

UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

PROFESOR GUIA:
LETICIA GALLEGUILLOS PERALTA



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**“PROPUESTA DE UN MODELO DE PLANIFICACION PARA EL
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ENAP REFINERIA BIO BIO”**

**Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener
el título de Ingeniero Civil Industrial.**

CONCEPCION, ENERO DE 2014

PAULINA FUENTES STUARDO

DEDICATORIA

A mi abuelita, mis padres y hermanos

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a todos quienes formaron parte de esta última etapa académica:

A la División Planificación de Mantenimiento de ENAP Refinería Bio Bio, por recibirme y apoyar este trabajo. A don Marcelo Garcés, por su cariño y confianza puesta en mí. Al equipo de Ingenieros Planificadores e Ingenieros Coordinadores y a mis compañeros Cecilia y Manuel, por los inolvidables momentos y conocimientos compartidos. A todos, por el ánimo brindado.

A los funcionarios y profesores de la Escuela de Ingeniería Civil Industrial, por las oportunidades entregadas, especialmente a mi querida profesora Leticia Galleguillos, por su profesionalismo, apoyo y confianza, incondicionales.

A Bárbara, Flor, Paulina, Marioly, Andrea y Rocío, mis queridas amigas, por aceptarme tal cual soy y permitirme ser parte de sus vidas. Por todos los momentos vividos y por vivir. Por apoyarme, contenerme y hacerme sentir en casa.

Pero por sobre todas las cosas, agradezco a Dios. Por poner en mi camino a personas maravillosas que nunca dejaron de confiar en mí. Por darme cada día la oportunidad de conocer y conocerme. Por hacerme más fuerte y estar conmigo siempre, dándome vida y fuerzas para continuar.

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo proponer un Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo de ENAP Refinería Bío Bío, con el fin de mejorar la determinación de las operaciones preventivas que aseguren una mayor disponibilidad, confiabilidad y seguridad de las Unidades de Producción. Para cumplir con ello, el trabajo contempló el diagnóstico de la situación actual de la Planificación del Mantenimiento Preventivo, el diseño de una nueva propuesta en base a los resultados arrojados por el diagnóstico y el análisis de los requerimientos operacionales y técnicos para implementarla.

A través de la aplicación de la etapa “Planificar” del método de los Ocho Pasos, el diagnóstico permitió detectar que la actual metodología para la Planificación del Mantenimiento Preventivo es ineficaz, debido a que impacta en la composición de los Planes de Mantenimiento registrados hasta la fecha, en la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de las Unidades de Producción, en el Presupuesto de Costos de Operación del Departamento de Mantención y en los costos de calidad de ENAP Refinería Bio Bio. El problema es explicado en un 80 por ciento por el bajo énfasis en la Planificación Táctica del Mantenimiento Preventivo, la existencia de procedimientos y registros inadecuados y la no definición de un equipo de trabajo para diseñar los Planes de Mantenimiento Preventivo. De acuerdo a ello, se propuso como principal medida el diseño de un Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo, mientras que como medidas secundarias y derivadas de la principal, el establecimiento de procedimientos documentados para la Planificación y el Control del Mantenimiento Preventivo, el establecimiento de registros documentados y una estructura organizacional exclusivos para apoyar la Planificación del Mantenimiento Preventivo.

En este sentido, el Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo se diseñó a través de un Modelo de Estrategia de Operaciones apoyado en las funciones de la Administración, con el objeto de establecer una Estrategia Funcional

que integre la Planificación Táctica. Por lo tanto, se estructuraron Misión, Competencias Distintivas, Objetivos Estratégicos, Políticas y cuatro Planes de Acción fundados en la metodología RCM, todos ellos exclusivos para el Mantenimiento Preventivo y alineados a la estrategia de ENAP Refinería Bio Bio y del Departamento de Mantención.

Finalmente, se realizó un análisis de requerimientos operacionales y técnicos para implementar el Modelo de Planificación, a partir del estudio de los ámbitos asociados al Modelo Integral del Cambio. Para ello, las actividades definidas en los Planes de Acción caracterizaron los Procesos Operativos “Planificación del Mantenimiento Preventivo”, “Ejecución del Mantenimiento Preventivo” y “Control del Mantenimiento Preventivo” que forman parte del Macroproceso “Mantención”, desde los cuales se definió la estructura de los procedimientos documentados para la Planificación y el Control del Mantenimiento Preventivo, de los registros documentados y el equipo de trabajo para la Planificación del Mantenimiento Preventivo, así como también otros requerimientos asociados al apoyo tecnológico y el acondicionamiento de la infraestructura física necesaria.

En particular, la metodología de planificación propuesta es ardua, sin embargo no impide ver mejoras respecto de la capacidad anual de planificación, la cual, si es llevada a su tope, podría elevarse hasta en un 176 por ciento respecto de la situación actual, así como también, implicaría una mejora en la tasa de planificación desde un 10 a un 26 por ciento. Por lo tanto, el presente trabajo ha privilegiado invertir tiempo en beneficio de una nueva cultura de la calidad, que permita no tan sólo establecer los Planes de Mantenimiento Preventivo bien desde la primera vez y con tendencia a la mejora continua, sino que a la postre, permita que ENAP Refinería Bio Bio perciba los beneficios derivados de la maximización de la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de sus Unidades de Producción.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Objetivos del Estudio	3
1.4 Alcances del Estudio	4
1.5 Metodología	4
1.6 Antecedentes de la Empresa	6
CAPITULO 2: MARCO TEORICO	18
2.1 Mejoramamiento de Procesos.....	18
2.2 Fundamentos de la Administración	21
2.3 Fundamentos del Mantenimiento y su Planificación	30
2.4 Tratamiento de datos de confiabilidad y mantenimiento en la industria del petróleo.....	36
CAPITULO 3: DIAGNOSTICO DE LA PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	41
3.1 Metodología	41
3.2 Procedimientos Vigentes.....	42
3.3 Caracterización del Problema y de las Oportunidades de Mejora	46
CAPITULO 4: DISEÑO DEL MODELO DE PLANIFICACION PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	72
4.1 Metodología	72
4.2 Definición del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo....	73
CAPITULO 5: ANALISIS DE REQUERIMIENTOS DEL MODELO DE PLANIFICACION PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	98
5.1 Metodología	98
5.2 Requerimientos	99
5.3 Análisis Costo – Beneficio.....	127
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1.1: Infraestructura ENAP Refinería Bio Bio	8
Tabla N°2.1: Ciclo PHVA y Método de los Ocho Pasos	19
Tabla N°2.2: Niveles de Planeación	22
Tabla N°2.3: Categorías de datos	37
Tabla N°3.1: Evaluación de la Estructura de los Procedimientos	54
Tabla N°3.2: Comparación de Listados Equipos Críticos	59
Tabla N°3.3: Evaluación de Requerimientos Análisis de Criticidad	59
Tabla N°3.4: Indicadores de Gestión Departamento de Mantenición	63
Tabla N°3.5: Medidas Remedio	70
Tabla N°4.1: Prioridades competitivas del Departamento de Mantenición	76
Tabla N°4.2: Análisis Interno y Externo Departamento de Mantenición	78
Tabla N°4.3: Factores transversales a la Estrategia del Departamento de Mantenición	80
Tabla N°4.4: Metodología CATWOE	83
Tabla N°4.5: Políticas para el Mantenimiento Preventivo	87
Tabla N°4.6: Plan de Acción 1	91
Tabla N°4.7: Plan de Acción 2	92
Tabla N°4.8: Plan de Acción 3	93
Tabla N°4.9: Plan de Acción 4	94
Tabla N°4.10: Indicadores de Planificación	95
Tabla N°4.11: Indicadores de Ejecución.....	96
Tabla N°4.12: Indicadores de Ejecución (continuación)	97
Tabla N°5.1: Simbología ANSI	102
Tabla N°5.2: Documentos Generados por los Procesos Operativos	108
Tabla N°5.3: Priorización de los Procesos Operativos	109

Tabla N°5.4: Requerimientos de los Procesos Operativos	111
Tabla N°5.5: Requerimientos de Estructura Organizacional.....	118
Tabla N°5.6: Selección de Estructura Física	120
Tabla N°5.7: Requerimientos de Tecnología.....	121
Tabla N°5.8: Análisis de Cargos	122
Tabla N°5.9: Resumen de Requerimientos	126
Tabla N°5.10: Análisis Costo – Beneficio	129

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1.1: Mapa de Procesos ENAP Refinería Bio Bio	10
Figura N°1.2: Estructura Organizacional Departamento de Mantenición.....	12
Figura N°1.3: Proceso de Mantenición.....	17
Figura N°2.1: El Proceso de la Administración	21
Figura N°2.2: Proceso de la Administración de Operaciones	28
Figura N°2.3: Modelo de Estrategia de Operaciones	30
Figura N°2.4: Tipos de Mantenimiento	31
Figura N°2.5: Planificación del Mantenimiento	33
Figura N°2.6: Estructura jerárquica según Norma ISO 14.224	39
Figura N°3.1: Procedimiento Plan Anual de Mantenición Preventiva	43
Figura N°3.2: Procedimiento Elaboración de Planes de Mantenición Preventiva y Predictiva	45
Figura N°3.3: Equipos Malos Actores Año 2012.....	47
Figura N°3.4: Análisis Presupuesto de Costos de Operación Departamento de Mantenición	48
Figura N°3.5: Evaluación de los Ejes Estratégicos Departamento de Mantenición	50
Figura N°3.6: Evaluación de Requerimientos Planes de Mantenimiento Preventivo .	57
Figura N°3.7: Planes de Mantenimiento Preventivo con más de una Posición de Mantenimiento	62

Figura N°3.8: Revisión de Planes de Mantenimiento Preventivo	65
Figura N°3.9: Diagrama de Causa - Efecto	67
Figura N°3.10: Diagrama de Pareto	68
Figura N°4.1: Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo	73
Figura N°4.2: Proceso General Mantenimiento Preventivo	86
Figura N°4.3: Despliegue de los Objetivos Estratégicos.....	88
Figura N°5.1: Mapa de Procesos Departamento de Mantención	101
Figura N°5.2: Proceso Operativo Planificación del Mantenimiento Preventivo	103
Figura N°5.3: Proceso Operativo Planificación del Mantenimiento Preventivo (continuación)	104
Figura N°5.4: Proceso Operativo Planificación del Mantenimiento Preventivo (continuación)	105
Figura N°5.5: Proceso Operativo Ejecución del Mantenimiento Preventivo.....	106
Figura N°5.6: Proceso Operativo Control del Mantenimiento Preventivo.....	107
Figura N°5.7: Modelo de Análisis de Criticidad	114
Figura N°5.8: Equipo de Trabajo para la Planificación del Mantenimiento Preventivo	117
Figura N°5.9: Diagrama de Gantt para la Planificación del Mantenimiento Preventivo	128

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Resultados Autodiagnóstico de la Situación de la Gestión Actual de la Organización (SIGA)	135
ANEXO B: Documentación Propuesta	136

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DEL ESTUDIO

En este capítulo se presentan los antecedentes generales del estudio y de la organización en la cual fue elaborado, con el fin de introducir los aspectos y fundamentos que promovieron su desarrollo.

1.1 Introducción

En los últimos años, el Mantenimiento ha pasado a ser una actividad clave en la competitividad de un negocio, constituyendo un complejo sistema de recursos organizacionales y técnicos que busca mantener la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de las instalaciones productivas de la organización, a través de modernas operaciones de conservación o restitución aplicadas a los activos físicos que las componen.

En base a dicha definición, el Departamento de Mantención de ENAP Refinería Bio Bio ha buscado integrar del modo más efectivo posible, las operaciones predictivas y sistemáticas que conforman el Mantenimiento Preventivo, junto a aquellas relacionadas al Mantenimiento Correctivo, sin embargo, su desarrollo demanda de un riguroso proceso de planificación que permita no tan sólo establecer apropiadamente, las operaciones, los recursos y los tiempos de mantenimiento al creciente número de activos físicos, sino que también, dar cumplimiento a las normativas que regulan el actuar de una refinería de petróleo y desde luego, contribuir a la reducción de costos operativos y al desarrollo sustentable del negocio, el cual se ha visto enfrentado a un escenario económico mundial estrecho, reflejado en el 2012 por pérdidas consolidadas que ascienden a 374,1 MMUS\$.

Bajo este escenario, el presente trabajo aborda el Mantenimiento Preventivo con el objeto de potenciar su función dentro del Departamento de Mantención como el principal servicio que defina, a través de su naturaleza planificada, las prioridades de mantención sólo a los activos físicos que lo requieren verdaderamente y a la postre,

permita que ENAP Refinería Bio Bio genere beneficios asociados a la continuidad y la calidad de la producción y al cumplimiento de los principios ligados a su responsabilidad social empresarial.

1.2 Planteamiento del Problema

El Departamento de Mantenimiento de ENAP Refinería Bio Bio, ha buscado establecer el Mantenimiento Preventivo como el servicio constituido por un conjunto de acciones destinadas a adelantarse y/o corregir las fallas potenciales antes de que se conviertan en fallas funcionales que sean de alto riesgo para la seguridad de las personas, de las instalaciones, del medio ambiente y para la continuidad y la calidad de la producción de la Refinería.

Para ello, la División Planificación de Mantenimiento ha trabajado una metodología de planificación del Mantenimiento Preventivo que actualmente se utiliza no ha permitido alcanzar las metas administrativas y operacionales del Departamento de Mantenimiento. En primer lugar los Planes de Mantenimiento actualmente programados, han sido concebidos sin considerar el contexto operacional ni la jerarquía de los equipos que los conforman, provocando que sólo documenten acciones repetitivas cuyo impacto en la gestión interna del Departamento de Mantenimiento y en la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de las instalaciones de ENAP Refinería Bio Bio no es positivamente significativo. Y en segundo lugar, ha impedido cumplir con las metas impuestas por el Plan Anual de Gestión de la Refinería, donde, para el año 2012, sólo se avanzó un 30 por ciento en el objetivo “Establecer Planes de Mantenimiento para los Equipos Críticos”.

Motivado por lo anterior, a continuación se presenta la propuesta de un Modelo para la Planificación del Mantenimiento Preventivo de ENAP Refinería Bio Bio, con el fin de mejorar la definición de las operaciones preventivas que aseguren una mayor disponibilidad, confiabilidad y seguridad de las Unidades de Producción. De este modo, se busca promover la mejora continua dentro del Departamento de

Mantenición, impidiendo el aumento de los costos de calidad asociados a fallas internas y especialmente, el riesgo de aumentar los costos de calidad asociados a fallas externas, contribuyendo finalmente al beneficio y a la competitividad de ENAP Refinería Bio Bio.

1.3 Objetivos del Estudio

1.3.1 Objetivo General

Proponer un Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo de ENAP Refinería Bío Bío, con el fin de mejorar la determinación de las operaciones preventivas que aseguren una mayor disponibilidad, confiabilidad y seguridad de las Unidades de Producción.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la planificación del Mantenimiento Preventivo, identificando los antecedentes sobre los cuales es posible proponer acciones de mejoras.
- Diseñar lineamientos, planes de acción e indicadores de gestión asociados al Mantenimiento Preventivo, alineados a la Estrategia de ENAP Refinería Bio Bio y el Departamento de Mantención.
- Realizar un análisis de requerimientos operacionales y técnicos para implementar la propuesta, identificando factores asociados a Estrategia, Procesos, Estructura, Tecnología y Personas.

1.4 Alcances del Estudio

Este trabajo comprendió la propuesta de un Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo, excluyendo su implementación. Por lo tanto, involucró el diagnóstico de la situación actual de la Planificación del Mantenimiento Preventivo del Departamento de Mantención de ENAP Refinería Bio Bio, el diseño de una nueva propuesta en base a los resultados arrojados por el diagnóstico y el análisis de los requerimientos operacionales y técnicos para implementarla, haciendo énfasis en aquellos que permitan establecer los procedimientos y los registros documentados y la estructura organizacional para la estandarización de las nuevas actividades que la conforman.

El Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo hace énfasis en una metodología de planificación táctica que integra una visión hacia la Ejecución del Mantenimiento Preventivo. No considera el paso a paso para determinar las variables técnicas y ambientales específicas que condicionan las operaciones de mantenimiento para cada clase de equipo presente en la Refinería y la documentación asociada a ello. Esto se reserva para el Departamento de Mantención al momento de implementar la propuesta entregada en el presente informe.

1.5 Metodología

Para la consecución de los objetivos del estudio se ha utilizado una metodología compuesta por las siguientes etapas:

Investigación y Marco Teórico: Comprendió la revisión bibliográfica de material digital e impreso referido a la teoría de la Gestión de Procesos, de la Administración y de la Gestión del Mantenimiento, con el fin de identificar herramientas de diagnóstico para la detección de oportunidades de mejora y un modelo que permita

integrar la Planificación del Mantenimiento Preventivo y las bases de las restantes funciones de la Administración: La Organización, la Dirección y el Control.

Caracterización y Diagnóstico: Comprendió la identificación de la situación actual de la Planificación del Mantenimiento Preventivo dentro del Departamento de Mantención, a partir del levantamiento de los procedimientos vigentes y la aplicación de la etapa “Planificar” del método de los Ocho Pasos, con el fin de ubicar la problemática planteada las oportunidades sobre las cuales se definirá la propuesta de solución.

Diseño de la Propuesta: Comprendió el diseño del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo a través de un Modelo de Estrategia de Operaciones fundado en las bases de la metodología RCM y en las funciones de la Administración, con el fin de establecer una Estrategia Funcional que integre la Planificación Táctica y se encuentre alineada a la Estrategia de ENAP Refinería Bio Bio y del Departamento de Mantención.

Análisis de Requerimientos de la Propuesta: Comprendió el análisis de los requerimientos operacionales y técnicos para la implementación del Modelo de Planificación diseñado, a través del estudio de los ámbitos asociados al Modelo Integral del Cambio, haciendo énfasis en aquellos que permitan establecer los procedimientos y los registros documentados y la estructura organizacional para la estandarización de las nuevas actividades que lo conforman.

1.6 Antecedentes de la Empresa

1.6.1 ENAP Refinerías S.A.

ENAP Refinerías S.A.¹ es una de las filiales de la Empresa Nacional del Petróleo, perteneciente a la Línea de Negocios de Refinación y Comercialización. Su giro es la refinación y comercialización de hidrocarburos y sus derivados a través del desarrollo de las actividades productivas y de coordinación de la infraestructura logística.

Fue fundada en el año 2004 y se conforma por las Refinerías Aconcagua, Bio Bio y Gregorio, el Departamento de Almacenamiento y Oleoducto (DAO), los activos de refinación en Magallanes y la filial Manu. Su capacidad de destilación es de 220 mil barriles por día, abasteciendo más del 80 por ciento de la necesidad de combustibles en Chile y exportando parte de su producción a Perú, Ecuador y Centroamérica.

Los principales productos elaborados por ENAP Refinerías se clasifican en tres categorías:

Combustibles: Gas licuado (Propano y Butano), Gasolinas (93 y 97 octanos y de Aviación 100/130), Kerosenes (Doméstico y de Aviación JET A1), Petróleos Diesel (Grado A, B, Antártico y Marino), Petróleos Combustibles (Fuel Oil N°6, Combustible Marino IFO 380, Combustible Marino IFO 180) y Coque de Petróleo.

Petroquímicos: Etileno y Propileno.

Especiales: Solventes (Aguarrás, Xileno, Gasolina Blanca, Solvente para Minería y bases para asfaltos (Impermeabilizantes y Cemento Asfáltico)

¹ Fuente: ENAP Refinerías (2013). Descripción de la Línea de Negocios Refinación y Comercialización. Recuperado en <http://www.ena.cl/pag/92/998/refinacion>

1.6.2 ENAP Refinería Bío Bío

ENAP Refinería Bío Bío² es una de las refinerías de petróleo de la filial ENAP Refinerías. Ubicada en la comuna de Hualpén, se encuentra en operaciones desde el 29 de Julio de 1966 y posee una capacidad de procesamiento de crudo de 18 mil metros cúbicos diarios, que le permiten satisfacer las demandas de combustible de Chile y el extranjero. Como parte del grupo de empresas de ENAP, ENAP Refinería Bío Bío asume y hace propia la Misión, Visión y Plan Estratégico de ENAP.

1.6.2.1 Misión³

“Empresa de energía, 100% del Estado de Chile, líder en hidrocarburos, integrada, que provee productos y servicios que satisfagan las necesidades de los clientes y contribuyan al desarrollo sustentable de los países y de las comunidades en que está inserta, operando en forma competitiva y rentable”.

1.6.2.2 Visión⁴

“Cumplir la misión alcanzando las siguientes aspiraciones:

- Contar con la preferencia de los clientes a precios competitivos.
- Liderazgo como operador logístico/comercial.
- Asegurar un abastecimiento competitivo integrándose y a través de alianzas, aun cuando esta producción no llegue físicamente a las refinerías.
- Participar rentablemente en todos los eslabones de la cadena, minimizando riesgos.
- Operando con niveles de eficiencia y confiabilidad, competitivos en todos los procesos de negocio y de apoyo.

² Fuente: ENAP Refinería Bio Bio, Manual de Calidad

³ Fuente: Ibid

⁴ Fuente: Ibid

- Reemplazando y creciendo en reservas.
- Siendo reconocido como empresa líder en desarrollo sustentable.
- Contando con un equipo competente, colaborativo y comprometido”

1.6.2.3 Infraestructura⁵

Como muestra la Tabla N°1.1, la infraestructura de ENAP Refinería Bio Bio está compuesta por plantas para la refinación del crudo y procesamiento de cargas complementarias, plantas de tratamiento, infraestructura de almacenamiento y oleoductos, además de instalaciones de seguridad y aseguramiento de calidad.

Tabla N°1.1: Infraestructura ENAP Refinería Bio Bio

Plantas para la refinación del crudo y procesamiento de cargas complementarias
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Topping y Vacío I y II ▪ Visbreaking ▪ Cracking Catalítico ▪ Reformación Catalítica Continua ▪ Etileno ▪ Hidrotratamiento de Diesel I y II ▪ Hidrocracking ▪ Saturación de Benceno ▪ Isomerización ▪ Separadora y Purificadora de Propileno ▪ Planta de Hidrógeno ▪ Coquización Retardada (Coker) e Hidrotratamiento de Diesel ▪ Planta de Hidrógeno Biobío ▪ Planta de Hidrocracking Suave de gas oil
Plantas de tratamiento
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planta de tratamiento Merox de kerosene ▪ Planta de tratamiento de gasolina y gas licuado ▪ Planta de tratamiento de Sulfhidrato de Sodio

⁵ Fuente: ENAP Refinerías (2013). ENAP Refinería Bio Bio. Recuperado en http://www.enap.cl/pag/80/870/refineria_biobio

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planta Recuperadora de Azufre ▪ Planta de tratamiento de Gases ▪ Planta de tratamiento de Aguas Ácidas ▪ Planta de tratamiento de Aguas Aceitosas ▪ Planta Desulfurizadora de Diesel ▪ Planta de Suministros de agua de refrigeración, vapor y energía eléctrica
Infraestructura de Almacenamiento y Oleoductos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estanques para almacenamiento de petróleo crudo, productos intermedios y finales ▪ Oleoductos y entre la refinería y el Terminal Marítimo San Vicente para el transporte de petróleo crudo y productos terminados ▪ Oleoductos para productos terminados, desde la refinería hasta la ciudad de San Fernando ▪ Estaciones de bombeo en la refinería, Chillán y Molina ▪ Piping interno desde las zonas de estanques a las plantas procesadoras. ▪ Piping interno desde plantas procesadoras a estanques de productos intermedios y finales ▪ Gasoducto para la recepción y entrega de gas licuado ▪ Motobombas para el envío de productos desde la refinería a San Fernando y San Vicente ▪ Motobombas en San Vicente para la recepción y embarcación de crudos y productos.
Instalaciones de seguridad y aseguramiento de calidad
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Laboratorio químico ▪ Instalaciones y cuartel para la Brigada de Respuesta a Emergencias ▪ Talleres de mantenimiento especializados ▪ Equipos eléctricos de emergencia que funcionan con diesel y gas natural ▪ Sistema de interconexión de gas natural, combustible en calderas y hornos

Fuente: ENAP Refinería Bio Bio

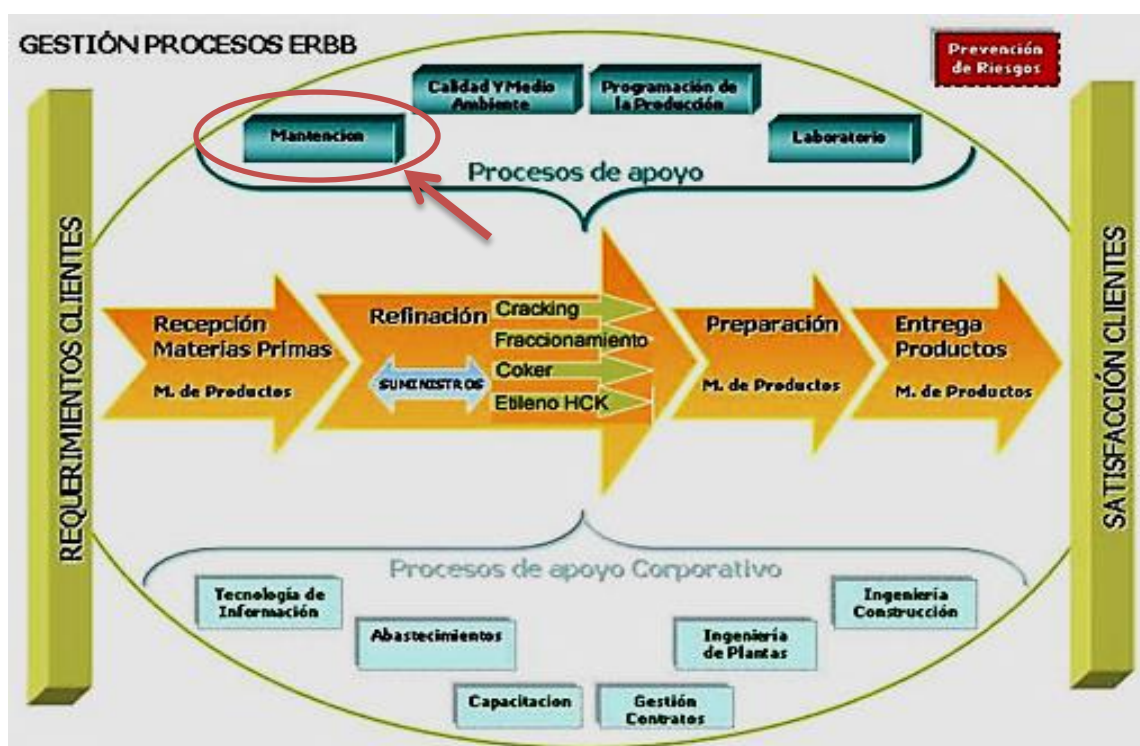
1.6.2.4 Plan Estratégico de ENAP⁶

El Plan Estratégico de ENAP Refinería Bío Bío consta de cuatro pilares que soportan la gestión de la organización: Liderazgo frente al Cliente, Crecimiento Integrado, Desarrollo Sustentable y Seguridad, Productividad y Competitividad.

⁶ Fuente: ENAP Refinería Bio Bio, Manual de Calidad

Para dar cumplimiento a dicho plan, ENAP Refinería Bio Bio incorpora una postura de mejoramiento continuo a través de los sistemas, las personas y los procedimientos. De este modo, se encuentra certificada bajo la Norma ISO 9001 “Requisitos para un sistema de gestión de la calidad”, desde el año 2001, adoptando una Gestión de Procesos. Como muestra la Figura N°1.1 dichos procesos se clasifican en **Procesos Principales**, **Procesos de Apoyo Local** y **Procesos de Apoyo Corporativo**.

Figura N°1.1: Mapa de Procesos ENAP Refinería Bio Bio



Fuente: Manual de Calidad ENAP Refinería Bio Bio

Como se indica, Mantenimiento es un Proceso de Apoyo Local para el funcionamiento de ENAP Refinería Bio Bio, el cual incide directamente en la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de las Unidades de Producción, en la seguridad del medio ambiente y de las personas. Es necesario para el control y la mejora del sistema de gestión y proporciona estabilidad a los Procesos Principales. Esto evidencia su relevancia dentro de la organización y en consecuencia, la importancia

de generar propuestas que permitan potenciar sus actuales actividades y/o generar otras nuevas con miras a su mejoramiento continuo.

1.6.3 Departamento de Mantenimiento de ENAP Refinería Bio Bio

El Departamento de Mantenimiento es una unidad compuesta de 131 colaboradores internos, dependiente de la Gerencia General del ENAP Refinería Bio Bio.

1.6.3.1 Misión⁷

“Maximizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los activos productivos de ENAP, asegurando la continuidad de la producción, de acuerdo a la demanda requerida por el negocio, utilizando con eficiencia y calidad los recursos, adoptando las mejores prácticas de la industria, cuidando la protección de las personas y el medio ambiente; asegurando así la competitividad de la empresa en el tiempo”.

1.6.3.2 Visión⁸

“Enfrentar los desafíos, con una estrategia moderna, competitiva e integrada a todos los procesos del negocio, agregando valor a cada una de nuestras actividades, aplicando las mejores prácticas de la industria, para hacer de ENAP, una empresa líder, de excelencia, rentable y sustentable en el tiempo”.

1.6.3.3 Políticas⁹

- Énfasis en la planificación de la gestión técnico - económica.
- Énfasis en la preservación de las funciones de los activos físicos.

⁷ Fuente: ENAP Refinería Bio Bio, Modelo de Gestión de Mantenimiento

⁸ Fuente: Ibid.

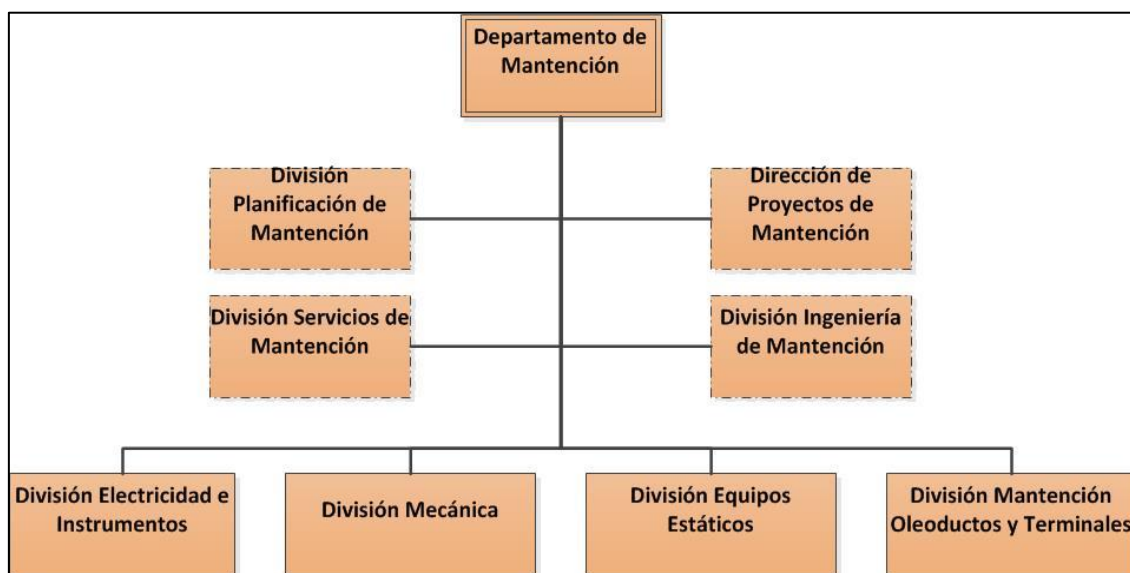
⁹ Fuente: Ibid.

- Prioridad a la estandarización de equipos.
- Énfasis en la integración participativa con todas las áreas de la empresa.
- Producción y Mantenimiento, son un equipo de trabajo.
- Gestión integrada a las políticas de Abastecimiento.
- SAP es el soporte informático de la gestión.
- Benchmarking interno con indicadores comunes (R&L / E&P).
- Todo trabajo debe tener asociado un procedimiento.

1.6.3.4 Estructura Organizacional

Como se muestra en la Figura N°1.2, el Departamento de Mantenimiento se encuentran dirigido por el Jefe del Departamento y se compone de cuatro Divisiones Operativas, tres Divisiones Staff y un Director de Proyectos, encargado de gestionar y dirigir los proyectos solicitados al Departamento. A su vez, cada División es encabezada por un Jefe de División y un equipo de ingenieros, supervisores y técnicos de mantención.

Figura N°1.2: Estructura Organizacional Departamento de Mantenimiento



Fuente: ENAP Refinería Bio Bio, Procedimiento General de Mantención

División Electricidad e Instrumentos (DEI): Su labor es ejecutar los servicios de mantención que involucran trabajos eléctricos, electrónicos e instrumentales.

División Mecánica (DM): Su labor es ejecutar los servicios de mantención que involucran trabajos en equipos mecánicos rotatorios, vale decir, turbinas, compresores, bombas, aeroventiladores y la dirección de recursos de maestranza para los sistemas mecánicos.

División Equipos Estáticos (DEE): Su labor es ejecutar los servicios de mantención que involucran trabajos en equipos mecánicos no rotatorios, vale decir, hornos, torres, piping, intercambiadores, válvulas de corte, además de trabajos de aislación térmica y pintura.

División Mantención Oleoductos y Terminales (DMOT): Su labor es ejecutar los servicios de mantención que involucran trabajos en equipos mecánicos no rotatorios que se encuentren dentro de las familias de oleoductos, estanques, líneas submarinas y terminales.

División Planificación de Mantención (DPM): Su labor es proporcionar el soporte técnico y administrativo para el diseño de estrategias y planes que puedan ser ejecutados por las Divisiones Operativas del Departamento de Mantención.

División Ingeniería de Mantención (DIM): Su labor es entregar el soporte técnico y ejecutar los servicios de mantención que involucran trabajos de inspección y predicción de fallas en base al monitoreo de equipos rotatorios y estáticos, análisis de fallas e ingeniería de confiabilidad.

División Servicios de Mantención (DSM): Su labor es gestionar los servicios de mantención contratados a terceros. En este sentido sus funciones involucran la gestión de contratos, el apoyo en el control de estándares de prevención de riesgos a empresas contratistas, evaluaciones técnicas y gestión de contingencias.

1.6.3.5 Clientes

Los Clientes del Departamento de Mantenición son las Unidades de Proceso (Fraccionamiento, Cracking, Suministros, Movimiento de Productos, Coker, Etileno e Hidrocracking), como dueñas de los Procesos de Negocios de la Refinería.

1.6.3.6 Servicios de Mantenición¹⁰

Los servicios prestados por el Departamento de Mantenición son los siguientes:

Mantenimiento Preventivo (MP): Servicio compuesto por serie de acciones de mantenimiento planificadas, destinadas a prevenir la falla de un equipo, independientemente de su condición al momento de intervenirlo. Los trabajos consisten básicamente en limpieza, lubricación, inspecciones, ajustes menores, y otras acciones.

Mantenimiento Predictivo (MPd): Servicio compuesto por una serie de acciones de mantenimiento planificadas, destinadas a prevenir la falla de un equipo, en base a los resultados obtenidos en mediciones de parámetros físicos tales como vibración, temperatura, presión, espesores y caudal, además de las inspecciones visuales realizadas a los equipos durante su operación normal.

Mantenimiento Correctivo (MC): Servicio compuesto por acciones destinadas a corregir la falla de un equipo.

Paro de Planta: Servicio compuesto por acciones planificadas destinadas a aumentar el período ininterrumpido de corrida de una Unidad de Producción, a través de la intervención de los equipos que la componen, especialmente aquellos que no se pueden intervenir con la Unidad en servicio.

¹⁰ Fuente: ENAP Refinería Bio Bio, Procedimiento General de Mantenición.

Detención: Servicio compuesto por acciones destinadas a entregar mantenimiento a uno o varios equipos que se encuentran fuera de servicio por un período de tiempo inferior al de un Paro de Planta.

1.6.3.7 Procedimiento General¹¹

Como se observa en la Figura N°1.3, el Proceso de Mantención contempla los Procesos Operativos de Planificación, Programación, Ejecución e Inspección y Cierre de los trabajos. Los clientes solicitan los servicios de mantención, la División Planificación de Mantención (DPM) los prepara y programa y las Divisiones Mecánica (DM), Equipos Estáticos (DEE), Electricidad e Instrumentos (DEI), Mantención de Oleoductos y Terminales (DMOT) e Ingeniería de Mantención (DIM) los ejecutan e inspeccionan.

El **Proceso Operativo Planificación de los Servicios de Mantención** corresponde a las actividades que determinan las operaciones a realizar en los equipos de la Refinería, en función de análisis técnicos, experiencia acumulada y requerimientos de los fabricantes. Puede iniciarse de las siguientes maneras:

- A partir de la generación de los Planes de Mantención Preventiva y Predictiva que gatillen la ejecución de servicios de mantención de esta naturaleza.
- A partir de la generación de un Aviso de Mantenimiento¹², por parte de un cliente o División del Departamento de Mantención que solicite servicios de Mantención Correctiva, Preventiva ó Predictiva.

¹¹ Fuente: ENAP Refinerías Bio Bio, Procedimiento General de Mantención e Instructivo de Planificación, Programación y Coordinación de Ordenes de Mantenimiento.

¹² **Aviso de Mantenimiento:** Documento electrónico que permite a los Clientes o a las mismas Divisiones del Departamento de Mantención, solicitar Servicios de Mantención al Departamento de Mantención.

El **Proceso Operativo Programación de los Servicios de Mantención** consiste en asignar un calendario de trabajo a las operaciones, programando las Órdenes de Trabajo¹³ por División Operativa y Unidad de Producción, a través del Programa Diario de Mantención¹⁴, el Programa Semanal de Mantención¹⁵ y el Programa de Fin de Semana de Mantención¹⁶.

El **Proceso Operativo Ejecución e Inspección de los Servicios de Mantención** es la realización de las operaciones, interviniendo los equipos de la Refinería. En este sentido, una vez liberado el Programa Diario, el Programa Semanal y el Programa de Fin de Semana de Mantención, las Divisiones Operativas del Departamento de Mantención solicitan materiales y proceden a la ejecución del servicio de acuerdo a su especialidad. Una vez acabado el servicio, se procede a inspeccionar el trabajo realizado, con el objeto de verificar la restitución de la capacidad de trabajo de los equipos intervenidos.

El **Proceso Operativo Cierre de los Servicios de Mantención** implica la notificación de las operaciones ejecutada a través de las Órdenes de Trabajo y su posterior cierre técnico. Finalmente, el Ingeniero Analista de la División Planificación de Mantención elabora el Informe de Gestión del Departamento de Mantención, incluyendo análisis de costos y estadísticas de mantención a partir de las operaciones planificadas y ejecutadas.

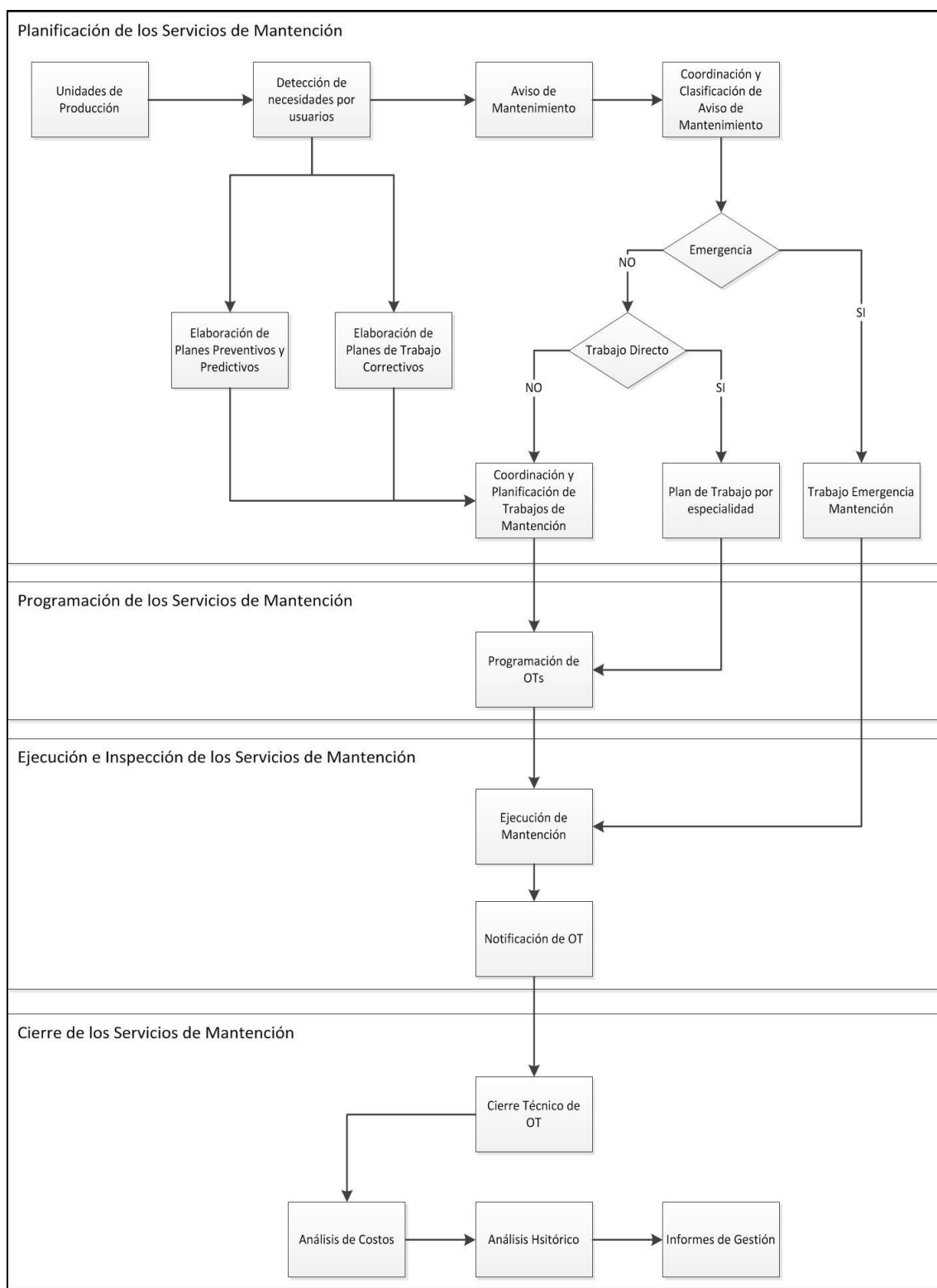
¹³ **Orden: de Trabajo (OT):** Documento electrónico que permite a los Planificadores, formalizar las operaciones a ejecutar en un Equipo a través de la asignación de tareas, responsabilidades y recursos disponibles. Pueden ser **Preventivas Por Plan, Preventivas Por Condición, Correctivas o de Apoyo a Operaciones.**

¹⁴ **Programa Diario de Mantención:** Planilla que contiene la programación de las operaciones de carácter urgentes, que se deben ejecutar entre los días Lunes y Viernes de una semana cualquiera.

