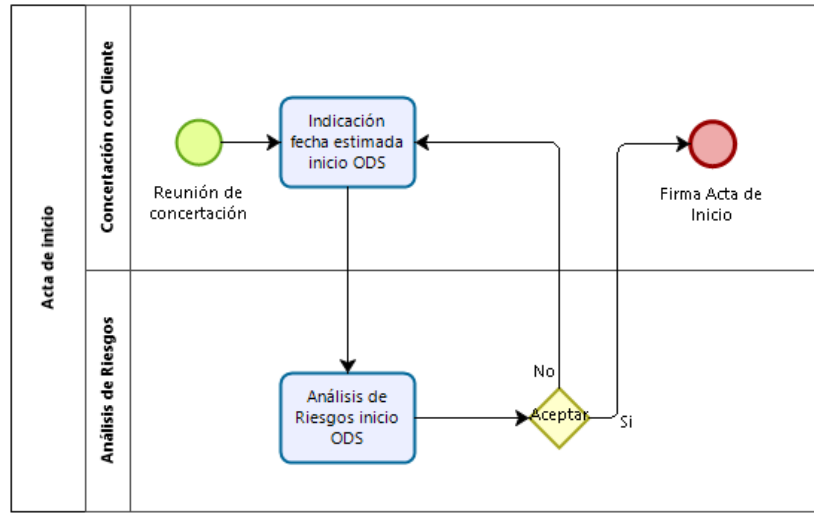


5.1.3 Acta de inicio ODS. Para poder iniciar formalmente la ejecución de la ODS por parte de la empresa prestadora de servicio, es firmada por las dos partes el acta de inicio, que da vía libre para iniciar la planeación de la ODS. En esta parte se incluye un análisis de riesgos de la etapa.

- Previo al acta de inicio, se realiza la reunión de concertación, donde el cliente indica la fecha estimada para el inicio de la ejecución.
- Con base en esta fecha indicada, se realiza un análisis de riesgos mediante la metodología RAM por parte del gerente del proyecto e ingeniero de soporte, teniendo en cuenta el tiempo disponible para las etapas previas a la ejecución. Se deben revisar los tiempos mínimos contractuales para las siguientes fases, el tiempo disponible de acuerdo con la información entregada y lo estimado en la etapa de revisión de la recomendación técnica, para con lo anterior evaluar y tomar la decisión de aceptar la fecha indicada de inicio o pedir replanteamiento de esta fecha con el fin de no comprometer la normal ejecución del mantenimiento mayor y poder cumplir con los tiempos, la calidad y costos.
- Una vez concertado el inicio de la orden de servicio con el cliente, se procede a firmar el acta para iniciar la planeación de la ODS.

En la figura 19 se presenta el proceso de la firma del acta de inicio de la orden de servicio.

Figura 19. Proceso acta de inicio.



5.1.4 Planeación ODS. En esta etapa tal como se describió en la sección 3.2.7 se realiza la planeación de las actividades que se desarrollaran en la ejecución de la ODS, pero a su vez se planea la gestión de costos y riesgos en las siguientes etapas de alistamiento y ejecución.

5.1.4.1 Subproceso gestión de costos.

- Con base en el alcance de la ODS para la gestión de costos se desarrolla la estructura de desglose de costos (EDC), así como también se realiza para las actividades del mantenimiento (EDT o WBS). Este sirve de entrada para el control del proyecto por medio del análisis del valor ganado EVM (Earned Value Methodology).
- Como parte del seguimiento también se define el histograma de ejecución del presupuesto del mantenimiento mayor durante la parada de planta.
- A su vez se planifica el mecanismo de control de costos que para esta metodología será por medio del EVM a través del software MS Project. Este

