

DEFINICIÓN DE UN MODELO DE ESTRATEGIA OPERACIONAL PARA LA  
PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA  
MECÁNICOS ASOCIADOS S.A.S.

YENNY NERIETH NIÑO MALAVER

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2014

DEFINICIÓN DE UN MODELO DE ESTRATEGIA OPERACIONAL PARA LA  
PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA  
MECÁNICOS ASOCIADOS S.A.S.

YENNY NERIETH NIÑO MALAVER

Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: PEDRO DARIO NOVOA  
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARMANGA  
2014

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme cumplir otro logro que motiva a seguir confiando en El para lograr mis sueños.

A mi familia, mis Padres y mi hermanita que siempre me han apoyado y han sido mi motor motivador para soñar y creer que todas las cosas se consiguen cuando se enfoca en ellas y cuando se quiere de corazón.

A Ana Maria Gonzalez, quien a través de su orientación, información y apoyo direccionó, enfocó y aportó en el desarrollo de esta monografía de grado.

A todos los docentes de la especialización por su conocimiento compartido y la invitación a crecer, salir del molde y explorar el mundo del conocimiento y las oportunidades que están abiertas para aquel que quiera alcanzarlas.

A mis compañeros por hacer de este tiempo de la especialización momentos agradables para reír, conocer y compartir experiencias de vida inimaginables.

## CONTENIDO

	Pag
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>1. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 GLOSARIO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>20</b>
1.2.1 Planeación De Mantenimiento .....	20
1.2.2 Programación De Mantenimiento .....	22
<b>1.3 TAXONOMÍA DE EQUIPOS (ISO 14224).....</b>	<b>22</b>
<b>1.4 CRITICIDAD DE EQUIPOS (NORZOK Z-008).....</b>	<b>25</b>
<b>1.5 INSPECCIÓN BASADA EN RIESGO – RBI (API RBI 2008).....</b>	<b>30</b>
1.5.1 Análisis del riesgo.....	31
1.5.2 Revisión del Plan de Mantenimiento e inspección.....	31
1.5.3 Beneficios del RBI .....	31
<b>1.6 DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>32</b>
<b>1.7 GESTIÓN DE ACTIVOS – PAS 55 .....</b>	<b>34</b>
1.7.1 Definición.....	34
1.7.2 Estructura de un sistema de gestión de activos .....	39
1.7.3 Interacción con otros sistemas de gestión.....	40
1.7.4 Requerimientos del sistema de gestión de activos .....	41
<b>2. MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>43</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....</b>	<b>43</b>
2.1.1 Presentación Corporativa .....	43
2.1.2 Misión.. .....	43
2.1.3 Visión .. .....	44
2.1.4 Valores Corporativos .....	44
2.1.5 Oferta de Valor .....	45
2.1.6 Servicios.....	46
<b>2.2 ESTRATEGÍA CORPORATIVA DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>51</b>

2.2.1 Proceso de direccionamiento .....	53
2.2.2 Proceso esencial de mantenimiento .....	54
2.2.3 Proceso soporte corporativo .....	56
2.2.4 Proceso de medición y control .....	56
<b>2.3 SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN.....</b>	<b>61</b>
2.3.1 Etapa de dirección y planificación del Sigma .....	63
2.3.2 Etapa de implementación del Sigma.....	64
2.3.3 Etapa de medición, seguimiento, análisis y mejora continua del Sigma .....	67
<b>3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>69</b>
<b>3.1 DIAGNÓSTICO DE LA PERCEPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN COMO EMPRESA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>69</b>
3.1.1 Objetivo del Diagnostico.....	70
3.1.2 Metodología del diagnóstico de la empresa.....	70
3.1.3 Resultados del Diagnostico .....	70
<b>4. ESTRATEGIA CORPORATIVA PARA LA PRESTACIÓN DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>76</b>
<b>4.1 MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS MASA.....</b>	<b>76</b>
4.1.1 Plan estratégico Organizacional.....	78
4.1.2 Política, Estrategia, Objetivos y Análisis de demanda para la Gestión de Activos Físicos.....	79
4.1.3 Planes de Gestión de Activos .....	80
4.1.4 Conceptos – Criterios para toma de decisiones.....	80
4.1.5 Actividades del Ciclo de Vida.....	87
4.1.6 Desempeño de la Gestión de Activos Físicos.....	89
4.1.7 Análisis y Mejora de la GAF.....	90
4.1.8 Gestión de Riesgo .....	91
<b>4.2 MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS PARA PROYECTOS EN MARCHA.....</b>	<b>91</b>
4.2.1 Ejecución de Mantenimiento.....	93
4.2.2 Ingeniería de Mantenimiento.....	97
4.2.3 Ingeniería de Confiabilidad .....	101
4.2.3 Ingeniería de Activos .....	105
4.2.4 Gestión de Activos.....	108