¹⁵ **Programa Semanal de Mantención:** Planilla que contiene la programación de las operaciones que se deben ejecutar de Lunes a Viernes de una semana cualquiera.

¹⁶ **Programa de Fin de Semana de Mantención:** Planilla que contiene la programación de las operaciones que se deben ejecutar entre los días Sábado y Domingo de una semana cualquiera.

Figura N°1.3: Proceso de Mantenimiento



Fuente: ENAP Refinería Bio Bio, Procedimiento General de Mantenimiento

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

En este capítulo se presenta la teoría de la Gestión de Procesos, de la Administración y de la Gestión del Mantenimiento, con el fin de identificar herramientas de diagnóstico para la detección de oportunidades de mejora y un modelo que permita integrar la Planificación del Mantenimiento Preventivo y las bases de las restantes funciones de la Administración: La Organización, la Dirección y el Control.

2.1 Mejoramiento de Procesos

El Mejoramiento de Procesos es una de las áreas de la Gestión de Procesos, la cual busca intervenir y aumentar el valor agregado de los procesos ya existentes en una organización, con el fin de cumplir con la estrategia del negocio. En este sentido, una de las más importantes metodologías de diagnóstico es el Método de los Ocho Pasos, dado que permite indagar las condiciones de los procesos involucrados en sistemas productivos y administrativos y cuyo desarrollo integra herramientas tales como el Modelo Integral del Cambio, el Diagrama de Causa – Efecto y el Diagrama de Pareto.

2.1.1 Método de los Ocho Pasos¹⁷

El Método de los Ocho Pasos es una herramienta de diagnóstico para la resolución de problemas. Como muestra la Tabla N°2.1, se encuentra basado en el Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), permitiendo proponer un plan de mejora, probarlo a pequeña escala, observar los resultados obtenidos y de acuerdo a ello, generalizar las soluciones propuestas tal como se planearon o bien, tomando medidas preventivas que las mejoren.

¹⁷ Fuente: Gutiérrez Pulido, H. (1997): Calidad Total y Productividad.

Tabla N°2.1: Ciclo PHVA y Método de los Ocho Pasos

Etapa del Ciclo	Paso		Descripción
	N°	Nombre	
Planear	1	Encontrar un problema	Definir con claridad el problema y verificar si es realmente importante. Dimensionar su magnitud.
	2	Buscar todas las causas posibles	Observar las características, la variabilidad del problema y buscar las relaciones causales del mismo.
	3	Investigar cuál es la causa más importante	Investigar las relaciones causales más vitales del problema, no perdiendo de vista el problema general.
	4	Considerar las medidas remedio	Proponer un plan de trabajo que elimine las causas más importantes del problema, determinado medidas de implementación y medidas para contrarrestar posibles efectos secundarios.
Hacer	5	Poner en práctica las medidas remedio	Seguir al pie de la letra el plan de trabajo propuesto primeramente para un ensayo a pequeña escala, involucrando a los principales participantes.
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos	Verificar si las medidas remedio muestran los resultados esperados utilizando las mismas herramientas de diagnóstico que permitieron detectar el problema y sus relaciones causales. Evaluar impacto de la solución en términos económicos o sus equivalentes.
Actuar	7	Prevenir la recurrencia del mismo problema	Si los resultados fueron satisfactorios, generalizar las medidas remedio propuestas estandarizándolas, documentándolas, comunicándolas y justificándolas. Listar los beneficios tangibles e intangibles obtenidos.
	8	Conclusión	Revisar el procedimiento seguido y documentado con el objeto de planear el trabajo a realizar a futuro. Listar los problemas que persisten y priorizarlos para recomenzar el ciclo.

Fuente: Gutiérrez Pulido, H. Calidad Total y Productividad

2.1.2 Modelo Integral del Cambio¹⁸

El Modelo Integral del Cambio es una herramienta de análisis que busca detectar oportunidades de mejora a través de los cinco ejes centrales del funcionamiento de un sistema administrativo: Estrategia, Procesos, Estructura, Tecnología y Personas.

¹⁸ Fuente: Bravo, J. (2012): Gestión de Procesos.

Estrategia: Implica considerar cómo el propósito y el patrón de la organización o función bajo estudio se encuentran preparados para implementar nuevos proyectos que involucren el mejoramiento de procesos.

Procesos: Implica considerar cómo el enfoque de procesos y los flujos de trabajo actuales de la organización o función bajo estudio afectan las actividades observadas.

Estructura: Implica considerar cómo los actuales niveles de firmeza y flexibilidad de la estructura física y organizacional de la organización o función bajo estudio afectan las actividades observadas.

Tecnología: Implica considerar cómo los actuales apoyos tecnológicos de la organización o función bajo estudio afectan las actividades observadas.

Personas: Implica considerar cómo las actuales relaciones interpersonales, los conocimientos, las funciones y las condiciones de trabajo de los colaboradores de la organización o función bajo estudio afectan las actividades observadas.

2.1.3 Diagrama de Causa – Efecto¹⁹

El Diagrama de Causa – Efecto ó Diagrama de Ishikawa es una herramienta gráfica que refleja un problema y las causas que más probablemente contribuyen a que exista. Se construye apuntando el problema en el lado derecho y al lado izquierdo, las Causas Primarias y Secundarias, agrupadas de acuerdo a sus similitudes en ramas y subramas.

¹⁹ Fuente: Gutiérrez Pulido, H. (1997): Calidad Total y Productividad.

2.1.4 Diagrama de Pareto²⁰

El Diagrama de Pareto es una herramienta que permite localizar un problema y sus causas principales a partir de Principio de Pareto “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que unas pocas Causas son las responsables de la mayor parte del problema. Se construye a partir de una gráfica de barras, desde la causa de menor repercusión hasta la de mayor repercusión.

2.2 Fundamentos de la Administración

La Administración consiste en coordinar y supervisar las actividades de trabajo de modo que se realicen de manera eficiente y eficaz. En este sentido, se administran recursos, personas y cambios. Se administra porque los recursos son escasos y el entorno de la organización está en constante cambio. Se administra para mantener un ambiente en el que las personas trabajen juntas para lograr un propósito común, a través de cuatro funciones: Planificación, Organización, Dirección y Control, como muestra la Figura N°2.1.

Figura N°2.1: El Proceso de la Administración



Fuente: Robbins, S. Administración

²⁰ Gutiérrez Pulido, H. (1997): Calidad Total y Productividad.

2.2.1 Planificación²¹

Es la función que inicia el proceso de la Administración. Consiste en definir objetivos, trazar las estrategias para alcanzar tales objetivos y determinar los medios de control que permitan visualizar desviaciones, con el fin de reconocer la situación actual en la que se encuentra una función u organización y anticiparse a los eventos que puedan intervenir el camino. El resultado de este proceso es el diseño de planes y sus respectivos indicadores de cumplimiento.

Como muestra la Tabla N°2.2 la Planificación sucede en los tres niveles jerárquicos reconocidos en una organización: Alta Dirección, Mandos Medios y Supervisores, con el objeto de implementar a nivel de detalle, las acciones necesarias para conseguir los objetivos organizacionales.

Tabla N°2.2: Niveles de Planeación

Nivel	Alcance	Extensión	Grado de Incertidumbre
Estratégico (Alta Dirección)	La empresa como totalidad	Largo Plazo (más de tres años)	Elevado debido a las contingencias que no pueden preverse
Táctico (Mandos Medios)	Un área específica de la empresa (un departamento o una división)	Mediano Plazo (Entre uno y tres años)	Limitación de las variables involucradas para reducir la incertidumbre y permitir la programación
Operacional (Supervisores)	Una operación específica	Corto Plazo (menos de un año)	Reducido, debido a la racionalización de las actividades

Fuente: Bañados, C. El Proceso Administrativo

La Planificación Estratégica actúa como un plan maestro sobre el cual la organización delimitará su funcionamiento, en tanto, la Planificación Táctica y Operativa hacen posible implementar dicho plan maestro a los niveles funcionales de

²¹ Robbins, S. (2010): Administración

la organización. Sin embargo, independientemente del nivel de planeación aplicado, existen elementos básicos a ser considerados dentro del proceso. Estos son el Objetivo, la Estrategia, la Política, el Procedimiento, la Regla y el Programa.

El **Objetivo** es una declaración formal de los propósitos deseados, por lo tanto, es la base y guía de todo plan y decisiones administrativas, al ser el principal criterio sobre el cual se miden los resultados. Establecen qué es lo que se va a lograr y cuándo serán alcanzados los resultados. Deben ser verificables, de modo que al final del período, pueda ser medido su cumplimiento o no cumplimiento. Así, los objetivos se clasifican en dos categorías:

- **Objetivos de Gestión:** Es una expresión relacionada a la calidad del proceso que da lugar a la obtención de un producto, vale decir, prima la declaración del ¿Cómo?
- **Objetivos de Productividad:** Es una expresión de lo que se quiere alcanzar en términos de productos, vale decir, prima la declaración del ¿Cuánto?

Estrategia: Es el patrón que integra las principales metas y políticas de una organización y a la vez, establece la secuencia coherente de las acciones a realizar. Ayuda a poner en orden y asignar los recursos de una organización, con el fin de lograr una situación viable, así como anticipar los posibles cambios en el entorno.

Política: Es un lineamiento general que permite canalizar las ideas de los participantes del plan y alinearlas con los objetivos estratégicos de la organización. No establece específicamente qué se debe hacer, sino que entrega un margen para que el tomador de decisiones pueda interpretarla a su criterio.

Procedimiento: Determina la metodología estándar para realizar una operación, estipulando de manera secuencial las instrucciones que se deben ejecutar con regularidad.

Regla: Es la definición de medidas específicas que se tomarán en una situación particular, estipulando decisiones administrativas relacionadas a la obligación de la realización u omisión de una acción.

Programa: Plan que se utiliza una sola vez, por lo tanto contiene una serie de actividades que especifican ordenadamente los pasos fundamentales y sus responsabilidades.

2.2.2 Organización²²

Es la segunda función del proceso de Administración y aquella en la cual se comienza a trabajar los planes. Determina la estructura y la distribución del trabajo, lo que es necesario realizar, cómo llevarlo a cabo y con quién se cuenta para hacerlo, por lo tanto, establece un ordenamiento interno que permite actuar más eficaz y eficientemente conforme se incrementa el volumen de actividades.

Para ejecutar esta función, se deben considerar las siguientes actividades: Identificar las actividades primarias, agrupar las actividades primarias de acuerdo a su similitud, definir la importancia relativa de cada actividad, construir un organigrama, asignar responsables, definir las funciones de cada responsable, describir cada cargo de acuerdo a sus perfiles y evaluar cada cargo.

En definitiva, el organizar contribuye a asignar tareas y responsabilidades asociadas con puestos individuales y grupales, establecer líneas formales de autoridad, facilitar

²² Robbins, S. (2010): Administración.

la comunicación, establecer relaciones entre individuos, grupos y departamentos y facilitar la toma de decisiones y la utilización de recursos.

2.2.3 Dirección²³

Es la tercera función del proceso de la Administración y la responsable de trabajar su aspecto interpersonal, dado que es la relación en la cual una persona influye sobre otras para trabajar unidas, “espontáneamente”, en actividades relacionadas, para llevar a cabo lo que la organización desea. Por lo tanto, reconoce las necesidades de la organización, del grupo y del individuo a través de las actividades de liderazgo, motivación, comunicación, manejo de conflictos y la toma de decisiones.

2.2.4 Control²⁴

Es la función que cierra el proceso de la Administración y por lo tanto, es el enlace de retroalimentación a la Planificación. Implica dar seguimiento a las actividades a través de tres pasos, para garantizar que se logren conforme a lo planeado:

- a) **Medición del Desempeño Real:** Se definen los criterios de control a medir, basados en las actividades laborales que se pueden expresar cuantitativamente.
- b) **Comparación:** Se compara el Desempeño Real versus un estándar establecido, los cuales son los objetivos específicos definidos en la Planificación.

²³ Robbins, S. (2010): Administración.

²⁴ Ibid

c) Toma de Decisiones: Se toman las acciones para corregir las desviaciones del desempeño real o bien, corregir los estándares sobre los cuales se está monitoreando, según el resultado que entrega la actividad de Comparación.

El Control sugiere tener previamente alineados objetivos estratégicos, objetivos tácticos y objetivos operativos, de modo que los indicadores asociados a cada uno de ellos también sigan ese lineamiento y por ende, permitan comprender las causas del por qué el objetivo del nivel inmediatamente superior se está comportando adecuada o inadecuadamente. De este modo, el Control es el enlace de retorno a la Planificación y por lo tanto, carece de sentido cuando no existe una Planificación que lo respalde. Es imposible saber si efectivamente la organización se está dirigiendo hacia dónde desea sin antes saber a dónde quiere llegar.

El elemento más representativo del Control es el Indicador²⁵, el cual es una expresión cuantitativa que permite entender el estado actual de un sistema a través de la medición objetiva de su evolución. Es una herramienta para inspeccionar la gestión de las actividades planificadas y el grado de cumplimiento de los objetivos, por lo tanto, deben relacionarse directamente con ellos, deben ser pertinentes, cuantificables a través de datos numéricos, rentables, confiables, sencillos de utilizar y mantener, por lo tanto, deben interferir con otros indicadores. De este modo, los indicadores se clasifican en cuatro categorías: Indicadores de Eficiencia, de Eficacia, de Calidad y de Economía.

Indicadores de Eficiencia: Miden la relación entre la producción física del producto y los insumos utilizados para ello.

Indicadores de Eficacia: Miden el grado de logro de objetivos, por lo tanto, pueden subclasificarse en dos categorías:

²⁵ Fuente: Muñoz, N. (2011): Indicadores.

- **Indicadores de Impacto:** Mide el grado en que la actividad desarrollada mejora las condiciones iniciales.
- **Indicadores de Producto:** Mide la cantidad de bienes producidos y servicios prestados.

Indicadores de Calidad: Miden la capacidad de cumplir adecuadamente con los requisitos que esperan los usuarios, es decir, la relación entre la producción física del producto y lo esperado en términos de oportunidad, accesibilidad, precisión, plazos.

Indicadores de Economía: Mide el manejo adecuado de los recursos presupuestados, es decir, en qué grado se han movilizad o adecuadamente los recursos financieros que se tienen para el cumplimiento de los objetivos.

En general, el diseño de los Indicadores, debe seguir los siguientes pasos²⁶: seleccionar el indicador, denominar el indicador, expresar su forma de cálculo, expresar su forma de representación, definir responsabilidades, definir objetivos y rangos.

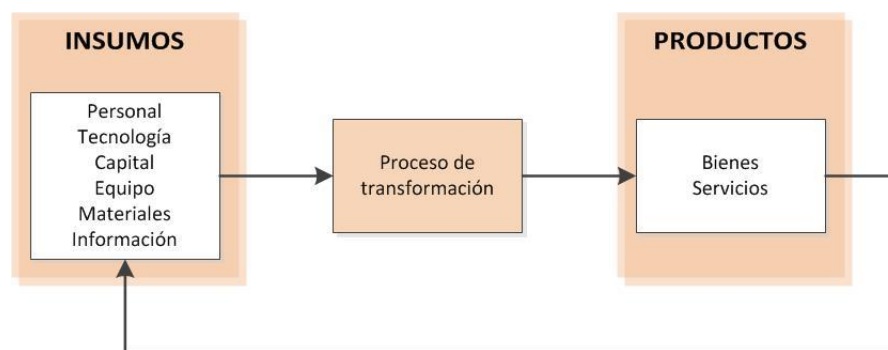
2.2.5 Administración de Operaciones²⁷

La Administración de Operaciones se refiere al proceso de transformación que convierte los insumos en productos terminados, como muestra la Figura N°2.2. Tiene un rol estratégico importante dado que demanda del manejo eficiente y eficaz de la productividad, con el fin de asegurar el éxito competitivo de una organización.

²⁶ Fuente: Norma UNE 66175: Sistemas de gestión de la calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores.

²⁷ Fuente: Robbins, S. (2010): Administración.

Figura N°2.2: Proceso de la Administración de Operaciones



Fuente: Robbins, S. Administración

Una de las metodologías que gatilla el ejercicio de la Administración de Operaciones es el Modelo de Estrategia de Operaciones²⁸, dado que es un patrón consistente de decisiones planificadas a partir de la visión de una Estrategia Funcional e impulsado por la Estrategia Corporativa y Empresarial de una organización. Su estructura general se muestra en la Figura N°2.3, la cual se compone de los siguientes elementos de la Planificación: Estrategia Corporativa, Estrategia Empresarial, Análisis Externo e interno, Misión, Competencia Distintiva, Objetivos, Políticas, Decisiones Tácticas y Resultados.

Estrategia Empresarial: Define la manera en la cual competirá la organización.

Análisis Interno: Persigue identificar las variables que constituyen Fortalezas y Debilidades para las operaciones existentes en la organización.

Análisis Externo: Persigue identificar las variables que constituyen Amenazas y Oportunidades para la organización, por lo tanto, influye principalmente en la Estrategia Corporativa y la Estrategia Empresarial y secundariamente en las operaciones.

²⁸ Fuente: Schroeder, R. (1997): Administración de Operaciones, toma de decisiones en la función de operaciones.

Misión: Define el propósito de la función Operaciones, la cual se deriva principalmente de la Estrategia Empresarial. En general, deben declararse las prioridades de operaciones, entre ellas: Costo, Calidad, Tiempos de Entrega y Flexibilidad. Sin embargo, también debe hacer énfasis en los siguientes elementos situacionales: Clientes, Actores, Proceso de Transformación, Visión del Mundo, Dueños y Entorno de la función Operaciones.

Competencia Distintiva: Es la actividad que la función Operaciones debe dominar mejor que la competencia. En general debe planearse en conjunto a la Misión, por lo tanto, de igual modo declara las prioridades: Costo, Calidad, Tiempos de Entrega y Flexibilidad o bien, Recursos Propios.

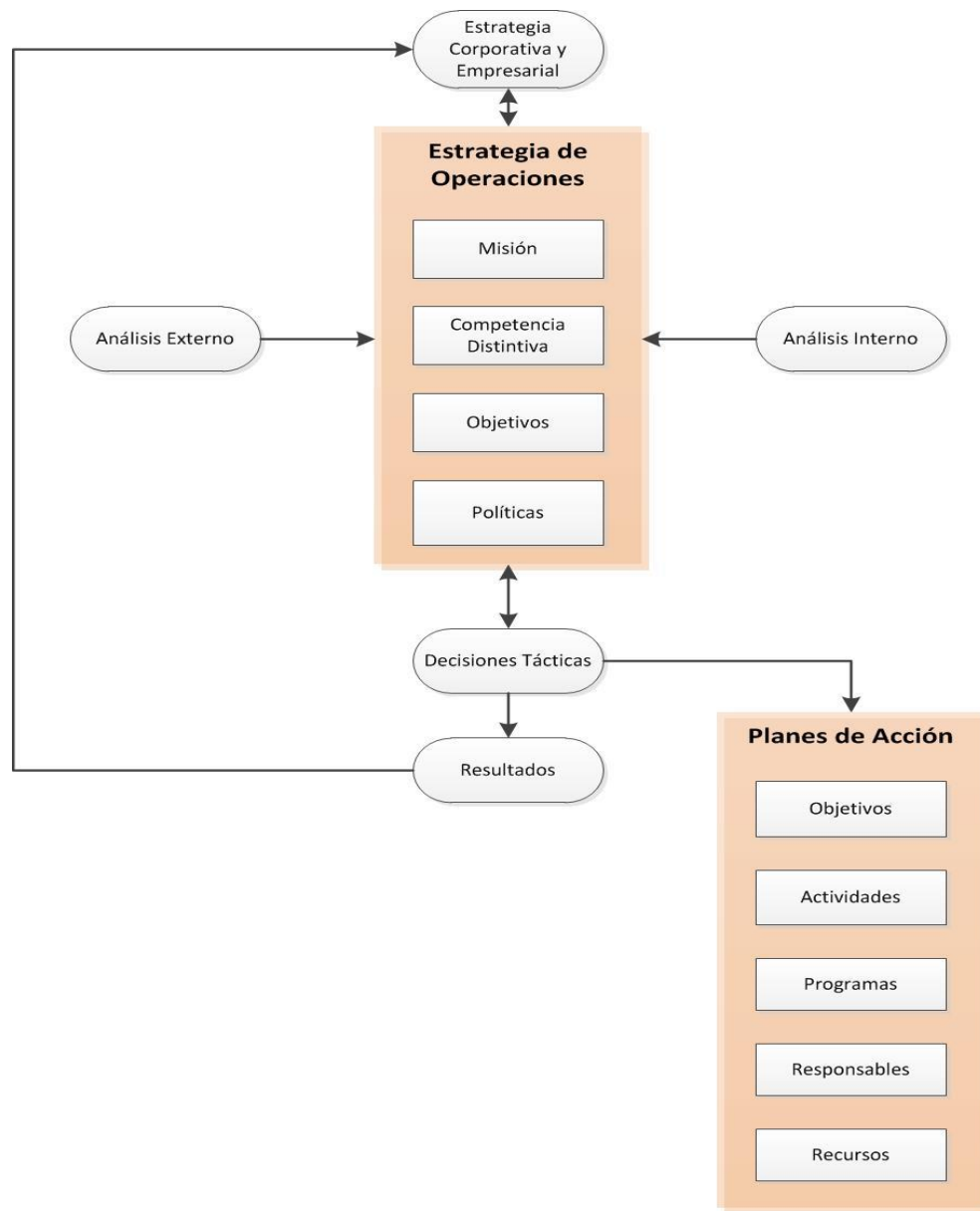
Objetivos: Definen el qué se va a hacer para cumplir con la Misión. Deben expresarse en términos cuantitativos y medibles.

Políticas: Definen la manera en la cual se lograrán los Objetivos de la función Operaciones. En general, se desarrollan en ámbitos tales como: Procesos, Personal, Calidad, Calidad e Inventarios.

Decisiones Tácticas: Corresponde a la implementación de la Estrategia de Operaciones, por lo tanto, se desprende de la Estrategia Empresarial, la Misión y los Objetivos de la función Operaciones, en un marco conceptual de mediano plazo.

Resultados: Se miden en los mismos términos que los objetivos y permiten evaluar el desempeño de la Estrategia de Operaciones. Deben tener relación con lo declarado en la Misión vale decir, con las prioridades: Costo, Calidad, Tiempos de Entrega y Flexibilidad.

Figura N°2.3: Modelo de Estrategia de Operaciones



Fuente: Schroeder, R. Administración de Operaciones

2.3 Fundamentos del Mantenimiento y su Planificación

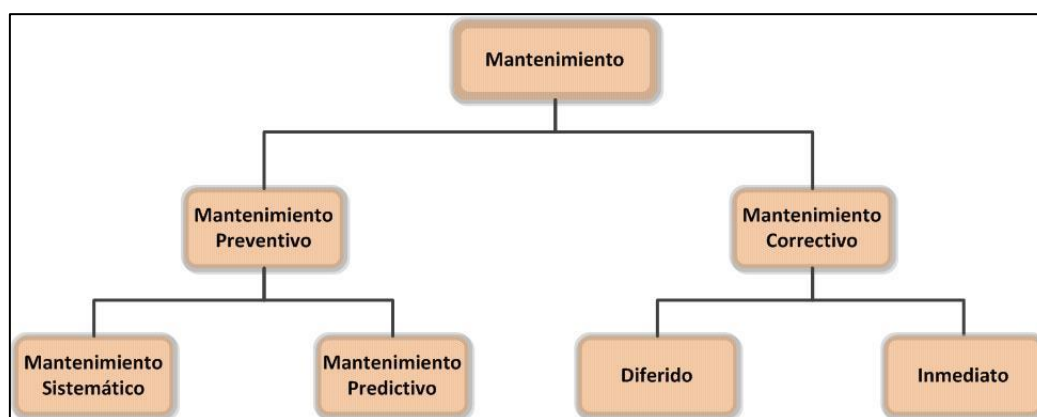
El Mantenimiento es una disciplina que busca garantizar la disponibilidad y la confiabilidad de las instalaciones industriales a un costo competitivo. Para ello, integra un conjunto de actividades técnicas y administrativas que permiten identificar,

prevenir o reparar averías y en definitiva, servir como un proceso de apoyo que agrega valor a la organización, maximizando su beneficio global.

2.3.1 Tipos de Mantenimiento²⁹

Como muestra la Figura N°2.4, tradicionalmente, se distinguen dos tipos de Mantenimiento, diferenciados entre sí por el carácter de las acciones que incluyen: El Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Correctivo.

Figura N°2.4: Tipos de Mantenimiento



Fuente: González, F. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado

Mantenimiento Preventivo: Es el tipo de mantenimiento realizado para reducir la probabilidad de falla o de pérdida de rendimiento de un equipo, según previa planificación condicionada por intervalos de tiempo o parámetros de seguimiento. El Mantenimiento Preventivo se divide en dos tipos: El Mantenimiento Predictivo y el Mantenimiento Preventivo Sistemático.

- **Mantenimiento Preventivo Predictivo:** Es aquel que se basa en un programa de inspecciones regulares establecidas en función de parámetros conocidos y significativos, con el objeto de informar permanentemente del

²⁹ Fuente: González, F. (2011): Teoría y Práctica del Mantenimiento Avanzado.

estado y operatividad de las instalaciones, e intervenir una vez que se detectan precozmente los síntomas de la avería.

- **Mantenimiento Preventivo Sistemático:** Es aquel que se basa en un plan establecido según intervalos predeterminados de tiempo, unidades producidas, horas de trabajo, entre otras, con el objeto de intervenir los puntos vulnerables de los equipos en el momento más oportuno, aún cuando no hayan presentado síntomas de fallas.

Mantenimiento Correctivo: Es el tipo de mantenimiento realizado a un equipo cuando la falla ya se ha producido, por lo tanto, permite restituir su función. El Mantenimiento Correctivo se divide en dos tipos, de acuerdo a su gravedad: Mantenimiento Correctivo Diferido y el Mantenimiento Correctivo Inmediato.

- **Mantenimiento Correctivo Diferido:** Es aquel que atiende fallas que ya han ocurrido, pero que no comprometen mayormente la producción, la seguridad de las personas y la seguridad del medio ambiente, por lo tanto, su ejecución puede ser programada.
- **Mantenimiento Correctivo Inmediato:** Es aquel que atiende las fallas en el momento en que son comunicadas, dado que comprometen la producción, la seguridad de las personas y la seguridad del medio ambiente.

2.3.2 Planificación del Mantenimiento

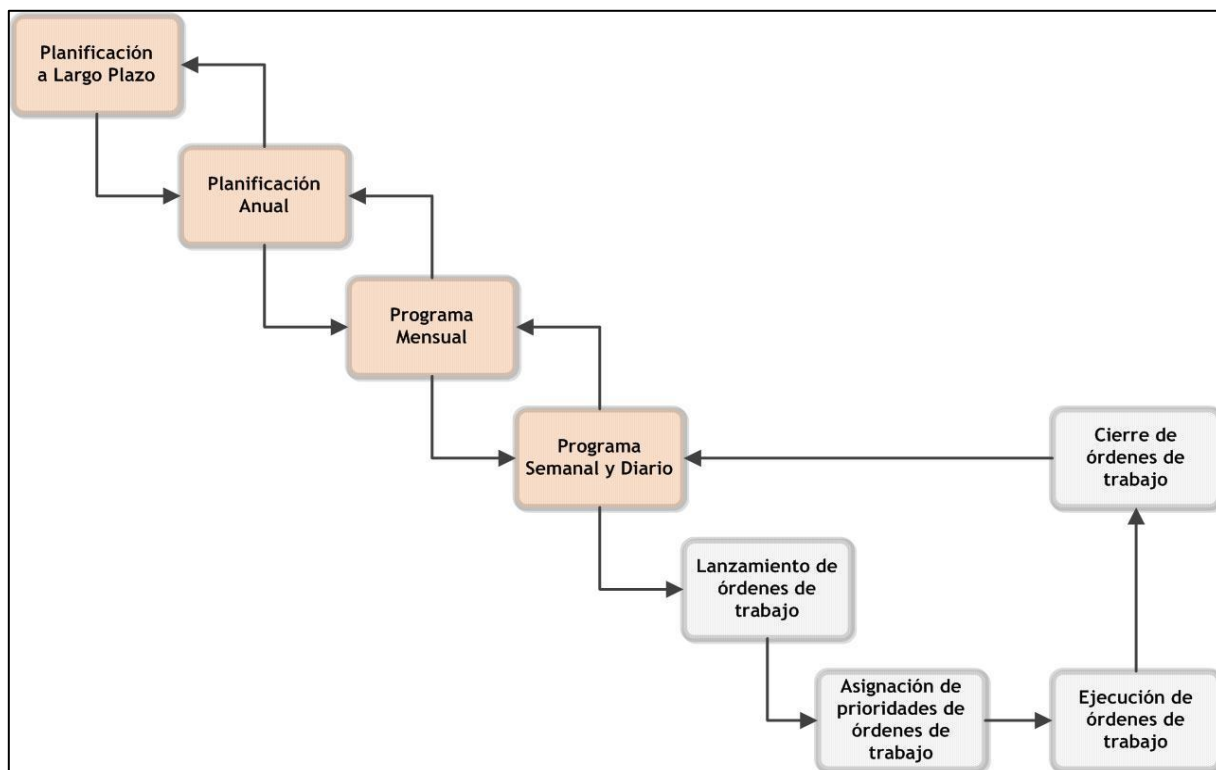
La Planificación del Mantenimiento es la principal actividad administrativa del mantenimiento, a través de la optimización constante de la programación de los trabajos de Mantenimiento Preventivo y Correctivo.

Los cuadros anaranjados de la Figura N°2.5 muestran la secuencia que sigue un proceso de Planificación del Mantenimiento. Esta debe comenzar con la definición de

un **plan a largo plazo**, en el cual se especifiquen las actividades globales preventivas, la implementación de nuevos equipos y las bajas de otros. A partir de dicho plan es necesario definir un **plan anual** en el cual se despliega el detalle de las actividades y el presupuesto asociado, los **programas mensuales** conformados por las rutas de mantención y los **programas semanales y diarios** que contengan el régimen de lanzamiento de las Órdenes de Trabajo.

Luego, la Administración del Mantenimiento se completa con los procesos Organización, Dirección y Control, el lanzamiento de las Órdenes de Trabajo, la asignación de prioridades, la ejecución y el cierre de las mismas. Es la base para retroalimentar la programación mensual, la planificación anual y la planificación a largo plazo, de modo que sea posible rediseñar aquellas actividades que no contribuyan a evitar las fallas funcionales de los equipos.

Figura N°2.5: Planificación del Mantenimiento



Fuente: González, F. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado

2.3.3 Análisis de Criticidad

El Análisis de Criticidad³⁰ es una metodología que permite determinar las prioridades para un conjunto de sistemas, equipos y componentes, con el objeto de enfocar los esfuerzos de mantenimiento en aquellos que realmente los requieren y en consecuencia, mejorar la confiabilidad operacional de la planta a través de: La focalización de recursos para el desarrollo de Planes de Mantenimiento, la priorización de Órdenes de Trabajo, la priorización de proyectos de inversión y el diseño de políticas que se dirijan a áreas o sistemas más críticos.

Como resultado, se genera una lista jerarquizada desde el elemento más crítico hasta el elemento menos crítico diferenciándolos en tres zonas: **Alta Criticidad, Mediana Criticidad y Baja Criticidad.**

En general el Análisis de Criticidad está sujeto a la evaluación de la **Frecuencia de la Fallas** y las **Consecuencias de la aparición de las Fallas**. Mientras la Frecuencia de las Fallas se relaciona con el riesgo al que se expone la confiabilidad operacional, las Consecuencias de la aparición de las Fallas se asocia a los principales efectos que provocaría la falla. Tales efectos finalmente son los criterios sobre los cuales se realizará la evaluación de criticidad:

- **Seguridad:** Efecto del fallo sobre personas.
- **Medio Ambiente:** Efecto del fallo sobre el entorno.
- **Calidad:** Efecto del fallo sobre la calidad del producto.
- **Operaciones:** Efecto del fallo sobre la producción, costo de operación.
- **Mantenimiento:** Tiempo y costos de reparación.

³⁰ Fuente: PDVSA E&P. (2010) El Análisis de Criticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional. Recuperado en <http://confiabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>

El Análisis de Criticidad es una herramienta determinante para garantizar la eficacia de cualquier proceso de Planificación del Mantenimiento. Por ello, la base de datos que surja como producto de su aplicación debe ser revisada y actualizada constantemente, conforme el contexto operacional, las condiciones de los sistemas, de los equipos y del mercado cambien.

2.3.4 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

La Metodología RCM³¹ consiste en definir las actividades de mantenimiento a través del análisis de modos, causas y consecuencias de fallas de cada uno de los sistemas que componen una planta, con el fin de especificar las acciones preventivas sólo para aquellos equipos que realmente lo necesiten. Por lo tanto, exige responder las siguientes preguntas para cada uno de los equipos en cuestión:

1. ¿Cuáles son las funciones?
2. ¿De qué forma puede fallar?
3. ¿Qué puede causar que falle?
4. ¿Qué sucede realmente cuando falla?
5. ¿Qué ocurre si falla y qué repercusiones reales tiene?
6. ¿Qué se puede hacer para prevenir las fallas?
7. ¿Qué sucede si no se puede prevenir la falla?

Esta metodología postula como centro de atención a la función del equipo más que al equipo mismo. Para ello, es importante comenzar por conocer qué equipos tiene la organización, cuáles son sus funciones y cuáles son las condiciones que interrumpen o dificultan tales funciones. De esta forma es posible definir cuáles son los equipos que deben permanecer sujetos a revisión.

El RCM clasifica las consecuencias de las fallas en las siguientes categorías:

³¹ Fuente: González, F. (2011): Teoría y Práctica del Mantenimiento Avanzado.

Consecuencias en la seguridad y el entorno: Tienen impacto sobre las personas, el medio ambiente o se infringen las normas gubernamentales relacionadas. Por lo tanto, se deben considerar las repercusiones de las fallas con su entorno antes de que se considere el contexto operacional.

Consecuencias no evidentes: No tienen impacto directo, pero pueden producir otras consecuencias de carácter grave e incluso catastróficas. Por lo tanto, se deben reconocer con una prioridad alta, para luego tratarlas con actividades prácticas y coherentes.

Consecuencias operacionales: Afectan la producción en términos de capacidad, calidad del producto, servicio al cliente o costos industriales, además del costo directo de reparación. El costo de estas consecuencias sugiere cuanto se necesita gastar en tratar de prevenirlas.

Consecuencias no operacionales: No afectan ni a la seguridad ni a la producción, por lo que el único costo directo es el de la reparación.

2.4 Tratamiento de datos de confiabilidad y mantenimiento en la industria del petróleo³²

2.4.1 Generalidades de la Norma ISO 14.224

La Norma ISO 14.224 entrega una base estándar para la recolección y el intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento, derivados de la actividad de organizaciones insertas en las industrias del petróleo, petroquímicas y de gas natural, tomando como referencia la metodología RCM. Por lo tanto, considera los datos de los equipos, sus fallas y los datos de las actividades de Mantenimiento

³² Fuente: International Standard ISO 14224: Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries – Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.

Correctivo y Preventivo, de modo que se garantice el historial de los equipos, se comunique la información en un lenguaje común y en consecuencia, sea posible comparar la confiabilidad de aquellos de similares características.

2.4.2 Tipos y fuentes de datos

Las principales fuentes de datos de confiabilidad y mantenimiento las constituyen los sistemas de información. A ellos se suman los archivos, diagramas, dibujos, libros y expertos.

Como muestra la Tabla N°2.3, los datos deben ser recogidos y registrados de una forma estructurada, de modo que sea posible distinguir la categoría a la que corresponden: Datos del Equipo, Datos de Falla, Datos de Mantenimiento.

Tabla N°2.3: Categorías de datos

Categorías de datos	Tipos de datos	Ejemplo
Datos del equipo	Datos de clasificación	Industria, planta, ubicación, sistema
	Cualidades del equipo	Datos de manufactura y diseño
	Datos de operación	Modo de operación.
Datos de falla	Datos de identificación	Número de registro de fallas y equipo relacionado que ha fallado.
	Datos de falla	Fecha de falla, ítems fallados, impacto de falla, modo de falla, causa de falla, método de detección de falla.
Datos de mantenimiento	Datos de identificación	Registros de mantenimiento, falla relacionada
	Datos de mantenimiento	Categoría de mantenimiento, actividad de mantenimiento, ítems mantenidos.
	Recursos de mantenimiento	Horas de trabajo de mantenimiento, recursos aplicados.
	Tiempos de mantenimiento	Tiempos de detenciones, Tiempos de mantenimiento efectivo.

Fuente: International Standard ISO 14224: Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries – Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.

Datos del Equipo: Corresponde a la clasificación del equipo en parámetros técnicos, operacionales y medio ambientales. Es la base para la recolección de datos de confiabilidad y de mantenimiento.

Datos de Falla: Corresponde a la definición uniforme de las fallas, por lo tanto, son esenciales cuando los datos de diferentes fuentes (plantas y operadores) necesitan ser combinados en una base de datos común.

Datos de Mantenimiento: Corresponde a la definición uniforme de las actividades de mantenimiento. Al igual que para los datos de fallas, los datos de mantenimiento deben registrarse de acuerdo a un formato común para toda clase de equipos definida, el cual requiere de la identificación del tipo de mantenimiento, del equipo y de la falla asociada, las actividades, los recursos y los tiempos utilizados.

2.4.3 Norma ISO 14.224 y Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

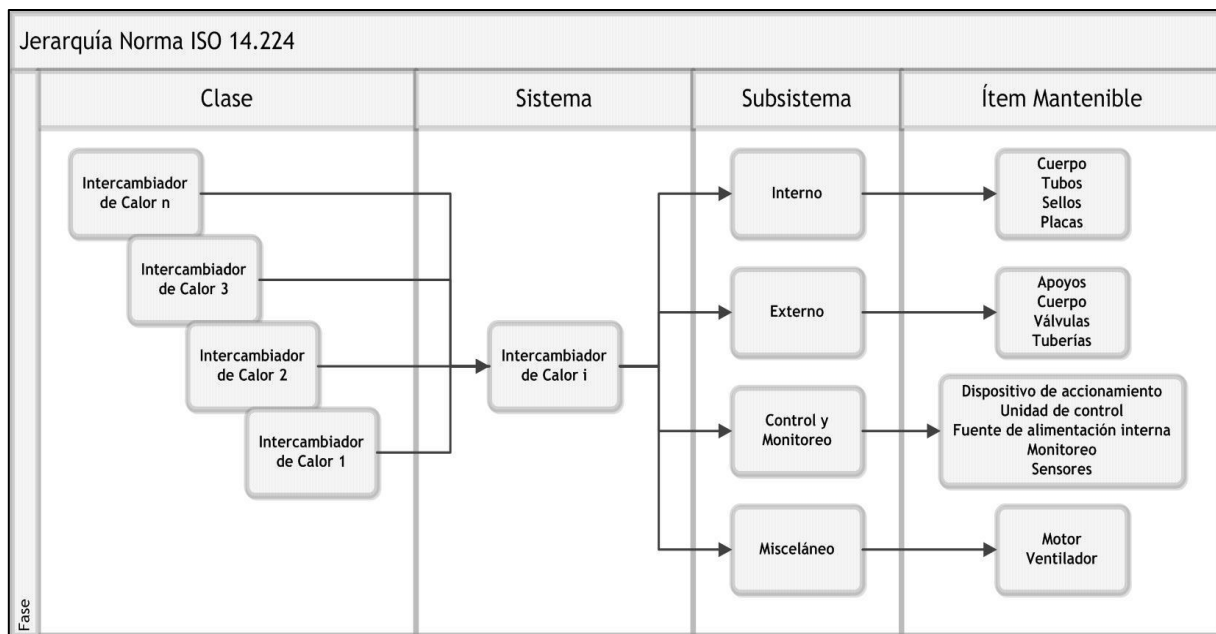
La información contenida en la Norma ISO 14.224 permite definir los sistemas, funciones, fallas funcionales y sus modos de falla a través de una estructura jerárquica y uniformada de los equipos, clases y tipos. Con ello, se aprovecha la información entregada, acotando los tiempos de análisis de las primeras cuatro preguntas de la metodología RCM y disminuyendo los riesgos de excluir datos y en consecuencia, las operaciones que pudiesen prevenir modos de fallas olvidados durante el análisis.

Definición del Sistema: En general, como muestra en el ejemplo de la Figura N°2.6, la Norma ISO 14.224 utiliza la siguiente estructura jerárquica para analizar los equipos y sus funciones:

- **Clase:** Es el nivel más alto de la jerarquía. Se les puede asociar a funciones, cada una en su contexto operacional.

- **Sistema:** Es un conjunto que realiza una función específica, en un servicio determinado dentro del proceso, pudiéndose identificar una entrada y una salida e incluyendo todos los equipamientos disponibles para la operación del mismo.
- **Subsistema:** Son aquellos equipos que posibilitan que el sistema realice su función operativa y se pueden dividir por sus funciones específicas.
- **Ítem Mantenible:** Es la unidad final de la estructura jerárquica de equipos y se refiere a las partes sobre las cuales es necesario realizar acciones de mantenimiento con el fin de alcanzar la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad deseadas, dado que sus fallas provocan una pérdida de la capacidad del sistema para que continúe operando dentro de los estándares de desempeño especificados para un proceso.

Figura N°2.6: Estructura jerárquica según Norma ISO 14.224



Fuente: Elaboración Propia en base a: International Standard ISO 14224: Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries – Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment.

Definición de Funciones: La función principal del sistema analizado es su razón de ser en el proceso, sin embargo, sus funciones secundarias son las funciones principales de cada una de los subsistemas, dado que soportan la función primaria del sistema.

Fallas Funcionales: Son la manera en que el equipo deja de cumplir su función principal, por lo tanto se enuncian como la “negación” de la función principal y de las funciones secundarias del sistema.