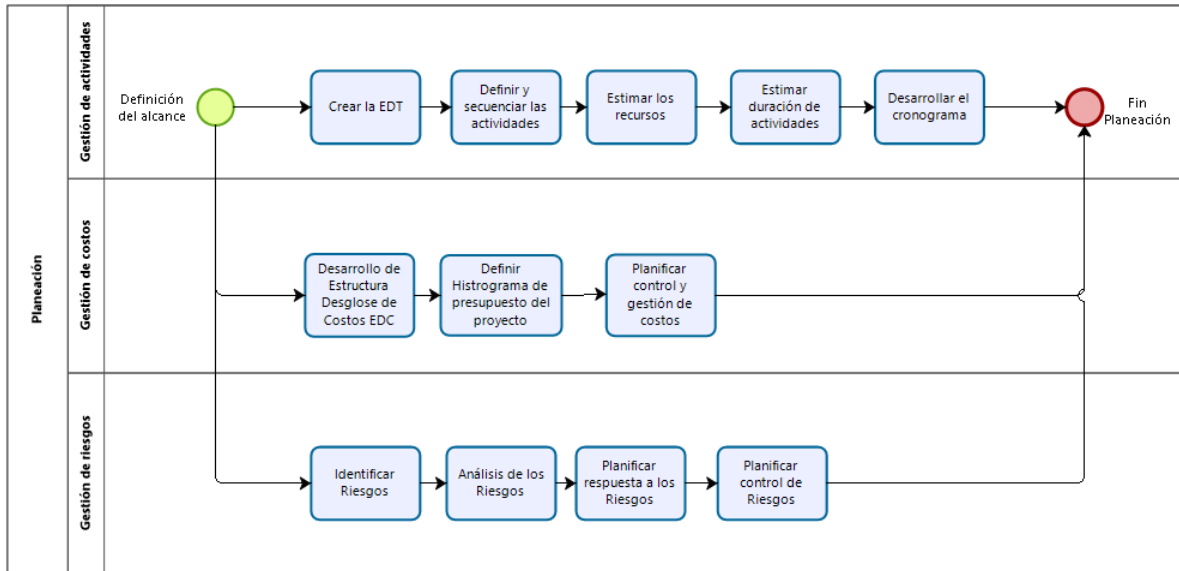
permitirá realizar gestión para la gerencia de la parada en caso de presentarse alguna desviación y se hará seguimiento por parte del programador.

5.1.4.2 Subproceso gestión de riesgos.

- Del alcance congelado para la orden de servicio a ejecutar, se identifican los riesgos de la ejecución de las actividades que lo componen. Esto se realiza con base en los riesgos identificados en la etapa de costeo de la recomendación técnica. Ejecutado por el equipo multidisciplinario.
- De los riesgos identificados se realiza el respectivo análisis por medio de la metodología de la matriz RAM definida para la empresa prestadora de servicio, donde se establece el nivel de riesgo y el nivel de aprobación de los respectivos controles.
- Se establece el plan de control de riesgos de las actividades que se van a ejecutar durante el desarrollo de la ODS.
- Con base en los controles definidos para cada riesgo, se procede planificar los recursos o acciones necesarias. Este plan es definido y divulgado a todo el equipo de ejecución y dirección.

En la figura 20 se presenta el proceso de planeación, reforzado con la gestión de costos y riesgo.

Figura 20. Proceso planeación.