<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>112</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>114</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Niveles que caracterizan la jerarquización de activos.....	23
Figura 2. Modelo básico de análisis de Criticidad .....	27
Figura 3. Matriz de Excelencia del Mantenimiento .....	32
Figura 4. Principios y atributos claves de la gestión de activos .....	36
Figura 5. Principios y atributos claves de la gestión de activos .....	37
Figura 6. Niveles de activos y su gestión .....	38
Figura 7. Vista global del sistema de gestión de activos .....	39
Figura 8. Ciclo PHVA para la gestión de activos. ....	40
Figura 9. Mapa general de ECM2 con los 12 elementos.....	52
Figura 10. Los trece (13) elementos de las tres (3) etapas del ciclo de mejora continua del SIGMA. .....	62
Figura 11. Modelo de gestión de activos .....	76
Figura 12. Modelo de Gestión de Activos Físicos y su correspondencia con el modelo de Mejoramiento Continuo.....	77
Figura 13. Modelo de Gestión de Activos para proyectos en marcha .....	92

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Entradas y salidas de los elementos del ECM2.....	57
Tabla 2. Aspectos claves identificados como oportunidades de mejora.....	71

## RESUMEN

**TITULO:** Definición de un Modelo de Estrategia Operacional para la prestación de Servicios de mantenimiento en la empresa Mecánicos Asociados S.A.S.

**AUTORES:** YENNY NERIETH NIÑO MALAVER

**PALABRAS CLAVE:** ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO, GESTIÓN DE ACTIVOS, PAS55.

El documento propone una metodología para la gestión de contratos de mantenimiento en las que se adoptan buenas prácticas de la industria, con un enfoque en Pass55 (Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos) con el desarrollo e implementación del modelo se busca integrar toda la experiencia de la empresa, definiendo las actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas a través de las cuales la organización gestione óptima y sosteniblemente sus activos y sistemas de activos, su desempeño asociado, riesgos y costos durante la etapa de operación, fase en la cual se enfoca la compañía.

El desarrollo de este trabajo fue motivado por la necesidad de integrar diferentes metodologías y sistemas de gestión existentes en la organización enfocado hacia los mismos resultados pero con una visión individual y desintegrada en el modelo organizacional, buscando integrar en un portafolio de servicios lo que sería una carta de navegación para la prestación de servicios.

El modelo se desarrolló para la empresa Mecánicos Asociados SAS delimitada para la unidad de negocio de Operación y Mantenimiento.

Mediante una aplicación práctica de un diagnóstico con personal idóneos de las operaciones se estableció un punto de partida a través de un diagnóstico de la situación actual y posteriormente se definieron estrategias tácticas y operativas que se deben alcanzar operaciones seguras, con procesos estandarizados y con una organización dinámica y ágil que agrega valor a través de la prestación de servicios.

\* Monografía

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Especialización en Gerencia de Mantenimiento,  
Director: Ingeniero Mecánico Pedro Darío Novoa

## SUMMARY

**TITLE:** DEFINITION OF A STRATEGY TO APPLICABLE OPERATIONAL MAINTENANCE CONTRACTS

**AUTHORS:** YENNY NERIETH NIÑO MALAVER

**KEYWORDS:;** MAINTENANCE STRATEGY, ASSET MANAGEMENT, PASS 55

The paper proposes a methodology for managing maintenance contracts in which industry's good practices are adopted. The investigation has focus on Pass55 (Specification for the optimized management of physical assets). The porpoise of the development and implementation of the model seeks to integrate the company experience, defining systematic and coordinated activities and practices through which an organization optimally and sustainably manages its assets and asset systems, their associated performance, risks and costs over their life cycle.

The development of this work was motivated by the need to integrate various methodologies and existing management systems in the organization focused on the same results but with a single and disintegrated in the organizational model view. Looking for the company to operate in alignment with business requirements to maintain design capacity, eliminating waste, rework and increasing the efficiency of operations. The model was developed for the company Mechanical Associates SAS bounded to the business unit of Operation and Maintenance.