Modos de Falla: Se define como la forma en la que el sistema pierde su habilidad para desempeñar su función, entrando en el estado de falla, por lo tanto, es el evento que causa la falla funcional. De acuerdo a ello se enuncian como la descripción de la falla de un ítem mantenible, perteneciente al subsistema del sistema analizado.

CAPITULO 3: DIAGNOSTICO DE LA PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En este capítulo se identifica la situación actual de la Planificación del Mantenimiento Preventivo dentro del Departamento de Mantención con el fin de ubicar la problemática planteada y clarificar las oportunidades sobre las cuales se definirá la propuesta de solución.

3.1 Metodología

El diagnóstico se desarrolló considerando dos etapas:

Etap 1: Levantamiento de los procedimientos vigentes relativos a la Planificación del Mantenimiento Preventivo.

Etap 2: Caracterización del problema y de las oportunidades de mejora a partir de la etapa “Planificar” del método de los Ocho Pasos:

- **Identificación del Problema:** Ha considerado el análisis del impacto del problema planteado por la División Planificación de Mantención en la gestión del Departamento de Mantención, en la disponibilidad, en la confiabilidad y en la seguridad de las plantas de ENAP Refinería Bio Bio y en términos de costos de calidad asociados.
- **Búsqueda de las Causas Posibles:** Ha considerado la determinación de las posibles causas primarias y secundarias que provocan el problema planteado, a partir del análisis de la gestión del Departamento de Mantención y de las metodologías utilizadas actualmente para la Planificación del Mantenimiento Preventivo y su posterior resumen, utilizando los ámbitos del Modelo Integral del Cambio y el Diagrama de Causa – Efecto.

- **Identificación de las Causas Más Importantes:** Ha considerado la identificación de las oportunidades sobre las cuales se definirán las propuestas, a partir de la priorización de las causas primarias y secundarias detectadas, utilizando el Diagrama de Pareto.
- **Identificación de las Medidas Remedio:** Ha considerado la definición de las propuestas de solución y objetivos de mejora que permitan mitigar las principales causas que están provocando el problema.

Ambas etapas se desarrollaron considerando el análisis de los procedimientos documentados y registros relativos a la Planificación del Mantenimiento Preventivo; y su evaluación de acuerdo a observaciones, entrevistas realizadas a las Divisiones de Staff y Operativas del Departamento de Mantención, Informes de Gestión del Departamento de Mantención y bases de datos obtenidas desde el módulo SAP PM³³.

3.2 Procedimientos Vigentes

La Planificación del Mantenimiento Preventivo involucra un conjunto de actividades que tienen como objetivo el desarrollar un Plan de Mantenimiento para los equipos críticos³⁴ de la Refinería. En general, se rige por dos procedimientos documentados bajo la Norma ISO 9001:

- Plan Anual de Mantención Preventiva
- Elaboración de Planes de Mantención Preventiva y Predictiva

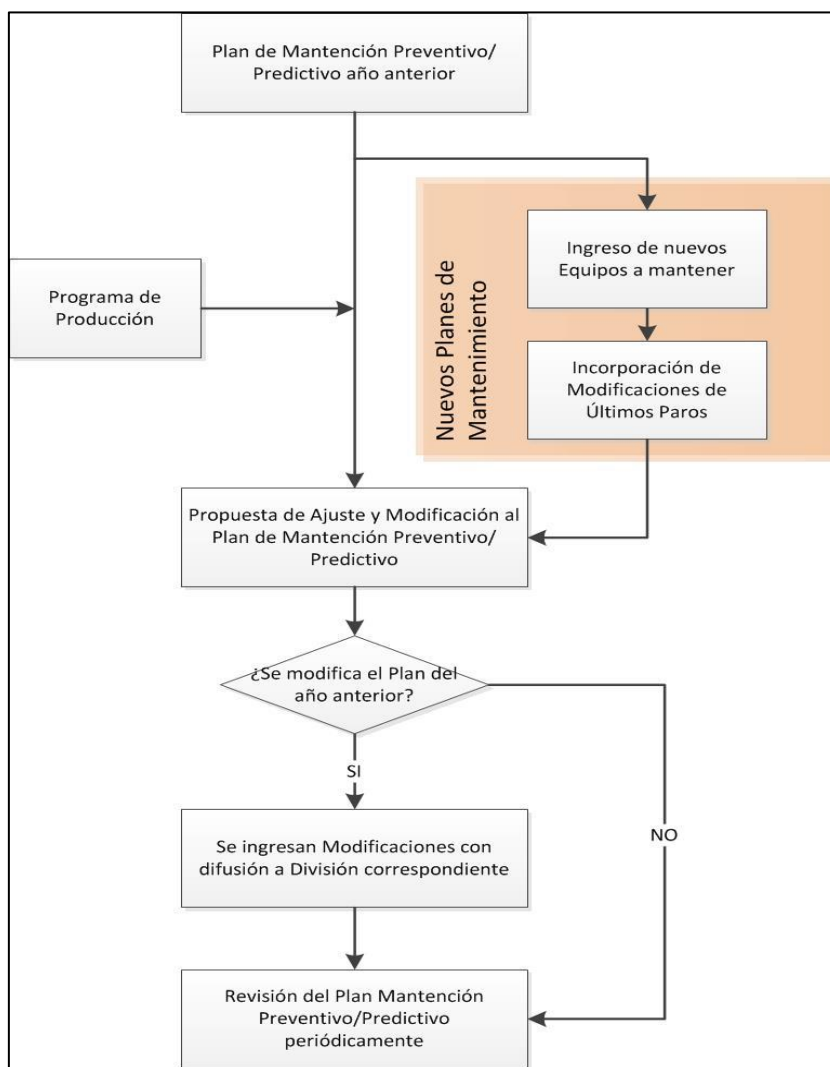
³³ **SAP PM:** Módulo del ERP SAP, dedicado a la Gestión del Mantenimiento

³⁴ Ver sección 3.3.2.4: Metodología para Análisis de Criticidad

3.2.1 Plan Anual de Mantenimiento Preventiva

Establece el proceder general para establecer las operaciones preventivas que se deben incorporar en los Programas de Mantenimiento Semanales, los Programas de Mantenimiento de Fin de Semana y los Programas de Paros de Planta. Su representación gráfica se muestra en la Figura N°3.1.

Figura N°3.1: Procedimiento Plan Anual de Mantenimiento Preventiva



Fuente: ENAP Refinería Bio Bio, Procedimiento Plan Anual de Mantenimiento Preventiva

El Jefe de la División Planificación de Mantenimiento (DPM) debe preparar un borrador en base al Plan de Mantenimiento Preventiva del año anterior, incorporando las plantas a mantener durante el año en curso. Los Ingenieros Planificadores de la DPM deben ajustar dicho plan preliminar de acuerdo a las modificaciones hechas en los últimos Paros de Planta, a las necesidades de producción y a los compromisos comerciales que adquiere la empresa.

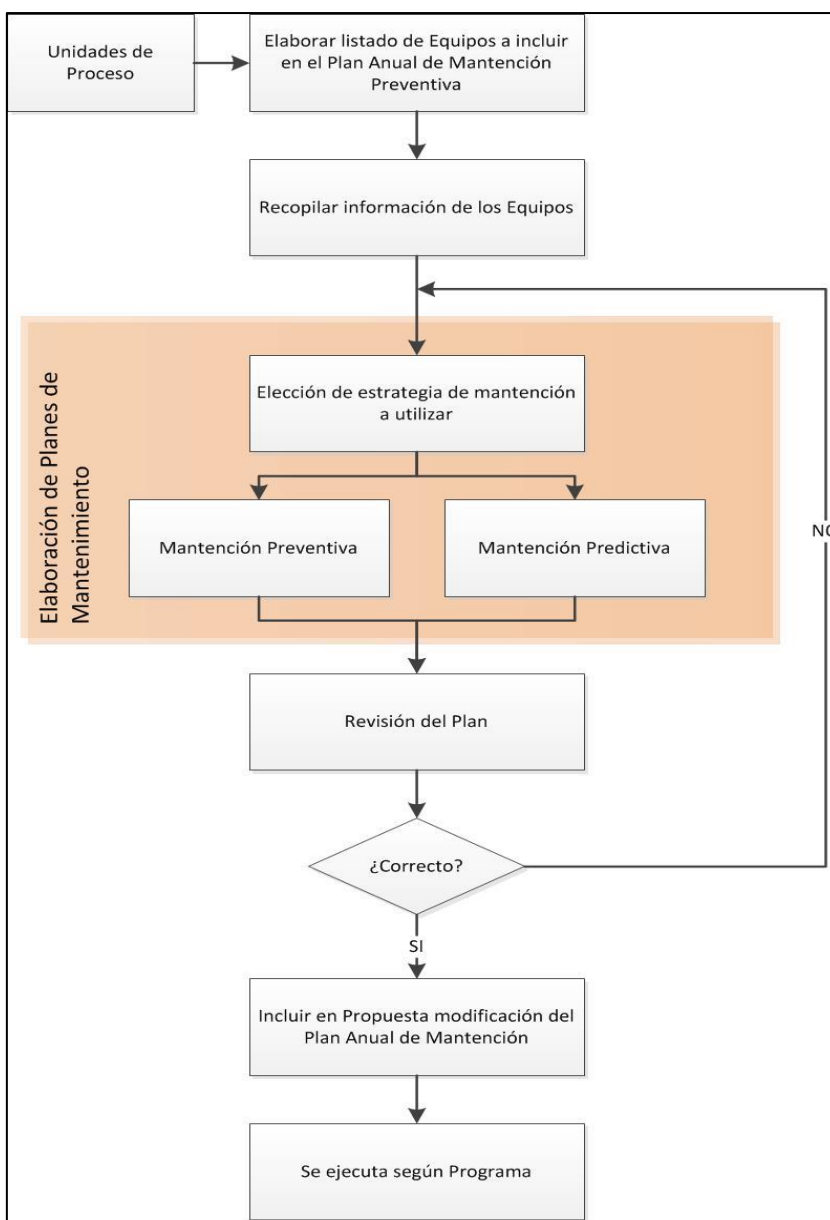
A partir de ello, el Jefe de la DPM debe generar una propuesta formal del Plan Anual de Mantenimiento Preventiva para su revisión en la Jefatura del Departamento de Mantenimiento y de Operaciones, con el objeto de oficializarlo y enviarlo mediante memorándum a las demás divisiones del Departamento de Mantenimiento involucradas. Su revisión y/o actualización se realiza cada 6 meses.

3.2.2 Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva

Indica la secuencia de actividades que permiten preparar los Planes de Mantenimiento Preventivo a los equipos críticos de la Refinería. Su representación gráfica se muestra en la Figura N°3.2.

Los Ingenieros Planificadores de la Divisiones Planificación de Mantenimiento (DPM) y los especialistas de la División Ingeniería de Mantenimiento (DIM) y las Divisiones Operativas (DEI, DM, DEE, DMOT) deben elaborar en conjunto los Planes de Mantenimiento Preventiva, escogiendo una estrategia Preventiva o Predictiva a partir de los antecedentes recogidos desde los Manuales de Operación, Planos de Procesos e Identificación (P&ID) e Instructivos de Mantenimiento. Cuando el Plan sea validado, debe ser ingresado en la propuesta del Plan Anual de Mantenimiento Preventiva.

Figura N°3.2: Procedimiento Elaboración de Planes de Mantención Preventiva y Predictiva



Fuente: ENAP Refinería Bio Bio, Procedimiento Elaboración de Planes de Mantención Preventiva y Predictiva

3.3 Caracterización del Problema y de las Oportunidades de Mejora

3.3.1 Identificación del Problema

El problema planteado por la División Planificación de Mantenimiento de ENAP Refinería Bio Bio corresponde a la ineficacia de la metodología utilizada para determinar las acciones preventivas a ejecutar en los equipos de la Refinería, lo cual se ha manifestado durante el año 2012, donde a Diciembre, sólo se cumplió un 30 por ciento en el objetivo “Establecer Planes de Mantenimiento para los Equipos Críticos” perteneciente al Plan Anual de Gestión de la Refinería.

Sin embargo, el problema se manifiesta más claramente en la composición de los Planes de Mantenimiento Preventivo y sus 1253 Posiciones de Mantenimiento que se han creado hasta la fecha. Actualmente, el 71 por ciento de las Posiciones de Mantenimiento³⁵ se ha diseñado para equipos no críticos, lo cual implica que los Planes no están cumpliendo con lo estipulado en los procedimientos vigentes al no priorizar la jerarquía de los equipos antes del diseño del plan de trabajo. En este sentido, el problema impacta la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de las Unidades de Producción. Como muestra la Figura N°3.3, del total de equipos malos actores³⁶ registrados en el año 2012, el 93 por ciento registraron alta frecuencia de fallas, detenciones de planta y e impacto en la seguridad de las personas, sin embargo, observando más detenidamente el análisis se observa que:

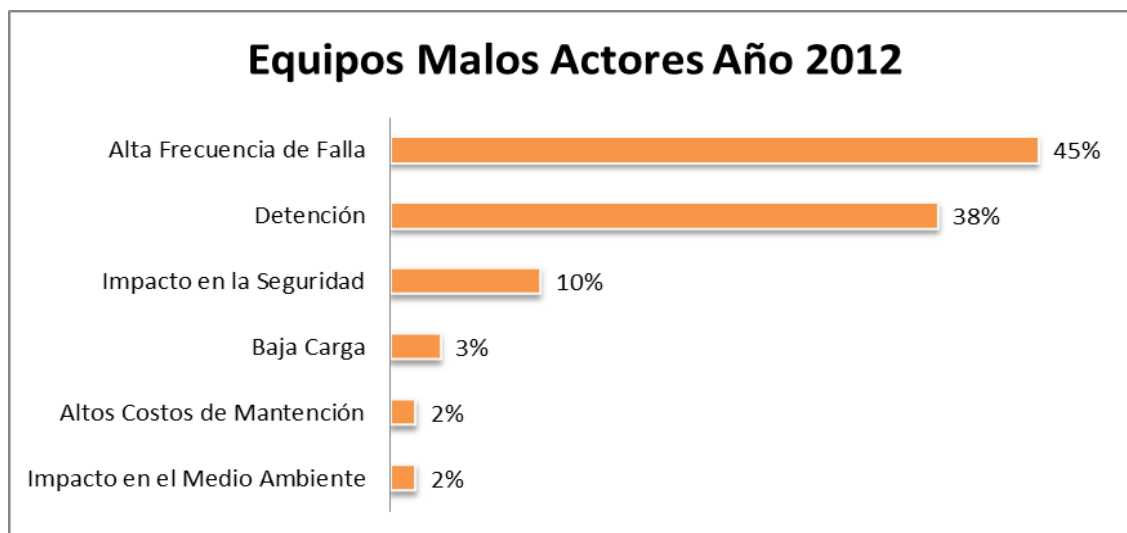
³⁵ Para este análisis se revisaron las Posiciones de Mantenimiento y no los Planes de Mantenimiento, dado que estos últimos contienen Posiciones para Equipos con distintos Niveles de Criticidad.

³⁶ **Equipos Malos Actores:** Equipos cuyas fallas provocan una o más de la siguientes consecuencias Críticas: Provocan Detenciones No Programadas o Baja de Carga de las Plantas, Tienen una Frecuencia de Falla superior a cuatro veces en un período móvil de 12 meses, Incurren en Costos de Reparación mayores a USD 100.000 o la Falla tiene un alto potencial de daño a las Personas o al Medio Ambiente.

- El 48 por ciento de los equipos malos actores se encuentra registrados como Equipos No Críticos.
- El 74 por ciento de los Equipos Malos Actores no cuenta con Plan de Mantenimiento Preventivo.

Por lo tanto, es posible visualizar que el nivel de criticidad registrado para los equipos en SAP PM no es información confiable para asignar prioridades y estrategias de mantenimiento. Asimismo, los Planes de Mantenimiento Preventivo no están atendiendo a equipos verdaderamente críticos, afectando también el Presupuesto de Costos de Operación del Departamento de Mantención.

Figura N°3.3: Equipos Malos Actores Año 2012

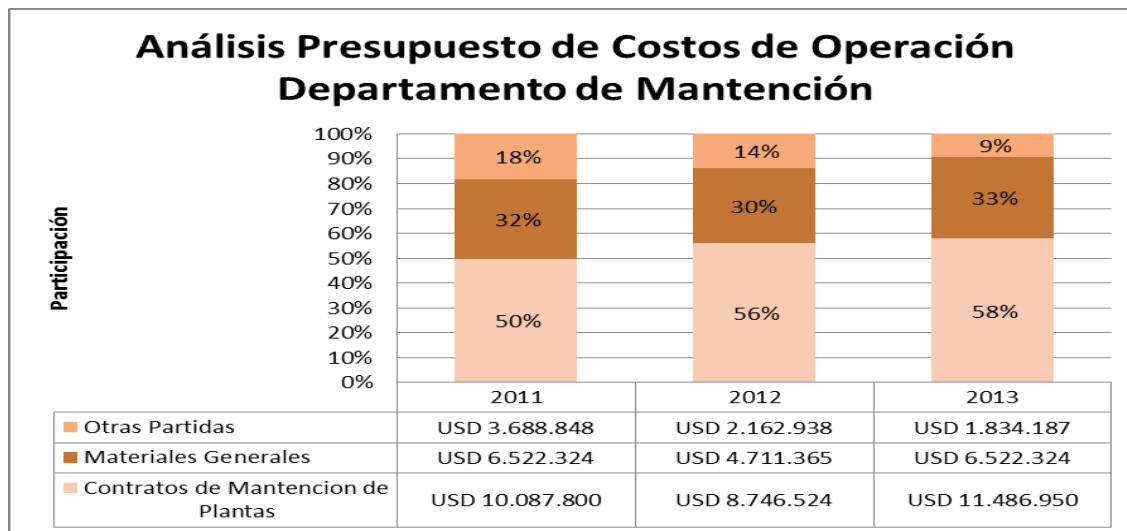


Fuente: Elaboración Propia

Como muestra la Figura N°3.4, en promedio cerca del 86 por ciento del Presupuesto de Costos de Operación del Departamento de Mantención es destinado sólo a contratos de mantención de plantas y materiales generales (10 por ciento del total de partidas), donde en los tres últimos años, el presupuesto destinado sólo a contratos de mantención de plantas ha crecido desde un 50 por ciento a un 58 por ciento

respecto del presupuesto total, lo cual no concuerda con la declaración de eficiencia presente en la Misión del Departamento de Mantenición.

Figura N°3.4: Análisis Presupuesto de Costos de Operación Departamento de Mantenición



Fuente: Elaboración Propia

En consecuencia, la importancia global del problema radica principalmente en los siguientes costos de calidad que impactan en la competitividad de la Refinería:

Costos de Falla Interna: Asociados a desperdicio, reprocesamiento y tiempo inactivo de instalaciones, de acuerdo a:

- La Ejecución de OTs Preventivas Por Plan³⁷ a equipos no críticos y la ejecución de OTs Correctivas³⁸ y OTs Preventivas Por Condición³⁹ a equipos

³⁷ **Órdenes de Trabajo Preventivas Por Plan:** OTs liberadas desde los Planes de Mantenimiento Preventivo.

³⁸ **Órdenes de Trabajo Correctivas:** OTs liberadas desde un Aviso de Mantenimiento, producto de una falla declarada.

³⁹ **Órdenes de Trabajo Preventivas Por Condición:** OTs liberadas desde un Aviso de Mantenimiento, producto de una falla inminente y no planificada.

críticos, cuyo monto bordea el 28 por ciento del presupuesto operativo anual del Departamento de Mantenición.

- Tiempo inactivo de Unidades de Producción: 205.913 USD/día. Para el año 2012, el monto producto de detenciones ascendió a 72.580.131 USD.

Costos de Falla Externa: Asociados a penalizaciones por infracciones y no conformidades, de acuerdo a lo dispuesto por:

- La Ley N°18.410⁴⁰ y el Decreto Supremo N°119⁴¹ del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, cuyas sanciones en materia de electricidad y combustibles ascienden desde una a 1.500 UTM.
- La Ley N°19.300⁴² del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, cuyas sanciones en materia medioambiental ascienden desde una a 10.000 UTA.

3.3.2 Búsqueda de Causas Posibles

3.3.2.1 Estrategias del Departamento de Mantenición

Con el objeto de conocer el grado de cumplimiento de las estrategias del Departamento de Mantenición y cómo influyen en la mejora del Mantenimiento Preventivo como práctica central, se han evaluado en base al Modelo de Gestión del Departamento de Mantenición, el cual estipula cinco ejes estratégicos:

- Planificación y Control Operativa.
- Ingeniería de Planificación Táctica y Control de Mantenimiento.

⁴⁰ Ley N°18.410: Crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

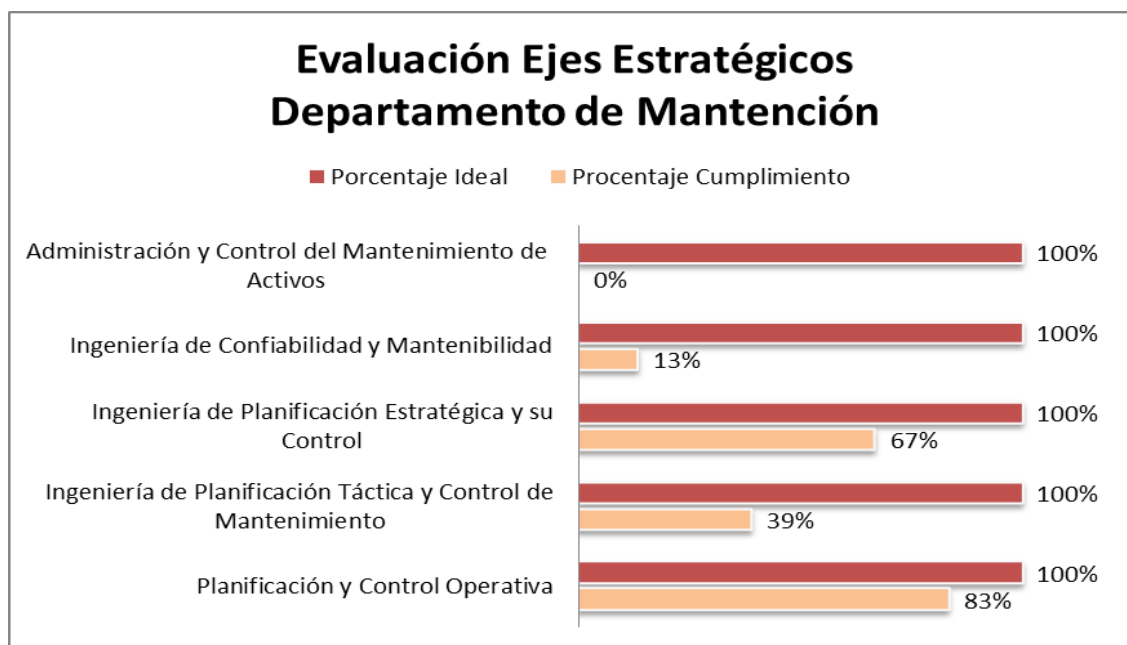
⁴¹ Decreto Supremo N°119: Aprueba reglamento de sanciones en materia de Electricidad y Combustibles.

⁴² Ley N°19.300: Aprueba Ley sobre bases generales del Medio Ambiente.

- Ingeniería de Planificación Estratégica y su Control.
- Ingeniería de Confiabilidad y Mantenibilidad.
- Administración y Control del Mantenimiento de Activos.

Cada eje estratégico está compuesto por actividades asociadas al procedimiento general del Departamento de Mantenimiento, las cuales, evaluadas bajo la puntuación del Autodiagnóstico de la Situación de la Gestión Actual de la Organización (SIGA)⁴³, arrojó los resultados mostrados en la Figura N°3.5.

Figura N°3.5: Evaluación de los Ejes Estratégicos Departamento de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

El eje estratégico “Administración y Control del Mantenimiento de Activos” no se ha abordado, puesto que considera como actividad principal la Reingeniería de

⁴³ **0 puntos:** Nunca se ha realizado en la empresa/organización, o se ha realizado una vez en los últimos dos años. **1 punto:** Se ha realizado más de una vez y generalmente de la misma forma. **2 puntos:** Se realiza siempre de manera sistemática, es decir, con una frecuencia establecida (por ejemplo una vez cada 6 meses) y de la misma forma. **3 puntos:** Se ha evaluado la manera en que se realiza para mejorarla.

Procesos, cuyo horizonte de planeación no se tiene contemplado en el mediano plazo. Sin embargo preocupa el bajo porcentaje de cumplimiento demostrado por los ejes estratégicos “Ingeniería de Confiabilidad y Mantenibilidad” e “Ingeniería de Planificación Táctica y Control de Mantenimiento”, dado que tienen directa relación con el Mantenimiento Preventivo. El 13 por ciento resultante del primero se explica principalmente por los nulos esfuerzos realizados para implantar la Estandarización de los Equipos y la incorporación de la metodología Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). El 39 por ciento resultante del segundo se explica por los recientes, pero aún insuficientes esfuerzos puestos en la mejora de la digitalización del Historial de Equipos, de la metodología del Análisis de Criticidad y la práctica del Análisis de Fallas. En este sentido, sólo se hace un fuerte énfasis en la Planificación Operativa, haciendo énfasis la programación, ejecución y control de los trabajos del día a día.

Asimismo, dentro de los lineamientos del Departamento de Mantención no se detectaron Objetivos Estratégicos asociados a dichos ejes estratégicos, sino que se hace énfasis en los Objetivos Tácticos provistos por el Plan Anual de Gestión de la Refinería relacionados principalmente a proyectos de operación.

En consecuencia, los esfuerzos no son suficientes para cumplir con la Misión y con la Visión del Departamento de Mantención, dado que los ejes estratégicos “Ingeniería de Confiabilidad y Mantenibilidad” e “Ingeniería de Planificación Táctica y Control de Mantenimiento” son los que buscan potenciar el Mantenimiento Preventivo más allá de las operaciones sistemáticas planeadas junto al Mantenimiento Correctivo, ya que abre las puertas al desarrollo de la Mantención Preventiva/Predictiva rutinaria y ejecutable en Paros de Planta y al desarrollo de competencias de los colaboradores, en base a metodologías de clase mundial.

3.3.2.2 Estructura de los Procedimientos

Los procedimientos formalizan los procesos que dan cumplimiento a las estrategias estipuladas. En este sentido, se ha evaluado la estructura de los procedimientos “Plan Anual de Mantenimiento Preventiva” y “Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva”⁴⁴ con el objeto de conocer si cumplen satisfactoriamente con los requerimientos de todo procedimiento documentado y si las actividades estipuladas tienen relación con las estrategias del Departamento de Mantenimiento.

La estructura de los procedimientos se ha evaluado a partir del análisis de las directrices y sus requerimientos establecidos en la Norma NCh-ISO 10013.Of 2003⁴⁵ y otras recomendadas para la Gestión de Procesos⁴⁶. Los requerimientos fueron ponderados de acuerdo a su relevancia, siendo los más altos en este caso, aquellos asociados a las directrices “Propósito” y “Alcance”, dado que su definición se deriva de los lineamientos estratégicos y por ende, determinan la secuencia de actividades, responsabilidades y recursos a estandarizar. De acuerdo a lo anterior, se evaluó cada requerimiento para ambos procedimientos bajo estudio, puntuándolos de uno a tres puntos (1 = No Cumple; 2 = Cumple Deficientemente; 3 = Cumple Satisfactoriamente).

Como muestra la Tabla N°3.1, si bien el procedimiento “Plan Anual de Mantenimiento Preventiva” es el que obtiene menor puntaje de evaluación, ambos procedimientos cumplen moderadamente en las directrices “Propósito”, “Alcance” y “Secuencia de Actividades” y no cumplen con la directriz “Indicadores”. En particular, la directriz “Propósito” se ve impactada por la inexistencia de Objetivos Estratégicos asociados al Mantenimiento Preventivo que puedan traducirse a los procedimientos documentados. Asimismo, las directrices “Alcance” y “Secuencia de Actividades” no

⁴⁴ Ver sección 3.2: Procedimientos Vigentes.

⁴⁵ NCh-ISO 10013.Of 2003: Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad

⁴⁶ Fuente: Bravo, J. (2012)

se alinean a las estrategias plasmadas por el Departamento de Mantención, lo cual explica que no se haya puesto en marcha una metodología para la Planificación del Mantenimiento Preventivo. Las expectativas del Departamento de Mantención es acercarse a la metodología RCM, integrando el Análisis de Criticidad, el Análisis de Fallas y el Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo, sin embargo, ambos procedimientos no hacen alusión a estas actividades. El procedimiento “Elaboración de Planes de Mantención Preventiva y Predictiva” estipula como actividades sólo el Análisis de Criticidad y el Diseño de Planes de Mantenimiento sin detallar el cómo se desarrollarán. De este modo, es imposible plasmarlas visualmente a través de un adecuado diagrama de flujo y definir adecuadamente los responsables, las condiciones de trabajo y los recursos bajo los cuales se deben ejecutar dichas actividades.

En consecuencia, los procedimientos “Plan Anual de Mantención Preventiva” y “Elaboración de Planes de Mantención Preventiva y Predictiva” tienen un porcentaje de cumplimiento de sólo un 65 y un 66 respectivamente, de acuerdo al puntaje ideal. Esto, debido principalmente a la inexistencia y redacción poco clara del 71 por ciento de las directrices evaluadas, lo cual no provee un marco operativo claro bajo el cual se comprendan, comuniquen y evalúen las actividades involucradas y en definitiva, reduce el establecimiento eficaz de las actividades posteriores a la Planificación, vale decir, aquellas asociadas a la Organización, Dirección y Control.

Tabla N°3.1: Evaluación de la Estructura de los Procedimientos

Directriz	Requerimiento	Procedimiento		Justificación	
		Plan Anual de Mantenimiento Preventiva (PAMP)	Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva (PMPP)		
Título	Identificación clara del procedimiento documentado.	5%	1	3	Procedimiento PAMP define su título de acuerdo al resultado esperado.
Propósito	Objetivo del proceso, motivo de su existencia y salidas que genera.	15%	2	2	Ambos procedimientos no definen el resultado superior que persiguen.
Alcance	Áreas cubiertas y no cubiertas por el proceso, identificando a los clientes y las actividades que lo delimitan.	15%	2	2	Ambos procedimientos no identifican actividades que los delimitan.
Responsabilidad y Autoridad	Responsabilidad, autoridad e interrelaciones del personal involucrado en el proceso, de acuerdo a las actividades descritas en el mismo.	10%	3	3	
Secuencia de Actividades	Descripción del proceso mediante texto, explicando cada actividad con su respectivo listado de tareas, utilizando verbo en infinitivo.	10%	2	2	Ambos procedimientos describen la actividad de manera general, sin especificar el listado de tareas que la componen.
	Descripción del proceso mediante diagrama de flujo funcional, graficando cada actividad detallada en el texto, sus respectivos responsables, elementos de entrada y resultados.	10%	2	2	Ambos procedimientos no grafican diagramas de flujo funcionales. En ellos no se muestran todos los elementos de entrada y resultado asociados.
	Descripción de responsables y condiciones de trabajo para cada actividad detallada en el texto.	10%	2	2	Ambos procedimientos no describen las condiciones de trabajo asociadas. Procedimiento PMPP no identifica claramente cargos responsables del diseño de los Planes.
	Definición de los recursos tecnológicos y administrativos necesarios para el logro de cada actividad detallada en el texto.	10%	2	2	Ambos procedimientos no describen adecuadamente los recursos tecnológicos y administrativos necesarios para el logro de la actividad.
Indicadores	Descripción de los indicadores que permiten monitorear el proceso.	10%	1	1	Ambos procedimientos no describen indicadores para su monitoreo.
Registros	Descripción de los registros relacionados con las actividades detalladas en el texto. Dichos registros y el método requerido para completarlos, archivarlos y conservarlos deben estar identificados.	5%	2	1	Procedimiento PAMP no identifica el método para completar, archivar y conservar sus registros. Procedimiento PMPP no describe registros asociados a sus actividades ni el método para completarlos.
Puntaje Ponderado			1,95	2	
Puntaje: No Cumple = 1; Cumple Deficientemente = 2; Cumple Satisfactoriamente = 3					

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.3 Estructura y Cumplimiento de los Registros

Los registros conforman la evidencia de que las actividades estipuladas en los procedimientos se han realizado. En este sentido, se ha analizado la estructura y el cumplimiento de los registros asociados a los procedimientos “Plan Anual de Mantenimiento Preventiva” y “Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva” con el objeto de conocer si se relacionan con las actividades estipuladas en los procedimientos documentados y si realmente están entregando la información requerida por los mismos.

El “Programa Anual de Paros”, el “Programa Semanal de Mantenimiento” y el “Programa de Fin de Semana de Mantenimiento” son los registros asociados a los procedimientos “Plan Anual de Mantenimiento Preventiva” y “Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva”. El primer registro constituye un programa gráfico planificado desde inicios de cada año, el cual incluye los Paros de Planta y las Detenciones Programadas. En contraparte, los dos últimos registros son listados de Órdenes de Trabajo que deben ejecutarse semanalmente. No constituyen programas anuales gráficos, sino que se actualizan según los listados de OTs liberadas semana a semana. En este sentido, al constituir listados de OTs, son documentos liberados post proceso de Planificación, por ende, no deberían asociarse al procedimiento, “Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva” cuya esencia es la planificación de las operaciones de mantenimiento que se integrarán posteriormente a una Orden de Trabajo. Por lo tanto, es necesario ir más allá de las OTs listadas y para ello se ha evaluado el cumplimiento de los requerimientos estipulados en el procedimiento “Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva” a partir de la revisión de los Planes de Mantenimiento Preventivo registrados en SAP PM, módulo que conforma el real soporte de los registros del procedimiento citado.

Los Planes de Mantenimiento Preventivo son creados en el submódulo “Mantenimiento Planificado” del módulo SAP PM a partir de los siguientes ítems:

- **Hoja de Ruta:** Contiene las operaciones de mantenimiento que se deben realizar a un equipo y los recursos humanos y técnicos necesarios para ello. Una vez completada, se debe asociar a una Posición de Mantenimiento.
- **Posición de Mantenimiento:** Reúne uno equipo o bien, más de uno, que comparten un mismo emplazamiento y similares operaciones de mantenimiento, por lo tanto, también comparten una misma Hoja de Ruta. Cada Posición de Mantenimiento se vincula a una OT, por lo tanto, para acotar la descripción del trabajo en esta última, la Posición requiere identificar un equipo como referencia.
- **Plan de Mantenimiento:** Reúne las Posiciones de Mantenimiento que comparten similares operaciones de mantenimiento, o bien aquellas que se encuentran destinadas para un solo equipo.

Como muestra la Figura N°3.6, se han cuantificado las Posiciones de Mantenimiento y no los Planes de Mantenimiento, dado que es la subdivisión que reúne las Hojas de Ruta y en consecuencia, los requerimientos del procedimiento “Elaboración de Planes de Mantención Preventiva y Predictiva”.

Sólo un 36 por ciento del total de Posiciones de Mantenimiento cumple con el total de requerimientos, los cuales corresponden a Planes de Mantenimiento diseñados por contrato externo en el año 2009 para la Unidad de Recuperación de Azufre (SRU2), los Estanques de Almacenamiento de LPG y la Unidad de Hidrogenación de Gasolinas (HDG). El 64 por ciento restante son las Posiciones de Mantenimiento creadas por la Refinería, las cuales no contienen Instructivos de Trabajo, asignación de Materiales y Repuestos, ni los Datos e Historial del Equipo. Sin aquella información, se retrasan las actividades asociadas a la Organización, Dirección y Control del Mantenimiento Preventivo, especialmente aquellas relacionadas a la coordinación de las operaciones que deben realizar las distintas especialidades que intervienen en la Orden de Trabajo generada por cada Posición de Mantenimiento.

Figura N°3.6: Evaluación de Requerimientos Planes de Mantenimiento Preventivo



Fuente: Elaboración Propia

En consecuencia, los registros “Programa Semanal de Mantención” y “Programa de Fin de Semana de Mantención” no dan oportunidad a una revisión dinámica a inicios de año y cada seis meses, tal como se estipula en las actividades del procedimiento “Plan Anual de Mantención Preventiva”. Asimismo, los registros en SAP PM no cumplen con la información requerida en el procedimiento “Elaboración de Planes de Mantención Preventiva y Predictiva” ni con aquella establecida en el Decreto Supremo N°160⁴⁷ (Especificaciones de las normas de Diseño, Instrucciones del fabricante o Licenciador, Prácticas reconocidas de ingeniería), por lo tanto, no constituyen una fuente de información adecuada para la Ejecución, el Control y el Mejoramiento de los Planes de Mantenimiento Preventivo.

⁴⁷ Decreto Supremo N°160: Aprueba reglamento de seguridad para las instalaciones y operaciones de producción y refinación, transporte y almacenamiento, distribución y abastecimiento de Combustibles Líquidos.

3.3.2.4 Metodología para el Análisis de Criticidad

ENAP Refinería Bio Bio jerarquiza sus equipos de acuerdo a los niveles de criticidad⁴⁸ determinados por el criterio ABC, donde:

Equipos Críticos (A): Equipos cuya falla de su integridad mecánica podría tener consecuencias graves en las instalaciones, en la calidad del producto y con alto impacto posterior en la seguridad y salud de las personas, la comunidad cercana y en el medio ambiente.

Equipos Semicríticos (B): Equipos que siguen siendo importantes, pero una falla de estos tendrá un impacto menor en la producción, medio ambiente e imagen de la empresa.

Equipos No Críticos (C): Equipos que no se consideran en las definiciones anteriormente citadas.

Para definir a qué jerarquía pertenece cada equipo, el procedimiento “Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva” define que el Análisis de Criticidad debe realizarse a partir de los siguientes criterios: Detenciones del proceso productivo, Riesgo en la seguridad de las personas, Riesgo en la seguridad de los equipos, Riesgo en la calidad del producto, Altos costos de reparación y Disponibilidad de equipo spare⁴⁹. Sin embargo, no entrega una metodología que permita aplicar dichos criterios en la jerarquización de los equipos, lo cual ha provocado una falta de consenso entre las Divisiones del Departamento de Mantenimiento y a la postre, entre el Departamento de Mantenimiento y las Unidades de Proceso. Prueba de ello fueron el primer Análisis de Criticidad realizado en el año

⁴⁸ Fuente: ENAP Refinerías Bio Bio, Programa de Confiabilidad Operacional y de Integridad Mecánica.

⁴⁹ **Equipo spare:** Equipo de respaldo que cumple la misma función que el equipo titular, por lo tanto, lo suple cuando este último falla. Se activa de manera automática o manual.

2005, durante la implementación del ERP SAP en la Refinería, bajo el juicio de colaboradores pertenecientes a las Unidades de Procesos y el segundo Análisis de Criticidad realizado por la DIM en el año 2010. La discrepancia entre ambos procedimientos se muestra en la Tabla N°3.2, en donde se comparan los equipos críticos estáticos y los equipos críticos rotatorios dados por el listado de SAP y por el listado generado en la DIM. Sólo los listados de equipos críticos estáticos tienden a acercarse.

Tabla N°3.2: Comparación de Listados Equipos Críticos

	Listado SAP	Listado DIM	Δ
Equipos Estáticos	520	523	+ 0,6%
Equipos Rotatorios	856	394	- 46%

Fuente: Elaboración Propia

En particular, la metodología utilizada por la DIM consistió en definir si el equipo en análisis detiene ó baja la carga de la planta en la cual se encuentra ubicado y si cuenta o no con equipo spare. Si el equipo tiene equipo spare no será un equipo crítico, mientras que si no lo tiene sí será un equipo crítico.

De acuerdo a lo anterior, la Tabla N°3.3 muestra que la DIM sólo consideró el 33 por ciento de la información requerida por el procedimiento “Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva”.

Tabla N°3.3: Evaluación de Requerimientos Análisis de Criticidad

Información exigida en Procedimiento	Cumplimiento
Detenciones del proceso	SI
Riesgo en la seguridad de las personas	NO
Riesgo en la seguridad de los equipos	NO
Riesgo en la calidad del producto	NO
Altos costos de reparación	NO
Disponibilidad de equipo Spare	SI
	33%

Fuente: Elaboración Propia

Dicha falta de consenso respecto del Análisis de Criticidad provoca que la información que ha sido ingresada en SAP PM desde el año 2005 no sea de total confianza, imposibilitando que se determine de manera correcta en qué equipos es necesario entregar los mayores esfuerzos de mantención. Esto se transmite directamente a los Planes de Mantenimiento Preventivo, los cuales actualmente cubren al 19 por ciento de los equipos críticos registrados en SAP PM.

3.3.2.5 Metodología para el Análisis de Fallas

El Departamento de Mantención realiza el Análisis de Fallas para investigar las causas de la falla de un equipo mal actor. Durante el 2012 se emitieron Informes de Análisis de Falla sólo para el 24 por ciento de los equipos malos actores, sin embargo, lo más relevante es que el Análisis de Fallas tiene un carácter reactivo y no proactivo, como indica la teoría del mantenimiento. No es considerado dentro del procedimiento “Elaboración de Planes de Mantención Preventiva y Predictiva” como una actividad previa al diseño de un Plan de Mantenimiento, lo cual impide que las operaciones de mantenimiento preventivo se definan con asertividad, de acuerdo al historial y el contexto operacional de los equipos.