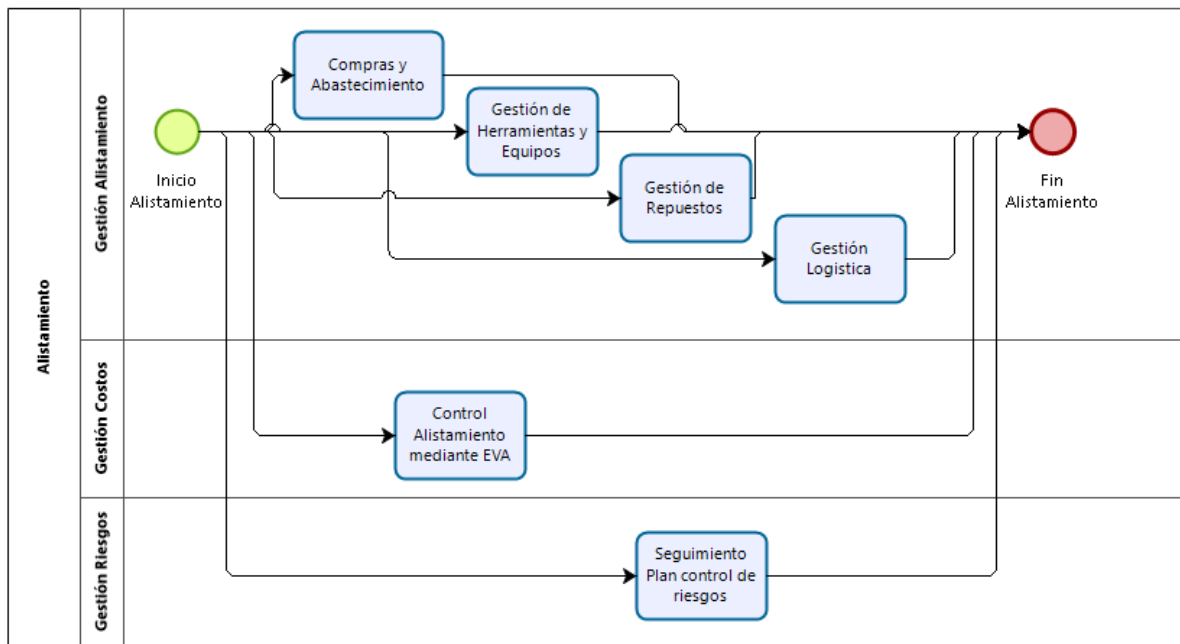


5.1.5 Alistamiento ODS. De acuerdo con la actual metodología se mantienen las actividades del alistamiento teniendo en cuenta los requerimientos técnicos necesarios para la ejecución que fueron establecidos durante la planeación. A partir de este punto se inicia con la aplicación de lo planificado para la gestión de costos y riesgos.

- Como parte del alistamiento para la ejecución se procede con las compras y abastecimiento necesarios para iniciar, así como la gestión de herramientas y equipos, repuestos y gestión logística.
- Desde esta etapa inicia la materialización de los costos planeados por lo tanto inicia la aplicación del EVM por medio del software MS Project.
- Con las adquisiciones en materia por ejemplo de consumibles, herramientas y repuestos se corren riesgos que deben ser minimizados por el plan de control establecido en la planeación, por lo tanto, se debe iniciar el seguimiento.

En la figura 21 se presenta el proceso de alistamiento, basado en gestión de riesgos y costos.

Figura 21. Proceso alistamiento.