Through a practical application of a diagnosis with appropriate operations personnel a starting point is established through a diagnosis of the current situation and then tactical and operational strategies must achieve safe operations, with standardized processes and organization were defined dynamic and agile that adds value through the provision of services.

\* Monograph

\*\* Engineering School Physical-Mechanical, Maintenance Management Specialization, head teacher: Mechanical Engineer Pedro Dario Novoa

## INTRODUCCIÓN

Mecanicos Asociados S.A.S (MASA) es una empresa colombiana líder en la prestación de servicios integrales de gestión de activos para el sector petrolero, de minería y energía, certificada en las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, OSHAS 18001: 2007. Cuenta con cinco unidades de negocio, Operación y mantenimiento, Proyectos y construcciones, Servicios Industriales, Consultoría, Facilidades temporales, con presencia en varios países en Suramérica y un respaldo internacional por pertenecer al grupo Stork technical Services.

MASA, en su afán por entender y satisfacer las necesidades de sus clientes y motivados en innovar, mejorar y reducir las desviaciones en la prestación de sus servicios, identificó la necesidad de consolidar su conocimiento y esfuerzos individuales en una estrategia corporativa de mantenimiento como medio para alcanzar los objetivos y metas trazadas a nivel global y no de manera sectorizada, con lineamientos claros que obedecieran a una directriz corporativa.

A pesar de los esfuerzos realizados en la elaboración y el inicio de la implementación de una Estrategia Corporativa de mantenimiento desarrollada, el proyecto no fue satisfactoriamente implementado e interiorizado por la organización, esto se ve reflejado en Servicios de Mantenimiento que inician de manera desorientada y desorganizada, con consecuencias como, clientes no conformes con los resultados de gestión de desempeño puesto que difieren de sus expectativas. De igual manera se evidencia al interior de la organización las diferentes formas de prestar un mismo servicio obedeciendo más a la experticia del responsable del Contrato y no a un modo común de operar con lineamientos gerenciales sistémicos y ordenados que sean parte de la Cultura de la prestación del Servicio.

Las estrategias corporativas, son herramientas utilizadas como medios para alcanzar los objetivos y metas de la organización, buscando la mayor reducción de

las desviaciones, entre lo sistemáticamente establecido, y lo alcanzado por las operaciones. Con frecuencia, en las compañías se intenta reducir éstas desviaciones a nivel general, pero los lineamientos no obedecen a una directriz corporativa, por tanto se logran mejoras sustanciales, pero de forma sectorizadas y no a nivel corporativo. Buscando con el desarrollo de este trabajo proponer una Estrategia Corporativa de Mantenimiento de MASA, que cuente con una definición y directrices claras que orienten en lo que será para la organización una forma sencilla de ejecutar las actividades específicas en sus operaciones.

El desarrollo de este trabajo de grado busca evaluar la aplicabilidad y utilización de la estrategia actual, y proponer un modelo en el que se integre la experiencia de la organización con los estándares y prácticas reconocidas en la industria con el fin de orientar, controlar los servicios ofrecidos, y agregar valor a nuestros clientes. El alcance de este documento no contempla la implementación del modelo, se limita a sugerir una forma de operar con la que se espera tener una organización más integrada con actividades y prácticas coordinadas y sistémicas a través de las cuales la organización gestione de manera óptima y sostenible los activos en cualquiera de las etapas del ciclo de vida.

# 1. MARCO CONCEPTUAL

## 1.1 GLOSARIO

- **Activo:** Los edificios, la maquinaria de campo, y otros componentes permanentes requeridos por el usuario para producir y suministrar los productos.
- **Gestión de activos:** Actividades y Prácticas coordinadas y sistemáticas a través de las cuales una organización gestiona óptima y sosteniblemente sus activos y sistemas de activos, su desempeño asociado, riesgos y costos durante su ciclo de vida, con el propósito de lograr el plan estratégico organizacional.
- **Ciclo de vida del Activo:** Todas las etapas de la vida de un activo comprendidas por: fase de estudio, diseño, construcción, adquisición, operación, mantenimiento, mejoramiento, desmantelamiento y disposición final.
- **Costo de Ciclo de Vida:** Es la metodología que permite cuantificar detalladamente los costos asociados a la adquisición, instalación, operación, mantenimiento y disposición final de un activo, orientando los aspectos claves del desempeño de los activos hacia la optimización de los costos durante todo su ciclo de vida.
- **Costos de ciclo de vida (LCC, Life Cycle Cost):** Suma total de todos los costos incurridos un activo o sistema de activos a través de todo su ciclo de vida.
- **Gestión de Riesgo:** Es un método lógico y sistemático de establecer el contexto, identificar, analizar, evaluar, tratar, monitorear y comunicar los riesgos asociados con una actividad, función o proceso de una forma que permita a las organizaciones minimizar pérdidas y maximizar oportunidades.
- **Cadena de Suministros (abastecimiento):** Flujo de materiales o de información que se establece dentro de cada organización o fuera de ella, con sus respectivos proveedores y clientes.
- **Confiabilidad:** Probabilidad de que un activo o sistema de activos cumpla su función satisfactoriamente durante un periodo de tiempo determinado, bajo condiciones de uso específicas. En su concepto básico la confiabilidad se define como la capacidad probada de los equipos, el proceso y las personas de una organización de producción para cumplir con las expectativas establecidas