3.3.2.6 Registro de Planes en Módulo SAP PM

Como se explicó en la sección 3.3.2.2, la creación de cada Plan de Mantenimiento Preventivo en el módulo SAP PM permite crear tantas Hojas de Ruta y Posiciones de Mantenimiento como equipos dentro de un mismo emplazamiento⁵⁰ necesiten de similares operaciones de mantenimiento. En otras palabras, la cantidad de Posiciones de Mantenimiento dentro de un mismo Plan definen la cantidad de equipos que deben atenderse en una misma programación, por lo tanto, si una Posición de Mantenimiento contiene más de un equipo y al mismo tiempo, comparte

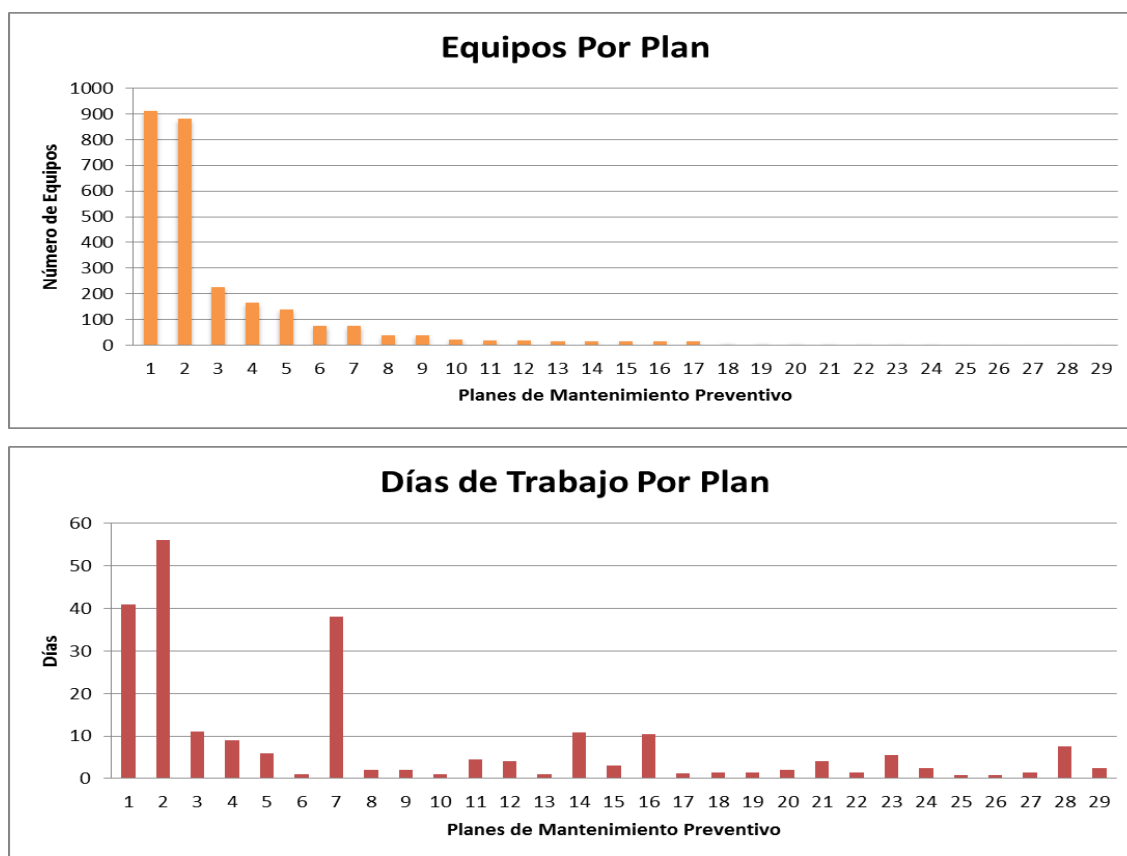
⁵⁰ **Emplazamiento:** Agrupamiento lógico de los equipos, de acuerdo a criterios espaciales, funcionales o de proceso.

un mismo Plan de Mantenimiento junto a otras Posiciones, el número de equipos dentro del Plan crece.

Este problema se transmite a las Órdenes de Trabajo. Cada OT se asocia a una Posición de Mantenimiento y por lo tanto, será liberará para su ejecución de acuerdo a la periodicidad fijada en el Plan de Mantenimiento. Por consiguiente, si un Plan tiene una periodicidad determinada, emitirá tantas OTs como Posiciones de Mantenimiento contemple, provocando que el número de días necesarios para la ejecución crezca, así también el riesgo de un colapso en la programación y en consecuencia, el retraso en la ejecución del Plan. Actualmente, el 28 por ciento de los Planes de Mantenimiento Preventivo contiene más de una Posición de Mantenimiento. De ese universo, el 32 por ciento se encuentra diseñado para distintos equipos. A partir de ello, se analizaron 29 Planes que contienen más de una Posición de Mantenimiento y más de un equipo en cada una de las Posiciones, como muestra la Figura N°3.7.

El 62 por ciento de los 29 Planes contienen más de 10 Equipos y en particular, el 17 por ciento contiene más de 100 equipos. Respecto de los días que toma ejecutar los Planes, un 38 por ciento de los 29 Planes requieren de más de cinco días de trabajo para ejecutarse, lo que es bastante. Parte de esos Planes son aquellos que albergan más de 10 equipos y por consiguiente, los Planes que contiene más de 100 equipos, por lo tanto, es un indicio de que los Planes se retrasen y no se ejecuten completamente, así como también indica que no existe una medida que permita organizar más eficientemente los Planes de Mantenimiento en SAP PM, con el objeto de mitigar el colapso en la programación.

Figura N°3.7: Planes de Mantenimiento Preventivo con más de una Posición de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.7 Indicadores Actuales

Los indicadores utilizados actualmente en el Departamento de Mantención son los que se muestran en la Tabla N°3.4. El 82 por ciento son indicadores de eficacia, sin embargo, el 47 por ciento de ellos son indicadores de eficacia de producto, vale decir, se dirigen a medir el grado de logro de los objetivos relacionados a la cantidad de servicios prestados.

Como se observa, salvo en los indicadores relativos a las Órdenes de Trabajo, los demás no hacen distinción entre indicadores para el Mantenimiento Correctivo e indicadores para el Mantenimiento Preventivo. En particular, el indicador “OTs Preventivas Por Plan Creadas” es un indicador de producto, no de impacto, dado que

es cuantificado de acuerdo a la cantidad de OTs Preventivas Por Plan liberadas periódicamente desde los Planes de Mantenimiento Preventivo registrados en SAP PM y no desde algún evento ocurrido en las Unidades de Producción. Su objetivo es ser la meta sobre la cual se compara el indicador “Órdenes de Trabajo Por Plan Ejecutadas”. Tampoco se incorporan indicadores asociados a la Planificación del Mantenimiento Preventivo, corroborando el análisis de la sección 3.3.2.2. De este modo es imposible que la Jefatura de la DPM y del Departamento de Mantención tomen conocimiento de los equipos críticos que existen en la Refinería y en definitiva, de los Planes de Mantenimiento Preventivo que se deben diseñar o rediseñar anualmente.

Tabla N°3.4: Indicadores de Gestión Departamento de Mantención

Indicador	Categoría				
	Eficiencia	Eficacia		Calidad	Economía
		Impacto	Producto		
Prevención de Riesgos				X	
Presupuesto Operativo Ejecutado					X
Disponibilidad Mecánica		X			
Porcentaje de Horas de Sobretiempo	X				
OTs Preventivas Por Plan Creadas			X		
OTs Preventivas Por Plan Ejecutadas			X		
OTs Preventivas Por Condición Creadas		X			
OTs Preventivas Por Condición Ejecutadas			X		
OTs Correctivas Diferidas Creadas		X			
OTs Correctivas Diferidas Ejecutadas			X		
OTs Correctivas de Emergencia Creadas		X			
OTs Correctivas de Emergencia Ejecutadas			X		
OTs Acumuladas			X		
Reparaciones Provisorias Surgidas		X			
Reparaciones Provisorias Normalizadas			X		
Reparaciones Provisorias Acumuladas			X		
Informes de Falla Emitidos		X			
	6%	35%	47%	6%	6%

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, no se consideran los indicadores de mantenimiento de categoría mundial: Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad. En particular, el indicador “Disponibilidad Mecánica de Plantas” es un ejemplo de ello, dado que es el único que apunta a controlar la operatividad de las Unidades de Producción, sin embargo, no cubre el funcionamiento de cada equipo por separado, lo cual no cumple con el enunciado de la Misión del Departamento de Mantenimiento relativo a *“Maximizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los activos productivos de ENAP...”* y a mediano y largo plazo, conformaría una información vital para evaluar la criticidad de cada uno de los equipos y plantear de manera eficiente los recursos de mantenimiento.

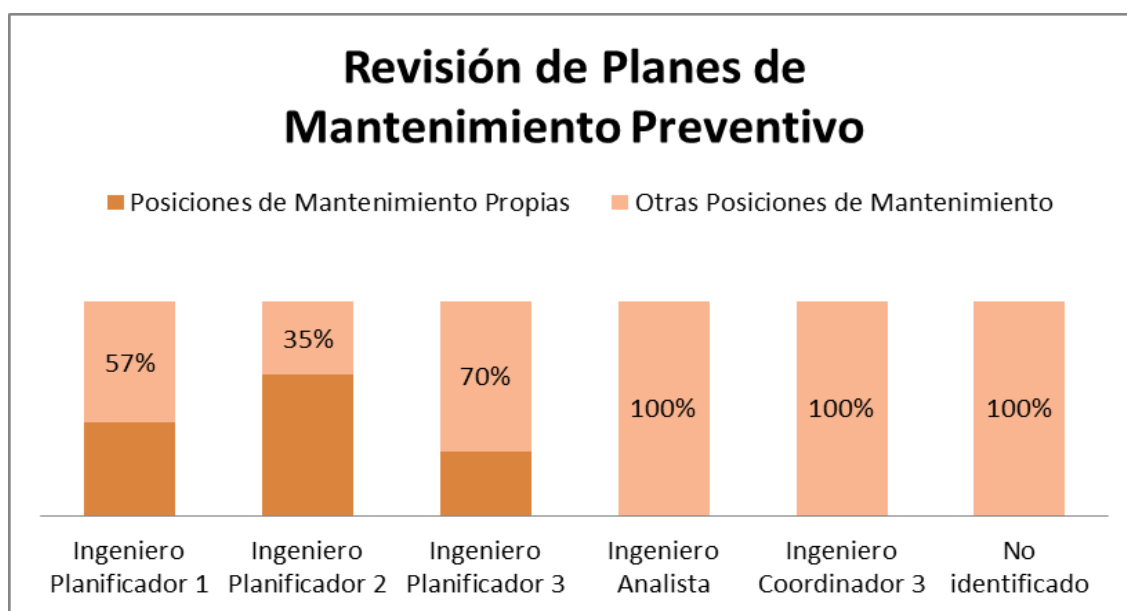
3.3.2.8 Estructura Organizacional

Como se indicó en el análisis de la sección 3.3.2.2, los procedimientos documentados “Plan Anual de Mantenimiento Preventiva” y “Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva” no entregan las condiciones de trabajo sobre las cuales se deben diseñar los Planes. En particular, el último enuncia que las actividades de Análisis de Criticidad y Diseño de los Planes de Mantenimiento Preventivo deben ser ejecutadas por: Ingenieros Planificadores, Ingenieros Coordinadores, Ingeniero Programador y “Especialistas” pertenecientes a las Divisiones Operativas del Departamento de Mantenimiento. Sin embargo, ocurre que existen 29 cargos distintos en las Divisiones Operativas y en la División Staff Ingeniería de Mantenimiento entre Jefes de División, Ingenieros, Supervisores, Técnicos y Operadores, por lo tanto, si no es definido qué “Especialista” es el que debe ser partícipe del diseño de los Planes de Mantenimiento Preventivo, es imposible estipular las condiciones de trabajo bajo las cuales debe ejercer sus funciones y en definitiva, impide que se conforme un equipo de trabajo permanente y eficiente con personas altamente comprometidas.

En particular la DPM, a través de sus Ingenieros Planificadores, es la División llamada a generar tal equipo de trabajo con el fin de integrar a las Divisiones

Operativas y la División Staff Ingeniería de Mantenimiento en la Planificación del Mantenimiento, sin embargo, dentro de los procedimientos “Plan Anual de Mantenimiento Preventiva” y “Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva”, no se especifican dichas atribuciones. Por otra parte, los mismos Ingenieros Planificadores son los únicos responsables de ingresar y revisar los Planes en SAP PM según los emplazamientos correspondientes a su área de trabajo, sin embargo como muestra la Figura N°3.8, también han participado el Ingeniero Analista y un Ingeniero Coordinador. Asimismo, se observa que los Ingenieros Planificadores han trabajado en Planes asociados a emplazamientos que no corresponden a su área de trabajo, lo cual demuestra que la DPM no cuenta con un análisis de cargos eficaz.

Figura N°3.8: Revisión de Planes de Mantenimiento Preventivo



Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.9 Resumen de Causas Posibles

La Figura N°3.9 muestra el Diagrama de Causa – Efecto con el resumen de las causas posibles. Las ramas del Diagrama corresponden a las causas primarias y las subramas corresponden a las causas secundarias. Estas fueron clasificadas en los ámbitos del Modelo Integral del Cambio, de acuerdo a su incidencia en la ineficacia de la actual Metodología para la Planificación del Mantenimiento Preventivo:

Estrategia: Ha considerado la incidencia de los lineamientos estratégicos del Departamento de Mantenición y cómo se encuentran preparados para implementar mejoras.

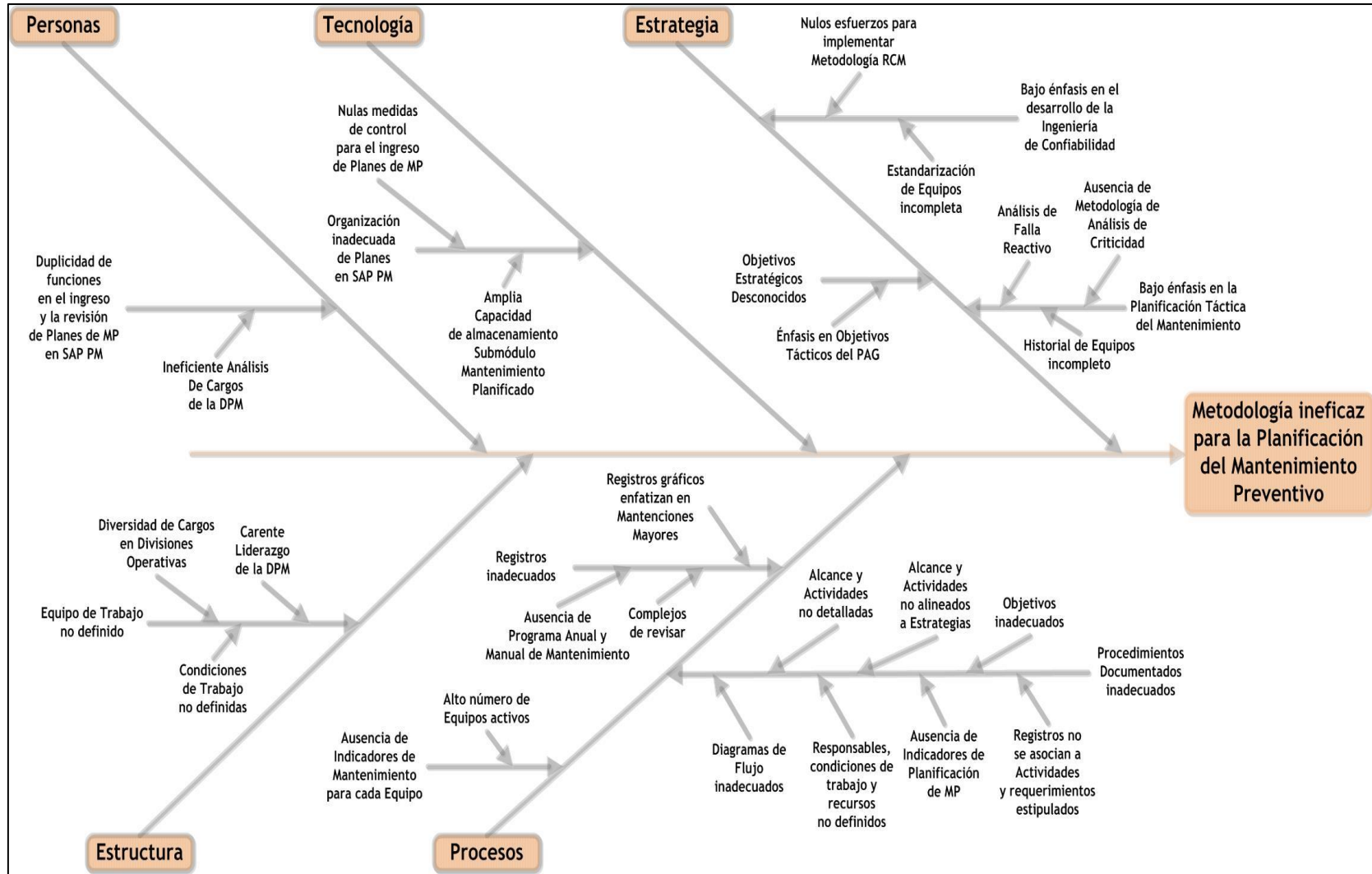
Procesos: Ha considerado la incidencia de la estructura y el cumplimiento de procedimientos, registros e indicadores actuales.

Estructura: Ha considerado la incidencia de la estructura organizacional del Departamento de Mantenición en la conformación del equipo de trabajo.

Tecnología: Ha considerado la incidencia de la estructura del submódulo “Mantenimiento Preventivo” del módulo SAP PM.

Personas: Ha considerado la incidencia del análisis de cargos y las condiciones de trabajo del Departamento de Mantenición y de la División Planificación de Mantenición.

Figura N°3.9: Diagrama de Causa - Efecto

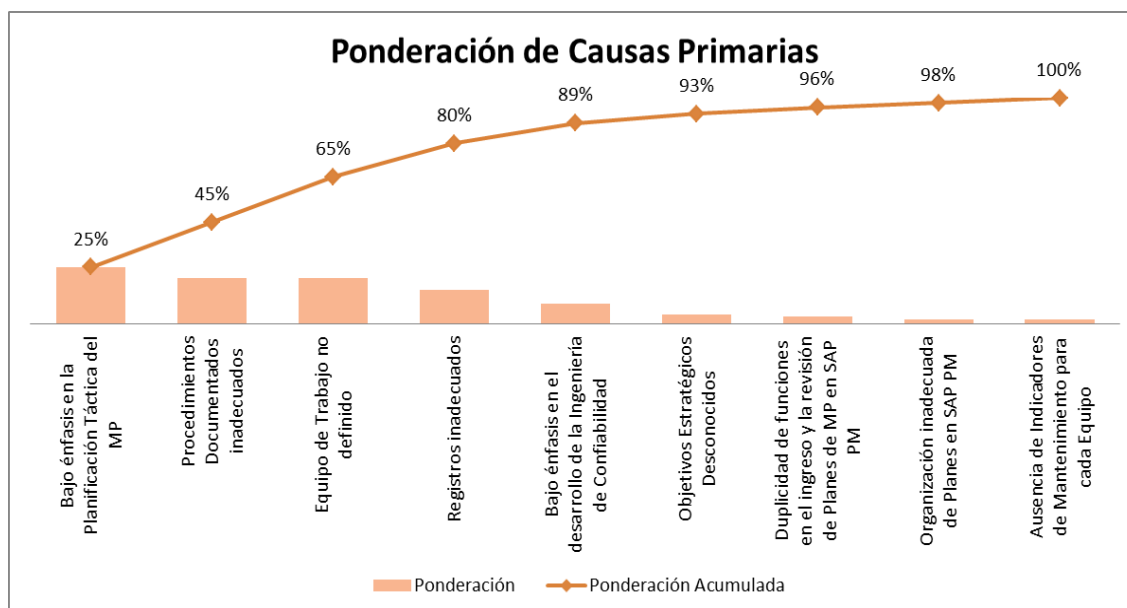


Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 Identificación de las Causas Más Importantes

La Figura N°3.10 muestra el Diagrama de Pareto que identifica las causas primarias de mayor incidencia en la ineficacia de la actual Metodología para la Planificación del Mantenimiento Preventivo. La incidencia corresponde a una ponderación asignada en conjunto al Jefe e Ingenieros Planificadores de la División Planificación de Mantención, luego del análisis de las causas secundarias señaladas en el Diagrama de Causa – Efecto.

Figura N°3.10: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración Propia

Las cuatro primeras causas son las que explican el 80 por ciento de la ineficacia de la actual Metodología para el Mantenimiento Preventivo, de acuerdo a las siguientes justificaciones:

Bajo énfasis en la Planificación Táctica del Mantenimiento: La ausencia de una Metodología de Análisis de Criticidad, el Análisis de Falla reactivo y el Historial de Equipos incompleto impiden constituir una base de información segura para desarrollar la Planificación del Mantenimiento a mediano o largo plazo, por lo tanto,

las actividades actuales se basan solamente en el desarrollo de los procesos de corto plazo: Programación, Ejecución e Inspección y Cierre de los Servicios de Mantenimiento y la planificación orientada a Mantenciones Mayores.

Procedimientos documentados inadecuados: Los procedimientos son la formalización del proceso de Planificación del Mantenimiento Preventivo, por lo tanto, su redacción inadecuada contribuye a que dicho proceso no sea fácilmente comprendido y por ende, no se encuentre fortalecido.

Equipo de trabajo no definido: La no existencia de un equipo de trabajo estable para el proceso de Planificación del Mantenimiento Preventivo dificulta no solamente el establecimiento de los nuevos Planes, sino que también la mejora de los que ya han sido creados. De este modo, no se demuestra un real compromiso del Departamento de Mantenimiento, donde la Planificación del Mantenimiento debe ser liderada por la DPM, pero integrando el conocimiento de las Divisiones Operativas.

Registros inadecuados: La ausencia de registros gráficos anuales dedicados al Mantenimiento Preventivo no permiten determinar con certeza la capacidad y los recursos que se requerirán para el año siguiente. Así también, es una evidencia que explica la dificultad de desarrollar trabajo en equipo en el proceso de Planificación del Mantenimiento Preventivo, previo al ingreso de los Planes en SAP PM.

3.3.4 Identificación de las Medidas Remedio

Con el objeto de mitigar las causas más importantes señaladas en la sección anterior, se han propuesto las contramedidas que se muestran en la Tabla N°3.5. La primera limitante está relacionada con la Planificación, cuya naturaleza requiere ser la base sobre la cual se impulse el desarrollo de la Organización, la Dirección y el Control. Por lo tanto, de ella nace la principal propuesta: El Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo. Asimismo, la naturaleza de las tres limitantes restantes requiere que el Modelo de Planificación se encuentre previamente definido,

por lo tanto, las propuestas asociadas a ellas, serán abordadas como requerimientos para implementarlo.

Tabla N°3.5: Medidas Remedio

Causa	Propuestas de Mejora	Objetivos de Mejora
<p>Bajo énfasis en la Planificación Táctica del Mantenimiento Preventivo</p>	<p>Diseñar un Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo a través de un Modelo de Estrategia de Operaciones basado en la Metodología RCM y en las funciones de la Administración.</p>	<p>Integrar las actividades relacionadas al Análisis de Criticidad, al Análisis de Fallas y al Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo en una Estrategia Funcional del Departamento de Mantención, que integre la Planificación de Mediano Plazo y las Estrategias Corporativa y Empresarial de ENAP Refinería Bio Bio.</p> <p>Involucrar a los mandos medios del Departamento de Mantención, vale decir, Jefes de División, Ingenieros Planificadores e Ingenieros de Mantención.</p> <p>Destacar la relevancia del Mantenimiento Preventivo a través de la creación de elementos de la Planificación (Misión, Competencias Distintivas, Objetivos y Políticas) exclusivos para su desarrollo.</p> <p>Proporcionar la información base para una ejecución efectiva de las funciones Organización, Dirección y Control del Mantenimiento Preventivo.</p>
<p>Procedimientos documentados inadecuados</p>	<p>Establecer un procedimiento documentado para la Planificación del Mantenimiento Preventivo, que unifique y mejore las actividades</p>	<p>Proporcionar una base sobre la cual se formaliza y comprende el Modelo de Planificación propuesto, estableciendo actividades, tareas, responsables,</p>

	<p>establecidas en los actuales procedimientos, a partir de la metodología de planificación propuesta en el Modelo de Estrategia de Operaciones.</p> <p>Establecer un procedimiento documentado para el Control del Mantenimiento Preventivo, de acuerdo a la metodología propuesta por el Modelo de Estrategia de Operaciones.</p>	<p>recursos e indicadores para la Planificación y el Control del Mantenimiento Preventivo.</p> <p>Establecer una base que permita implantar la mejora continua del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo a través del enlace Planificación – Control.</p> <p>Cumplir con exigencias del Sistema de Gestión de Calidad de ENAP Refinería Bio Bio y de la SEC⁵¹.</p>
Equipo de trabajo no definido	<p>Definir un equipo de trabajo exclusivo para la Planificación del Mantenimiento Preventivo, de acuerdo a la estructura organizacional del Departamento de Mantención.</p>	<p>Proporcionar la existencia permanente de un líder y un equipo de trabajo cuyas funciones, conocimientos, habilidades y condiciones de trabajo se encuentren definidas de antemano.</p>
Registros inadecuados	<p>Establecer formularios para el registro de la metodología propuesta por el Modelo de Estrategia de Operaciones.</p>	<p>Proporcionar información base para la actualización del historial de equipos, considerando datos del equipo, de fallas y de mantenimiento.</p>

Fuente: Elaboración Propia

⁵¹ **SEC:** Superintendencia de Electricidad y Combustibles

CAPITULO 4: DISEÑO DEL MODELO DE PLANIFICACION PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En este capítulo se diseña el Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo, con el fin de establecer una Estrategia Funcional que integre la Planificación Táctica y se encuentre alineada a la Estrategia de ENAP Refinería Bio Bio y del Departamento de Mantención.

4.1 Metodología

El diseño de la propuesta se desarrolló elaborando un Modelo de Estrategia de Operaciones fundado en las bases de la metodología RCM y en los siguientes elementos de las funciones de la Administración:

Elementos de la Planificación: Definición de Misión, Competencias Distintivas, Objetivos, Políticas y Planes de Acción, de acuerdo a los lineamientos estratégicos de ENAP Refinería Bio Bio, del Departamento de Mantención, los requerimientos del D.S N°160 y la Norma ISO 14.224.

Elementos de la Organización: Definición de responsabilidades, basados en la dotación y la estructura organizacional del Departamento de Mantención.

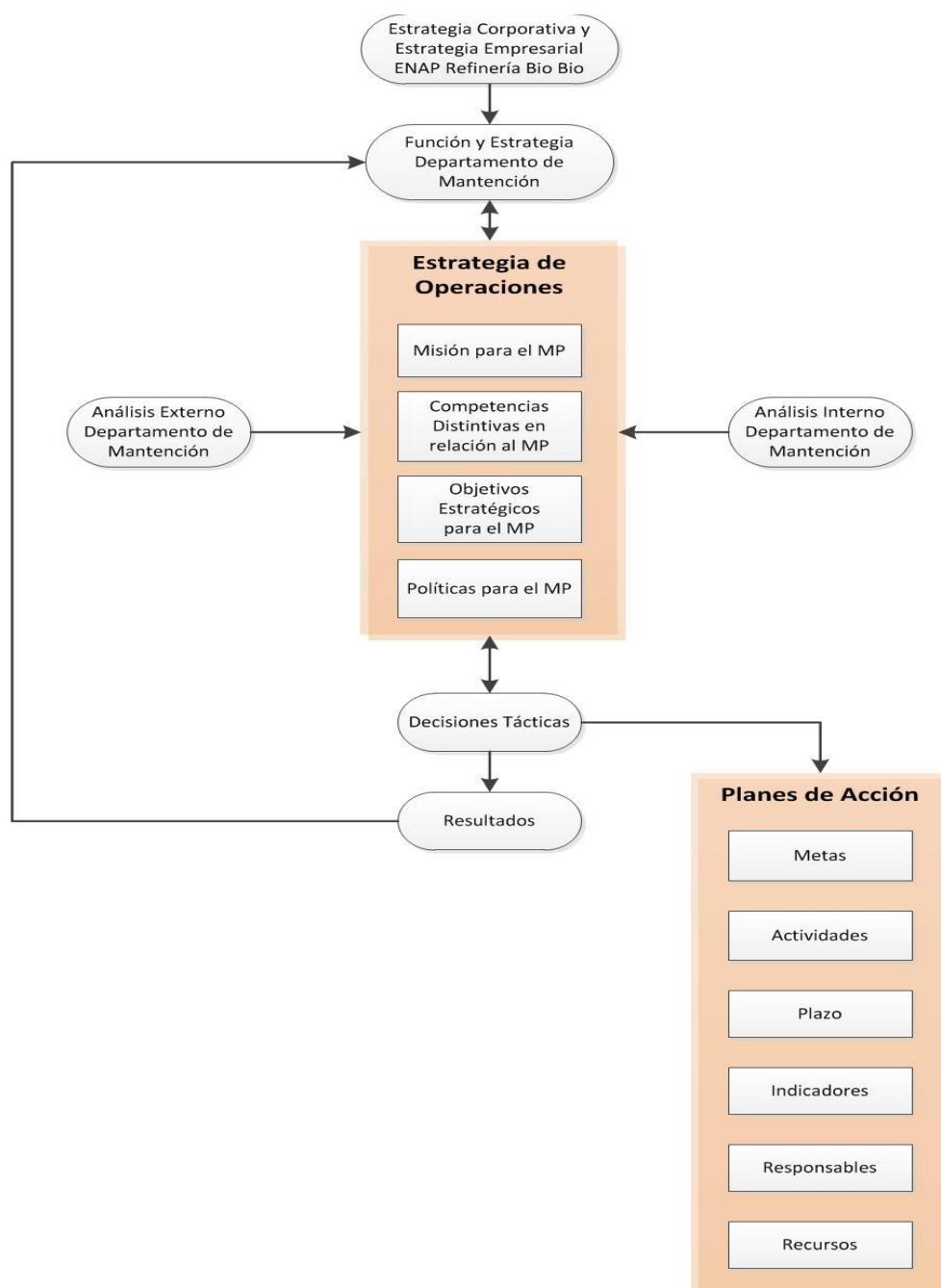
Elementos de la Dirección: Definición de políticas de liderazgo y comunicación, basadas en la estructura organizacional del Departamento de Mantención.

Elementos del Control: Definición de indicadores para la toma de decisiones administrativas, basados en los Planes de Acción diseñados.

4.2 Definición del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo

El Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo que se ha propuesto, se muestra en la Figura N°4.1.

Figura N°4.1: Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo



Fuente: Elaboración Propia

A diferencia del modelo teórico⁵², se ha agregado un nivel estratégico al modelo propuesto, con el objeto de alinear las estrategias de ENAP Refinerías Bio Bio y el Departamento de Mantenimiento y traducirlas a la Planificación Táctica de las actividades del Mantenimiento Preventivo.

Bajo dichas consideraciones, a continuación se describe cada componente del Modelo de Planificación dispuesto para el Mantenimiento Preventivo de ENAP Refinería Bio Bio, los cuales fueron aprobados por el Jefe e Ingenieros Planificadores de la División Planificación de Mantenimiento del Departamento de Mantenimiento.

4.2.1 Estrategia Corporativa de ENAP Refinería Bio Bio

La Estrategia Corporativa se relaciona directamente al negocio en el cual participa la organización, por lo tanto, de acuerdo al Giro y la Misión de ENAP Refinería Bio Bio, la Estrategia Corporativa de ENAP Refinería Bio Bio es: **Refinación y Comercialización de Hidrocarburos y sus derivados.**

4.2.2 Estrategia Empresarial de ENAP Refinería Bio Bio

La Estrategia Empresarial se relaciona al modo en el cual la organización competirá. Por lo tanto, de acuerdo al Plan Estratégico del Grupo de Empresas ENAP y el Plan Anual de Gestión de la Gerencia de Refinación y Comercialización, la Estrategia Empresarial de ENAP Refinería Bio Bio, se basa en **proveer productos de energía en forma segura y competitiva, aumentando el valor de la empresa a través de:** La preferencia de los clientes, el crecimiento integrado para lograr una posición competitiva, el desarrollo sustentable y la operación segura con mayor productividad y competitividad.

⁵² Ver sección 2.2.5: Administración de Operaciones.

De la estrategia, se destaca que el objetivo principal que atañe a Mantenimiento es “La operación segura con mayor productividad y competitividad”. Dicho objetivo debe cumplirse en base a:

- El logro de costos competitivos.
- El aumento en la competitividad de las personas.
- La gestión en la prevención de riesgos y la confiabilidad de las instalaciones.

Estos últimos objetivos son la base sobre la cual se ha cimentado el Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo de ENAP Refinería Bio Bio.

4.2.3 Función del Departamento de Mantención

En el nivel inmediatamente inferior se ha propuesto establecer la Estrategia Corporativa del Departamento de Mantención como la Función del mismo, en apoyo al cumplimiento de la Estrategia Empresarial de ENAP Refinería Bio Bio.

Para ello, la Función del Departamento de Mantención se ha asociado directamente a su Misión a través del análisis de sus principales puntos:

- Maximizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los activos productivos de ENAP.
- Asegurar la continuidad de la producción.
- Utilizar con eficiencia y calidad los recursos.
- Adoptar las mejores prácticas de la industria.
- Protección de las personas y el medio ambiente.

Por lo tanto, se desprende que la Función del Departamento de Mantención de ENAP Refinería Bio Bio es la **administración y ejecución de las actividades de mantenimiento de los activos productivos** con el objeto de maximizar la

disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de los activos productivos e impedir posibles daños hacia las personas, el medioambiente y la producción.

4.2.4 Estrategia del Departamento de Mantenimiento

La Estrategia del Departamento de Mantenimiento se desglosa a partir del análisis de las prioridades competitivas expuestas en los lineamientos estratégicos del Departamento de Mantenimiento: Misión, Visión y Políticas. Como muestra la Tabla N°4.1, la Estrategia del Departamento de Mantenimiento de ENAP Refinería Bio Bio se basa en **la calidad, los costos y los tiempos de entrega del servicio de mantenimiento**, de las cuales, la fundamental es la primera de ellas, presente en el 60 por ciento de los aspectos analizados.

Tabla N°4.1: Prioridades competitivas del Departamento de Mantenimiento

Elemento Estratégico	Aspecto del Elemento Estratégico	Prioridad Competitiva
Misión	Asegurar la continuidad de la producción.	Tiempos de Entrega del Servicio
	Utilizar con eficiencia y calidad los recursos.	Costos del Servicio
	Adoptar las mejores prácticas de la industria.	Calidad del Servicio
	Protección de las personas y el medio ambiente.	Calidad del Servicio
Visión	Adoptar las mejores prácticas de la industria.	Calidad del Servicio
Políticas	Énfasis en la planificación de la gestión técnico - económica.	Costos del Servicio
	Énfasis en la preservación de las funciones de los activos físicos.	Calidad del Servicio
	Énfasis en la integración participativa con todas las áreas de la empresa.	Calidad del Servicio
	Gestión integrada a las políticas de Abastecimiento.	Costos del Servicio
	Todo trabajo debe tener asociado un procedimiento.	Calidad del Servicio

Fuente: Elaboración Propia

4.2.5 Análisis Interno y Externo del Departamento de Mantenición

El Análisis Interno y Externo del Departamento de Mantenición es una herramienta de diagnóstico que permite sustentar el cuerpo del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo, vale decir, la Misión, las Políticas, los Objetivos Estratégicos y las Competencias Distintivas.

El Análisis Interno comprende la identificación de fortalezas y debilidades, que, pudiendo ser controladas por el Departamento de Mantenición, demuestran la excelencia o deficiencia de su gestión y sus recursos. Por lo tanto, para su definición se consideró su estructura organizacional y el diagnóstico realizado en el capítulo anterior, complementado con un Autodiagnóstico de la Situación de la Gestión Actual de la Organización (SIGA) aplicado (ver Anexo A).

En contraparte, el Análisis Externo comprende la identificación de oportunidades y amenazas que, no pudiendo ser controladas por el Departamento de Mantenición, pueden beneficiar o dañar su gestión y sus recursos. Por lo tanto, para su definición se reunieron y analizaron los puntos de vistas del Jefe e Ingenieros Planificadores y Coordinadores de la División Planificación de Mantenición⁵³ y documentos corporativos de ENAP Refinería Bio Bio⁵⁴.

La Tabla N°4.2 muestra el Análisis Interno e Externo para el Departamento de Mantenición.

⁵³ Se consideró la División Planificación de Mantenición, dado que es la División Staff encargada del seguimiento de la Gestión del Departamento de Mantenición.

⁵⁴ Fuentes: ENAP Refinerías, Memoria Anual 2012; ENAP Refinería Bio Bio, Manual de Calidad; ENAP Refinería Bio Bio, Plan de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de Personas y Seguridad de Instalaciones, ENAP Refinería Bio Bio, Descripción de los Riesgos Críticos.

Tabla N°4.2: Análisis Interno y Externo Departamento de Mantenición

Análisis Interno	
Fortalezas	Debilidades
<p>F1: Unidad relevante dentro de la Refinería, cuyas operaciones inciden directamente en un escenario marcado por la contención de costos.</p> <p>F2: Dispone de Programa de Confiabilidad Operacional que integra procedimientos, instructivos, normas y documentos de apoyo a las actividades del Proceso de Mantenición, en especial, a la Planificación del Mantenimiento Preventivo y de Mantenciones Mayores.</p> <p>F3: Enfatiza fuertemente en el análisis y la comunicación de los resultados entre los colaboradores que deben tomar decisiones.</p> <p>F4: Enfatiza fuertemente en la Planificación y Control Operativa, motivado por los Procesos de Corto Plazo: Programación, Ejecución e Inspección y Cierre de Servicios de Mantenición.</p> <p>F5: Dispone de Recurso Humano experimentado y organizado en especialidades y puestos de trabajo para afrontar las necesidades de mantenimiento.</p> <p>F6: Dispone de instalaciones y talleres organizados en especialidades.</p> <p>F7: Dispone de módulo SAP de mantenimiento para el almacenamiento de grandes bases de datos y la agilización de las respuestas a las necesidades de mantenimiento.</p>	<p>D1: No se revisa sistemáticamente su Misión ni su Visión y sus Objetivos Estratégicos son desconocidos.</p> <p>D2: Su diversidad de cargos impide formalizar Equipos de Trabajo entre las Divisiones Operativas y de Staff para las actividades de Planificación.</p> <p>D3: Su Planificación Táctica enfatiza sólo en Iniciativas Operacionales⁵⁵ de Mantenición.</p> <p>D4: Su metodología para la Planificación del Mantenimiento Preventivo es ineficaz, debido al bajo énfasis en la Planificación Táctica, a procedimientos y registros inadecuados y a la ausencia de un Equipo de Trabajo multidisciplinario.</p> <p>D5: Carece de una metodología de Análisis de Criticidad que permita determinar en qué Equipos se debe enfocar los mayores esfuerzos de mantenimiento.</p> <p>D6: Su metodología de Análisis de Falla es reactiva, no se aplica previo al diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo.</p> <p>D7: Entrega bajo énfasis en promover y desarrollar procedimientos e indicadores dirigidos a la reacción y opinión de los Clientes, a la Responsabilidad Social y a la evaluación de Proveedores.</p>
Análisis Externo	
Oportunidades	Amenazas
<p>O1: ENAP ERBB participa en estudios de</p>	<p>A1: Presencia de averías que requieren de</p>

⁵⁵ **Iniciativas Operacionales de Mantenición:** Actividades de carácter temporal que pueden repetirse cada cierta cantidad de años.

<p>Benchmarking de la industria petrolera, lo que permite establecer un punto de referencia sobre el cual impulsar la mejora continua en todos los procesos internos de la organización.</p> <p>O2: ENAP ERBB dispone de Planes de Sucesión y Movilidad para trabajadores de unidades compuestas de cargos críticos que requieren de continuidad y conocimiento experto.</p> <p>O3: ENAP ERBB dispone de Sistemas de Información que promueven la seguridad, la disciplina y las buenas prácticas del personal interno y externo, tales como el Sistema de Gestión Ambiental, el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de Personas y Seguridad de Instalaciones, el Sistema de Gestión de Incidentes y el Sistema de Gestión del Desempeño.</p> <p>O4: ENAP ERBB dispone de cursos de inducción y de perfeccionamiento del Sistema de Gestión de Calidad con el objeto de promover la aplicación del Ciclo de Mejora Continua en el personal de la Refinería, especialmente Ingenieros y Técnicos.</p> <p>O5: Aplicación de Norma ISO 14.224 para el tratamiento de datos de confiabilidad y de mantenimiento, con el objeto de alimentar correctamente las bases de datos de SAP PM.</p>	<p>Mantenimiento Correctivo, dado el continuo funcionamiento y los diversos contextos operacionales de los más de 20.000 Equipos de ERBB.</p> <p>A2: Presencia de averías inminentes en Equipos cuyos Planes de Mantenimiento Preventivo no las tienen contempladas.</p> <p>A3: Continua publicación y actualización de reglamentos y normativas de seguridad ocupacional y medioambiental, que obligan a la preparación y práctica de rigurosos Sistemas de Gestión y la adopción de nuevas tecnologías para la prevención de riesgos a nivel estratégico, táctico y operativo.</p> <p>A4: Ajustes negativos de bases presupuestarias de ERBB que afectan a partidas relacionadas a contratos con terceros y seguros, debido a variaciones del tipo de cambio y la reducción de costos fijos.</p> <p>A5: Ajustes al programa anual de producción de ERBB debido al cambio en la canasta esperada de productos.</p> <p>A6: Paralizaciones y manifestaciones de personal interno y externo de ERBB durante la jornada laboral, producidas por conflictos de carácter sindical.</p> <p>A7: Disminución de mano de obra especializada para la ejecución de las operaciones de mantenimiento rutinarias, debido al “efecto minería”⁵⁶ y la designación de personal para el apoyo de Iniciativas Operacionales.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración Propia

⁵⁶ **Efecto Minería:** Se refiere a la migración de técnicos y profesionales hacia empresas mineras del norte del país, producto de la oferta de condiciones económicas más favorables.

La incidencia del Análisis Interno y Externo del Departamento de Mantenimiento en su Estrategia se ha representado en la Tabla N°4.3, donde cada factor descrito se ha clasificado en las dimensiones competitivas⁵⁷ **calidad, costos y tiempos de entrega del servicio de mantenimiento**. Luego, los factores transversales a las dimensiones competitivas, son aquellos que se presentan en al menos dos de las dimensiones de competitivas.