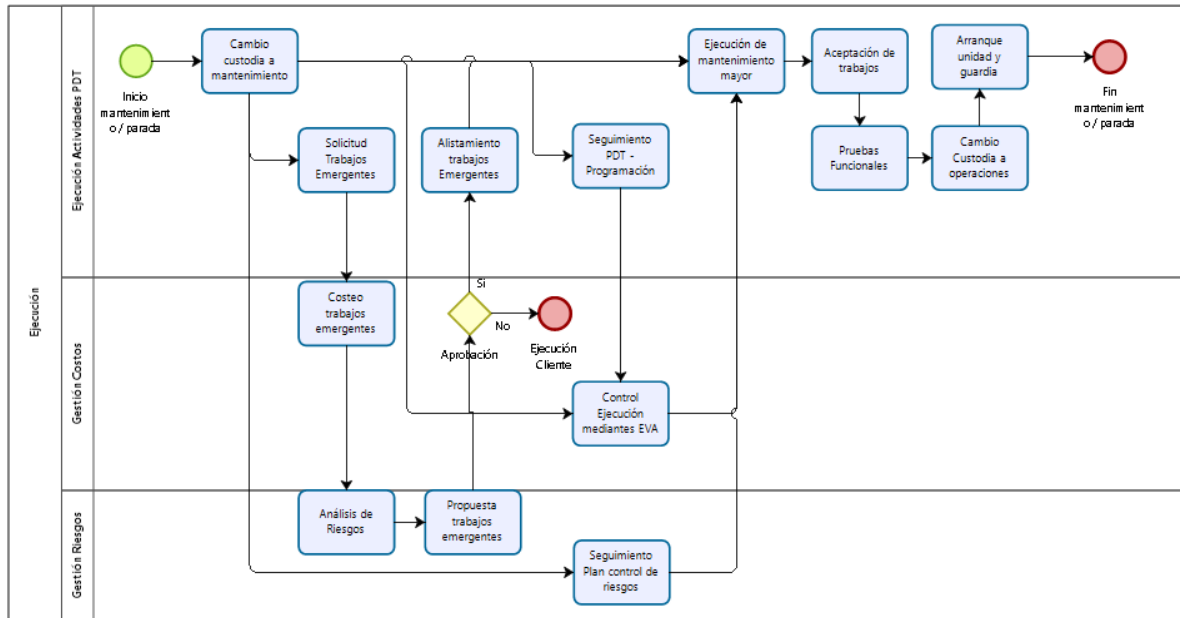
5.1.6 Ejecución ODS. De acuerdo con la auditoría de mantenimiento con parada de planta aplicada a la actual metodología, la ejecución como tal tiene buena calificación, pero en la gestión de riesgos y costos aplicados en esta fase necesitan de mejora por lo tanto es incluida para reforzar tal etapa de la metodología propuesta. A continuación, se describe la mejora a la actual fase.

- Para los trabajos planeados y programados durante la ejecución de la ODS continúa la gestión de costos y riesgos que se inició en el alistamiento. Donde una vez se realiza el cambio de custodia a mantenimiento, se mantiene el seguimiento al plan de control de riesgos, hasta que finaliza la ejecución donde se incluye la desmovilización.

- Se mantiene al igual el control del proyecto a través de la aplicación del EVA durante toda la ejecución del proyecto con el fin de identificar las desviaciones al proyecto y poder tomar oportunamente las decisiones gerenciales necesarias con el fin de cumplir el proyecto de acuerdo con los tiempos establecidos.
- En esta fase se realiza una gestión de riesgos y costos aparte con la generación de trabajos emergentes que suceden durante la ejecución. En estos se da el reporte al cliente de los hallazgos que generan la solicitud del nuevo trabajo.
- Esta solicitud de trabajos emergente conlleva a la realización del costeo donde participan las disciplinas involucradas, así como también para el respectivo análisis de riesgos de la nueva actividad y con lo anterior se genera la propuesta de ejecución que es enviada al cliente.
- El cliente recibe la propuesta y esta es evaluada internamente, donde puede resultar la decisión de ejecutarla con personal propio si no está de acuerdo con el costo, o en su defecto de la aprobación para ejecución por parte de la empresa prestadora de servicios.
- De la aprobación de la propuesta de los trabajos emergentes, sigue el respectivo alistamiento que contempla la consecución de los recursos necesarios para dicha ejecución, que también lleva su control de riesgos, al igual que de sus costos.
- Posterior a la ejecución de las actividades emergentes y planeadas, continúa el flujo normal del proceso, donde viene la aceptación de los trabajos (protocolos), pruebas funcionales, cambio de custodia a operaciones y finalmente el arranque de la unidad y la guardia durante la corrida de confiabilidad.

En la figura 22 se presenta el proceso de ejecución donde se incluye el control tanto de los costos como de los riesgos durante esta fase.

Figura 22. Proceso ejecución y control.