en las áreas claves de desempeño a unas condiciones dadas en intervalo dado.

- **Confiabilidad Operacional:** Serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control del proceso productivo.
- **Disponibilidad:** Es la habilidad de un componente o de una planta para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante de tiempo dado sobre un intervalo de tiempo dado asumiendo que se tienen los recursos externos requeridos.
- **Mantenibilidad:** Probabilidad de que un activo o sistema de activos sea reparado satisfactoriamente desde un estado de falla a un estado operativo en un tiempo determinado, bajo condiciones específicas.
- **Mantenimiento:** Es la combinación de todas las acciones técnicas y administrativas asociadas, incluyendo acciones de supervisión, encaminadas a mantener un componente, o a restaurarlo a un estado en el cual puede realizar la función requerida
- **Mantenimiento correctivo, mantenimiento reactivo o mantenimiento a rotura:** El mantenimiento que se lleva a cabo después que una falla ha ocurrido con el propósito de restaurar el componente al estado en el cual este pueda realizar la función requerida
- **Mantenimiento consiente a falla:** Opción de mantenimiento que se selecciona para componentes donde no se justifica una inspección o un mantenimiento proactivo. Es decir, componentes con criticidad despreciable, y donde las tareas de mantenimiento proactivo no se consideran costo – efectivas.
- **Mantenimiento preventivo:** Una estrategia de mantenimiento de los equipos basada en el reemplazo, reparación general, o desecho de un componente a un intervalo fijo, sin importar su condición al tiempo de ejecución.
- **Mantenimiento Proactivo:** Mantenimiento planeado que se lleva a cabo a intervalos predeterminados o que corresponden a criterios prescritos (condiciones) con el propósito de prevenir la probabilidad de falla o la degradación del desempeño de un componente. También conocido como mantenimiento preventivo.
- **Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM):** Es un proceso estructurado y multidisciplinario que soporta la decisión para determinar costo-efectivamente los requerimientos del mantenimiento óptimo de un activo físico

en su contexto operativo. Permite establecer las estrategias de mantenimiento óptimas, ya sea de carácter preventivo, por condición, y a rotura, mediante la estructuración de un paquete de requerimientos de mantenimiento optimizados en cuanto al costo o en términos de frecuencia e intervalo de ejecución.

- **Mantenimiento Predictivo:** Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo o sistema productivo. Para ello, se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, termografías, análisis de vibraciones.
- **Mantenimiento planeado:** Mantenimiento organizado y llevado a cabo con control y uso de registros a un plan predeterminado.
- **Mantenimiento Programado:** El mantenimiento preventivo que se lleva de acuerdo con un programa de tiempo establecido. En ciertas instancias, horas de operación, distancia recorrida.
- **Mantenimiento rutinario:** Tareas de mantenimiento para soporte a la operación, las cuales son de bajo costo o bajo riesgo.
- **Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO):** Proceso estructurado que establece las especificaciones y planes de mantenimiento para los equipos y sistemas de una planta, usando el análisis cualitativo y cuantitativo de los activos y datos estadísticos de sus fallas para hacer énfasis en la reducción de los costos económicos por confiabilidad y mantenimiento costo-beneficio.
- **Avería:** Incapacidad de un aparato para cumplir la función requerida.
- **Falla:** Condición anormal que puede causar una reducción en, o pérdida de la capacidad de un componente para realizar la función requerida.
- **Falla funcional:** La terminación de la habilidad de un componente para realizar una función requerida, o comportamiento no de acuerdo con los requerimientos especificados.
- **Causa de falla:** circunstancias que hayan generado una avería durante el diseño, fabricación o uso.
- **Consecuencia de falla:** Daño o daño potencial de una falla a la seguridad, medio ambiente, o afectación económica por dalo a equipos o instalaciones.