Tabla N°4.3: Factores transversales a la Estrategia del Departamento de Mantenimiento

	Calidad del Servicio	Costos del Servicio	Tiempos de Entrega del Servicio	Factores Transversales a las DC
Fortalezas	F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7	F1, F7	F1, F5, F6, F7	F1, F5, F6, F7
Debilidades	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7	D1, D3, D4, D5, D6, D7	D1, D3, D4, D5, D6	D1, D3, D4, D5, D6, D7
Oportunidades	O1, O2, O3, O4, O5	O1	O2, O5	O1, O2, O5
Amenazas	A1, A2, A4, A6, A7	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que las debilidades y las amenazas transversales a las dimensiones competitivas son mayores a las fortalezas y oportunidades. En este sentido, se seleccionaron aquellas que, teniendo real incidencia en las operaciones de Mantenimiento Preventivo, son abordables para delinear el cuerpo del Modelo de Planificación y no forman parte de un análisis a mayor nivel de planeación (D3, D4, D5, D6, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7). Considerando lo anterior más las fortalezas y oportunidades transversales, implica que la Misión, las Competencias Distintivas, los Objetivos Estratégicos y las Políticas asociadas al Mantenimiento Preventivo deben delinearse para fortalecer la Planificación Táctica del Mantenimiento Preventivo, destacando la función del Departamento de Mantenimiento, a través del provecho de la

⁵⁷ Ver sección: 4.2.4

disponibilidad de SAP PM, recurso humano e instalaciones experimentados como principales fortalezas técnicas de apoyo y del diseño de las bases que permitan implantar un equipo de trabajo multidisciplinario de planificación, una metodología de Análisis de Criticidad y el Análisis de Fallas proactivo, de acuerdo a pautas basadas en la Norma ISO 14.224 y en los Sistemas de Gestión adoptados por ENAP Refinería Bio Bio. Lo anterior, en definitiva debe alinearse a la consecución de:

- La disminución de averías o aquellas potenciales que no se han predicho.
- El cumplimiento de la normativa de seguridad y salud ocupacional de personas, seguridad de instalaciones y medioambiental adoptada por ENAP Refinería Bio Bio.
- La no interferencia del programa anual de producción de ENAP Refinería Bío Bío.
- El cumplimiento del presupuesto operativo anual asignado al Departamento de Mantenimiento.

4.2.6 Misión para el Mantenimiento Preventivo

La Misión define el propósito de la función o proceso que se está analizando. En este sentido, la creación de una Misión para el Mantenimiento Preventivo, permite destacar su relevancia en el cumplimiento de la Estrategia del Departamento de Mantenimiento y de ENAP Refinería Bio Bio y orientar las actividades de los colaboradores que interfieren en el proceso.

Para redactar la Misión de manera clara y evaluable en relación a las operaciones de Mantenimiento Preventivo realizadas por el Departamento de Mantenimiento, se ha utilizado la técnica CATWOE⁵⁸, de la Metodología Suave de Sistemas, dado que permite definir un alcance apropiado a través de la identificación de los siguientes

⁵⁸ Fuente: Contreras, G. (2010)

elementos situacionales: **Clientes, Actores, Proceso de Transformación, Visión del Mundo, Dueño y Entorno.**

Los elementos situacionales, como se muestran en la Tabla N°5.4 se definieron de acuerdo al Procedimiento General del Departamento de Mantención⁵⁹ y fueron organizados bajo la sigla AOCWET, estructurando la siguiente **Misión para el Mantenimiento Preventivo**, aprobada por la División Planificación de Mantención:

“El Departamento de Mantención entrega a las Unidades de Producción la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de sus activos productivos, a través de la administración y ejecución eficiente y de calidad de las operaciones de Mantenimiento Preventivo, con el fin de permitir a ENAP Refinería Bio Bio, responder a sus compromisos de producción y comerciales con la Región, la Nación y el Mundo.” (Elaboración Propia)

Las expresiones “...**entrega a las Unidades de Producción la disponibilidad y la confiabilidad y la seguridad de sus activos productivos a través de la administración y ejecución eficiente...**” y “...**permitir a ENAP Refinería Bio Bio, responder a sus compromisos de producción y comerciales con la Región, la Nación y el Mundo...**” corresponden a la Función del Departamento de Mantención.

La expresión “...**eficiente y de calidad...**” corresponde a las dimensiones competitivas de la Estrategia del Departamento de Mantención (Costos del Servicio, Calidad del Servicio y Tiempos de Entrega del Servicio).

⁵⁹ Ver sección 1.6.3.7: Procedimiento General

Tabla N°4.4: Metodología CATWOE

C	Costumers/Clientes	¿Quiénes son los usuarios de los productos que el negocio atiende?
		Las Unidades de Producción de ERBB (Fraccionamiento, Cracking, Suministros, Movimiento de Productos, Coker – HDT, Etileno e Hidrocracking)
A	Actors/Actores	¿Quiénes son los individuos que hacen posible el desarrollo de la Misión?
		El Departamento de Mantenimiento, quien administra y ejecuta las operaciones de Mantenimiento Preventivo que requieren los activos productivos de las Unidades de Procesos de ERBB.
T	Transformation Process/Proceso de Transformación	¿Cuál es el proceso mediante el cual se realiza la transformación de la materia prima en el producto final?
		La administración y la ejecución de las operaciones de Mantenimiento Preventivo a través de la planificación, organización, dirección y control de las acciones involucradas.
W	Weltanschauung “World View”/Visión del Mundo	¿Cuál es la razón de ser, la necesidad que se busca satisfacer?
		Maximizar la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de los activos productivos de las Unidades de Procesos de ERBB, con el fin de que puedan responder a los compromisos de producción y comerciales de la organización.
O	Owner/Dueño	¿Cuál es el sistema que tiene el poder de decisión e influencia y que puede causar que el proceso exista o no?
		ENAP Refinería Bio Bio (ERBB)
E	Environment/Entorno	¿Cuál es el medio ambiente en el que el sistema opera?
		La Región, la Nación y el Mundo

Fuente: Elaboración Propia

4.2.7 Competencias Distintivas en relación al Mantenimiento Preventivo

En el caso en estudio, las Competencias Distintivas en relación al Mantenimiento Preventivo son las operaciones que el Departamento de Mantenimiento posee para satisfacer a sus clientes, de acuerdo a las dimensiones competitivas que forman las

bases de la Estrategia del Departamento de Mantenición y la incidencia de los factores internos y externos que actúan sobre él.

Calidad del Servicio: Implica que el Departamento de Mantenición administra y ejecuta los servicios de Mantenimiento Preventivo con calidad consistente, cumpliendo las especificaciones y requerimientos de calidad, de seguridad de las personas, de las instalaciones y medioambiental, impuestos por la normativa adoptada por la empresa, en base a la experiencia del recurso humano y técnico propio y el manejo efectivo de SAP PM.

Costos del Servicio: Implica que el Departamento de Mantenición administra y ejecuta los servicios de Mantenimiento Preventivo a costos competitivos, focalizando los recursos hacia equipos críticos y semicríticos a través del Análisis de Criticidad y el Análisis de Fallas multidisciplinario.

Tiempos de Entrega del Servicio: Implica que el Departamento de Mantenición cumple con las fechas de entregas estipuladas en los Planes de Mantenimiento Preventivo, en base a una planificación eficaz, basada en la priorización de las operaciones, la experiencia del recurso humano y técnico propio y la información en línea proporcionada por SAP PM.

4.2.8 Objetivos Estratégicos para el Mantenimiento Preventivo

Los Objetivos Estratégicos corresponden al resultado que se desea alcanzar y por lo tanto, deben coincidir con la Misión y las Competencias Distintivas dispuestas para el Mantenimiento Preventivo.

Dado lo anterior, los Objetivos Estratégicos establecidos para el Mantenimiento Preventivo han sido tratados como objetivos de gestión, enfatizando en qué acción se realizará y en el cómo se alcanzará la eficiencia y la calidad de las operaciones de Mantenimiento Preventivo, de modo que las metas puedan ser definidas en las

Decisiones Tácticas, según requerimientos de ENAP Refinerías Bio Bio. En este sentido, los Objetivos Estratégicos definidos para el Mantenimiento Preventivo son los siguientes:

Objetivo General: Maximizar la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de los equipos críticos y semicríticos de ENAP Refinería Bio Bio, a través de una administración y ejecución eficiente y de calidad de las operaciones de Mantenimiento Preventivo.

Objetivos Específicos:

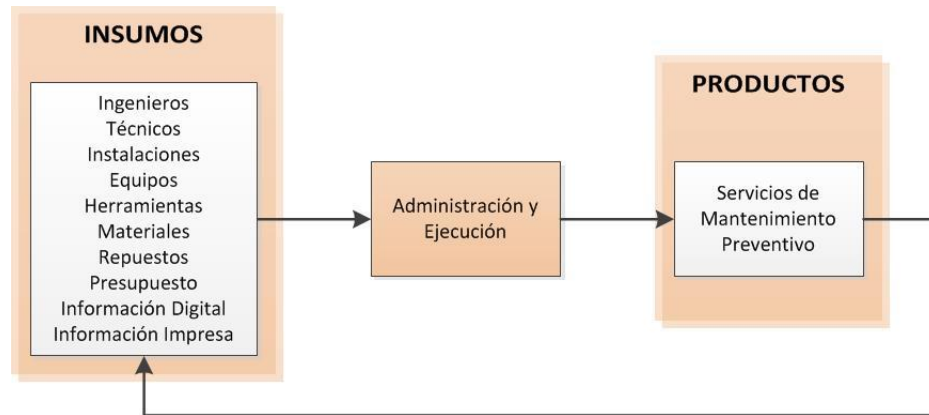
- Planificar las operaciones de Mantenimiento Preventivo a través de un Análisis de Criticidad, un Análisis de Fallas, el Diseño de operaciones de mantenimiento y la asignación de recursos.
- Ejecutar las operaciones de Mantenimiento Preventivo de acuerdo a los programas y procedimientos planificados.
- Controlar las operaciones de Mantenimiento Preventivo considerando los resultados obtenidos tras la ejecución de las mismas, de las operaciones de Mantenimiento Correctivo y de Mantenimiento Preventivo Por Condición surgidas.

4.2.9 Políticas para el Mantenimiento Preventivo

Las Políticas canalizan las ideas con el fin de dar cumplimiento a los Objetivos Estratégicos, considerando las Competencias Distintivas a través de las decisiones de operaciones involucradas. En este sentido, las decisiones de operaciones se han identificado a partir del proceso de Mantenimiento Preventivo que se muestra en la Figura N°4.2. De los insumos del proceso, se identifican cinco categorías de

decisiones operativas: **Proceso, Capacidad, Inventario, Fuerza de Trabajo y Calidad.**

Figura N°4.2: Proceso General Mantenimiento Preventivo



Fuente: Elaboración Propia

Decisiones de Fuerza de Trabajo: Determinan la administración de ingenieros y técnicos en relación a la capacitación, supervisión y estandarización del trabajo.

Decisiones de Proceso: Determinan instalaciones, equipos, herramientas y el flujo del trabajo necesarios para administrar y ejecutar el Mantenimiento Preventivo.

Decisiones de Capacidad: Determinan dotación, contratos con terceros y sobretiempos necesarios para ejecutar el Mantenimiento Preventivo.

Decisiones de Inventario: Determinan cantidades de materiales y repuestos a pedir según cada Plan de Mantenimiento Preventivo y el momento en el cuál se deben solicitar.

Decisiones de Calidad: Determinan el establecimiento de procedimientos de inspección y control de las operaciones de Mantenimiento Preventivo a través del presupuesto operativo y la información digital e impresa disponible.

Como se muestra en la Tabla N°4.5, las Políticas responden a la administración y la ejecución del Mantenimiento Preventivo, con el objeto de dar cumplimiento a los Objetivos Estratégico y en consecuencia, de las Competencias Distintivas y la Misión del Mantenimiento Preventivo.

Tabla N°4.5: Políticas para el Mantenimiento Preventivo

Decisiones Operativas	Función	Políticas para el Mantenimiento Preventivo
Fuerza de Trabajo	Administración	La División Planificación de Mantención lidera la Planificación del Mantenimiento Preventivo.
Proceso	Administración	La Planificación del Mantenimiento Preventivo prioriza el programa anual de producción impulsado por el Plan Anual de Gestión de la Refinería, la normativa de seguridad y salud ocupacional de personas, de seguridad de instalaciones y medioambiental adoptada por la Refinería.
Proceso	Administración	El Análisis de Criticidad prioriza los equipos críticos dada su alta incidencia en la seguridad de las personas, de las instalaciones, del medioambiente y de la producción de la empresa y en los equipos semicríticos, dada su influencia en los costos de mantención.
Capacidad	Administración	Se asegura la dotación óptima para cubrir las operaciones de Mantenimiento Preventivo anuales.
Inventario	Administración	Los manuales de operación son la guía para escoger los repuestos y materiales pertinentes.
Calidad	Administración	SAP PM contiene la información pertinente respecto del historial operacional, de fallas y de mantenimiento de los equipos.
Calidad	Administración	El impacto de la ejecución de las operaciones de Mantenimiento Preventivo se evalúa considerando las operaciones de Mantenimiento Correctivas y Preventivas Por Condición.
Fuerza de Trabajo	Ejecución	Se asegura la correcta ejecución de las operaciones de Mantenimiento.
Fuerza de Trabajo	Ejecución	Lo sucedido en una operación de Mantenimiento Preventivo debe reportarse oportunamente al superior.
Proceso	Ejecución	Se definen espacios adecuados para el manejo de los equipos y las herramientas.

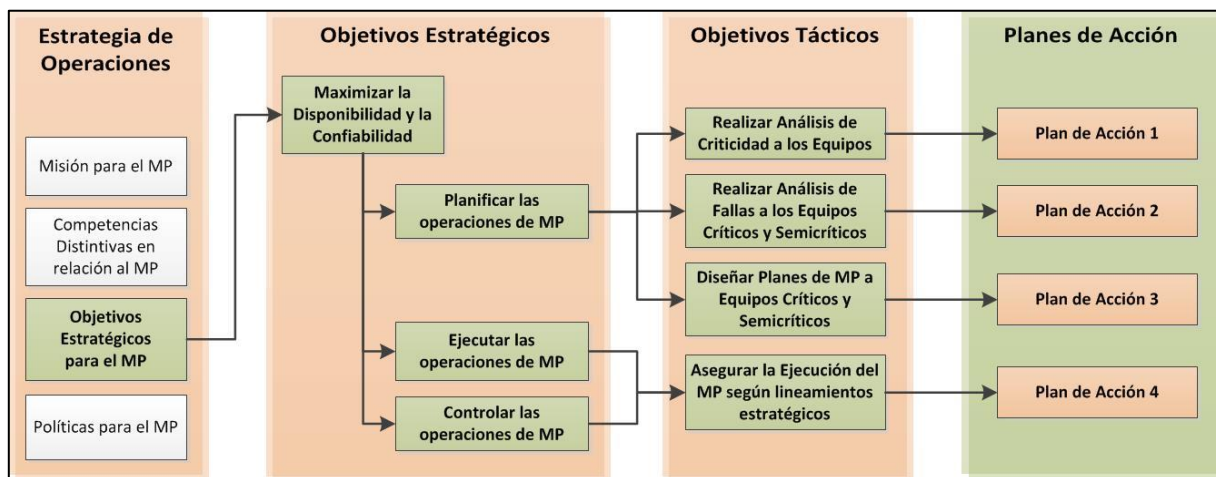
Fuente: Elaboración Propia

4.2.10 Decisiones Tácticas

Las Decisiones Tácticas implementan el Modelo de Planificación propuesto, por lo tanto, se han preparado a modo de Planes de Acción con el objeto de organizar metas, actividades, plazos, indicadores, responsables y recursos asociados.

Como muestra la Figura N°4.3, los Planes de Acción se han desarrollado a partir del despliegue de los Objetivos Estratégicos en cuatro Objetivos Tácticos, los cuales cubren la Planificación, la Ejecución y el Control del Mantenimiento Preventivo en el horizonte de un año.

Figura N°4.3: Despliegue de los Objetivos Estratégicos



Fuente: Elaboración Propia

En particular, los tres primeros Objetivos Tácticos, establecen la metodología de planificación propuesta por el primer Objetivo Estratégico, la cual integra las actividades relacionadas al Análisis de Criticidad, al Análisis de Fallas y al Diseño de Planes de Mantenimiento, como se determinó en la identificación de las medidas remedio de la sección 3.3.4. En general, el Análisis de Criticidad comprende determinar equipos críticos y semicríticos sobre los cuales se deben enfocar los esfuerzos de mantenimiento, a través de un Análisis Funcional previo de los emplazamientos que deben abordarse según Plan Anual de Gestión de la Refinería.

El Análisis de Fallas reúne las bases de la metodología RCM, dado que comprende identificar Modos, Causas de Falla y la relevancia de las consecuencias de dichos Modos de Falla, de los equipos críticos y semicríticos hallados en el Análisis de Criticidad, a través de un Análisis de Funciones previo. Finalmente el Diseño de los Planes de Mantenimiento comprende determinar las operaciones y los recursos necesarios para ejecutar el Mantenimiento Preventivo en los equipos críticos y semicríticos que hayan sido estudiados bajo el Análisis de Fallas, preparar Programa Anual, Presupuesto Anual de Ejecución y el Manual de Inspección y Mantenimiento exigido por la SEC.

Asimismo, el último Objetivo Táctico establece las directrices para el Control de las operaciones de Mantenimiento Preventivo que deben ejecutarse en el transcurso del año, su impacto en la disponibilidad y la confiabilidad de los equipos, el uso de recursos invertidos y la accidentabilidad asociada.

Al igual que los Objetivos Estratégicos, los Objetivos Tácticos han sido tratados como objetivos de gestión, enfatizando en qué acción se realizará y en el cómo se alcanzará la eficiencia y la calidad de las operaciones de Mantenimiento Preventivo, de modo que las metas puedan ser definidas en los Planes de Acción, según requerimientos de ENAP Refinerías Bio Bio. En este sentido, los Objetivos Tácticos definidos para el Mantenimiento Preventivo son los siguientes:

1. Realizar un Análisis de Criticidad a los equipos de la Refinería, determinando equipos críticos y semicríticos a analizar.
2. Realizar un Análisis de Fallas a los equipos críticos y semicríticos hallados en el Análisis de Criticidad, identificando Modos y Causas-Raíz de Falla.
3. Diseñar los Planes de Mantenimiento Preventivo para los equipos críticos y semicríticos, determinando operaciones y recursos necesarios para ejecutarlos.

4. Asegurar que las Operaciones de Mantenimiento Preventivo se ejecuten respetando los lineamientos de calidad, costos y tiempos de entrega planificados.

Desde las Tablas N°4.6 a la Tabla N°4.9 se muestran los Planes de Acción asociados a cada uno de los Objetivos Tácticos definidos. Los tres primeros Planes de Acción corresponden a la Planificación del Mantenimiento Preventivo, por lo tanto, los plazos se estipularon a partir de las restricciones impuestas al desarrollo del Presupuesto de Costos de Operación y el Presupuesto de Iniciativas Operacionales. El Departamento de Mantención debe definir las operaciones, proyectos e iniciativas a realizar durante el año venidero sólo hasta el mes de Agosto de cada año, dado que durante el mes de Septiembre, ENAP Refinería Bio Bio elabora su Presupuesto para el año siguiente, el cual debe ser formalizado los primeros días de Octubre al Ministerio de Hacienda. Por lo tanto, se cuentan con aproximadamente ocho meses para realizar el grueso de la Planificación del Mantenimiento Preventivo, vale decir, la Recopilación de la Información, el Análisis de Criticidad, el Análisis de Fallas y el Diseño de los Planes de Mantenimiento.

En contraparte, el último Plan de Acción se asocia al Control de Mantenimiento Preventivo, por lo tanto, los plazos se estipularon considerando que las operaciones rutinarias del Departamento de Mantención se controlan mensualmente a través del Informe de Gestión del Departamento de Mantención.

Tabla N°4.6: Plan de Acción 1

Objetivo Táctico	Realizar un Análisis de Criticidad a los equipos de la Refinería, determinando equipos críticos y semicríticos a analizar					
Actividad	Plazo	Indicador	Meta	Medios de Verificación	Responsables	Recursos
Revisar Diagrama de Decisiones y establecer emplazamientos a analizar	2 semanas	No Aplica	No Aplica	Diagrama de Decisiones	Jefe Departamento de Mantenición	SAP PM
					Jefe Departamento Ingeniería de Plantas	Programa Anual de Producción
Conformar equipo de trabajo para la Planificación del MP	2 semanas	No Aplica	No Aplica	Organigrama para la Planificación del MP	Jefe DPM	Organigrama Depto. de Mantenición
Recopilar información técnica digital e impresa de emplazamientos y equipos a analizar	4 semanas	No Aplica	No Aplica	Registro Información de Entrada para la Planificación del Mantenimiento Preventivo	Ingeniero Planificador DPM	Archivo Técnico Divisiones Operativas y DIM
						Disco Q
						SAP PM
Realizar Análisis Funcional de Emplazamientos	12 semanas	No Aplica	No Aplica	Diagramas Funcionales	Equipo de trabajo para la Planificación del MP	Planos PI&D
						Manuales de Operación
Realizar el Análisis de Criticidad de acuerdo al Diagrama de Decisiones y Análisis Funcional de emplazamientos	12 semanas	Porcentaje de equipos estudiados bajo Análisis de Criticidad	100% de los equipos habilitados en emplazamientos	Registro Análisis de Criticidad	Equipo de trabajo para la Planificación del MP	Diagramas Funcionales
				Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo		Diagrama de Decisiones

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°4.7: Plan de Acción 2

Objetivo Táctico	Realizar un Análisis de Fallas a los equipos críticos y semicríticos hallados en el Análisis de Criticidad, identificando Modos y Causas-Raíz de Falla					
Actividad	Plazo	Indicador	Meta	Medios de Verificación	Responsables	Recursos
Determinar las funciones de los equipos críticos y semicríticos, identificando sus Subsistemas e Ítems Mantenibles	4 semanas	No Aplica	No Aplica	Diagramas de Desglose de Funciones	Equipo de trabajo para la Planificación del MP	Norma ISO 14224
				Data Sheet de Equipos		Planos PI&D
Determinar Modos y Causa-Raíz de las Fallas que pueden manifestarse en los equipos identificando la importancia de las consecuencias de ellas.	8 semanas	Porcentaje de equipos estudiados bajo Análisis de Fallas	100% de los equipos críticos y semicríticos	Registro Análisis de Fallas	Equipo de trabajo para la Planificación del MP	Norma ISO 14224
				Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo		Informes Análisis de Fallas
						Diagramas de Desglose de Funciones
Listados de OTs						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°4.8: Plan de Acción 3

Objetivo Táctico	Diseñar los Planes de Mantenimiento Preventivo para los equipos críticos y semicríticos, determinando operaciones y recursos necesarios para ejecutarlos					
Actividad	Plazo	Indicador	Meta	Medios de Verificación	Responsables	Recursos
Establecer operaciones de MP para los equipos críticos y semicríticos, definiendo recursos materiales, responsables y frecuencias de ejecución	8 semanas	Porcentaje de equipos con Plan de MP asociado	100% de los equipos críticos y semicríticos	Registro Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo	Equipo de trabajo para la Planificación del MP	D.S. N°160 y otras normas API y ASME
		Porcentaje de HH Planificadas en MP	75% de las HH disponibles	Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo		Listado de Planes de MP actuales
Preparar Programa Anual y Presupuesto Anual de MP para el año siguiente	4 semanas	No Aplica	No Aplica	Carta Gantt Programa Anual de MP	Jefe DPM	Disco Q
				Presupuesto Anual de MP		SAP PM
Enviar requerimientos de contratos externos a DSM	4 semanas	No Aplica	No Aplica	Memorándum	Jefe DPM	SAP PM
Preparar Manual de Inspección y Mantenimiento	12 semanas	No Aplica	No Aplica	Manual de Inspección y Mantenimiento	Jefe DPM	SAP PM

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°4.9: Plan de Acción 4

Objetivo Táctico	Asegurar que las Operaciones de Mantenimiento Preventivo se ejecuten respetando los lineamientos de calidad, costos y tiempos de entrega planificados					
Actividad	Plazo	Indicador	Meta	Medios de Verificación	Responsables	Recursos
Controlar las OTs Preventivas Por Plan que se han ejecutado	Durante los 12 meses	Porcentaje de OTs Preventivas Por Plan ejecutadas	Sobre el 90%	Informe de Gestión Depto. De Mantenición	Ingeniero Analista DPM	SAP PM
Controlar calidad de operaciones de mantenimiento ejecutadas	Durante los 12 meses	Confiabilidad	Depende del Equipo bajo análisis	Informe de Gestión Depto. De Mantenición	Ingeniero Analista DPM	SAP PM
		Mantenibilidad				
		Disponibilidad				
Controlar calidad de operaciones de MP ejecutadas	Durante los 12 meses	Porcentaje de OTs Preventivas Por Condición asociadas a MP	Reducir a 0%	Informe de Gestión Depto. De Mantenición	Ingeniero Analista DPM	SAP PM
		Porcentaje de OTs Correctivas asociadas a MP				
Controlar HH ejecutadas en MP	Durante los 12 meses	Tasa de ejecución de HH planificadas en MP	Sobre 0,9	Informe de Gestión Depto. De Mantenición	Ingeniero Analista DPM	SAP PM
Controlar el Presupuesto ejecutado en los Planes de MP	Durante los 12 meses	Tasa de ejecución de Presupuesto de MP	1	Informe de Gestión Depto. De Mantenición	Ingeniero Analista DPM	SAP PM
Controlar accidentabilidad relacionada a la ejecución de los Planes de MP	Durante los 12 meses	Número de accidentes relacionados a MP	Cero accidentes	Informe de Gestión Depto. De Mantenición	Ingeniero Analista DPM	Estadísticas de Accidentabilidad

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°4.10: Indicadores de Planificación

Indicador	Tipo	Forma de Cálculo	Fuentes de Información	Presentación	Responsable	Distribución
Porcentaje de equipos estudiados bajo Análisis de Criticidad	Eficacia (Producto)	$\left[\frac{\text{Número de equipos analizados}}{\text{Número de equipos habilitados}} \right] * 100$	Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo	Gráfica Circular Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantención
Porcentaje de equipos estudiados bajo Análisis de Fallas	Eficacia (Producto)	$\left[\frac{\text{Número de equipos analizados}}{\text{Número de equipos críticos y semicríticos}} \right] * 100$	Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo	Gráfica Circular Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantención
Porcentaje de equipos con Plan de MP asociado	Eficacia (Producto)	$\left[\frac{\text{Número de equipos con Plan de MP}}{\text{Número de equipos críticos y semicríticos}} \right] * 100$	Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo	Gráfica Circular Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantención
Porcentaje de HH Planificadas en MP	Eficiencia	$\left[\frac{\text{Número de HH Planificadas en MP}}{\text{Número de HH Disponibles}} \right] * 100$	Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo	Gráfica Circular Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantención

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°4.11: Indicadores de Ejecución

Indicador	Tipo	Forma de Cálculo	Fuentes de Información	Presentación	Responsable	Distribución
Porcentaje de OTs Preventivas Por Plan ejecutadas	Eficacia (Producto)	$\left[\frac{\text{Número de OTs PxP ejecutadas}}{\text{Número de OTs PxP liberadas}} \right] * 100$	Base de Datos OTs SAP PM	Gráfica Circular Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantenición
Confiabilidad	Calidad	$MTBF = TMEF = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo Entre Fallas}_i}{n}$	Base de Datos OTs SAP PM	Gráfica de Barras Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantenición
Mantenibilidad	Calidad	$MTTR = TMDR = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo De Reparación}_i}{n}$	Base de Datos OTs SAP PM	Gráfica de Barras Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantenición
Disponibilidad	Calidad	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	Base de Datos OTs SAP PM	Gráfica de Barras Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantenición
Porcentaje de OTs Preventivas Por Condición asociadas a MP	Eficacia (Impacto)	$\left[\frac{\text{Número de OTs PxC liberadas asociadas a MP}}{\text{Número de OTs PxC liberadas}} \right] * 100$	Base de Datos OTs SAP PM	Gráfica Circular Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantenición

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°4.12: Indicadores de Ejecución (continuación)

Indicador	Tipo	Forma de Cálculo	Fuentes de Información	Presentación	Responsable	Distribución
Porcentaje de OTs Correctivas asociadas a MP	Eficacia (Impacto)	$\left[\frac{\text{Número de OTs C liberadas asociadas a MP}}{\text{Número de OTs C liberadas}} \right] * 100$	Base de Datos OTs SAP PM	Gráfica Circular Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantención
Tasa de ejecución de HH planificadas en MP	Eficiencia	$\frac{HH \text{ ejecutadas en MP}}{HH \text{ planificadas en MP}}$	Base de Datos OTs SAP PM	Gráfica de Barras Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantención
Tasa de ejecución de Presupuesto de MP	Eficiencia	$\frac{\text{Presupuesto de MP ejecutado}}{\text{Presupuesto de MP planificado}}$	Base de Datos OTs SAP PM	Gráfica de Barras Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantención
Número de accidentes relacionados a MP	Calidad	$\sum \text{Accidentes por ejecución de Planes de MP}$	Estadísticas de Accidentabilidad	Gráfica de Barras Mensual	Ingeniero Analista DPM	Jefe Depto. Mantención

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 5: ANALISIS DE REQUERIMIENTOS DEL MODELO DE PLANIFICACION PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En este capítulo se analizan los requerimientos operacionales y técnicos para la implementación del Modelo de Planificación diseñado, haciendo énfasis en aquellos que permitan establecer los procedimientos y los registros documentados y la estructura organizacional para la estandarización de las nuevas actividades que lo conforman.

5.1 Metodología

El análisis de requerimientos se desarrolló considerando dos etapas:

Etapas 1: Definición de los requerimientos a partir del análisis de los ámbitos asociados al Modelo Integral del Cambio:

- **Estrategia:** Ha considerado cómo los lineamientos estratégicos del Departamento de Mantenimiento se deben preparar para implementar mejoras en el futuro.
- **Procesos:** Ha considerado caracterizar las Decisiones Tácticas⁶⁰ del Modelo de Planificación propuesto a través de un enfoque de procesos, con el objeto de modelarlo visualmente, priorizar las actividades asociadas y definir sus requerimientos generales. Bajo este análisis se formalizaron los procedimientos y registros considerados en las medidas remedio.
- **Estructura:** Ha considerado, a partir del análisis del ámbito “Procesos”, la descripción de la estructura organizacional y física necesarias para otorgar responsabilidades y generar un ambiente de trabajo colaborativo durante la

⁶⁰ Ver sección 4.2.10: Decisiones Tácticas

ejecución de las actividades priorizadas. De este análisis se formaliza el equipo de trabajo considerado en las medidas remedio.

- **Tecnología:** Ha considerado, a partir del análisis del ámbito “Procesos”, la definición del apoyo tecnológico necesario para el desarrollo de las actividades priorizadas.
- **Personas:** Ha considerado, a partir del análisis de los ámbitos “Procesos” y “Estructura” el análisis de los cargos involucrados en la estructura organizacional propuesta.

Etapas 2: Análisis Costo – Beneficio asociado al impacto del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo dentro del Departamento de Mantención, a través de la cuantificación del mejoramiento de la tasa de planificación anual y la incidencia de esta mejora sobre los costos asociados al recurso humano que ejecuta la planificación.

5.2 Requerimientos

5.2.1 Estrategia

El cuerpo del Modelo de Estrategia de Operaciones para el Mantenimiento Preventivo se sustenta de la Estrategia Corporativa y Empresarial de ENAP Refinería Bio Bio y la Estrategia del Departamento de Mantención. En este sentido, para mantenerlo activo, es necesario consolidar la Planificación Estratégica del Departamento de Mantención, no tan sólo actualizando la Misión, la Visión y las Políticas, sino que también incorporando la definición y actualización de:

El Análisis Interno y Externo del Departamento de Mantención: Como herramienta de búsqueda de las principales oportunidades y restricciones que

permitan el desarrollo pleno del Mantenimiento Preventivo como principal actividad para la mejora continua de la Confiabilidad Operacional.

Los Objetivos, las Estrategias e Indicadores: Para plasmar el cómo se abordará el Mantenimiento Preventivo y las Iniciativas Operacionales en un horizonte de mediano a largo plazo, con el apoyo de la Ingeniería de Confiabilidad contempladas.

Los medios de comunicación del Plan Estratégico: Desde el Departamento de Mantención a sus 131 colaboradores internos, comenzando por los siete Jefes de División, con el objeto de dirigirlos hacia un objetivo común en el cual cada una de las Divisiones Operativas y de Staff son parte esencial de un sistema esencial de apoyo para la Refinería.

5.2.2 Procesos

5.2.2.1 Macroproceso

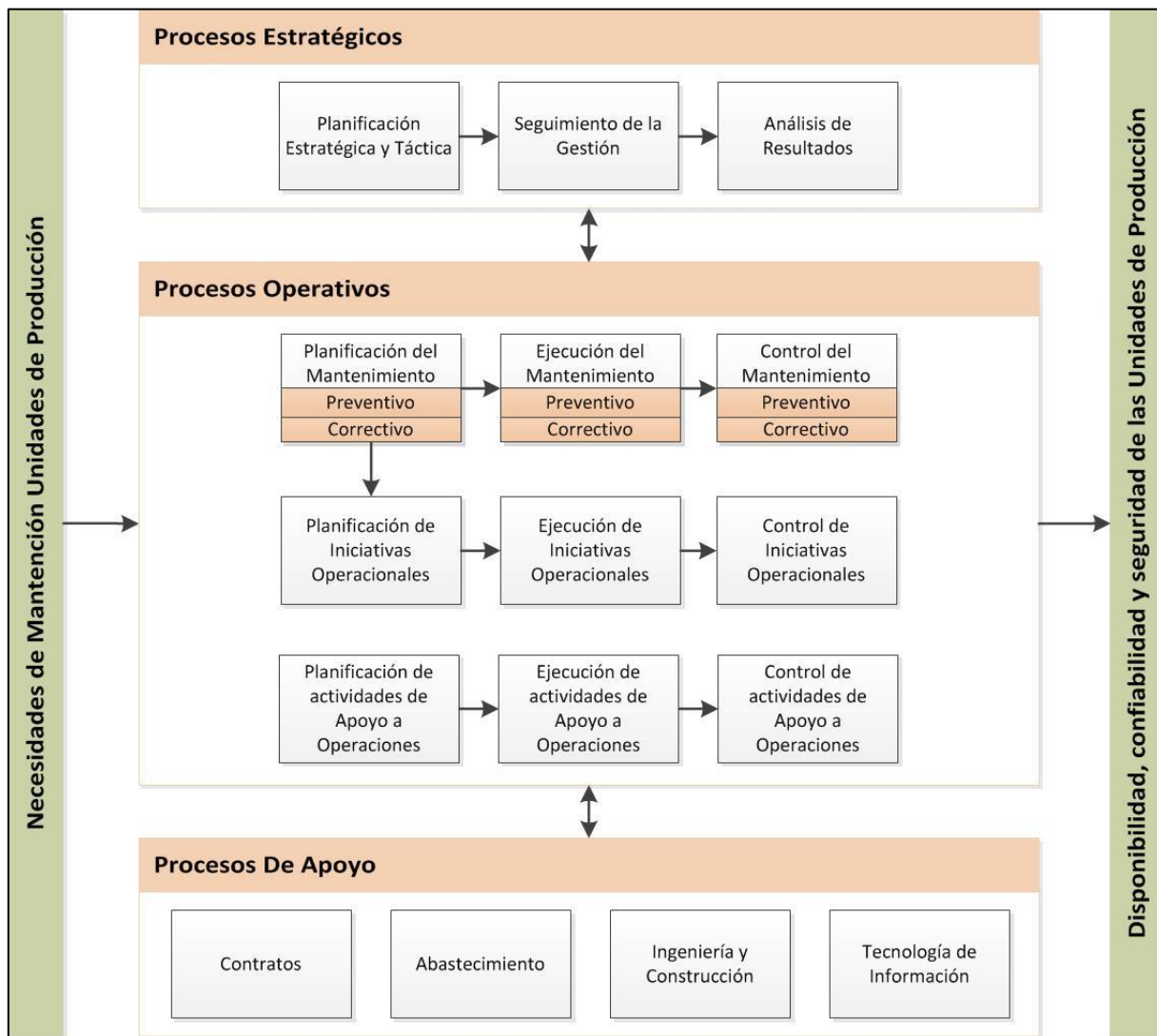
La Figura N°5.1 muestra el Mapa de Procesos para el Departamento de Mantención, el cual corresponde al despliegue del Macroproceso “Mantención” definido en el Mapa de Procesos de ENAP Refinerías Bio Bio⁶¹.

En él se distribuyen sus Procesos Estratégicos, Operativos y De Apoyo, donde el Mantenimiento Preventivo está compuesto por tres Procesos Operativos: “Planificación del Mantenimiento Preventivo”, “Ejecución del Mantenimiento Preventivo” y “Control del Mantenimiento Preventivo”. Esto, debido a que cada uno de ellos conforma un conjunto de actividades interrelacionadas que transforman elementos de entrada en un producto capaz de satisfacer las necesidades del cliente. Son definidos en los Objetivos Estratégicos del Modelo de Planificación para

⁶¹ Ver sección 1.6.2.4: Plan Estratégico de ENAP Refinería Bio Bio.

el Mantenimiento Preventivo y en consecuencia, en los Objetivos Tácticos y en los Planes de Acción propuestos.

Figura N°5.1: Mapa de Procesos Departamento de Mantenimiento











Fuente: Elaboración Propia

5.2.2.2 Procesos Operativos

Los Procesos Operativos “Planificación del Mantenimiento Preventivo”, “Ejecución del Mantenimiento Preventivo” y “Control del Mantenimiento Preventivo”, se han representado mediante el diseño de Diagramas de Flujos Tabulares, dado que es un

formato funcional que presenta en una sola vista, la secuencia de las actividades definidas en los Decisiones Tácticas⁶² y las unidades de trabajo que intervienen. Los Diagramas de Flujo Tabular se diseñaron utilizando parte de la simbología ANSI⁶³ (ver Tabla N°5.1) la cual provee de patrones que caracterizan procesos administrativos y flujos de información de procesamiento electrónico de datos, pertinentes en este estudio.

Tabla N°5.1: Simbología ANSI

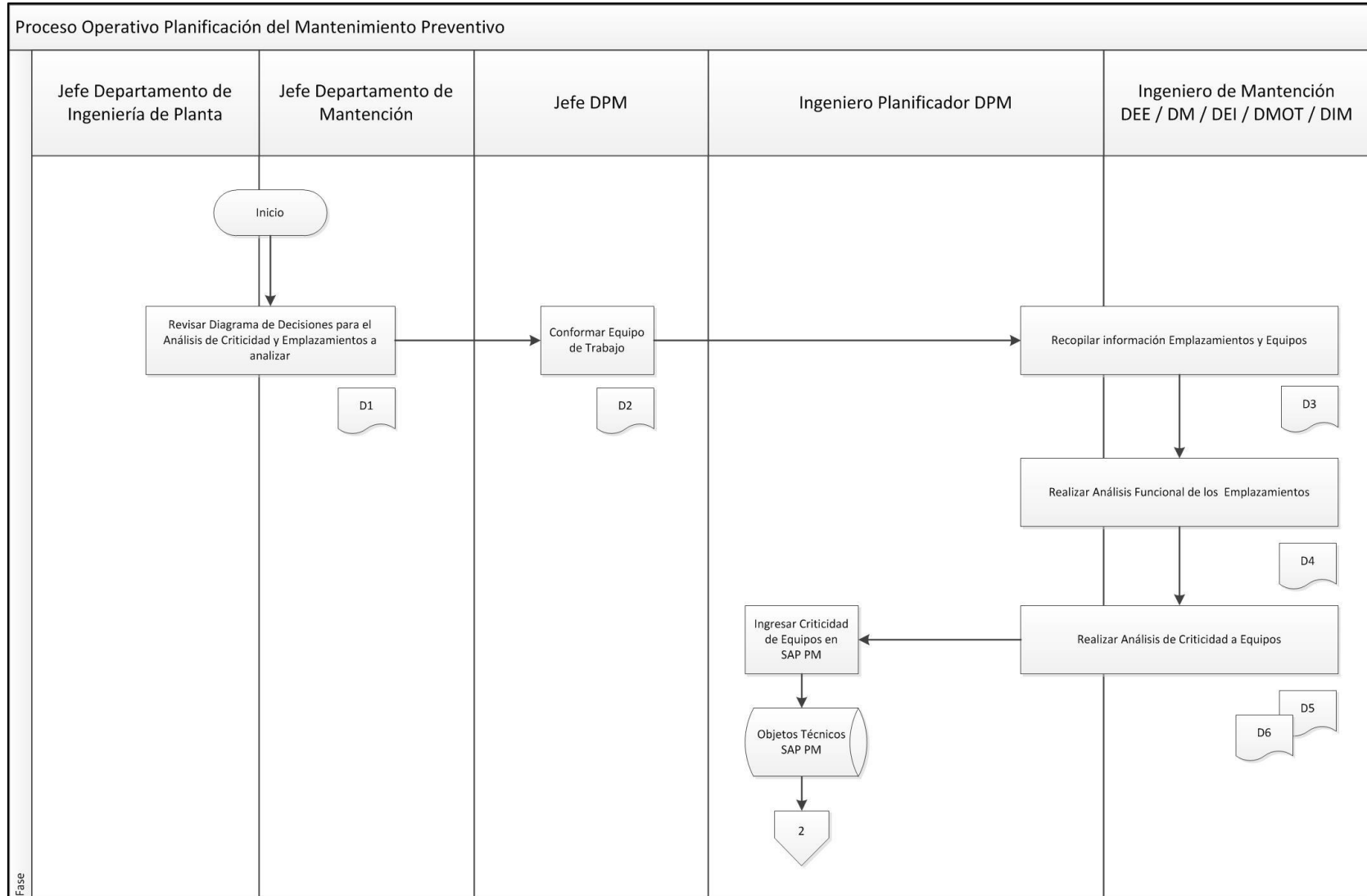
Símbolo	Representa	Símbolo	Representa
	Terminal: Indica el inicio o la terminación del flujo o bien para indicar una unidad de trabajo o persona que recibe o proporciona información.		Archivo: Indica un archivo de oficina, temporal o permanente.
	Operación/Actividad: Representa la realización de una operación o actividad relativa a un procedimiento.		Conector: Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte del mismo.
	Decisión: Indica un punto dentro del flujo en donde se debe tomar una decisión entre dos o más opciones.		Conector de Página: Representa un enlace con otra hoja en la que continúa el diagrama de flujo.
	Documento: Representan cualquier tipo de documento que entre, se utilice, se genere o salga del procedimiento.		Base de Datos: Indica que se obtiene o traspasa datos desde una base electrónica.