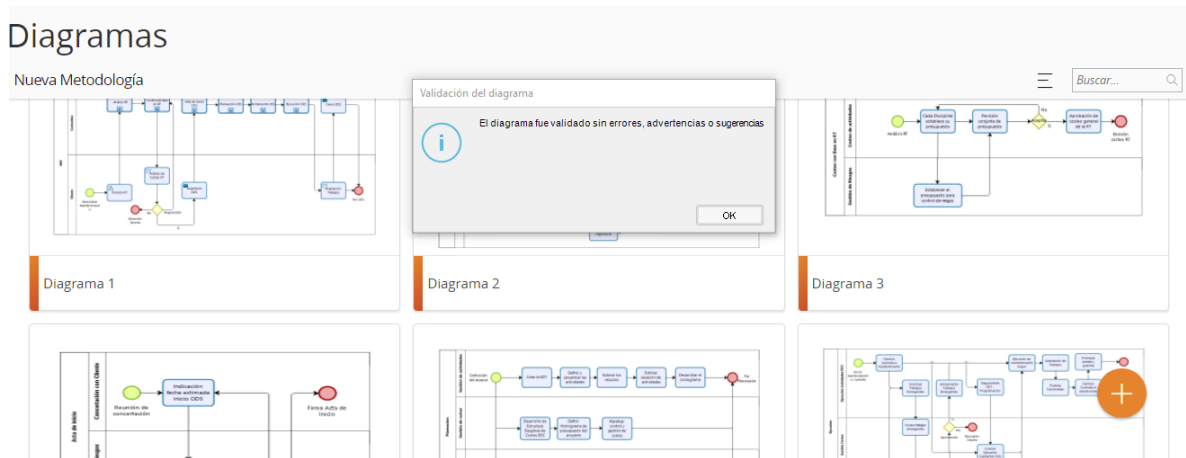
Con el objeto de evaluar la metodología propuesta para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor basado en riesgo y costos, se aplicará en un caso real en la sección 5.2 donde también se realizarán pronósticos de ejecución en cuanto a tiempos y costos para el proceso de toma de decisiones.

5.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN UN CASO REAL

La metodología propuesta para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor basado en riesgo y costos se aplicará en la ejecución de un mantenimiento a los elementos rotativos de un chiller de una planta de parafinas, con el fin de ser evaluada en cuanto su viabilidad y al cumplimiento de presupuestos preestablecidos para esta actividad. Este alcance dentro de las órdenes de servicio de la empresa contratista es la ODS 06. En el anexo C se encuentra el resumen de la aplicación de la metodología de gestión propuesta.

Es importante mencionar que el modelo de la metodología previamente fue validado por medio del software Bizagi Modeler, donde se corrió el proceso principal junto con sus respectivos sub procesos descritos en la sección 5.1. En la figura 23 se presenta el resultado de la validación del modelo que presenta el software.

Figura 23. Proceso ejecución y control.



A continuación, se presenta la revisión de los elementos que fueron modificados con la gestión de riesgos y costos de acuerdo con los resultados de la auditoría de mantenimiento. Se toma como base la información presentada en el anexo C.

5.2.1 Análisis Recomendación Técnica.

- Al recibir la recomendación técnica, esta fue analizada por el equipo multidisciplinario para enlistar las actividades necesarias para la ejecución de la ODS vista desde su disciplina.

- Dichas actividades tienen una revisión preliminar de su nivel de riesgo con el fin de evaluar su posible plan de control que resulta en una nueva actividad de la lista.
- Después de la validación, las actividades fueron homologadas en APU's con vista en la posterior fase que es el costeo de la RT. Estos APU's fueron enlistados.

Como se observa en el anexo C (resumen de ODS 06), en esta fase se realiza una fase preliminar de la gestión de los riesgos asociados a la ejecución de la ODS 06.

5.2.2 Costeo con base en Recomendación Técnica.

- Con la lista de APU's necesarios para la ejecución de la ODS 06 y sus respectivas cantidades, donde se encuentran los controles preliminares de los riesgos asociados, se procede con extender el valor de los APU's y obtener el costeo con base en la RT.
- Este número del costeo es revisado y aprobado por el comité operativo, incluido el gerente del contrato. Posterior, se envió a ser revisado por el cliente, donde se le debe justificar el mayor valor con respecto a la ODS 04, y donde decide aprobar este costeo.