- **Modo de falla:** Es la descripción cualitativa de cómo un componente puede fallar (Ejemplo: Fuga por el agujero de una vasija, filtro bloqueado, rodamiento sobredimensionado, etc.)
- **Probabilidad de falla:** La medida de la probabilidad que una falla ocurra.
- **Análisis de los modos y efectos de falla (FMEA):** Un método cualitativo de análisis de confiabilidad que involucra el estudio de los modos de falla y la determinación de los efectos de cada modo de falla sobre otros componentes y sobre la función requerida del componente.
- **Tasa de falla:** Número total de fallas de un componente por unidad de tiempo. Tasa de falla ( $\lambda$ ) = 1 / MTBF.
- **Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF):** Tiempo Promedio Entre Fallas. Usualmente se asume cero o un tiempo de reparación despreciable.  $MTBF = 1 / \text{Tasa de falla}$ . Para componentes que no se reparan se usa algunas veces el tiempo Medio a fallar.
- **Tiempo Estimado Entre Consecuencias sin mantenimiento (ETBC):** Es el tiempo estimado entre fallas con tareas de mantenimiento proactivo especificadas. Esto refleja la efectividad del mantenimiento proactivo en prevenir la ocurrencia de una falla inesperada.
- **Tiempo Estimado Entre Falla sin mantenimiento (ETBF):** Es el tiempo estimado entre fallas si no hay mantenimiento (Esto es sin que realice observación e intervención humana)
- **Análisis de Causa Raíz (RCA):** Metodología disciplinada que permite identificar las causas físicas, humanas y latentes de cualquier tipo de falla o incidente que ocurren una o varias veces permitiendo adoptar las acciones correctivas que reducen los costos del ciclo de vida útil del proceso, mejora la seguridad y la confiabilidad del negocio.
- **Árbol de equipos:** Estructura de unidades productivas, con equipos y componentes y elementos de la unidad mayor, que en su conjunto conforman la totalidad de equipos de la Planta.
- **Planeación y Programación (P&S):** Proceso estructurado que soporta la planeación, programación y ejecución de las actividades de mantenimiento para lograr la máxima calidad, eficacia de los recursos de mantenimiento y confiabilidad del proceso productivo.
- **Planeador:** Persona encargada de realizar la asignación de recursos, tiempo, personal y fecha en que la OT se podrá realizar.

- **Programador:** Persona encargada de poner los recursos, materiales en el lugar y día preciso, de acuerdo con el Planeador.
- **Nivelación de carga de trabajo:** consistente en balancear las actividades planeadas, con respecto al recurso disponible en el tiempo.
- **Frente de trabajo:** Persona o personas encargada(s) de desarrollar la OT, de aplicar los procedimientos de trabajo para cada actividad y de reportar en el sistema de administración del mantenimiento (CMMS), toda actividad desarrollada en el equipo para la cual la OT fue creada.
- **Orden de Trabajo OT:** Documento que soporta toda la estrategia de mantenimiento, a través de un proceso de planeación, presupuestación, programación, ejecución y seguimiento y control. La OT también es un sistema de control y de información que suministra instrucciones para realizar una tarea, duración estimada de una tarea, prioridad de la tarea, descripción de la tarea, retroalimentación de lo que se hizo, tiempo muertos, repuestos utilizados y costo.
- **Documentación de trabajos:** Es el proceso de recolectar la información completa y exacta de los trabajos de mantenimiento realizados al activo intervenido, bien sea manualmente computarizada.
- **Estándar Job:** Trabajo estándar. Se refiere a actividades preventivas y correctivas de mantenimiento, conocidas y repetitivas susceptibles de documentarse para que cualquier técnico pueda hacerlas. Por ejemplo:
  - a. Cambio de sello para bombas.
  - b. Cambio de diagrama de diafragma en el actuador de válvula de control.
  - c. Cambio de bujías en motores a gas.
- **Gerenciamiento de la información (RIM):** Proceso de Gerenciamiento de la Información de Confiabilidad y Mantenimiento, que permite categorizar mediante la estandarización de la información de los activos, en sus aspectos de mantenimiento y confiabilidad. Esta categorización y estandarización de la información, permite a las organizaciones diseñar una gestión confiable de su información y utilizarla en la elaboración de indicadores, estudios, análisis, etc.
- **Indicador de gestión:** Mecanismo a través del cual se evalúa el desempeño de la gestión de mantenimiento en aspectos de cumplimiento, recursos, costos e identificación de restricciones para la toma de decisiones a futuro.
- **Gerenciamiento de paradas de campo:** Plan estratégico de mantenimiento planeado y programado que permite optimizar el alcance de las actividades, métodos y tiempos de ejecución minimizando el riesgo y el impacto operacional donde una unidad o planta se coloca fuera de servicio, por un

ciclo importante de tiempo para inspecciones relacionadas con la integridad, mantenimientos preventivos, o renovación de equipos críticos.