Fuente: Elaboración Propia

⁶² Ver sección 4.2.10: Decisiones Tácticas

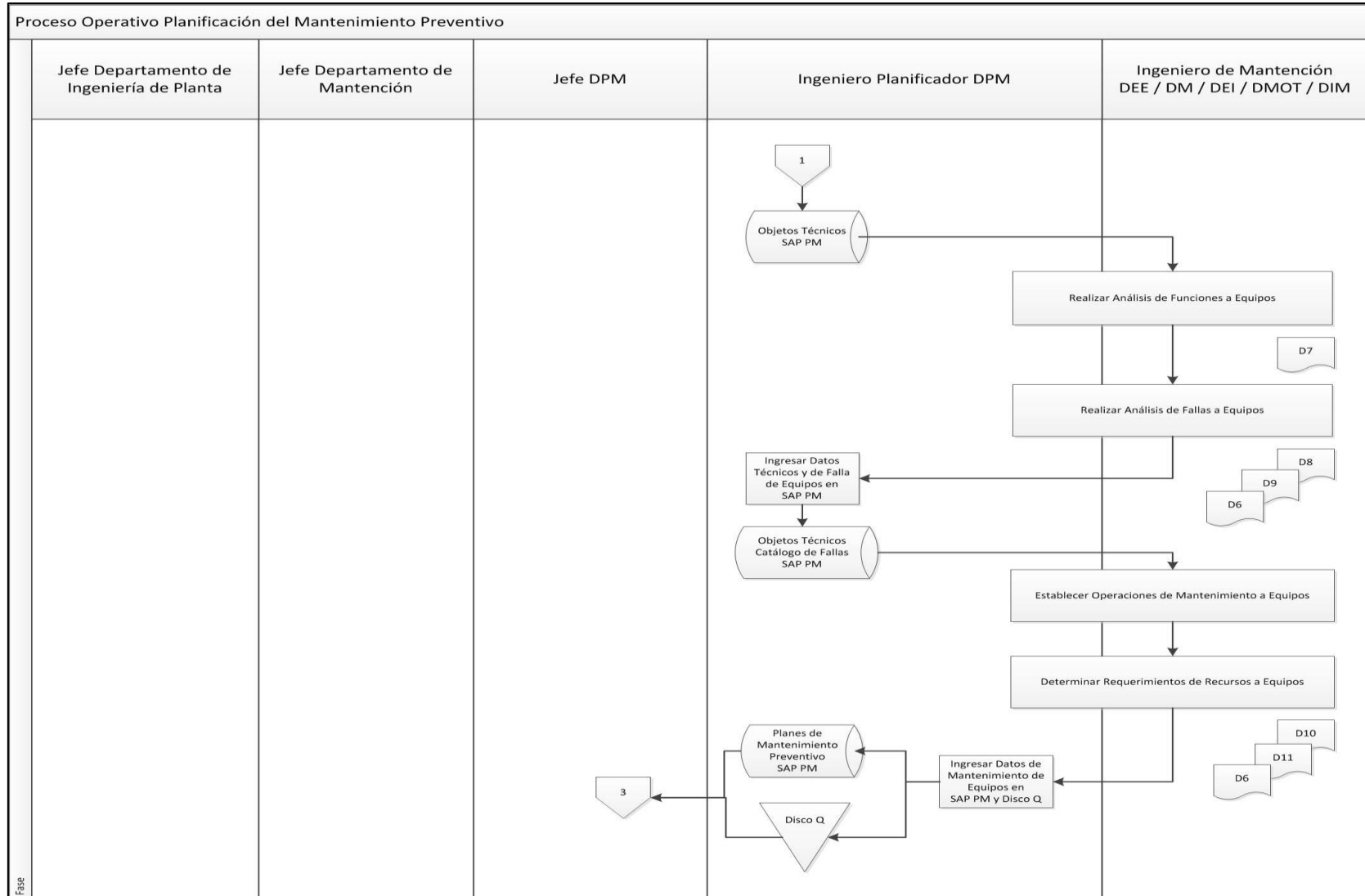
⁶³ **ANSI:** American National Standard Institute

Figura N°5.2: Proceso Operativo Planificación del Mantenimiento Preventivo



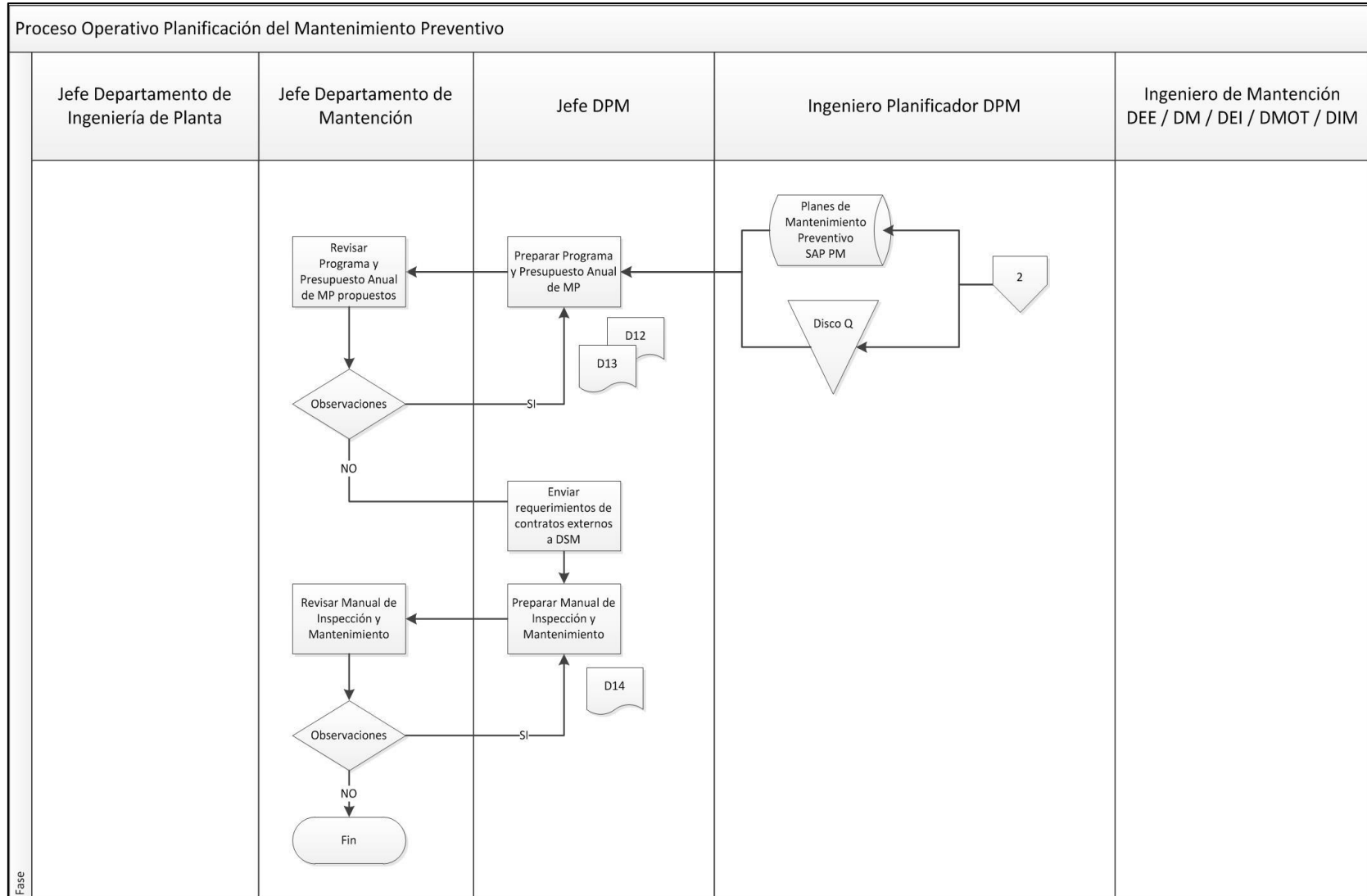
Fuente: Elaboración Propia

Figura N°5.3: Proceso Operativo Planificación del Mantenimiento Preventivo (continuación)



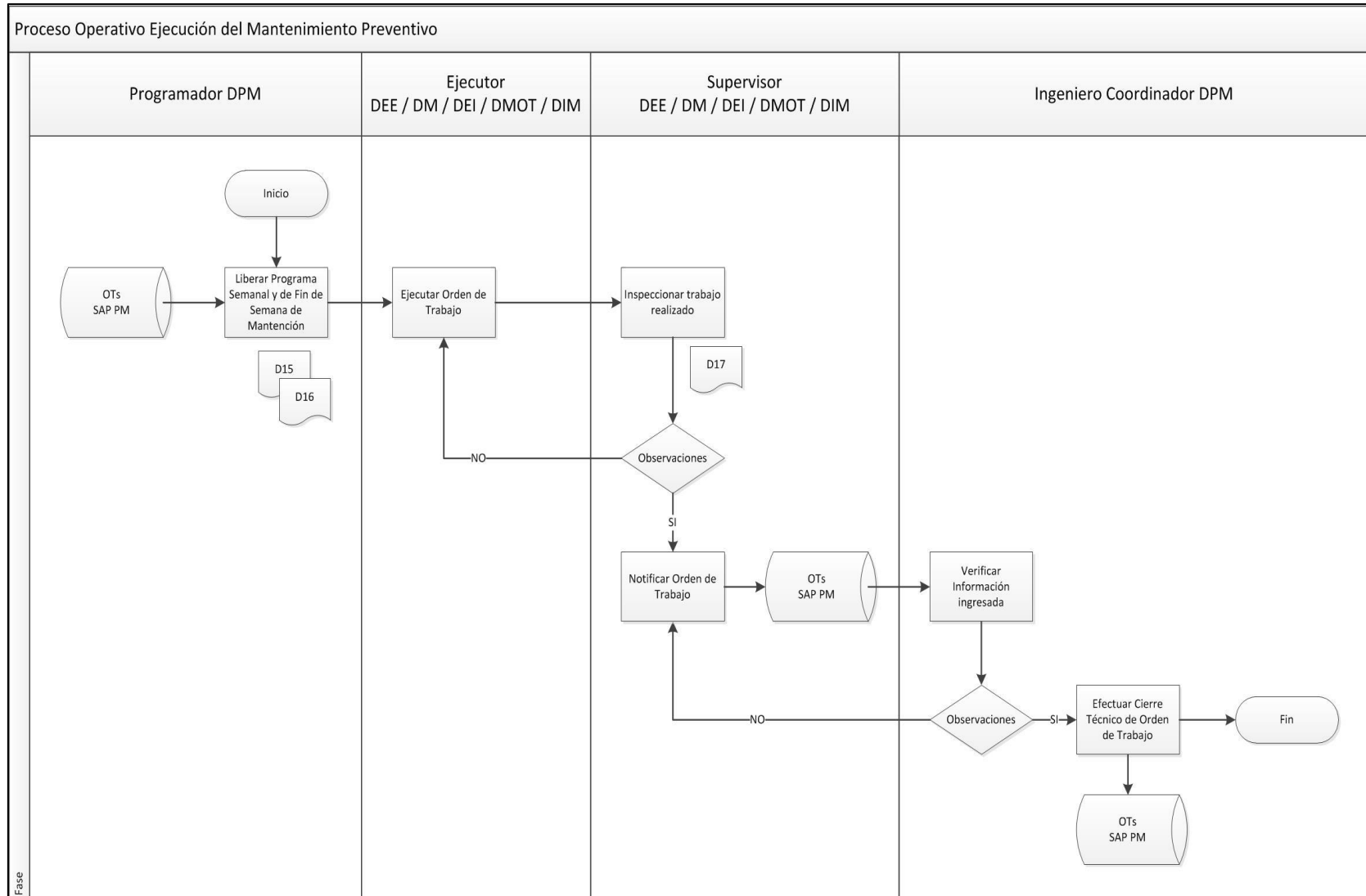
Fuente: Elaboración Propia

Figura N°5.4: Proceso Operativo Planificación del Mantenimiento Preventivo (continuación)



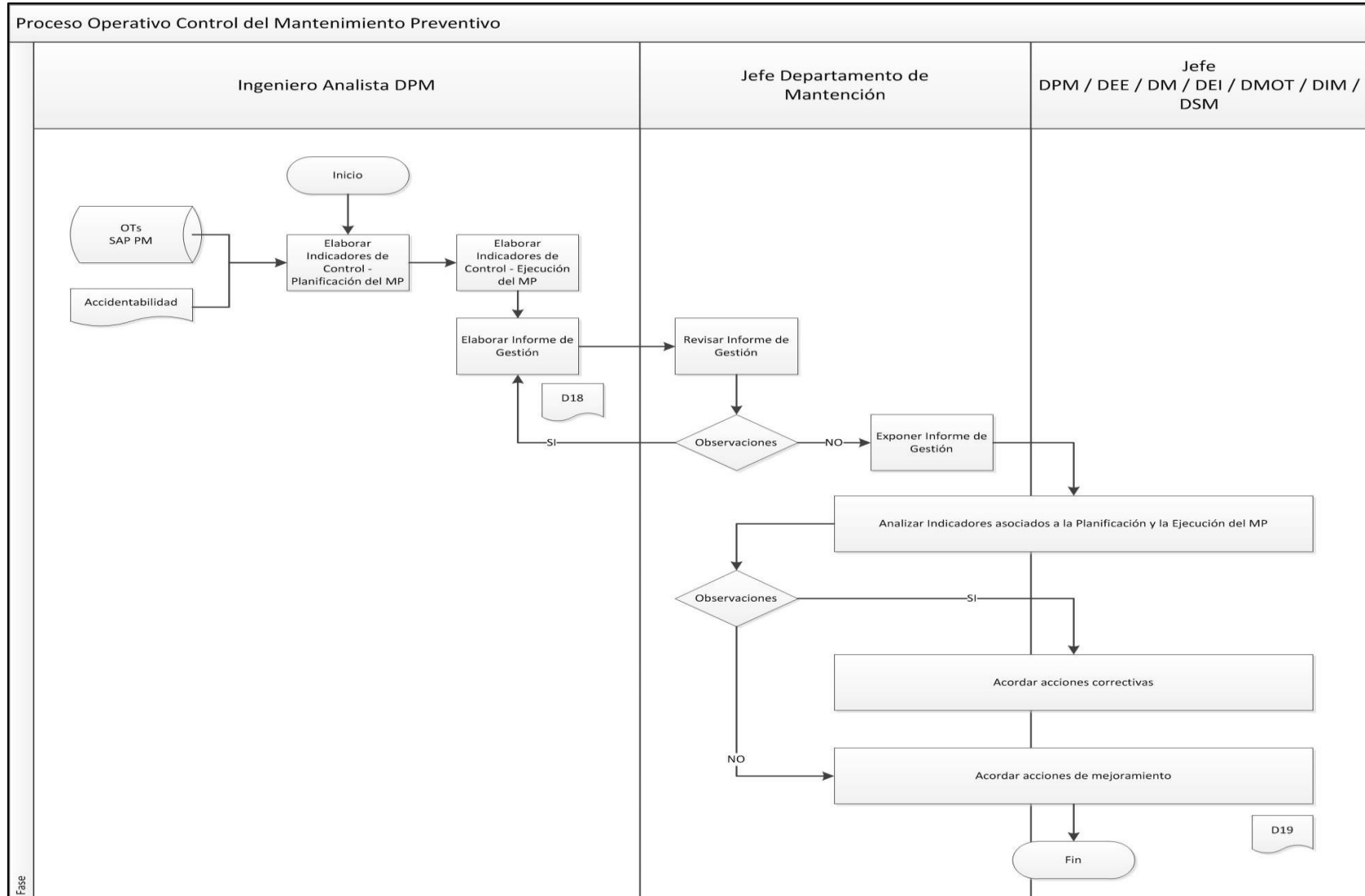
Fuente: Elaboración Propia

Figura N°5.5: Proceso Operativo Ejecución del Mantenimiento Preventivo



Fuente: Elaboración Propia

Figura N°5.6: Proceso Operativo Control del Mantenimiento Preventivo



Fuente: Elaboración Propia

El detalle de los documentos generados por los Procesos Operativos se muestra en la Tabla N°5.2. Un 63 por ciento de ellos cuenta con formato base disponible en el Departamento de Mantenimiento, por lo tanto, los principales requerimientos deben enfocarse en aquel 37 por ciento que no cuenta con formato base. Sin embargo, atendiendo al alcance del presente trabajo, sólo se indagará en aquellos registros de carácter documentado.

Tabla N°5.2: Documentos Generados por los Procesos Operativos

Proceso Operativo	ID	Registros de Salida	Tipo de Registro		Disponibilidad de Formato Base
			Documentado	No Documentado	
Planificación	D1	Diagrama de Decisiones		x	NO
Planificación	D2	Organigrama Equipo de Trabajo para el MP		x	NO
Planificación	D3	Información de Entrada para la Planificación del MP	x		NO
Planificación	D4	Diagrama Funcional		x	SI
Planificación	D5	Análisis de Criticidad	x		NO
Planificación	D6	Minuta Reunión Planificación del MP	x		NO
Planificación	D7	Diagrama de Desglose de Funciones		x	SI
Planificación	D8	Análisis de Fallas	x		NO
Planificación	D9	Data Sheet	x		SI
Planificación	D10	Diseño de Planes de MP	x		NO
Planificación	D11	Instructivo de MP	x		SI
Planificación	D12	Programa Anual de MP		x	SI
Planificación	D13	Presupuesto Anual de MP		x	SI
Planificación	D14	Manual de Inspección de MP	x		SI
Ejecución	D15	Programa Semanal de Mantenimiento		x	SI
Ejecución	D16	Programa de Fin de Semana de Mantenimiento		x	SI
Ejecución	D17	Registro de MP	x		SI
Control	D18	Informe de Gestión Departamento de Mantenimiento	x		SI
Control	D19	Minuta Reunión de Mejoramiento	x		SI
					63%

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2.3 Requerimientos de los Procesos Operativos

Los Objetivos Estratégicos del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo se refieren a los tres Procesos Operativos presentados anteriormente, sin embargo, el alcance de los Objetivos Tácticos⁶⁴ se refiere específicamente a la

⁶⁴ Ver sección 4.2.10: Decisiones Tácticas

“Planificación del Mantenimiento Preventivo” y al “Control del Mantenimiento Preventivo”, dado que son procesos administrativos cuya relación es directa a la toma de decisiones dirigidas al mejoramiento continuo. Esto significa que se han reestructurado las actividades y/o los responsables asociados a los mismos y por lo tanto, son prioritarios en el análisis de requerimientos, como muestra la Tabla N°5.3.

Tabla N°5.3: Priorización de los Procesos Operativos

Proceso Operativo	Elementos Reestructurados	
	Actividades	Responsables
Planificación del Mantenimiento Preventivo	SI	SI
Ejecución del Mantenimiento Preventivo	NO	NO
Control del Mantenimiento Preventivo	SI	NO

Fuente: Elaboración Propia

Se consideraron las 17 actividades del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo” y las siete actividades del Proceso Operativo “Control del Mantenimiento Preventivo”, para las cuales se evaluaron cinco requerimientos diseñados bajo sugerencias de la Norma ISO 14.224 y los recursos con los que cuenta el Departamento de Mantenimiento para su desarrollo:

Instructivo: Implica la necesidad de diseñar un instructivo para la actividad, con el objeto de establecer una guía compuesta de las tareas y las definiciones que deben desarrollarse para llevarla a cabo con éxito.

Registro: Implica la necesidad de diseñar un registro documentado para la actividad, con el objeto de proporcionar una fuente de información que permita verificar que ésta se realizó, alimentar los indicadores asociados en las Decisiones Tácticas y establecer un formato para los datos que serán analizados y posteriormente almacenados en las bases de SAP PM.

Estructura Organizacional: Implica la necesidad de diseñar una nueva estructura organizacional para la realización de la actividad según lo establecido en las Decisiones Tácticas.

Tiempo: Implica la necesidad de tiempo adicional (no contemplado dentro de las actividades habituales que se realizan en el Departamento de Mantención) que debe ser invertido en la actividad para que sea desarrollada bajo los requerimientos de calidad estipulados en los lineamientos del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo.

SAP PM: Implica la relación de la actividad con el módulo SAP PM, vale decir, si su desarrollo requiere extraer, ingresar o analizar datos con el apoyo del sistema de información.

Asignando a cada requerimiento de cada actividad un “SI” (requerimiento no cubierto por el Departamento de Mantención) o un “NO” (requerimiento ya cubierto por el Departamento de Mantención), los resultados se muestran en la Tabla N°5.4.

Las actividades del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo” consideran la totalidad de los requerimientos estipulados, mientras que las actividades del Proceso Operativo “Control del Mantenimiento Preventivo” consideran solamente requerimientos relacionados a SAP PM e Instructivos.

Tabla N°5.4: Requerimientos de los Procesos Operativos

Proceso Operativo	N°	Actividad	Requerimiento				
			Instructivo	Registro	Estructura Organizacional	Tiempo	SAP PM
Planificación	1	Revisar Diagrama de Decisiones para el Análisis de Criticidad y Emplazamientos a analizar	SI	NO	NO	NO	SI
Planificación	2	Conformar Equipo de Trabajo	SI	NO	NO	NO	NO
Planificación	3	Recopilar información Emplazamientos y Equipos	SI	SI	SI	SI	SI
Planificación	4	Realizar Análisis Funcional de los Emplazamientos *	SI	SI	SI	SI	SI
Planificación	5	Realizar Análisis de Criticidad a Equipos *	SI	SI	SI	SI	SI
Planificación	6	Ingresar Criticidad de Equipos en SAP PM *	NO	NO	SI	SI	SI
Planificación	7	Realizar Análisis de Funciones a Equipos **	SI	SI	SI	SI	SI
Planificación	8	Realizar Análisis de Fallas a Equipos **	SI	SI	SI	SI	SI
Planificación	9	Ingresar Datos Técnicos y de Falla de Equipos en SAP PM **	NO	NO	SI	SI	SI
Planificación	10	Establecer Operaciones de Mantenimiento a Equipos ***	SI	SI	SI	SI	SI
Planificación	11	Determinar Requerimientos de Recursos a Equipos ***	SI	SI	SI	SI	SI
Planificación	12	Ingresar Datos de Mantenimiento de Equipos en SAP PM ***	NO	NO	SI	SI	SI
Planificación	13	Preparar Programa y Presupuesto Anual de MP	NO	NO	NO	NO	SI
Planificación	14	Revisar Programa y Presupuesto Anual de MP propuestos	NO	NO	NO	NO	NO
Planificación	15	Enviar requerimientos de contratos externos a DSM	NO	NO	NO	NO	SI
Planificación	16	Preparar Manual de Inspección y Mantenimiento	SI	NO	NO	NO	SI
Planificación	17	Revisar Manual de Inspección y Mantenimiento	NO	NO	NO	NO	NO
Control	18	Elaborar Indicadores de Control	SI	NO	NO	NO	SI
Control	19	Elaborar Informe de Gestión	NO	NO	NO	NO	SI
Control	20	Revisar Informe de Gestión	NO	NO	NO	NO	NO
Control	21	Exponer Informe de Gestión	NO	NO	NO	NO	NO
Control	22	Analizar Indicadores asociados a la Planificación y la Ejecución del MP	NO	NO	NO	NO	NO
Control	23	Acordar acciones correctivas	NO	NO	NO	NO	NO
Control	24	Acordar acciones de mejoramiento	NO	NO	NO	NO	NO
% Actividades con Requerimientos - Proceso Planificación del MP			59%	41%	59%	59%	82%
% Actividades con Requerimientos - Proceso Control del MP			14%	0%	0%	0%	29%

Fuente: Elaboración Propia

A diferencia de los requerimientos Tiempo, SAP PM y Estructura Organizacional, los requerimientos de Instructivos y Registros formalizan procedimientos administrativos que agrupan un conjunto de actividades relacionadas entre sí, reduciendo el número de documentación necesaria. Es el caso de las actividades del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”, enfocadas en los aspectos Análisis de Criticidad, Análisis de Fallas y Diseño de Planes de Mantenimiento, las cuales se destacan como sigue:

- * Actividades relacionadas con el Análisis de Criticidad.
- ** Actividades relacionadas con el Análisis de Fallas.
- *** Actividades relacionadas con el Diseño de Planes de Mantenimiento.

De este modo, considerando los requerimientos de Instructivos y Registros, la documentación propuesta es la siguiente. Su detalle se expone en el Anexo B.

Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo: Involucra la totalidad de las actividades del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”, dado que el 59 por ciento de sus actividades requieren de Instructivo.

Procedimiento Control del Mantenimiento Preventivo: Involucra la totalidad de las actividades del Proceso Operativo “Control del Mantenimiento Preventivo”, dado que, a pesar que sólo el 14 por ciento de las actividades requieren de Instructivo, ese porcentaje contempla la preparación de 12 nuevos indicadores de gestión.

Registro Información de Entrada para el Mantenimiento Preventivo: Es la evidencia que involucra la actividad de Recopilación de Información, por lo tanto, es la fuente de información que permite mantener un historial acerca de la información técnica necesaria para el Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”, que está presente en la Refinería y aquella que debe mejorarse.

Registro Análisis de Criticidad: Evidencia el cumplimiento de las actividades asociadas al Análisis Funcional de Emplazamientos y de Criticidad de los equipos, dado que son actividades secuenciales que forman parte del aspecto Análisis de Criticidad del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”.

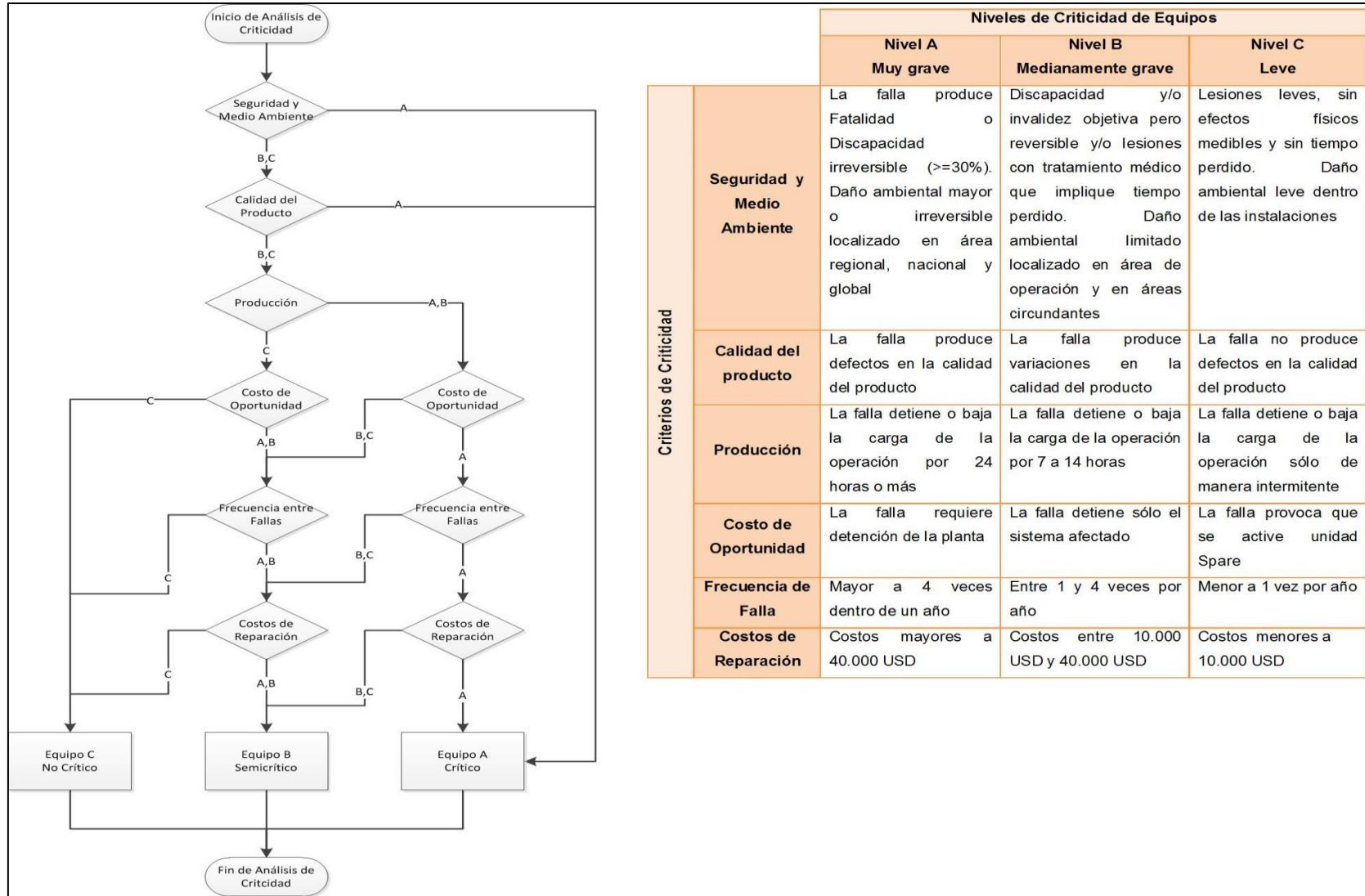
Registro Análisis de Fallas: Evidencia el cumplimiento de las actividades asociadas al Análisis de Funciones y de Fallas de los equipos, dado que son actividades secuenciales que forman parte del aspecto Análisis de Fallas del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”.

Registro Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo: Evidencia el cumplimiento de las actividades asociadas a la Definición de Operaciones y Recursos, dado que son actividades secuenciales que forman parte del aspecto Diseño de Planes de Mantenimiento del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”.

Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo: Evidencia los principales resultados obtenidos en las reuniones de trabajo del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”, por lo tanto, involucra las actividades asociadas al Análisis de Criticidad, Análisis de Fallas y Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo.

En adición a lo anterior, se ha propuesto un **Modelo de Análisis de Criticidad** en base a un Diagrama de Decisiones (ver Figura N°5.7), dado que entrega una alternativa dinámica para establecer la criticidad de los equipos en grandes plantas industriales, contribuyendo a estructurar el pensamiento de las personas que evaluarán. De este modo se evita extender el análisis hacia equipos que no son de relevancia y para ENAP Refinería Bio Bio representa una herramienta práctica y ágil dada la cantidad de equipos con la que cuentan sus instalaciones (21.078 equipos) y la definición de los niveles de criticidad ya establecidos en la organización (Criterio ABC).

Figura N°5.7: Modelo de Análisis de Criticidad



Fuente: Elaboración Propia

Los criterios de evaluación y sus respectivos rangos se establecieron a partir de las bases entregadas por el procedimiento “Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva” y antecedentes proporcionados por la División Planificación de Mantenimiento y la División Confiabilidad de Plantas.

El Departamento de Mantenimiento exige como criterios de evaluación: “Riesgo en la Seguridad de las Personas”, “Riesgo en la Seguridad de los Equipos”, “Riesgo en la Calidad del Producto”, “Detenciones del Proceso”, “Disponibilidad de Equipo Spare” y “Altos Costos de Reparación”. A ellos se han sumado los criterios “Medio Ambiente” y “Frecuencia de Falla”, dado que son precauciones fundamentales para definir si un equipo es crítico o no lo es. En base a lo anterior, se ha decidido unificar algunos de los criterios que representan un ámbito similar, con el objeto de definir aquellos que realmente representen el cumplimiento de las exigencias del D.S.N°160 y las sugerencias de la División Confiabilidad de Plantas. Finalmente, los criterios definidos son los siguientes:

Seguridad y Medio Ambiente: Implica el impacto que puede ocasionar la falla del equipo en la seguridad operacional y medio ambiente.

Calidad del Producto: Implica el impacto que puede ocasionar la falla del equipo en la calidad del producto que está siendo procesado. Podría ocasionar rechazo de clientes internos o externos.

Producción: Implica el impacto que puede ocasionar la falla del equipo en el proceso de producción, de acuerdo al tiempo de detención o baja de carga que genera.

Costo de Oportunidad: Implica la secuencia que debe seguir el proceso productivo una vez que se presenta la falla. Involucra los equipos que cuentan con equipos de respaldo.

Frecuencia de Falla: Implica la cantidad de fallas del equipo dentro de un período móvil de 12 meses.

Costos de Reparación: Implica los costos incurridos en llevar a cabo las operaciones de mantención correctiva. Involucra costos de mano de obra interna y externa, equipos y herramientas, repuestos y materiales generales.

Los rangos de evaluación representan los niveles de criticidad establecidos en ENAP Refinería Bio Bio: El nivel “A” corresponde a rangos de evaluación muy graves, el nivel “B” corresponde a rangos de evaluación medianamente graves y el nivel “C” corresponde a rangos de evaluación leve.

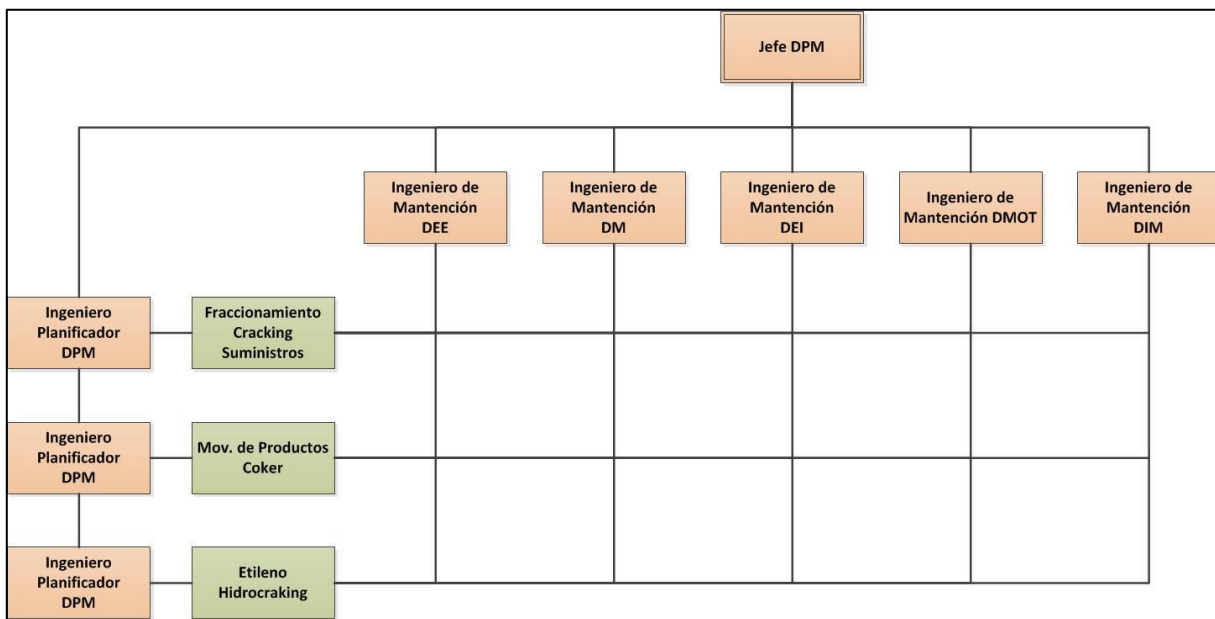
5.2.3 Estructura

5.2.3.1 Estructura Organizacional

Como se ha determinado en el análisis del ámbito “Procesos”, se requiere de una estructura organizacional que permita dar desarrollo a las actividades asociadas a la Recopilación de la Información, Análisis de Criticidad, Análisis de Fallas y Diseño de los Planes de Mantenimiento (actividades 3 – 12), pertenecientes al Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”. De acuerdo a ello, se ha elaborado un organigrama con el propósito de fijar un equipo de trabajo que realice dichas actividades, compartiendo el conocimiento técnico de las distintas disciplinas que conforman el Departamento de Mantención. De este modo, como muestra la Figura N°5.8, el organigrama se diseñó como una estructura matricial compuesta de siete cargos, dado que es una organización de tipo transitoria que permite asignar especialistas de las distintas Divisiones del Departamento de Mantención a la Planificación del Mantenimiento Preventivo, bajo el liderazgo de la División Planificación de Mantención (DPM). De este modo, el trabajo será mediado por los Ingenieros Planificadores de la DPM, de acuerdo a sus áreas de trabajo correspondientes.

El organigrama propuesto cubre casi el 60 por ciento de las actividades pertenecientes al Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”, lo cual implica que contribuye en ese mismo porcentaje al cumplimiento de los Objetivos Tácticos y por ende al cumplimiento del primer Objetivo Estratégico del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo. Asimismo, el hecho de abrir el espacio para la participación de las especialidades Operativas y de Staff del Departamento de Mantención implica asegurar que las actividades se planifiquen con Calidad y un enfoque de minimización de Costos, tal como lo plantean las Competencias Distintivas y la Misión dispuestas para el Mantenimiento Preventivo.

Figura N°5.8: Equipo de Trabajo para la Planificación del Mantenimiento Preventivo



Fuente: Elaboración Propia

Se recomienda que los especialistas designados sean Ingenieros de Mantención, dado que es el único cargo presente en todas la Divisiones del Departamento de Mantención a excepción de los Jefes de División. Esto permitiría que el equipo de trabajo se conforme más rápidamente y desde luego, exista un mejor entendimiento de la discusión, sin perder los puntos de vistas concernientes a la especialidad de cada División.

Tabla N°5.5: Requerimientos de Estructura Organizacional

Cargos	Cantidad	Justificación
Jefe DPM	1	Líder. Conformar y dirige al Equipo de Trabajo.
Ingeniero Planificador DPM	3	Mediador. Canaliza la información resultante de las reuniones de trabajo, relativa a su área de trabajo correspondiente.
Ingeniero de Mantenimiento DEE	1	Participante. Proporciona información respecto de los Equipos Estáticos de la Refinería.
Ingeniero de Mantenimiento DM	1	Participante. Proporciona información respecto de los Equipos Rotatorios de la Refinería.
Ingeniero de Mantenimiento DEI	1	Participante. Proporciona información respecto de los Equipos Eléctricos, Electrónicos e Instrumentos de la Refinería.
Ingeniero de Mantenimiento DMOT	1	Participante. Proporciona información respecto de los Equipos Estáticos de la familia Oleoductos, Estanques, Líneas Submarinas y Terminales de la Refinería.
Ingeniero de Mantenimiento DIM	2	Participante. Proporciona información respecto de los Equipos Estáticos y Rotatorios de la Refinería.

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3.2 Estructura Física

Ha considerado la infraestructura física requerida por el equipo de trabajo propuesto, con el objeto de generar un ambiente de trabajo colaborativo durante la ejecución de las actividades asociadas a la Recopilación de la Información, Análisis de Criticidad, Análisis de Fallas y Diseño de los Planes de Mantenimiento (actividades 3 – 12), pertenecientes al Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”.

El Departamento de Mantenimiento de ENAP Refinería Bío Bío cuenta con oficinas de reuniones en la División Planificación de Mantenimiento (DPM) y la División Ingeniería de Mantenimiento (DIM), por lo tanto, se ha propuesto escoger la más adecuada en función de una evaluación cualitativa de factores relacionados a los requerimientos de un ambiente laboral físico y funcionalmente ergonómico⁶⁵. La metodología

⁶⁵ Factores basados en los parámetros de ambiente de trabajo considerados en el Manual de Calidad de ENAP Refinería Bio Bio.

considera ponderar dichos factores y evaluarlos según cómo responden actualmente ambas oficinas ante ellos. Luego, la alternativa seleccionada es aquella con mayor nota.

Los factores de decisión considerados y sus respectivas ponderaciones son los siguientes:

Nivel de Ruido (15 por ciento): Se refiere a la capacidad de aislar en la mejor medida posible, el ruido circundante emitido por las operaciones de las Unidades de Producción de la Refinería o por talleres del Departamento de Mantenimiento lo cual, en altos niveles, puede afectar la comunicación eficaz del equipo de trabajo al convertirse en una barrera para el emisor y/o para el receptor.

Privacidad (25 por ciento): Se refiere a la aislación de la oficina respecto de áreas y oficinas colindantes con mucho flujo de trabajo y de movimiento, de modo que no se impida la comunicación eficaz tanto del equipo de trabajo, como de las demás personas que laboran próximo él.

Espacio (20 por ciento): Se refiere a la superficie de la oficina para albergar mobiliario, equipos, documentación y áreas de circulación, de modo que no se obstaculice el flujo de trabajo del equipo de trabajo y por ende, no disminuya su rendimiento.

Mobiliario (20 por ciento): Se refiere a la capacidad del mobiliario de la oficina para albergar al equipo de trabajo, considerando mesa de reuniones, sillas ad-hoc, estantería y/o kardex para el manejo de archivos, de modo que el espacio, en conjunto, demuestre un ambiente de trabajo colaborativo.

Equipamiento (20 por ciento): Se refiere a la capacidad de equipos computacionales y de comunicación presentes en la oficina para cubrir las

actividades del equipo de trabajo, vale decir, computadores, proyector, teléfono y anexo telefónico.

Cada factor de decisión se puntuó de uno a tres puntos, según la respuesta que entrega cada alternativa (1 = Respuesta Insatisfactoria, 2 = Respuesta Medianamente Satisfactoria, 3 = Respuesta Satisfactoria). Los resultados se muestran en la Tabla N°5.6, donde la oficina escogida es la oficina de reuniones de la División Ingeniería de Mantenición (nota 2.8), dado que cuenta con comodidades más adecuadas para desarrollar un trabajo en equipo colaborativo. Sin embargo, tiene una “Respuesta Medianamente Satisfactoria” respecto de los requerimientos de “Equipamiento”, dado que sólo cuenta con un computador de escritorio sin pantalla, destinado a cargar las presentaciones que se proyectan en el telón en la oficina.

Tabla N°5.6: Selección de Estructura Física

Alternativa	Factor de Decisión					Puntaje Ponderado
	Nivel de Ruido 15%	Privacidad 25%	Espacio 20%	Mobiliario 20%	Equipamiento 20%	
Oficina DPM	3	1	2	2	2	1,9
Oficina DIM	3	3	3	3	2	2,8

Fuente: Elaboración Propia

5.2.4 Tecnología

Como se ha definido en el análisis del ámbito “Procesos”, el 82 por ciento de las actividades del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo” y el 29 por ciento de las actividades del Proceso Operativo “Control del Mantenimiento Preventivo” requieren de SAP PM para ser desarrolladas, lo cual conforma el apoyo tecnológico principal para las labores administrativas propuestas. Para ello, se requieren computadores de escritorio con conexión a red para acceder a SAP PM, sin embargo, no se ha considerado la adquisición de ellos, sino que el acondicionamiento de los que posee la organización. Esto, dado que ENAP Refinería

Bio Bio cuenta con el Proceso de Apoyo Corporativo “Tecnología de Información”, el cual incluye las actividades de suministro de equipos computacionales a oficinas y respaldo de la información.

Como muestra la Tabla N°5.7, se requieren de tres computadores de escritorio adicionales, destinados a las actividades que debe ejecutar el equipo de trabajo propuesto. Con ello se suple la falencia que presenta la oficina de reuniones de la División Ingeniería de Mantenición.