5.2.3 Acta de inicio ODS.

- Posterior a la asignación de la ODS, se procede con la reunión de concertación, donde se plantea la fecha de inicio y se establece el tiempo de ejecución.

- Es información fue analizada por el comité operativo, donde se concluye que los tiempos disponibles para las demás etapas son viables y se firma el acta de inicio.

Al analizar la fecha de inicio y el tiempo de ejecución planteado por el cliente, se continúa con la gestión de riesgos del proyecto al evaluar esta información.

5.2.4 Planeación ODS.

- Se inicia con la planeación de las actividades donde se empiezan a establecer las duraciones de las actividades, con sus sucesoras y predecesoras, para iniciar a construir el plan de trabajo que se refleja en el diagrama de Gantt.
- Se establece el cronograma de ejecución de la ODS 06 y con base en el plan de actividades se establece los recursos necesarios para la ejecución, sirviendo como base para el respectivo plan de gestión de costos.
- Se presenta el presupuesto para la ejecución de la ODS 06, donde se contemplan el recurso humano, toda su logística como EPPs, herramientas, facilidades, también los consumibles necesarios, los subcontratos y repuestos propios para la ejecución del servicio de mantenimiento mayor.
- Con base en el presupuesto presentado y su utilización durante el mantenimiento, se presenta el plan de costos con el fin de hacer seguimiento durante la ejecución.
- Continuando con la gestión de riesgos durante el proyecto, se procede con la identificación y análisis de riesgos para las actividades más críticas de la ejecución, donde se establecen el respectivo plan de control o mitigación de riesgos de la ejecución de la ODS 06.

- A su vez, se establecen desde el punto de vista de aseguramiento de la calidad, los formatos de metrología de las partes a intervenir, donde se indiquen las tolerancias máximas y mínimas permitidas por el fabricante.
- También se define el perfil técnico de los recursos a ser contratados por parte de RRHH para la ejecución del mantenimiento mayor del chiller de la ODS 06.

En la etapa de planeación toma más fuerza la gestión de riesgos y costos, que es donde se establecen las pautas para el respectivo control desde la siguiente etapa que es el alistamiento y donde toma más valor que es en la ejecución.

5.2.5 Alistamiento ODS.

- Se realiza un mejor alistamiento para esta ODS 06, donde se establecen desde esta etapa la adquisición de consumibles, herramientas y repuestos propios para la ejecución y los del chiller que son suministrados por el cliente.
- Se establece la requisición de compra o procura del listado de consumibles necesarios, así como la solicitud de la herramienta los mecánicos y el grupo de ejecución en general, esta es retirada por logística desde la central de herramientas de la empresa prestadora de servicios.
- Se hace la respectiva revisión de repuestos en bodega del cliente, identificando los elementos faltantes que son enlistados y notificados. El cliente da respuesta inmediata con la adquisición de los elementos faltantes, dando vía libre para iniciar la ejecución del servicio de mantenimiento mayor al chiller por medio de la ODS 06.

Es importante mencionar que la compra de los consumibles y de la herramienta necesaria para completar las cajas de herramientas, estaban dentro de

presupuesto, empezando a realizar el control de costos, así como la verificación de repuestos necesarios con el fin de disminuir el riesgo de no tenerlos durante la ejecución.