- **Inspección:** Actividades tales como medir, examinar, probar, calibrar, una o más características de un producto o servicio y compararlas con los requerimientos específicos para determinar una conformidad.
- **Inspección no intrusiva:** La inspección que se puede llevar a cabo por fuera, usualmente sin la necesidad de tomar tiempo para ser inspeccionado fuera de servicio.
- **Inspección Basada en Riesgo (RBI):** Metodología basada en el análisis de riesgo (probabilidad de falla versus consecuencia de las fallas), para determinar la estrategia de inspección, monitoreo y mitigación del riesgo para un activo físico en su contexto de mantenimiento.
- **Integridad:** La integridad de un sistema existe cuando bajo condiciones de operación especificadas no existe riesgo previsto de que su falla ponga en peligro la gente, el ambiente o el valor del activo.
- **Matriz de riesgo:** Es una combinación de probabilidades y consecuencias que se usa como base para la determinación cualitativa del riesgo. Se muestra sobre un eje las consideraciones para la evaluación de la probabilidad y sobre el otro eje las consideraciones para la evaluación de las consecuencias. La intersección de las dos consideraciones provee una estimación del riesgo.
- **Riesgo:** Es una combinación de probabilidades, o frecuencia, de ocurrencia de un peligro definido y la magnitud de las consecuencias de ocurrencia.

## 1.2 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO

### 1.2.1 Planeación De Mantenimiento

El objetivo de la planeación de mantenimiento es mejorar la productividad y calidad de la fuerza de trabajo anticipando y eliminando demoras potenciales a través de la planeación de recurso humano, repuestos, materiales, herramientas y equipos. Su esfuerzo está centrado en reducir el tiempo promedio de la reparación (MTTR), identificando procedimientos eficientes o nuevas formas de hacer el trabajo, uso de nuevas tecnologías, herramientas y equipos.

¿Qué es planear?

El **Que**: Alcance del trabajo o proyecto

El **como**: Procedimientos, normas y procesos

Los **Recursos**: Humanos, equipos, herramientas, materiales, etc.

La **Duración**: Tiempo del proyecto o trabajo

A continuación se relacionan algunas tareas que el planeador debe ejecutar para la preparación de un estándar de trabajo:

Revisa la orden de trabajo y determina el nivel correcto de detalle necesario para la tarea a realizar y las herramientas necesarias para el trabajo.

- Visita el sitio del trabajo y hace un análisis de los pasos previstos para completar la tarea.
- Determina que tipo y nivel de técnicos estarán involucrados en la realización de la tarea de mantenimiento y la cantidad de horas-hombre.
- Determina si la tarea requiere autorizaciones o permisos especiales.
- Determina las herramientas o equipos especiales necesarios
- Determina las partes o repuestos necesarios
- Evalúa la historia de los activos para determinar las tareas similares anteriores.
- Utiliza los técnicos para identificar los pasos necesarios para ejecutar la tarea.
- Lista todas las medidas necesarias para completar la tarea incluyendo las tareas de operaciones y la retroalimentación de información por parte del ejecutor<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> SILVA, Pedro. Planeación y programación en Mantenimiento. Asociación colombiana de Ingenieros, ACIEM. Disponible en Internet: [http://copimerainternacional.org/inicio/images/conferencias/planeacion\\_y\\_programacion\\_en\\_mantenimiento.pdf](http://copimerainternacional.org/inicio/images/conferencias/planeacion_y_programacion_en_mantenimiento.pdf)

### 1.2.2 Programación De Mantenimiento

El objetivo de la programación es mejorar la productividad y calidad de la fuerza de trabajo anticipando y eliminando demoras potenciales a través de la coordinación y acceso oportuno del recurso humano, repuestos, materiales, herramientas y equipos, manteniendo las buenas relaciones entre el solicitante y el área de mantenimiento.