Las demás actividades pertenecientes a los Procesos Operativos “Planificación del Mantenimiento Preventivo” y “Control del Mantenimiento Preventivo” no requieren de computadores de escritorio, dado que son realizadas en las oficinas particulares de los responsables de cada una de ellas.

Tabla N°5.7: Requerimientos de Tecnología

Proceso Operativo	Actividad	Responsable	Computadores de Escritorio		
			Cantidad	Disponible	No Disponible
Planificación	Revisar Diagrama de Decisiones para el Análisis de Criticidad y Emplazamientos a analizar	Jefe Departamento de Mantenición	1	x	
Planificación	Recopilar información Emplazamientos y Equipos	Equipo de Trabajo Planificación del MP	3		x
Planificación	Realizar Análisis Funcional de los Emplazamientos				
Planificación	Realizar Análisis de Criticidad a Equipos				
Planificación	Ingresar Criticidad de Equipos en SAP PM				
Planificación	Realizar Análisis de Funciones a Equipos				
Planificación	Realizar Análisis de Fallas a Equipos				
Planificación	Ingresar Datos Técnicos y de Falla de Equipos en SAP PM				
Planificación	Establecer Operaciones de Mantenimiento a Equipos				
Planificación	Determinar Requerimientos de Recursos a Equipos				
Planificación	Ingresar Datos de Mantenimiento de Equipos en SAP PM				
Planificación	Preparar Programa y Presupuesto Anual de MP	Jefe DPM	1	x	
Planificación	Enviar requerimientos de contratos externos a DSM				
Planificación	Preparar Manual de Inspección y Mantenimiento				
Control	Elaborar Indicadores de Control	Ingeniero Analista DPM	1	x	
Control	Elaborar Informe de Gestión				

Fuente: Elaboración Propia

5.2.5 Personas

Como se ha determinado en el análisis del ámbito “Procesos” y el ámbito “Estructura”, el equipo de trabajo propuesto debe desarrollar las actividades asociadas a la Recopilación de la Información, Análisis de Criticidad, Análisis de Fallas y Diseño de los Planes de Mantenimiento (actividades 3 – 12) pertenecientes al Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”. En este sentido, se realizó un análisis de cargos, describiendo funciones, conocimientos, habilidades y condiciones de trabajo que definen el perfil de los participantes, considerando los lineamientos del Modelo de Planificación propuesto y la naturaleza de las actividades citadas, como se muestra en la Tabla N°5.8. En particular, la diferencia en el cargo Ingeniero de Mantención la hace su especialidad, referida a la familia de equipos que debe cubrir: Equipos Estáticos, Equipos Rotatorios, Equipos Eléctricos, Electrónicos e Instrumentos y Equipos Estáticos de la familia Oleoductos, Estanques, Líneas Submarinas y Terminales.

Tabla N°5.8: Análisis de Cargos

Jefe DPM	
Funciones	1: Actualizar el Modelo de Planificación para el MP revisando Análisis Interno, Análisis Externo, Misión, Competencias Distintivas, Objetivos Estratégicos, Políticas y Decisiones Tácticas de acuerdo a los avances realizados año a año y las restricciones impuestas por el programa anual de producción de ERBB. 2: Conformar y liderar el equipo de trabajo para la Planificación del MP. 3: Programar las reuniones de trabajo y establecer las prioridades a analizar. 4: Preparar Programa y Presupuesto Anual de MP de acuerdo a los Planes de MP que se hayan diseñado en el año. 5: Enviar antecedentes de contratos externos a DSM. 6: Preparar el Manual de Inspección y Mantenimiento correspondiente al Programa de Seguridad de la Refinería. 7: Llenar Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo y entregar a Ingeniero Analista para alimentar los respectivos Indicadores de Gestión.
Conocimientos	1: Enfoque de Mejoramiento Continuo, Gestión del Conocimiento.

	<p>2: Aspectos técnicos, ambientales y de mantenimiento de los equipos a analizar.</p> <p>3: Disposiciones generales, de mantenimiento y aquellas referentes al Programa de Seguridad del D.S. N°160.</p> <p>4: Disposiciones de la Norma ISO 14.224.</p> <p>5: Normativas, sistemas de gestión y buenas prácticas de mantenimiento, seguridad industrial y ambiental aplicables a las Instalaciones de la Refinería.</p> <p>6: Manejo de módulo SAP PM a detalle.</p>
<p>Habilidades</p>	<p>1: Conseguir el consenso de las personas y alinearlas tras la Misión, los Objetivos Estratégicos y los Objetivos Tácticos planteados para el MP.</p> <p>2: Comunicar los lineamientos del Modelo de Planificación para el MP a la Jefatura y a las Divisiones del Departamento de Mantención. En especial, comunicar los Planes de Acción y los Objetivos Tácticos planteados al equipo de trabajo.</p> <p>3: Estar dispuesto a delegar parte de su autoridad en los Ingenieros Planificadores de la DPM quienes son los moderadores de sus respectivas áreas de trabajo.</p> <p>4: Asegurar la coordinación, el respeto y la confianza dentro del equipo de trabajo.</p> <p>5: Tomar decisiones en momentos conflictivos que se generen dentro del equipo de trabajo o bien, por circunstancias ajenas que demanden la presencia de los participantes del mismo.</p>
<p>Condiciones de Trabajo</p>	<p>1: Deberá dirigir hacia una meta común a personas de distintas Divisiones del Departamento de Mantención, en donde la mayoría no se encuentra bajo su dependencia durante las actividades regulares de mantenimiento.</p> <p>2: Deberá compatibilizar su presencia en las reuniones de trabajo con posibles circunstancias de urgencia que demanden atención inmediata (Operaciones de Mantenimiento Correctivo, Accidentes, Imprevistos Operacionales)</p>
<p>Ingeniero Planificador DPM</p>	
<p>Funciones</p>	<p>1: Recopilar información técnica digital e impresa de emplazamientos y equipos a analizar, de acuerdo a las Unidades de Producción que le corresponda.</p> <p>2: Generar bases de datos adecuadas a partir de las fuentes de información existentes.</p> <p>3: Mediar el Análisis de Criticidad, de Funciones, de Fallas y el diseño de los Planes de MP de acuerdo a las Unidades de Producción que le corresponda.</p> <p>4: Ingresar a SAP PM los datos generados en los Análisis de Criticidad, de Funciones, de Fallas y en el diseño de los Planes de MP de acuerdo a las Unidades de Producción que le corresponda.</p> <p>5: Archivar Planes de MP asociados a Paros de Planta en carpetas digitales correspondientes.</p>

<p>Conocimientos</p>	<p>1: Aspectos técnicos, ambientales y de mantenimiento de los equipos pertenecientes a las Unidades de Producción que le corresponda. 2: Disposiciones generales, de mantenimiento y aquellas referentes al Programa de Seguridad del D.S. N°160. 3: Disposiciones de la Norma ISO 14.224. 4: Normativas, sistemas de gestión y buenas prácticas de mantenimiento, seguridad industrial y ambiental aplicables a las Instalaciones de la Refinería. 5: Manejo de módulo SAP PM a detalle. 6: Manejo de bases de datos y análisis estadísticos. 7: Lectura y utilización de Diagramas Lógicos y Diagramas Funcionales para el Análisis de Funciones y de Fallas.</p>
<p>Habilidades</p>	<p>1: Asegurar la calidad de los datos que son ingresados en SAP PM. 2: Buscar acuerdos y obtener conclusiones de los análisis, que apunten a cumplir las metas propias de las reuniones de trabajo. 3: Respetar, escuchar y comprender a los demás. Creer en el aporte de cada uno de los participantes. 4: Procurar apoyar mediante ejemplos las ideas de los demás. Aportar experiencias propias, las cuales ayudan a recordar las ideas y hacerlas más transparentes. 5: Buscar la mejor solución, aquella cuya calidad de argumentos sea mayor.</p>
<p>Condiciones de Trabajo</p>	<p>1: Deberá revisar cuidadosamente en caso de que las fuentes de información sean poco fiables. 2: Deberá coordinar y complementar conocimientos con personas de distintas Divisiones del Departamento de Mantenimiento, las cuales también deben realizar aportes a los demás Ingenieros Planificadores de la DPM. 3: Las labores del equipo de trabajo pueden ser interrumpidas por decisiones que tome el Jefe de la DPM a raíz de circunstancias que demanden atención inmediata (Operaciones de Mantenimiento Correctivo, Accidentes, Imprevistos Operacionales).</p>
<p>Ingeniero de Mantenimiento DEE / DM / DEI / DMOT / DIM</p>	
<p>Funciones</p>	<p>1: Realizar Análisis Funcional de los emplazamientos en los que se encuentran los equipos priorizados bajo Análisis de Criticidad. 2: Realizar el Análisis de Criticidad a los equipos, según especialidad. 3: Realizar el Análisis de Funciones a los equipos a los cuales se les debe diseñar Plan de MP, según especialidad. 4: Realizar el Análisis de Fallas a los equipos a los cuales se les debe diseñar Plan</p>

	<p>de MP, según especialidad.</p> <p>5: Establecer las operaciones de MP, frecuencias de ejecución y recursos materiales para los equipos a los cuales se les debe diseñar Plan de MP, según especialidad.</p>
Conocimientos	<p>1: Aspectos técnicos, ambientales y de mantenimiento de los equipos, según especialidad.</p> <p>2: Disposiciones generales, de mantenimiento y aquellas referentes al Programa de Seguridad del D.S. N°160.</p> <p>3: Disposiciones de la Norma ISO 14.224.</p> <p>4: Normativas, sistemas de gestión y buenas prácticas de mantenimiento, seguridad industrial y ambiental aplicables a las Instalaciones de la Refinería.</p> <p>5: Manejo de módulo SAP PM a detalle.</p> <p>6: Manejo de bases de datos y análisis estadísticos.</p> <p>7: Lectura y utilización de Diagramas Lógicos y Diagramas Funcionales para el Análisis de Funciones y de Fallas.</p>
Habilidades	<p>1: Respetar, escuchar y comprender a los demás. Creer en el aporte de cada uno de los participantes del equipo de trabajo.</p> <p>2: Procurar apoyar mediante ejemplos las ideas de los demás. Aportar experiencias propias, las cuales ayudan a recordar las ideas y hacerlas más transparentes.</p> <p>3: Buscar la mejor solución, aquella cuya calidad de argumentos sea mayor.</p>
Condiciones de Trabajo	<p>1: Deberá coordinar y complementar conocimientos con personas de distintas Divisiones del Departamento de Mantenimiento y apoyar a cada uno de los Ingenieros de Planificación de la DPM según se le solicite.</p> <p>2: Las labores del equipo de trabajo pueden ser interrumpidas por decisiones que tome el Jefe de la DPM a raíz de circunstancias que demanden atención inmediata (Operaciones de Mantenimiento Correctivo, Accidentes, Imprevistos Operacionales)</p>

Fuente: Elaboración Propia

5.2.6 Resumen de Requerimientos

La Tabla N°5.9 muestra el resumen de los requerimientos operacionales y técnicos para la implementación del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo.

Tabla N°5.9: Resumen de Requerimientos

Requerimiento	Especificaciones
Consolidar la Planificación Estratégica del Departamento de Mantenición	Misión, Visión, Políticas, Objetivos Estratégicos, Estrategias, Indicadores.
Implementar Procedimientos Documentados Propuestos	Planificación del Mantenimiento Preventivo, Control del Mantenimiento Preventivo
Implementar Registros Documentados Propuestos	Información de Entrada para el MP, Análisis de Criticidad, Análisis de Fallas, Diseño de Planes de MP, Minuta Reunión Planificación del MP.
Implementar otros Registros Documentados que cuentan con formato base, pero su diseño final dependerá del Plan de Mantenimiento al que estará destinado.	Data Sheet, Instructivo de MP, Manual de Inspección de MP, Registro de MP.
Implementar Registros No Documentados	Diagrama de Decisiones, Organigrama Equipo de Trabajo para el MP, Diagrama Funcional, Diagrama de Desglose de Funciones, Programa Anual de MP, Presupuesto Anual de MP.
Implementar equipo de trabajo para la Planificación del MP	Jefe DPM, Ingenieros Planificadores de la DPM (3), Ingeniero de Mantenición de la DEE, Ingeniero de Mantenición de la DM, Ingeniero de Mantenición de la DEI, Ingeniero de Mantenición de la DMOT, Ingenieros de Mantenición de la DIM (2)
Acondicionar Oficina de Reuniones DIM	Computadores de Escritorio (3) Sistema: Microsoft Windows XP Professional, Service Pack 2 Equipo: AMD Athlon 64x2 Dual, Core Processor 4200+, 2.19 GHz, 1.00 GB de RAM. Conexión a Red para acceder a SAP PM
Conocimiento Norma ISO 14.224	Términos y Definiciones, Cobertura, Taxonomía y Atributos de Equipos, Datos de Falla, Datos de Mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia

5.3 Análisis Costo – Beneficio

El impacto del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo dentro del Departamento de Mantención, implica cuantificar el mejoramiento de la tasa de planificación anual⁶⁶ y la incidencia de esta mejora sobre los costos asociados al recurso humano que ejecuta la planificación⁶⁷. Para ello es necesario estimar la capacidad anual del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo”.

La capacidad anual del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo” corresponde a cuántos equipos pueden ser analizados durante dicho período de tiempo, por lo tanto, considera especialmente las actividades relacionadas a la Recopilación de la Información, el Análisis de Criticidad, el Análisis de Fallas y el Diseño de los Planes de Mantenimiento, las cuales deben ser realizadas por el equipo de trabajo propuesto. Para ello, se generó un Diagrama de Gantt en el programa MS Project 2010, en base a los plazos estipulados en los tres primeros Planes de Acción diseñados en las Decisiones Tácticas, con el objeto de tener en cuenta la secuencia de las actividades propuestas. (Ver Figura N°5.9)

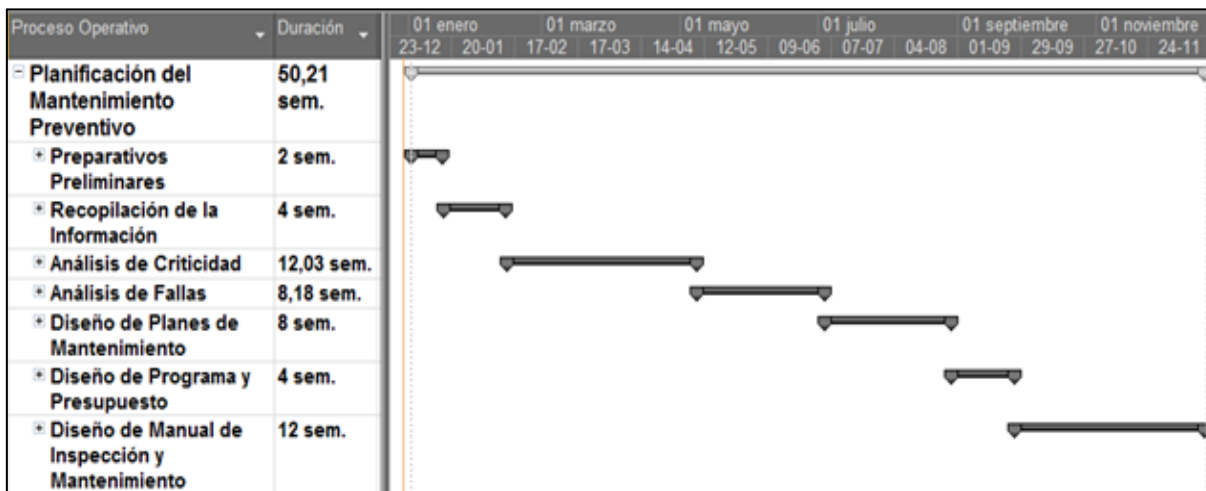
En las Decisiones Tácticas se mencionó que se requieren aproximadamente ocho meses para diseñar los Planes de Mantenimiento Preventivo. Bajo esta restricción, el carácter secuencial de las actividades propuestas y considerando que se requiere medio mes para los preparativos preliminares del Proceso Operativo, se concluye que se cuentan con siete meses y medio para realizar el grueso de la Planificación del Mantenimiento Preventivo, vale decir, la Recopilación de la Información, el

⁶⁶ **Tasa de Planificación:** Horas Anuales de Planificación/Horas Anuales Disponibles Departamento de Mantención.

⁶⁷ No se han considerado los beneficios relacionados a los ingresos o ahorros que percibirá ENAP Refinería Bio Bio producto de la preservación de la vida útil de sus activos productivos, dado que estos se concretan una vez ejecutado el Mantenimiento Preventivo que, mediante la propuesta del presente trabajo, se pretende planificar.

Análisis de Criticidad, el Análisis de Fallas y el Diseño de los Planes de Mantenimiento.

Figura N°5.9: Diagrama de Gantt para la Planificación del Mantenimiento Preventivo



Fuente: Elaboración Propia

Con dichos antecedentes y considerando que se requieren de aproximadamente 4,6 horas por Equipo para analizarlo bajo la Metodología RCM⁶⁸, es posible establecer la capacidad anual del Proceso Operativo “Planificación del Mantenimiento Preventivo” a través de tres alternativas ajustadas a la carga de trabajo diaria del personal que conforma el equipo de trabajo propuesto. En el caso del Jefe de División y los Ingenieros Planificadores de la División Planificación de Mantención, invierten como mínimo dos horas diarias a preparativos del Programa Diario de Mantención. De este modo y atendiendo al provecho de la productividad de las personas que se reúnen diariamente, se recomienda no invertir más allá de 5 horas diarias en las reuniones, lo cual implicaría una capacidad anual de planificación de 163 equipos al año.

Luego, como muestra la Tabla N°5.10, el impacto del Modelo de Planificación del Mantenimiento Preventivo, implica los siguientes costos y beneficios:

⁶⁸ Información estimada de los Planes de Mantenimiento diseñados por contrato externo en el año 2009, para la Unidad de Recuperación de Azufre (SRU2), los Estanques de Almacenamiento de LPG y la Unidad de Hidrogenación de Gasolinas (HDG).

Costos: Dado el tamaño de la estructura organizacional propuesta y el rango de los cargos que la componen, (Jefe de División, Ingenieros Planificadores y de Mantenimiento) los costos por concepto de remuneraciones aumentan en al menos \$28.695.594 al año. Sin embargo, al ser remuneraciones, son costos fijos cubiertos por el Presupuesto de Costos Laborales, el cual no intercede en el Presupuesto de Costos de Operación del Departamento de Mantención.

Beneficios: Al mantener un procedimiento de planificación estricto y un equipo de trabajo conformado especialmente para este propósito, la capacidad anual de planificación puede aumentar desde un 66 a un 176 por ciento, producto del aumento de la tasa de planificación desde un 10 a un 26 por ciento. En general, el aumento en la tasa de planificación implica ampliar la oportunidad de asegurar equipos críticos y semicríticos y por ende, incrementar los beneficios más directos al Mantenimiento Preventivo, aquellos relacionados a su Misión: Aumentar la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de los activos productivos de ENAP Refinería Bio Bio, preservar su vida útil y en consecuencia, ampliar las posibilidades de que la empresa perciba beneficios asociados a la continuidad y la calidad de la producción y al cumplimiento de los principios ligados a su responsabilidad social empresarial.

Tabla N°5.10: Análisis Costo – Beneficio

Propuesta	Tiempo Diario de Planificación (Horas)	Δ Tasa de Planificación	Δ Capacidad Anual	Δ Costo Anual
Alternativa 1	3	10%	66%	\$ 28.695.594
Alternativa 2	4	18%	122%	\$ 39.956.592
Alternativa 3	5	26%	176%	\$ 51.217.589

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como Proceso de Apoyo, Mantenición incide directamente en la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de las Unidades de Producción de la Refinería. Sus operaciones deben enfocarse en clientes internos y a la vez, deben asegurar el cumplimiento de estándares y reflejar una mejora continua. En beneficio de ello, el presente trabajo busca potenciar el Mantenimiento Preventivo, como el servicio más relevante que entrega el Departamento de Mantenición, a través de un Modelo de Planificación que responde a la ineficacia de la actual metodología utilizada, causada por el bajo énfasis en la Planificación Táctica del Mantenimiento Preventivo, la presencia de procedimientos y registros inadecuados y la no definición de un equipo de trabajo para el diseño de los Planes de Mantenimiento Preventivo.

El Modelo de Planificación propuesto establece una Estrategia Funcional estructurando Misión, Políticas, Competencias Distintivas y Objetivos Estratégicos, para el Mantenimiento Preventivo, alineadas a la Estrategia de ENAP Refinería Bio Bio y del Departamento de Mantenición, por lo tanto, son abordables en un horizonte superior a un año. Asimismo integra la Planificación Táctica a través de Planes de Acción abordables en el horizonte de un año, los cuales establecen una metodología de planificación fundada en las bases de la metodología RCM y a su vez, permiten caracterizar los Procesos Operativos “Planificación del Mantenimiento Preventivo”, “Ejecución del Mantenimiento Preventivo” y “Control del Mantenimiento Preventivo” que forman parte del Macroproceso “Mantenición”, así como también, los procedimientos, los registros y el equipo de trabajo que soportan la implementación del Modelo de Planificación para el Mantenimiento Preventivo.

En particular, la metodología de planificación propuesta demanda de la práctica de actividades asociadas a la Recopilación de la Información, al Análisis de Criticidad, al Análisis de Fallas y al Diseño de Planes de Mantenimiento, cuya naturaleza las hace arduas, más aún cuando el tiempo disponible se limita a siete meses y medio para ejecutarlas y cuando existe un alto número de equipos activos en las Unidades de

Producción que requieren ser estudiados. Por lo tanto, la capacidad anual de planificación se convierte en la principal limitación de la propuesta, sin embargo si es aprovechada a su tope, no sólo es posible ver un aumento de hasta un 176 por ciento respecto de la situación actual, sino que también implica una mejora en la tasa de planificación desde un 10 a un 26 por ciento.

En base a ello entonces, se sugiere motivar constantemente al equipo de trabajo encargado de la Planificación del Mantenimiento Preventivo, haciéndoles comprender que el fruto de este arduo trabajo será compensado con una preparación más certera del Mantenimiento Preventivo de corto y largo plazo y de otros proyectos planeados por Mantención y Operaciones. Asimismo, se recomienda dar uso a la Norma ISO 14.224, dado que permite estandarizar los datos generados por las actividades basadas en el RCM y en particular, permite disminuir gradualmente el tiempo dedicado al Análisis de Fallas. En tanto, también se recomienda establecer mecanismos de coordinación con Operaciones para trabajar en el Análisis de Criticidad y otros para conservar el archivo técnico del Departamento de Mantención en buenas condiciones, aprovechar SAP PM digitando correctamente la información relativa a Mantenimiento Correctivo para asegurar el funcionamiento de los indicadores MTBF y MTTR y estableciendo una regla que permita delimitar la cantidad de Posiciones de Mantenimiento que pueden ser programadas en un Plan de Mantenimiento Preventivo.

En definitiva la propuesta busca establecer una cultura de la calidad, donde el tiempo invertido trae como beneficio definir los Planes de Mantenimiento Preventivo bien desde la primera vez y con tendencia a la mejora continua, favoreciendo finalmente la disponibilidad, la confiabilidad y la seguridad de las Unidades de Producción de la Refinería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GRUPO DE EMPRESAS ENAP. 2013. Descripción de la Línea de Negocios Refinación y Comercialización [en línea] <<http://www.enap.cl/pag/92/998/refinacion>> [consulta: 31 diciembre 2013]

ENAP REFINERIA BIO BIO, 2011, Manual de Calidad, 49p.

GRUPO DE EMPRESAS ENAP. 2013. ENAP Refinerías Bío Bío. [en línea] <http://www.enap.cl/pag/80/870/refineria_biobio> [consulta: 31 diciembre 2013]

ENAP REFINERIA BIO BIO [2004]. Modelo de Gestión de Mantenimiento. [diapositivas] 1 set; texto en español. 1 diapositiva.

ENAP REFINERIA BIO BIO, 2010, Procedimiento General de Mantención, 11p.

ENAP REFINERIA BIO BIO, 2012, Instructivo de Planificación, Programación y Coordinación de Órdenes de Mantenimiento, 7p.

GUTIERREZ PULIDO, H. 1997. Calidad Total y Productividad. 1ª ed. México, McGraw - Hill. 403p.

BRAVO, J. 2012. Gestión de Procesos. 4ª ed. Chile, Evolución. 316p.

ROBBINS, S. P. y Coulter, M. 2010. Administración. 10ª ed. México, Pearson Education. 584p.

BAÑADOS, C. El Proceso Administrativo. [diapositivas] 1 set; texto en español. 25 diapositivas.

MUÑOZ, N. Indicadores. [diapositivas] 1 set; texto en español. 9 diapositivas.

ESPAÑA. Asociación Española de Normalización y Certificación. (2003). Norma Española 66175: Sistemas de gestión de la calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores. Octubre de 2003. 27p.

SCHROEDER, R. 1997. Administración de Operaciones, toma de decisiones en la función de operaciones. 3^{ra} ed. México, McGraw – Hill. 853p.

GONZALEZ, F. J. 2011. Teoría y Práctica del Mantenimiento Avanzado. 4^{ta} ed. España, Fundación Confemetal. 642p.

CONFIABILIDAD.NET. PDVSA E&P. 2010. El Análisis de Criticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional. [en línea] <<http://confiabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>> [consulta: 09 enero 2013]

SUIZA. International Organization for Standardization. (2006). International Standard Nº 14224. Petroleum, petrochemical and natural gas industries – Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. Diciembre de 2006. 178p.

ENAP REFINERIA BIO BIO, 2012, Procedimiento Plan Anual de Mantenimiento Preventiva, 6p.

ENAP REFINERIA BIO BIO, 2012, Procedimiento Elaboración de Planes de Mantenimiento Preventiva y Predictiva, 6p.

ENAP REFINERIA BIO BIO, Diciembre 2012, Informe de Gestión Departamento de Mantenimiento.

CHILE. Ministerio de Economía. Ley 18.140: Crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, mayo 1985. 17p.

CHILE. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Decreto Supremo 119: Aprueba reglamento de sanciones en materia de Electricidad y Combustibles, agosto 1989. 6p.

CHILE. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Ley 19.300: Aprueba Ley sobre bases generales del Medio Ambiente, marzo 1994. 38p.

CHILE. Instituto Nacional de Normalización.(2003) NCh-ISO 10013.Of2003. Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad. Julio de 2003. 23p.

CHILE. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Decreto Supremo 160: Reglamento de Seguridad para las instalaciones y operaciones de producción y refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos, julio 2009. 53p.

ENAP REFINERIA BIO BIO, 2010, Programa de Confiabilidad Operacional y de Integridad Mecánica, 9p.

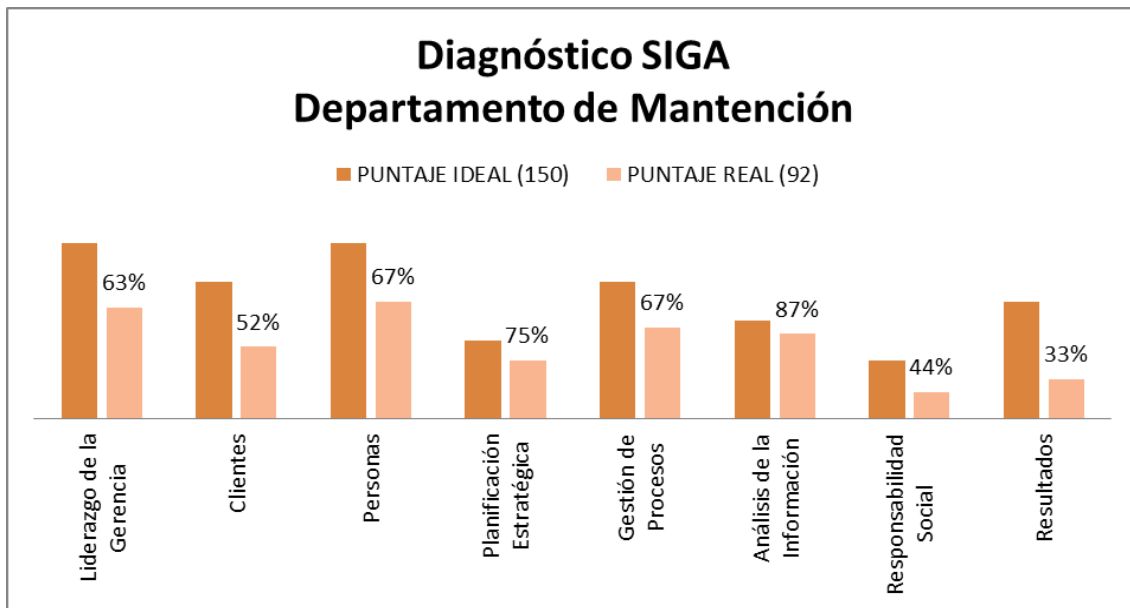
ENAP REFINERIAS S.A., 2012, Memoria Anual, 140p.

ENAP REFINERIA BIO BIO, 2011, Plan de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de Personas y Seguridad de Instalaciones, 18p.

ENAP REFINERIA BIO BIO, 2009, Descripción de los Riesgos Críticos, 12p.


CONTRERAS, G. 2010. Diseño de un Sistema de Control de Gestión de la Docencia para la Carrera Ingeniería Civil Industrial. Memoria de Ingeniero Civil Industrial. Concepción, Universidad del Bio Bio. Facultad de Ingeniería. 145p.

ANEXO A: Resultados Autodiagnóstico SIGA



ANEXO B: Documentación Propuesta

Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo

	Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRL-00X Revisión: 07	Fecha: 11/10/13 Página 1 de 16
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	--------------------------------------

1.0 OBJETIVO

Establecer el sistema de actuación y los criterios generales para diseñar de manera correcta los Planes de Mantenimiento Preventivo asociados a los equipos pertenecientes a ENAP Refinería Bio Bio, con el fin de asegurar la confiabilidad y la disponibilidad de sus Unidades de Producción.

2.0 ALCANCE

La Planificación del Mantenimiento Preventivo es aplicable a los equipos e instalaciones pertenecientes a las Unidades de Producción de ENAP Refinería Bio Bio. Comprende el desarrollo del Análisis de Criticidad, Análisis de Fallas y Diseño de Planes de Mantenimiento de corto, mediano y largo plazo.

3.0 RESPONSABILIDADES

	JOP	JDM	JOPM	JOPM	JOPM	ISDE	ISDM	ISDE	ISDM	ISDM	ISDM
Asegurar cumplimiento y actualización de presente procedimiento.	R										
Diseñar y actualizar herramienta de Análisis de Criticidad.	R	R	I			I					
Controlar y motivar al Equipo de Trabajo.		I	R			C					
Organizar la información necesaria al Equipo de Trabajo.		I	C			R	R	R	R	R	R
Realizar Análisis de Criticidad, de Fallas y Diseñar Planes de Mantenimiento.	I	I	C			R	R	R	R	R	R
Elaborar Programa, Presupuesto Anual y Manual de Inspección y Mantenimiento.		I	R			C					
Controlar el avance de las actividades requeridas en el presente procedimiento.		I	C	R							


JOP: Jefe División Ingeniería de Plantas
 JDM: Jefe Departamento de Mantenimiento
 JOPM: Jefe División Planificación de Mantenimiento
 JOPM: Ingeniero Análisis División Planificación de Mantenimiento
 ISDM: Ingeniero Planificador División Planificación de Mantenimiento
 ISDE: Ingeniero de Mantenimiento División Equipos Estáticos
 ISDM: Ingeniero de Mantenimiento División Mecánica
 ISDE: Ingeniero de Mantenimiento División Electricidad e Instrumentos

ISDMOT: Ingeniero de Mantenimiento División Mantenimiento Operativos y Terminales
 ISDMT: Ingeniero de Mantenimiento División Ingeniería de Mantenimiento
 R: Responsable ejecutor de la actividad
 C: Colabora en la actividad
 I: Toma conocimiento de la actividad para la toma de decisiones

Elaborado por:	Aprobado por:	VSBT Gestión de Calidad
----------------	---------------	-------------------------

JOP: Jefe División Ingeniería de Plantas
 JDM: Jefe Departamento de Mantenimiento
 JOPM: Jefe División Planificación de Mantenimiento
 JOPM: Ingeniero Análisis División Planificación de Mantenimiento
 ISDM: Ingeniero Planificador División Planificación de Mantenimiento
 ISDE: Ingeniero de Mantenimiento División Equipos Estáticos
 ISDM: Ingeniero de Mantenimiento División Mecánica
 ISDE: Ingeniero de Mantenimiento División Electricidad e Instrumentos


ISDMOT: Ingeniero de Mantenimiento División Mantenimiento Operativos y Terminales
 ISDMT: Ingeniero de Mantenimiento División Ingeniería de Mantenimiento
 R: Responsable ejecutor de la actividad
 C: Colabora en la actividad
 I: Toma conocimiento de la actividad para la toma de decisiones


	Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRL-00X Revisión: 07	Fecha: 11/10/13 Página 2 de 16
-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	--------------------------------------


4.0 SECUENCIA DE ACTIVIDADES


N°	Actividad	Responsable(s)
1	Revisar Diagrama de Decisiones para el Análisis de Criticidad <ul style="list-style-type: none"> a) Establecer los rangos para cada uno de los Criterios de Evaluación de Criticidad, de acuerdo a los Niveles de Criticidad establecidos en ENAP Refinería Bio Bio. Los Criterios de Evaluación de Criticidad son: <ul style="list-style-type: none"> • Criterios relativos a Producción: Seguridad y Medio Ambiente, Calidad del Producto, Producción. • Criterios relativos a Mantenimiento: Costo de Oportunidad, Costo de Reparación y Frecuencia de Falla. b) Establecer la Matriz de Evaluación con los rangos correspondientes para cada Nivel de Criticidad y Revisar secuencia de Diagrama de Decisiones. c) Definir Emplazamientos y Plantas que se deben analizar durante el año en curso. d) Enviar memorándum con Diagrama de Decisiones, Matriz de Evaluación y listado de Emplazamientos y Plantas a Jefe e Ingenieros Planificadores de la División Planificación de Mantenimiento. 	Jefe Departamento Ingeniería de Plantas Jefe Departamento de Mantenimiento
2	Conformar Equipo de Trabajo <ul style="list-style-type: none"> a) Designar un Ingeniero de Mantenimiento por cada División Operativa del Departamento de Mantenimiento. b) Designar dos Ingenieros de Mantenimiento de la División Ingeniería de Mantenimiento: Área Equipos Rotatorios y Área Equipos Estáticos. c) Enviar memorándum a cada uno de los Jefes de las Divisiones Operativas indicando el nombre de la persona designada, las actividades, conocimientos, capacidades que debe cumplir, los plazos y condiciones de trabajo bajo los cuales se debe ejecutar la Planificación del Mantenimiento Preventivo. d) Enviar memorándum a Jefe Departamento de Mantenimiento e Ingenieros Planificadores de la División Planificación de Mantenimiento con el Organigrama para la Planificación del Mantenimiento Preventivo, los nombres y las funciones de las personas designadas y los plazos establecidos para ejecutar las actividades. 	Jefe División Planificación de Mantenimiento


Elaborado por:	Aprobado por:	VSBT Gestión de Calidad
----------------	---------------	-------------------------


	Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
		Revisión: 07	Página 3 de 16
3	<p>Recopilar información Emplazamientos y Equipos</p> <p>a) Extraer listado de los Equipos pertenecientes a los Emplazamientos a analizar y sus actuales ubicaciones técnicas desde módulo SAP PM a través del sub-módulo Gestión de Objetos Técnicos.</p> <p>b) Extraer listado de Órdenes de Trabajo Correctivas y Órdenes de Trabajo Preventivas Por Condición de los Equipos correspondientes desde módulo SAP PM, a través del sub-módulo Gestión de Mantenimiento. Poner atención que dicho listado contenga los costos y tiempos de reparación de cada Orden de Trabajo.</p> <p>c) Extraer listado de Planes de Mantenimiento Preventivo actuales de los Equipos correspondientes desde módulo SAP PM. Poner atención que dicho listado contenga las Posiciones y las Hojas de Ruta de Mantenimiento.</p> <p>d) Extraer desde el Disco Q del Departamento de Mantenión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los Manuales de Operación de los Emplazamientos. • El D.S. N°190 • La norma ISO 14224. • Los procedimientos, instructivos y normas internacionales indicadas en el ítem 4 del Procedimiento Programa de Confiabilidad Operacional y de Integridad Mecánica P-MAN-GRL-009. • Los Informes de Gestión del Departamento de Mantenión de los últimos doce meses. <p>e) Dirigirse al Archivo Técnico de la División Ingeniería de Mantenión y extraer informes de Análisis de Fallas y Planos PSD de los Equipos correspondientes.</p> <p>f) Dirigirse al Archivo Técnico de las Divisiones Operativas del Departamento de Mantenión y extraer Manuales de Operación y otros Planos de los Equipos correspondientes.</p> <p>g) Registrar información recopilada según Registro Información de Entrada para la Planificación del Mantenimiento Preventivo R-MAN-GRL-00X.</p> <p>h) Acondicionar oficina de reuniones dispuesta para la Planificación del Mantenimiento Preventivo con la información reunida y los registros necesarios para controlar la ejecución de las actividades.</p>		Equipo de Trabajo para la Planificación del Mantenimiento Preventivo
	Elaborado por:	Aprobado por:	VIBI Gestión de Calidad


	Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
		Revisión: 07	Página 4 de 16
4	<p>Realizar Análisis Funcional de los Emplazamientos</p> <p>a) Seleccionar una de los Emplazamientos definidos en la actividad N°1. Cada Ingeniero Planificador de la División Planificación de Mantenión debe velar por un Emplazamiento correspondiente a su área de trabajo.</p> <p>i) Con Planos P&ID en mano, constatar estado real y condiciones de operación de los Equipos correspondientes en terreno. Registrar según formato Registro Análisis de Criticidad R-MAN-GRL-00X.</p> <p>b) Establecer Diagrama Funcional para el Emplazamiento, utilizando programa MS Visio.</p> <p>c) Guardar Archivo con nombre "Diagrama Funcional Emplazamiento (Código Emplazamiento), Planta (Código Planta).</p>		Equipo de Trabajo para la Planificación del Mantenimiento Preventivo
	5	<p>Realizar Análisis de Criticidad a Equipos</p> <p>a) Seleccionar un Equipo para analizar del Emplazamiento Analizado en el punto anterior.</p> <p>b) De acuerdo al formato del Registro Análisis de Criticidad R-MAN-GRL-00X y utilizando Diagrama Funcional y Manuales de Operación correspondientes a dicho Equipo, analizar Criterios de Evaluación: Seguridad y Medio Ambiente, Calidad del Producto, Producción, Costo de Oportunidad.</p> <p>c) Con los listados de Órdenes de Trabajo correspondientes a dicho Equipo, analizar los Criterios de Evaluación: Costo de Reparación y Frecuencia de Falla.</p> <p>d) Registrar la secuencia de análisis según indica Registro Análisis de Criticidad R-MAN-GRL-00X. La secuencia de análisis debe respetar el diseño del Diagrama de Decisiones, la cual es la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medio Ambiente y Seguridad • Calidad del Producto • Producción • Costo de Oportunidad • Frecuencia de Falla • Costos de Reparación <p>e) Continuar con el Análisis de Criticidad del siguiente Equipo, del mismo Emplazamiento.</p> <p>f) Registrar resumen del Análisis de Criticidad, según indica Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento</p>	
Elaborado por:		Aprobado por:	VIBI Gestión de Calidad


		Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	
		P-MAN-GRL-00X Revisión: 07	Fecha: 11/10/13 Página 5 de 16
Preventivo R-MAN-GRL-00X			
6	Ingresar Criticidad de Equipos en SAP PM a) Abrir módulo SAP PM, sub-módulo Gestión de Objetos Técnicos. b) Con transacción IE02 chequear si el Equipo tiene o no asignado un Nivel de Criticidad. c) Si el Equipo ya tiene asignado un Nivel de Criticidad, comparar con el resultado del Análisis de Criticidad realizado, según lo anotado en el Registro Análisis de Criticidad R-MAN-GRL-00X: <ul style="list-style-type: none"> • Cambiar en caso de que sean distinto, incorporando el nuevo Nivel de Criticidad. • No cambiar en caso de que sean iguales. 		Ingeniero Planificador División Planificación de Mantenimiento
	Realizar Análisis de Funciones a Equipos a) Seleccionar Equipo que, luego de haberse realizado el Análisis de Criticidad haya resultado ser Crítico o Semocrítico. b) De acuerdo al formato del Registro Análisis de Fallas R-MAN-GRL-00X y utilizando Norma ISO 14224, Diagrama Funcional y Manual(es) de Operación correspondientes al Equipo, definir en la siguiente secuencia: <ul style="list-style-type: none"> • Límites del Sistema en el cual se encuentra inserto el Equipo. • Función del Equipo. (Función Primaria del Sistema) • Subsistemas del Equipo. • Funciones de los Subsistemas del Equipo. (Funciones Secundarias del Sistema) • Items Mantenibles de los Subsistemas del Equipo. c) Establecer el Diagrama de Desglose de Funciones utilizando programa MS Visio. d) Guardar Archivo con nombre "Diagrama de Desglose de Funciones Emplazamiento (Código Emplazamiento), Planta (Código Planta), Equipo (TAG Equipo)" e) Generar Data Sheet del Equipo incorporando la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> • Datos Generales del Equipo • Datos de Diseño del Equipo • Datos de Construcción del Equipo • Conexiones del Equipo. 		Equipo de Trabajo para la Planificación del Mantenimiento Preventivo
Elaborado por:		Aprobado por: VTSI Gestión de Calidad	


		Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	
		P-MAN-GRL-00X Revisión: 07	Fecha: 11/10/13 Página 6 de 16
f) Guardar Archivo con nombre "Data Sheet Emplazamiento (Código Emplazamiento), Planta (Código Planta), Equipo (TAG Equipo)" g) Continuar con el mismo Equipo para su Análisis de Fallas.			
8	Realizar Análisis de Fallas a Equipos De acuerdo al formato del Registro Análisis de Fallas R-MAN-GRL-00X: <ul style="list-style-type: none"> a) Enunciar la Falla Funcional del Equipo como la negación total o parcial de la Función Primaria del Sistema. b) Enunciar las Fallas Funcionales Totales y Parciales del Equipo como las negaciones totales o parciales de las Funciones Secundarias del Sistema. c) Utilizando Diagrama de Desglose de Funciones, Informes de Análisis de Fallas y Listados de Ordenes de Trabajo Correctivos y Preventivos Por Condición, listar los Modos de Falla para cada una de las Fallas Funcionales Totales y Parciales del Equipo, describiéndolos como la falla de un Item Mantenible perteneciente al Subsistema bajo análisis. Para cada una de las Fallas Funcionales Totales y Parciales del Equipo puede haber uno o más de un Modo de Falla. Utilizar Definiciones de Modos y Mecanismos de Falla entregados por la Norma ISO 14224 para cada una de las Categorías de Equipos. d) Describir las Causas-Raíz de cada uno de los Modos de Falla del Equipo, apoyándose de la Norma ISO 14224 y el Listado de Planes de Mantenimiento Preventivo actuales. Listar las que ya han ocurrido, las que se están evitando con el actual Mantenimiento Preventivo y las que aún no han aparecido, pero tienen posibilidades de hacerlo. e) Describir los Efectos de cada uno de los Modos de Falla del Equipo y determinar en función de ellos las Consecuencias de cada uno de los Modos de Falla en cuatro ámbitos: <ul style="list-style-type: none"> • Seguridad de las Personas • Medio Ambiente • Producción • Costos de Mantenimiento f) Determinar la Probabilidad de Ocurrencia de cada uno de los Modos de Falla. g) Evaluar el Riesgo de cada uno de los Modos de Falla. 		Equipo de Trabajo para la Planificación del Mantenimiento Preventivo
	Elaborado por:		Aprobado por: VTSI Gestión de Calidad

		Procedimiento	
		Planificación del Mantenimiento Preventivo	Revisión: 07
		P-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
		Página 7 de 15	
	<p>h) Proyectar la evaluación de cada uno de los Modos de Falta del Equipo en una Matriz de Riesgo, para determinar la significancia de las Consecuencias de cada uno de ellos.</p> <p>i) Continuar con el Análisis de Falta del siguiente Equipo.</p>		
9	<p>Ingresar Datos Técnicos y de Falta de Equipos en SAP PM</p> <p>a) Abrir módulo SAP PM, sub-módulo Gestión de Objetos Técnicos.</p> <p>b) Con transacción IE02 anexas Diagrama de Desglose de Funciones y Data Sheet del Equipo analizado.</p> <p>c) Ingresar en Catálogo de Fallas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Parte Objeto: Ítem Mantenible Síntoma Avería: Causa-Raíz de la Falta 	Ingeniero Planificador División Mantenimiento	
10	<p>Establecer Operaciones de Mantenimiento a Equipos</p> <p>a) De acuerdo a la significancia de las Consecuencias arrojada en el Análisis de Fallas, establecer las Operaciones de Mantenimiento de acuerdo a las siguientes instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> Para estanques, oleoductos, red de tuberías y Sistemas de control de incendios, las Operaciones de Mantenimiento deben establecerse de acuerdo a las disposiciones del D.S. N°100. Para el resto de los Equipos bajo análisis, las Operaciones de Mantenimiento deben diseñarse de acuerdo a Tareas Proactivas: <ol style="list-style-type: none"> Mantenimiento Predictivo: En caso de que se identifique una variable "medible" cuya evolución indique el estado en el cual se encuentra el Equipo. Mantenimiento Preventivo Cíclico: Revisiones sistemáticas a intervalos fijos. Sustituciones Cíclicas: Cambios y reparaciones de componentes a frecuencias determinadas, independientemente del estado n el que se encuentra en ese momento. <p>b) Generar Procedimientos e Instructivos de Trabajo para cada Operación de Mantenimiento Preventivo incorporando:</p>	Equipo de Trabajo para la Planificación del Mantenimiento Preventivo	
Elaborado por:		Aprobado por:	VIST Gestión de Calidad

		Procedimiento	
		Planificación del Mantenimiento Preventivo	Revisión: 07
		P-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
		Página 8 de 15	
	<ul style="list-style-type: none"> Objetivo Alcance Responsable de su aplicación Secuencia de Actividades y desglose de tareas Registros que emanan de su aplicación Documentos relacionados Anexos <p>c) Generar Registros para cada Operación de Mantenimiento Preventivo incorporando:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificación de la Operación de Mantenimiento a ejecutarse y respectiva frecuencia Identificación del Equipo y Orden de Trabajo asociada. Identificación de Puesto de Trabajo responsable del Equipo. Identificación de Puesto(s) de Trabajo responsable(s) de ejecutar la Operación de Mantenimiento Preventivo. Identificación de Actividades Previas a la ejecución de la Operación de Mantenimiento Preventivo y Elemento de Protección Personal a utilizar. Identificación de Secuencia de Actividades de la Operación de Mantenimiento Preventivo, recursos y tiempos estimados de ejecución. Esquema del Equipo. Espacios de Anotaciones para observaciones, conclusiones e inclusión de imágenes. <p>d) Asociar Procedimientos, Instructivos y Registros correspondientes a un Equipo y constituir un Plan de Mantenimiento Preventivo.</p>		
11	<p>Determinar Requerimientos de Recursos a Equipos</p> <p>De acuerdo al formato del Registro Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo R-MAN-GRL-00X:</p> <p>a) Para cada Plan de Mantenimiento Preventivo identificar requerimiento de Recursos Humanos, Maquinarias y Equipos asociados a la realización de todas las Operaciones de Mantenimiento Preventivo.</p> <p>b) Para cada Plan de Mantenimiento Preventivo, identificar Materiales y Repuestos demandados en el horizonte de un año de acuerdo al Modelo de Inventario de "Lote Económico de Pedido".</p>	Equipo de Trabajo para la Planificación del Mantenimiento Preventivo	
12	<p>Ingresar Datos de Mantenimiento de Equipos en SAP PM</p> <p>a) Definir Frecuencia de Plan de Mantenimiento y datos generales.</p>	Ingeniero Planificador División	
Elaborado por:		Aprobado por:	VIST Gestión de Calidad

		Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	R-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
			Revisión: 07	Página 9 de 16
	del Plan: Título, Centro de Planificación, Clase de Orden, Puesto Trabajo responsable, Prioridad, Grupo Planificador y Clase de actividad PM.			Planificación de Mantenimiento
	b) Ingrese datos de Programación, Hoja de Ruta para cada uno de los Equipos.			
	c) Copiar Planes de Mantenimiento asociados a Paros de Planta en Disco Q.			
13	Preparar Programa y Presupuesto Anual de MP a) Utilizando Registro Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo R-MAN-GRL-00X, listar para cada Plan de Mantenimiento Preventivo: <ul style="list-style-type: none"> Operaciones que se realizarán al año siguiente. Recursos que se utilizarán en el año siguiente. b) Generar Carta Gantt con el Programa Anual de Mantenimiento Preventivo, utilizando MS Project. c) Generar Presupuesto Anual de Mantenimiento Preventivo identificando las partidas: <ul style="list-style-type: none"> Contratos de Mantenimiento Materiales Generales Equipos y Repuestos d) Enviar memorándum a Jefe Departamento de Mantenimiento para su revisión.	Jefe División Planificación de Mantenimiento		
14	Revisar Programa y Presupuesto Anual de MP propuestos a) Utilizando Registro Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo R-MAN-GRL-00X y sub-módulo Mantenimiento Planificado del módulo SAP PM, revisar Programación y Presupuesto Anual de MP. <ul style="list-style-type: none"> Si se encuentra correcto, visar y enviar a Ingeniero Analista para ser agregado al Presupuesto Operativo del Departamento de Mantenimiento. Si no se encuentra correcto, enviar de regreso a Jefe de la División Planificación de Mantenimiento para su corrección. 	Jefe Departamento de Mantenimiento		
15	Preparar Manual de Inspección y Mantenimiento	Jefe División Planificación de Mantenimiento		
Elaborado por:		Aprobado por:	VTB Gestión de Calidad	

		Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	R-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
			Revisión: 07	Página 10 de 16
	a) Del Programa Anual de MP aprobado por el Jefe del Departamento de Mantenimiento, reunir Planes de Mantenimiento Preventivo y diseñar Manual de Mantenimiento Preventivo, especificando naturaleza, cantidad, duración y frecuencia de las actividades.			
	b) Enviar memorándum a Jefe Departamento de Mantenimiento para su revisión.			
16	Revisar Manual de Inspección y Mantenimiento b) Utilizando Registro Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo R-MAN-GRL-00X, sub-módulo Mantenimiento Planificado del módulo SAP PM y Programa Anual de MP, revisar Programación y Presupuesto Anual de MP. <ul style="list-style-type: none"> Si se encuentra correcto, visar y enviar a Departamento de Prevención de Riesgos para ser agregado al Programa y al Manual de Seguridad de Combustibles Líquidos de la Refinería. Si no se encuentra correcto, enviar de regreso a Jefe de la División Planificación de Mantenimiento para su corrección. 	Jefe Departamento de Mantenimiento		
5.0 INDICADORES				
Porcentaje de Equipos estudiados bajo Análisis de Criticidad				
<ul style="list-style-type: none"> Forma de Cálculo: $\frac{\text{Número de Equipos Analizados}}{\text{Número de Equipos Estudiados}} \times 100$ Fuentes de Información: Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo R-MAN-GRL-00X Presentación: Gráfica Circular Mensual Responsable: Ingeniero Analista DPM Distribución: Jefe Depto. Mantenimiento, Jefe Depto. Ingeniería de Plantas 				
Porcentaje de Equipos estudiados bajo Análisis de Fallas				
<ul style="list-style-type: none"> Forma de Cálculo: $\frac{\text{Número de Equipos Críticos e Inespecíficos Analizados}}{\text{Número de Equipos Críticos e Inespecíficos}} \times 100$ Fuentes de Información: Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo R-MAN-GRL-00X Presentación: Gráfica Circular Mensual Responsable: Ingeniero Analista DPM Distribución: Jefe Depto. Mantenimiento 				
Elaborado por:		Aprobado por:	VTB Gestión de Calidad	

	Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
		Revisión: 07	Página 11 de 16

Porcentaje de Equipos con Plan de MP asociado

- Forma de Cálculo: $\left[\frac{\text{Número de Equipos Críticos y Semicríticos con Plan de MP}}{\text{Número de Equipos Críticos y Semicríticos}} \right] \times 100$
- Fuentes de Información: Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo R-MAN-GRL-00X
- Presentación: Gráfica Circular Mensual
- Responsable: Ingeniero Analista DPM
- Distribución: Jefe Depto. Mantenión


Porcentaje de HH Planificadas en MP

- Forma de Cálculo: $\left[\frac{\text{Número de HH Planificadas en MP}}{\text{Número de HH Disponibles}} \right] \times 100$
- Fuentes de Información: Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo R-MAN-GRL-00X
- Presentación: Gráfica Circular Mensual
- Responsable: Ingeniero Analista DPM
- Distribución: Jefe Depto. Mantenión

6.0 DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Procedimiento Programa de Confabilidad Operacional e Integridad Mecánica P-MAN-GRL-009

Elaborado por:	Aprobado por:	V8B ⁹ Gestión de Calidad

	Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
		Revisión: 07	Página 12 de 16

7.0 REGISTROS QUE EMANAN DE SU APLICACIÓN

Identificación	Protección	Almacenamiento	Retención	Recuperación	Disposición
D1: Diagrama de Decisiones	Jefe Depto.	PC Jefe Departamento	1 año	Nombre de Archivo	Traspaso a archivo magnético
D2: Organigrama Equipo de Trabajo para el Mantenimiento Preventivo	Jefe DPM	PC Jefe DPM	1 año	Nombre de Archivo	Dstrucción
D3: Registro Información de Entrada para la Planificación del Mantenimiento Preventivo	Jefe DPM	Intranet ERBB	1 año	Nombre de Archivo	Traspaso a archivo magnético
D4: Diagrama Funcional	Ing. Planificador DPM	SAP PM	Indefinido	Nº y clave de Usuario	-
D5: Registro Análisis de Criticidad	Jefe DPM	PC Jefe DPM	1 año	Nombre de Archivo	Traspaso a archivo magnético
D6: Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo	Jefe DPM	Intranet ERBB	1 año	Nombre de Archivo	Dstrucción
D7: Diagrama de Desglose de Funciones	Ing. Planificador DPM	SAP PM	Indefinido	Nº y clave de Usuario	-
D8: Registro Análisis de Fallas	Jefe DPM	Intranet ERBB	1 año	Nombre de Archivo	Traspaso a archivo magnético
D9: Data Sheet	Ing. Planificador DPM	SAP PM	Indefinido	Nº y clave de Usuario	-
D10: Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo	Jefe DPM	Intranet ERBB	1 año	Nombre de Archivo	Traspaso a archivo magnético
D11: Instructivo de Mantenimiento Preventivo	Ing. Planificador DPM	SAP PM	Indefinido	Nº y clave de Usuario	-
D12: Programa Anual de Mantenimiento Preventivo	Jefe DPM	PC Jefe DPM	6 años	Nombre de Archivo	Dstrucción
D13: Presupuesto Anual de Mantenimiento Preventivo	Jefe DPM	PC Jefe DPM	6 años	Nombre de Archivo	Dstrucción
D14: Manual de Inspección de Mantenimiento Preventivo	Jefe DPM	PC Jefe DPM	Indefinido	Nombre de Archivo	-

Elaborado por:	Aprobado por:	V8B ⁹ Gestión de Calidad

	Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GR-001	Fecha: 11/10/13
		Revisión: 07	Página 13 de 16

8.0 TERMINOLOGÍA

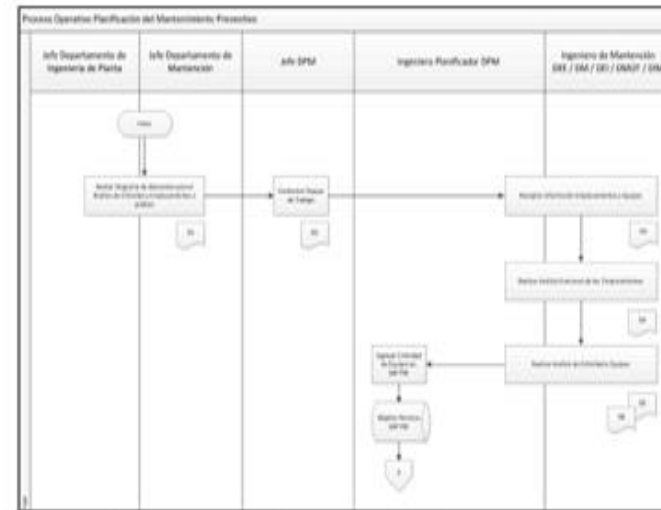
Término	Definición
Análisis de Criticidad	Metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de tomar decisiones acertadas, enfocando los esfuerzos de mantenimiento hacia las áreas donde es más necesario mejorar la confiabilidad operacional. Permite generar una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado diferenciando tres zonas de clasificación: CRÍTICO, Semicrítico y No Crítico.
Niveles de Criticidad	A - Equipos Críticos: Son aquellos equipos cuya falla de su integridad mecánica podría tener consecuencias graves en las instalaciones, en la calidad del producto y con alto impacto posterior en la seguridad y salud de las personas, la comunidad cercana y en el medio ambiente. B - Equipos Semicríticos: Son aquellos equipos que siguen siendo importantes, pero una falla de estos tendrá un impacto menor en la producción, medio ambiente e imagen de la empresa. C - Equipos No Críticos: Son aquellos equipos que no se consideran en las definiciones anteriormente citadas.
Programa de Confiabilidad Operacional e Integridad Mecánica	Conjunto de procedimientos, instructivos y sistemas de apoyo, cuyo propósito es establecer las acciones de planificación, programación, ejecución y control de las inspecciones y mantenimientos de las instalaciones y equipos críticos de Refinería Rio Bio, para asegurar su disponibilidad, confiabilidad operacional y mecánica.
Análisis Funcional de Empoizamiento	Comprende definir el funcionamiento de una planta, especificando en él los equipos que se encuentran activos. La definición deberá de contener parámetros de operación, los equipos involucrados, y rutas de proceso.
Sistema	Conjunto que realiza una función específica en un servicio determinado dentro del proceso, pudiéndose identificar una entrada y una salida, incluyendo todos los equipamientos disponibles para la operación de los mismos.
Subsistema	Son aquellos equipos que posibilitan que el sistema realice su función operativa y se pueden dividir por sus funciones específicas.
Item Mantenable	Es la unidad final de la estructura jerárquica de equipos. Se refiere a las partes de los equipos sobre las cuales es necesario acciones de mantenimiento con el fin de alcanzar la confiabilidad deseada, dado que se refiere a aquella parte cuya falla provoca una pérdida de la capacidad del sistema para que continúe operando dentro de los estándares de desempeño especificados o determinados para un proceso.
Falla Funcional	Implica la manera en que el equipo deja de cumplir su función principal.
Modo de Falla	Se define como la forma en la que un activo pierde su habilidad para desempeñar su función, entrando en el estado de falla, falla funcional.
Efectos del Modo de Falla	Expresa qué sucederá al ocurrir la falla funcional.

Elaborado por:	Aprobado por:	VIBI Gestión de Calidad
----------------	---------------	-------------------------

	Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GR-001	Fecha: 11/10/13
		Revisión: 07	Página 14 de 16

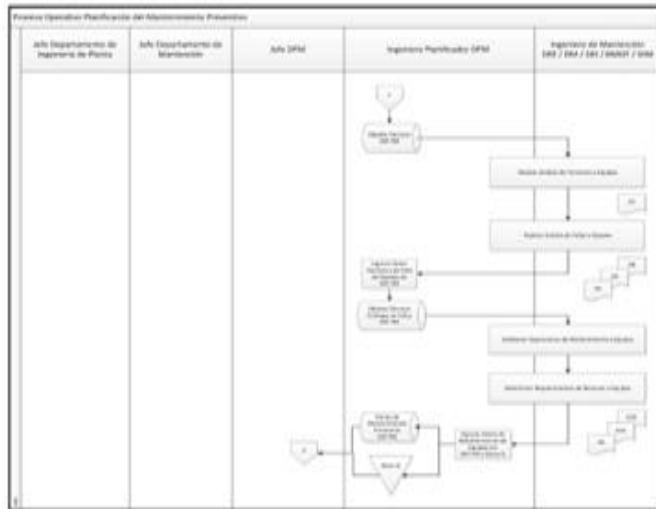
9.0 ANEXOS

DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO OPERATIVO PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO



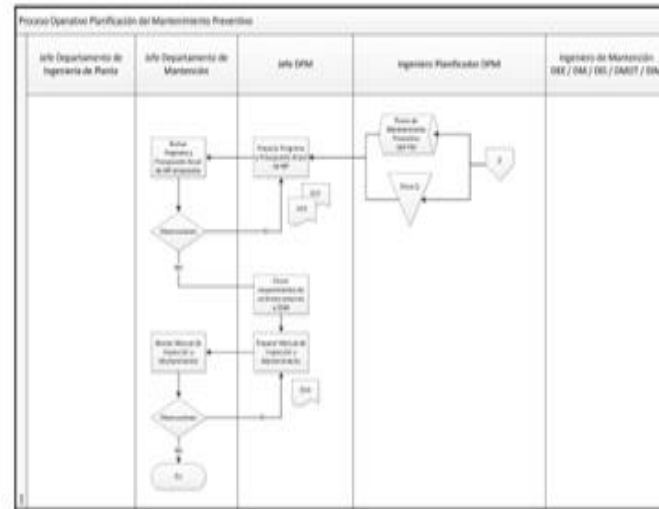
Elaborado por:	Aprobado por:	VIBI Gestión de Calidad
----------------	---------------	-------------------------

	Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRU-001 Revisión: 07	Fecha: 11/10/13 Página 15 de 18
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------------




Elaborado por:	Aprobado por:	VIBI Gestión de Calidad
----------------	---------------	-------------------------

	Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRU-001 Revisión: 07	Fecha: 11/10/13 Página 16 de 18
-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------------



Elaborado por:	Aprobado por:	VIBI Gestión de Calidad
----------------	---------------	-------------------------

Procedimiento Control del Mantenimiento Preventivo

	Procedimiento Control del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRL-008 Revisión: 00	Fecha: 11/10/13 Página 1 de 7
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------

1.0 OBJETIVO

Establecer el sistema de actuación y los criterios generales para controlar de manera correcta la ejecución de los Planes de Mantenimiento Preventivo asociados a los equipos pertenecientes a ENAP Refinería Bío Bío, con el fin de asegurar la confiabilidad y la disponibilidad de sus Unidades de Producción.

2.0 ALCANCE

El Control del Mantenimiento Preventivo es aplicable a los equipos e instalaciones pertenecientes a las Unidades de Producción de ENAP Refinería Bío Bío. Comprende el desarrollo de los Indicadores de Control, la Presentación del Informe de Gestión y la Definición de Acciones Correctivas y de Mejoramiento a corto, mediano y largo plazo.

3.0 RESPONSABILIDADES

	JOM	JOPM	JOPMP	JOEI	JOM	JOEI	JOMOT	JOM
Asegurar cumplimiento y actualización del presente Procedimiento	R							
Elaborar Indicadores de Control e Informe de Gestión			C	R				
Elaborar Resultados de Informe de Gestión	R	C						
Proponer Acciones Correctivas y Preventivas	R	R		R	R	R	R	R

JOM: Jefe Departamento de Mantenimiento
 JOPM: Jefe División Planificación de Mantenimiento
 JOPMP: Ingeniero Analista División Planificación de Mantenimiento
 JOEI: Jefe División Bases Estáticas
 JOM: Jefe División Mecánica
 JOE: Jefe División Electricidad e Instrumentos
 JOMOT: Jefe División Mantenimiento Oreaductos y Terminales

JOM: Jefe División Ingeniería de Mantenimiento
 R: Responsable ejecutor de la actividad
 C: Colabora en la actividad
 I: Toma conocimiento de la actividad para la toma de decisiones

4.0 SECUENCIA DE ACTIVIDADES

N°	Actividad	Responsable(s)
1	Elaborar Indicadores de Control a) Elaborar indicadores de Eficacia, Eficiencia y Calidad según requerimientos del ítem 5.0 del Procedimiento Planificación del Mantenimiento Preventivo y del presente documento. b) Los Indicadores del presente documento responden a la Ejecución de los Planes de Mantenimiento Preventivo, por ello, sus fuentes de información a consultar para su elaboración son las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Indicador Porcentaje de OTs Preventivas Por Plan ejecutadas. 	Ingeniero Analista División Planificación de Mantenimiento

Elaborado por:	Aprobado por:	VSBF Gestión de Calidad
----------------	---------------	-------------------------

	Procedimiento Control del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRL-008 Revisión: 00	Fecha: 11/10/13 Página 2 de 7
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------


Elaborar a partir de Base de Datos OTs del Módulo SAP PM e informe de cumplimiento elaborado por Programador de la División Planificación de Mantenimiento.


- **Indicadores Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad:** Elaborar a partir de submódulo Sistema de Información del Módulo SAP PM, transacción MCUB.
- **Porcentaje de OTs Preventivas Por Condición asociadas a MP:** Elaborar a partir de Base de Datos OTs del Módulo SAP PM e informe de cumplimiento elaborado por Programador de la División Planificación de Mantenimiento.
- **Porcentaje de OTs Correctivas asociadas a MP:** Elaborar a partir de Base de Datos OTs del Módulo SAP PM e informe de cumplimiento elaborado por Programador de la División Planificación de Mantenimiento.
- **Tasa de ejecución de HH planificadas en MP:** Elaborar a partir de Base de Datos OTs del Módulo SAP PM.
- **Tasa de ejecución de Presupuesto de MP:** Elaborar a partir de Base de Datos OTs del Módulo SAP PM.
- **Número de accidentes relacionados a MP:** Elaborar a partir de Base de Datos OTs del Módulo SAP PM e Informe Estadística de Accidentabilidad del Depto. Mantenimiento.

Elaborar Informe de Gestión

2	a) Elaborar Informe de Gestión según Procedimiento Informe Gestión de Mantenimiento P-MAN-GRL-008, incorporando Indicadores otados en la actividad N°1. b) Enviar memorándum a Jefe Departamento de Mantenimiento para su revisión.	Ingeniero Analista División Planificación de Mantenimiento
---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------

Elaborado por:	Aprobado por:	VSBF Gestión de Calidad
----------------	---------------	-------------------------

		Procedimiento Control del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRL-00X Revisión: 00	Fecha: 11/10/13 Página 3 de 7
3	Revisar Informe de Gestión a) Utilizando Procedimiento Informe Gestión de Mantenimiento P-MAN-GRL-00X revisar Informe de Gestión. <ul style="list-style-type: none"> Si se encuentra correcto, visar y enviar a Departamento Ingeniería, Departamento de Almacenamiento y Terminales, Departamento Control de Calidad, Departamento Producción y Gerencia General. Si no se encuentra correcto, enviar de regreso a Ingeniero Analista de la División Planificación de Mantenimiento para su corrección. 	Jefe Departamento de Mantenimiento		
4	Exponer Informe de Gestión a) Citar a Jefes de División del Departamento de Mantenimiento a reunión de mejoramiento según indica Instructivo Reunión de Mejoramiento I-MAN-GRL-003. b) Exponer resultados de Indicadores según muestra Informe de Gestión del Departamento de Mantenimiento.	Jefe Departamento de Mantenimiento		
5	Analizar indicadores asociados a la Planificación y la Ejecución del MP a) Analizar Indicaciones del Informe de Gestión, en especial aquellos ligados al Mantenimiento Preventivo. b) Poner atención a indicadores de Mantenimiento Preventivo de acuerdo al comportamiento de las Manteniones Correctivas y las Manteniones Preventivas Por Condición. c) Consultar dudas con Ingenieros de Mantenimiento de las Divisiones del Departamento de Mantenimiento.	Jefe Departamento de Mantenimiento Jefes División Planificación de Mantenimiento, División Equipos Estáticos, División Mecánica, División Electricidad e Instrumentos, División Mantenimiento de Oleoductos y Terminales, División Ingeniería de Mantenimiento, División Servicios de Mantenimiento		
6	Acordar acciones correctivas a) Acordar acciones correctivas, responsables y plazos de ejecución de acuerdo y registrar en	Jefe Departamento de Mantenimiento Jefes División Planificación de		
Elaborado por:		Aprobado por:		VSBT Gestión de Calidad

		Procedimiento Control del Mantenimiento Preventivo	P-MAN-GRL-00X Revisión: 00	Fecha: 11/10/13 Página 4 de 7
	Minuta de Reunión de Mejoramiento, según formato mostrado en el Instructivo Reunión de Mejoramiento I-MAN-GRL-003.	Mantenimiento, División Equipos Estáticos, División Mecánica, División Electricidad e Instrumentos, División Mantenimiento de Oleoductos y Terminales, División Ingeniería de Mantenimiento, División Servicios de Mantenimiento		
7	Acordar acciones de mejoramiento a) Acordar acciones de mejoramiento, responsables y plazos de ejecución de acuerdo y registrar en Minuta de Reunión de Mejoramiento, según formato mostrado en el Instructivo Reunión de Mejoramiento I-MAN-GRL-003.	Jefe Departamento de Mantenimiento Jefes División Planificación de Mantenimiento, División Equipos Estáticos, División Mecánica, División Electricidad e Instrumentos, División Mantenimiento de Oleoductos y Terminales, División Ingeniería de Mantenimiento, División Servicios de Mantenimiento		
5.0 INDICADORES				
Porcentaje de OTs Preventivas Por Plan ejecutadas				
<ul style="list-style-type: none"> Forma de Cálculo: $\left[\frac{\text{Número de OTs Preventivas Por Plan ejecutadas}}{\text{Número de OTs Preventivas Por Plan elaboradas}} \right] \cdot 100$ Fuentes de Información: Base de Datos OTs SAP PM Presentación: Gráfica Circular Mensual Responsable: Ingeniero Analista DPM Distribución: Jefe Depto. Mantenimiento 				
Confiablez				
<ul style="list-style-type: none"> Forma de Cálculo: $MTBF = TMEF = \frac{1000 \cdot \text{Tiempo Entre Fallas}}{n}$ Fuentes de Información: Base de Datos OTs SAP PM Presentación: Gráfica de Barras Mensual Responsable: Ingeniero Analista DPM Distribución: Jefe Depto. Mantenimiento 				
Mantenibilidad				
<ul style="list-style-type: none"> Forma de Cálculo: $MTTR = TMDR = \frac{1000 \cdot \text{Tiempo de Reparación}}{n}$ Fuentes de Información: Base de Datos OTs SAP PM Presentación: Gráfica de Barras Mensual Responsable: Ingeniero Analista DPM 				
Elaborado por:		Aprobado por:		VSBT Gestión de Calidad

	Procedimiento	P-MAN-GRL-008	Fecha:
	Control del Mantenimiento Preventivo	Revisión: 00	11/10/13
			Página 5 de 7

- Distribución: Jefe Depto. Mantenión

Disponibilidad

- Forma de Cálculo: $D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$
- Fuentes de Información: Base de Datos OTs SAP PM
- Presentación: Gráfica de Barras Mensual
- Responsable: Ingeniero Analista DPM
- Distribución: Jefe Depto. Mantenión

Porcentaje de OTs Preventivas Por Condición asociadas a MP

- Forma de Cálculo: $\left[\frac{\text{Número de OTs Preventivas Por Condición Identificadas asociadas a MP}}{\text{Número de OTs Preventivas Por Condición Identificadas}} \right] \times 100$
- Fuentes de Información: Base de Datos OTs SAP PM
- Presentación: Gráfica Circular Mensual
- Responsable: Ingeniero Analista DPM
- Distribución: Jefe Depto. Mantenión

Porcentaje de OTs Correctivas asociadas a MP

- Forma de Cálculo: $\left[\frac{\text{Número de OTs Correctivas Identificadas asociadas a MP}}{\text{Número de OTs Correctivas Identificadas}} \right] \times 100$
- Fuentes de Información: Base de Datos OTs SAP PM
- Presentación: Gráfica Circular Mensual
- Responsable: Ingeniero Analista DPM
- Distribución: Jefe Depto. Mantenión

Tasa de ejecución de HH planificadas en MP

- Forma de Cálculo: $\frac{\text{HH ejecutadas en MP}}{\text{HH planificadas en MP}}$
- Fuentes de Información: Base de Datos OTs SAP PM
- Presentación: Gráfica de Barras Mensual
- Responsable: Ingeniero Analista DPM
- Distribución: Jefe Depto. Mantenión

Tasa de ejecución de Presupuesto de MP

- Forma de Cálculo: $\frac{\text{Presupuesto de MP ejecutado}}{\text{Presupuesto de MP planificado}}$
- Fuentes de Información: Base de Datos OTs SAP PM
- Presentación: Gráfica de Barras Mensual
- Responsable: Ingeniero Analista DPM
- Distribución: Jefe Depto. Mantenión

Número de accidentes relacionados a MP

Elaborado por:	Aprobado por:	VSBT Gestión de Calidad

	Procedimiento	P-MAN-GRL-008	Fecha:
	Control del Mantenimiento Preventivo	Revisión: 00	11/10/13
			Página 6 de 7

- Forma de Cálculo: $\sum \text{Accidentes por ejecución de Planes de MP}$
- Fuentes de Información: Estadísticas de Accidentabilidad
- Presentación: Gráfica de Barras Mensual
- Responsable: Ingeniero Analista DPM
- Distribución: Jefe Depto. Mantenión

6.0 DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Procedimiento Informe Gestión de Mantenión P-MAN-GRL-008
- Instructivo Reunión de Mejoramiento I-MAN-GRJ-003.


7.0 REGISTROS QUE EMANAN DE SU APLICACIÓN

Identificación	Protección	Almacenamiento	Retención	Recuperación	Disposición
D10: Informe de Gestión Departamento de Mantenión	Jefe Depto.	Secretaría Departamento	2 años	Fecha	Traspaso a archivo magnético
D15: Minuta de Reunión de Mejoramiento	Jefe Depto.	PC Jefe Depto. y Jefes Divisiones	2 años	Nombre de Archivo y Fecha	Destrucción

8.0 TERMINOLOGÍA

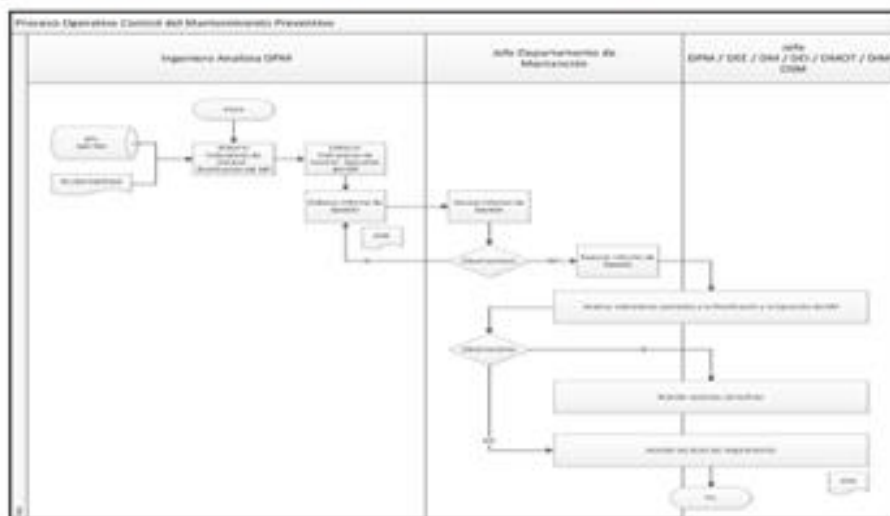
Término	Definición
Indicadores de Eficacia	Miden el grado de logro de objetivos, por lo tanto, pueden subclasificarse en dos categorías: <ul style="list-style-type: none"> Indicadores de Impacto: Mide el grado en que la actividad desarrollada mejora las condiciones iniciales. Indicadores de Producto: Mide la cantidad de bienes producidos y servicios prestados.
Indicadores de Eficiencia	Miden la relación entre la producción física del producto y los insumos utilizados para ello.
Indicadores de Calidad	Miden la capacidad de cumplir adecuadamente con los requisitos que esperan los usuarios, es decir, la relación entre la producción física del producto y lo esperado en términos de oportunidad, accesibilidad, presión, plazos.

Elaborado por:	Aprobado por:	VSBT Gestión de Calidad

	Procedimiento	P-MAN-GBL-00X	Fecha:
	Control del Mantenimiento Preventivo	Revisión: 00	11/10/13 Página 7 de 7


3.0 ANEXOS

DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO OPERATIVO CONTROL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Elaborado por:	Aprobado por:	VTBT Gestión de Calidad
----------------	---------------	-------------------------

Registro Análisis de Fallas

	Registro Análisis de Fallas	R-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
		Versión: 00	Página 1 de 4

Integrantes del Equipo de Trabajo:

	Nombre	División
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

Responsable Equipo de Trabajo: _____
 Emplazamiento: _____ Planta: _____

Sistema: _____
 N° Equipo: _____ TAG: _____ Categoría: _____ Clase: _____

Subsistema	Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Causa-Raíz del Modo de Falla	Efecto del Modo de Falla	Consecuencias del Modo de Falla				Probabilidad de Ocurrencia del Modo de Falla	Riesgo	
						SMA	E	P	CM			Resultante

Diagrama de Desglose de Funciones Asociado: _____

Nota: "Resultante" es el valor final del Impacto del Modo de Falla, correspondiente al valor máximo resultante entre la evaluación de los cuatro ámbitos definidos.
 Riesgo = Probabilidad de Ocurrencia del Modo de Falla • Impacto del Modo de Falla

	Registro Análisis de Fallas	R-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
		Versión: 00	Página 2 de 4

Tabla N°1: Terminología

Termino	Definición
Emplazamiento	Código de Identificación Único del Área asociada a una Unidad de Producción. Se obtiene de SAP PM.
Planta	Código de Identificación Único del Área asociada a un Emplazamiento. Se obtiene de SAP PM.
Sistema	Conjunto que realiza una función específica o entrega un servicio determinado dentro de un proceso en una Planta específica. En él se puede identificar una entrada y una salida.
N° Equipo	Número de Identificación Único del Equipo. Se obtiene desde SAP PM.
TAG	Código de Identificación Único del Equipo representativo de su Ubicación Técnica en Planta. Se obtiene desde SAP PM.
Categoría	Código de Identificación de la Categoría del Equipo. Véase Anexo A Norma ISO 14224
Clase	Código de Identificación de la Clase del Equipo. Véase Anexo A Norma ISO 14224
Subsistema	Son aquellos equipos que posibilitan que el Sistema realice su función operativa y se pueden dividir por sus funciones específicas.
Función	Función Principal del Subsistema, vale decir es la Función Secundaria del Equipo.
Falla Funcional	Implica la manera en que el equipo deja de cumplir su función principal.
Modo de Falla	Se define como la forma en la que un activo pierde su habilidad para desempeñar su función, entrando en el estado de falla, falla funcional.
Efecto del Modo de Falla	Expresa qué sucedería al ocurrir la falla funcional.
Causa-Raíz del Modo de Falla	Se define como el gatillante de la falla del ítem mantenible, por lo tanto, es la causa que provoca el Modo de Falla.
Consecuencias del Modo de Falla	Es el resultado de la materialización del Modo de Falla, sin tener en cuenta las acciones y controles mitigantes. Para medirlo es necesario considerar los Efectos que provocará el Modo de Falla en los siguientes ámbitos: Seguridad de las Personas y del Medio Ambiente, Económico, Producción y Costos de Mantenimiento. Su determinación se efectúa de acuerdo a la Tabla N°2.
Probabilidad de Ocurrencia del Modo de Falla	Es la probabilidad con que puede ocurrir el Modo de Falla. Su determinación se efectúa de acuerdo a la Tabla N°3
Riesgo	Evaluación cuantitativa del Riesgo inherente del Modo de Falla.

	Registro Análisis de Fallas	R-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
		Versión: 00	Página 3 de 4

Tabla N°2: Clasificación de los Efectos de los Modos de Falla

		Consecuencias			
		Seguridad de las Personas y del Medio Ambiente (SMA)	Económico (E)	Producción (P)	Costos de Mantenimiento (CM)
Categoría	Menor 1	Lesiones leves, sin efectos físicos medibles y sin tiempo perdido. Daño ambiental leve dentro de las instalaciones	Daños que cuestan a la empresa menos de 100 MUSD	La falla detiene o baja la carga de la operación sólo de manera intermitente	Costos menores a 10 MUSD
	Moderado 3	Discapacidad y/o invalidez objetiva pero reversible y/o lesiones con tratamiento médico que implique tiempo perdido. Daño ambiental limitado localizado en área de operación y en áreas circundantes	Daños que cuestan a la empresa menos de 1 MMUSD	La falla detiene o baja la carga de la operación por 7 a 14 horas	Costos entre 10.000 USD y 20 MUSD
	Severo 5	Discapacidad y/o invalidez moderada irreversible (<30%). Daño ambiental mayor localizado en área local y regional	Daños que cuestan a la empresa menos de 10 MMUSD	La falla detiene o baja la carga de la operación por 24 horas	Costos entre 20 MUSD y 40 MUSD
	Catastrófico 7	Fatalidad o discapacidad o invalidez irreversible (>30%). Daño ambiental irreversible localizado en área nacional y global	Daños que cuestan a la empresa más de 10 MMUSD	La falla detiene o baja la carga de la operación por más de 24 horas	Costos mayores a 40 MUSD

Tabla N°3: Clasificación de la Probabilidad de Ocurrencia de los Modos de Falla


Probabilidad	Descripción
1 Improbable	El Modo de Falla se puede materializar después de 10 años (Probabilidad de Ocurrencia menor al 10%)
2 Moderada	El Modo de Falla se puede materializar 1 vez entre 5 y 10 años (Probabilidad de Ocurrencia entre 10% y un 60%)
3 Probable	El Modo de Falla se puede materializar 1 vez entre 1 y 5 años (Probabilidad de Ocurrencia entre 61% y 90%)
4 Casi Certeza	El Modo de Falla se puede materializar una o más veces en un año (Probabilidad de Ocurrencia mayor al 90%)

	Registro Análisis de Fallas	R-MAN-GRL-00X	Fecha: 11/10/13
		Versión: 00	Página 4 de 4

Figura N°1: Matriz de Riesgo

Catastrófico	7	C	C	C	C
	6	C	C	C	C
Severo	5	SC	SC	SC	C
	4	SC	SC	SC	C
Moderado	3	NC	SC	SC	C
	2	NC	NC	SC	C
Menor	1	NC	NC	NC	C
		1	2	3	4
		Improbable	Moderada	Probable	Casi Certeza

Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo

	Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo	R-MAN-GRL-00X Revisión: 00	Fecha: 11/10/13 Página 1 de 2
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------

Integrantes del Equipo de Trabajo:

	Nombre	División
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____
4	_____	_____
5	_____	_____
6	_____	_____
7	_____	_____
8	_____	_____
9	_____	_____

Responsable del Equipo de Trabajo: _____
 Fecha Reunión: _____ Hora de Inicio: _____ Hora de Término: _____

1.0 OBJETIVO DE LA REUNION (Marque con una x)

1. Análisis de Criticidad

2. Análisis de Fallas

3. Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo

2.0 RESULTADOS ANALISIS DE CRITICIDAD (Sólo si marcó opción 1)

Emplazamiento:							
N°	Planta	Total Equipos Habilitados	Total Equipos Críticos	Total Equipos Semicríticos	Total Equipos No Críticos	Total Equipos Analizados	Total Equipos Pendientes

Registro Asociado: Registro Análisis de Criticidad R-MAN-GRL-00X

3.0 RESULTADOS ANALISIS DE FALLAS (Sólo si marcó opción 2)

Emplazamiento:								
N°	Planta	Total Equipos Habilitados	Equipos Críticos		Equipos Semicríticos		Total Equipos Analizados	Total Equipos Pendientes
			Total	Analizados	Total	Analizados		

Registro Asociado: Registro Análisis de Fallas R-MAN-GRL-00X

	Registro Minuta Reunión Planificación del Mantenimiento Preventivo	R-MAN-GRL-00X Revisión: 00	Fecha: 11/10/13 Página 2 de 2
-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------

4.0 RESULTADOS DISEÑO DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (Sólo si marcó opción 3)

Emplazamiento:									
N°	Planta	Total Equipos Habilitados	Equipos Críticos		Equipos Semicríticos		Total Equipos Analizados	Total Equipos Pendientes	Total HH Planificadas
			Total	Con Plan	Total	Con Plan			

Registro Asociado: Registro Diseño de Planes de Mantenimiento Preventivo R-MAN-GRL-00X

5.0 OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

N°	Descripción	Solicitante

6.0 COMPROMISOS

N°	Descripción	Responsable	Fecha