5.2.6 Ejecución ODS.

- Conforme a lo establecido durante la propuesta de metodología de gestión para la ejecución del mantenimiento mayor, se utilizó el EVM (Gestión del Valor Ganado) como mecanismo de control del proyecto basado en los presupuestos establecidos para la ejecución.
- Con respecto a la gestión de costos por medio del EVM para el control de la ejecución, se puede decir que permitió identificar al inicio del mantenimiento que aunque se estaba obteniendo un avance considerable, se estaban incurriendo en unos sobre costos significativos que se controlaron oportunamente, teniendo sus efectos hacia la mitad del tiempo de ejecución y superando finalmente hacia el inicio de la fase final de ejecución, donde se logró por medio de este control tomar las respectivas decisiones en la ejecución y lograr cumplir dentro del tiempo establecido de ejecución, así como también se logró disminuir los costos de ejecución reflejados en un presupuesto estimado a la conclusión menor al planeado.
- Es importante mencionar que también la implementación del EVM permitió hacer pronósticos de los presupuestos estimados a la conclusión, los cuales fueron la base para la toma de decisiones por parte de la gerencia del proyecto como se indicó en el anexo C, donde se describió la utilización del EVM en la ejecución del servicio.
- Con respecto a la gestión de riesgos como resultado en la ejecución, el principal logro fue que se registraron cero accidentes o incidentes de trabajo. Así como la ejecución del respectivo plan de control de riesgos que al final se vio reflejado en los bajos costos de ejecución y en los cero reprocesos

durante la ejecución. En resumen, no se materializó algún riesgo alto que impactara la ejecución de la ODS 06.

- Los trabajos emergentes fueron correctamente valorados en su riesgo y al final se ejecutaron dentro del tiempo normal de ejecución sin contratiempos.
- La parte de aseguramiento de la calidad también obtuvo buenos resultados al no presentarse fallas de control por el cliente, evidenciado en ningún reproceso durante la ejecución.

La correcta estimación de costos y control de riesgos durante la planeación, así como la utilización de las ayudas planteadas permitieron una ejecución dentro de los tiempos establecidos, por debajo del presupuesto planeado y con cero reprocesos por calidad del trabajo.

6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA Y ACTUAL

Con el fin de realizar un análisis comparativo de la metodología propuesta y la actual metodología de gestión para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor basada en riesgo y costos de una compañía prestadora de servicios, a continuación, se analizarán los tres indicadores propios que son calificativos para el desempeño de la empresa prestadora de servicios.

Este análisis comparativo tendrá como base la ejecución de un alcance de mantenimiento muy similar, pero con la aplicación de las dos metodologías. De acuerdo con la tabla 6 de la sección 3.1 es la ODS 04 que corresponde al mantenimiento mayor de un chiller, actividad cuyo alcance semejante va a ser ejecutada en la ODS 06, la única diferencia es que en esta última se incluye el mantenimiento a las dos cajas reductoras, mientras en la ODS 04 sólo se desmontan, se pintan y se montan, ya que fueron recientemente reparadas.

En el anexo B se encuentran las evidencias y el resumen de la ejecución de la ODS 04 de mantenimiento a chiller aplicando la actual metodología de gestión.

6.1 TIEMPO

Es importante mencionar que el alcance técnico de las ODS 04 y 06 es un poco mayor el de esta última como se indicó previamente, pero para la ODS 04 el tiempo programado de ejecución fue de 36 días y el de la ODS 06 fue un día menos, es decir de 35 días. Con la aplicación de la propuesta de gestión para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor basada en riesgo y costos de una compañía prestadora de servicios, se logró llevar la ejecución del alcance dentro de

los tiempos establecidos en el acta de inicio de la ODS 06, cumpliendo con los tiempos de ejecución acordados con el cliente.

6.2 CALIDAD

Como se mencionó en la sección 5.2 durante la ejecución del servicio de la ODS 06 no se presentaron reprocesos por baja calidad de los trabajos que son reflejados en cero fallas de control registradas versus la falla de control registrada en la ODS 04 por la rotura de uno de los pines de seguridad por el freno de uno de los doce raspadores del chiller. Se cumplió el objetivo de cero reprocesos con la aplicación de la metodología propuesta de gestión para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor basada en riesgo y costos de una compañía prestadora de servicios.

6.3 COSTOS

Aunque los presupuestos establecidos para las dos ODSs son diferentes, ya que para la ODS 06 fue mayor por el mayor alcance en cuanto a las cajas reductoras y también por la inclusión de los recursos necesarios para la gestión de riesgos y costos, se puede decir que con la implementación de la metodología propuesta de gestión para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor basada en riesgo y costos de una compañía prestadora de servicios, se logró cumplir la ejecución con un presupuesto incluso menor al planeado, así como la ejecución dentro de los tiempos establecidos que se traduce en cero pérdidas de producción diferidas para el cliente.

7. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del presente trabajo, se logró demostrar que con la aplicación de la metodología propuesta de gestión para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor basada en riesgo y costos de una compañía prestadora de servicios, se logró mejorar los indicadores de una orden de servicio, en cuanto a cumplimiento del tiempo de ejecución, calidad de los trabajos realizados y control de los costos cumpliendo presupuestos planeados.

La evaluación de la metodología actual de gestión para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento de una compañía prestadora de servicios por medio de una auditoría, ayudó con la identificación de los puntos débiles del proceso y en la interpretación de los resultados, de esta forma facilitó la identificación de oportunidades de mejora.

Los resultados de la aplicación de la auditoría a la metodología actual de ejecución de ODS de mantenimiento mayor de una empresa prestadora de servicio concuerdan con el objeto principal de la tesis que es reforzar la metodología en cuanto a la gestión de riesgos y costos.

El planteamiento de la propuesta de mejora de la metodología actual de gestión para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento de una compañía prestadora de servicios permitió mejorar el proceso, ya que fortalece las áreas de interés con menor calificación.

La aplicación de la metodología propuesta de gestión para la ejecución de órdenes de servicio de mantenimiento mayor basada en riesgo y costos de una compañía prestadora de servicios a un caso real, permitió verificar la optimización de costos al llevar un mejor control sobre el presupuesto planeado durante la ejecución.

Realizar Pronósticos de ejecución en un mantenimiento mayor en cuanto a tiempo y costos por medio del EVM, contribuyó al proceso de toma de decisiones dentro de la metodología propuesta, llevando a resultados satisfactorios a la finalización de la ODS donde se aplicó.

BIBLIOGRAFÍA

CONTRERAS MÁRQUEZ, José. Auditoría de Paradas de Planta. [En línea]. [Consultado el: 10 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://mantenimientoeficiente.com/auditoria-de-paradas-de-planta/>

ECOPETROL S.A. Procedimiento Para el Autocontrol del Proceso de Gestión Turnaround en la GCB. Barrancabermeja: La entidad, 2007. 41 p.

GARCÍA GARRIDO, Santiago. Auditorías de Mantenimiento. Madrid: Editorial RENOVETEC, 2009. 34 p.

LENAHAN, Tom. Turnaround, Shutdown and Outage Management: Effective Planning and Step-By-Step Execution of Planned Maintenance Operations. Burlington, EE.UU.: Elsevier ed., 2006. 280 p. ISBN: 978-0750667876.

LEVITT, Joel. Managing Maintenance Shutdowns and Outages. New York, EE.UU.: Industrial Press, 2004. 208 p. ISBN: 978-0831131739.

MASSY ENERGY COLOMBIA S.A.S. Guía Gerenciamiento de Paradas de Planta. Bogotá D.C.: La entidad, 2018. 54 p.

ORTÍZ, Daniel. Mantenimiento con Parada de Planta; Prácticas para una Gestión Integral del Proceso. Bogotá D.C.: El Autor, 2017. 188 p. ISBN: 978-958-48-1602-3.

PESENTI, Walter. Turnaround / Shutdown cost estimating and tracking. [En línea]. [Consultado el: 20 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/turnaround-shutdown-cost-estimating-tracking-walter-pesenti/>

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Quinta edición. Newtown Square, EE.UU.: El Instituto, 2013. 596 p. ISBN: 978-1-62825-009-1.

SAHOO, Trinath. Process Plants: Shutdown and Turnaround Management. Boca Ratón, EE.UU.: CRC Press, 2013. 406 p. ISBN: 978-1498771238.

SERNA, Aníbal. Memorias de clase de Gestión de Paradas Programadas de Planta Mayor. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Maestría en Gerencia de Mantenimiento. 2017. 304 p.