Criterios de Priorización

- Criticidad del trabajo
- Prioridad del trabajo
- Necesidades de la operación
- Existencia de recursos adecuados
- Backlog
- Carga de trabajo
- Optimización de recursos y equipos.

### 1.3 TAXONOMÍA DE EQUIPOS (ISO 14224)

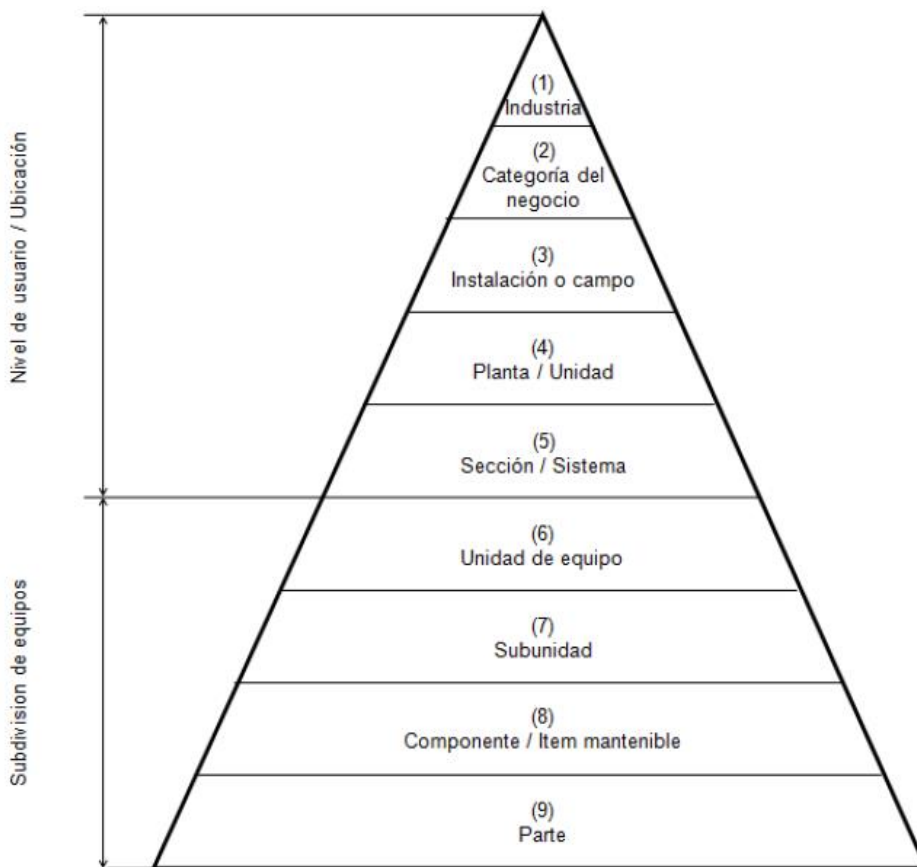
En el ámbito del Mantenimiento, cualquiera sea la rama de la industria de que se trate, es habitual encontrar abundancia de Especialistas con sólidos conocimientos y experiencias para resolver eficientemente problemas de campo. Sin embargo, esto está acompañado de una notoria falta de herramientas integrales para la Gestión de la actividad que permitan orientar los esfuerzos y los recursos, así como reducir los Costos y el Riesgo.

En general, no se reconoce en el Mantenimiento la importancia de la medición de resultados, se percibe falta de rigor en la recolección del registro de datos sistemático y ordenado bajo un único criterio, como instrumento para administrarlo como un negocio. La falta de uso continuado de registros, imposibilita establecer

mecanismos de medición que permitan alimentar esos cálculos; elementos fundamentales para la administración y toma de decisiones<sup>2</sup>

Identificar y registrar sistemáticamente todos los activos que una organización posee o que al menos es responsable, es la piedra angular para resolver cuestionamientos críticos durante la toma de decisiones. La norma ISO 14224 sugiere 9 niveles para la calificación de los activos.

**Figura 1.** Niveles que caracterizan la jerarquización de activos



Los niveles 1 al 5 representan la categorización de alto nivel que relaciona las industrias y plantas sin importar sus equipos, por ejemplo una motobomba, puede ser usada en diversas industrias y configuraciones de plantas.

Los niveles 6 al 9 están relacionados a los equipos como inventarios con la subdivisión en los niveles inferiores correspondiente a la relación padre-hijo. La norma ISO 14224 se enfoca en la recolección de datos de nivel 6 e indirectamente hacia los niveles inferiores tales como subunidades y

<sup>2</sup> TROFFÉ, Mario. análisis ISO 14224 /OREDA. relación con RCM-FMEA. Junio de 2014, Disponible de Internet. <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/0605MarioTroffeISO14224.pdf>.

componentes. Un instrumento simple podría no requerir un despiece mientras que un compresor grande podría requerir un despiece más amplio. Con los datos recopilados, para el análisis de confiabilidad el nivel del equipo podría ser suficiente, mientras que para un análisis RCM o un análisis de causa raíz podría requerir datos de los mecanismos de falla, los componentes y/o ítems mantenibles y partes.

La ISO 14224 no aplica específicamente para el nivel 9. Se requiere que los datos de confiabilidad y mantenimiento sean relacionados a ciertos niveles dentro de las jerarquías taxonómicas a fin que puedan ser comparables, por ejemplo, un modo de falla será relacionado a un equipo mientras que un mecanismo de falla será relacionado un menor nivel alcanzable de la jerarquía<sup>3</sup>.

La taxonomía es una calificación sistemática de ítems en grupos genéricos, basándose en factores posiblemente comunes a varios de los elementos (ubicación, uso, equipo de subdivisión etc) Comúnmente también son llamados árboles de equipos, por su característica jerarquizada de acceder a un activo.

La ISO 14224 es una herramienta para registrar eventos y experiencias. Se llega a la conformación de una Base de Datos, OREDA<sup>4</sup>. Aplicando conceptos conocidos, con límites y jerarquías pre establecidos mediante un proceso estructurado en forma secuencial y limitado en las posibilidades de calificación, y ponderación de los eventos de mantenimiento.

La norma ISO14224, contiene en forma pre definida toda esta información, clasifica los equipos por jerarquías a saber: CASES/ TIPOS /SISTEMAS/ SUBSISTEMAS/ COMPONENTES (Ítems mantenibles).

Esta Norma internacional brinda una base para la recolección de datos de Confiabilidad y Mantenimiento en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación transporte de petróleo y gas natural, con criterios que pueden extenderse a otras actividades e industrias.

Presenta los lineamientos para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos que permitan Cuantificar la Confiabilidad de Equipos y compararla con la de otros de características similares.

Los principales objetivos de esta norma internacional son:

---

<sup>3</sup> JAIMES GARCÉS, Eder y ROMERO POSSO Jose Antonio. Organización de datos históricos de mantenimientos realizados en el Campo de la Cira-Infantas durante el periodo 2011 bajo la norma ISO 14224. Monografía en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, 2012. P. 42-43.

<sup>4</sup> OREDA – off shore reliability data

**a) Especificar los datos que serán recolectados para el análisis de:**

- Diseño y configuración del Sistema.
- Seguridad, Confiabilidad y Disponibilidad de los Sistemas y Plantas.
- Costo del Ciclo de Vida.
- Planeamiento, optimización y ejecución del Mantenimiento.

**b) Especificar datos en un formato normalizado, a fin de:**

- Permitir el intercambio de datos entre Plantas.
- Asegurar que los datos sean de calidad suficiente, para el análisis que se pretende realizar.

Si bien la norma está orientada al registro de fallas, son de gran importancia las posibilidades de aplicación que presenta para definir los límites y jerarquía de los equipos de Operación, como también la calificación de la jerarquía de las Fallas. Parte desde el Modo de Falla, (pérdida de la función) hasta el detalle de la Causa de Falla y el componente (ítem mantenible para la norma), que provoca el evento. Esta calificación tiene como ventaja que limita la profundidad de detalle del análisis, acotando el nivel al que llega el Técnico de Mantenimiento<sup>5</sup>.

#### **1.4 CRITICIDAD DE EQUIPOS (NORZOK Z-008)**

El análisis de criticidad es una metodología que genera una jerarquización de activos a través de un análisis semicuantitativo de riesgo. Este análisis permite determinar los niveles de riesgo desde la perspectiva de SHA (Seguridad, Higiene y Ambiente) y desde la perspectiva del Impacto en los procesos, empleando como insumo las matrices de riesgo de las empresas o diseños particularizados que generan como resultado una jerarquización de activos en función del riesgo.

El análisis de criticidad es una técnica de fácil manejo y comprensión en el cual se establecen rangos relativos para representar las probabilidades y/o frecuencias de ocurrencia de eventos y sus consecuencias. Ambas magnitudes, frecuencias y consecuencias, se registran en una matriz, diseñada en base a un código de colores que denotan la menor o mayor intensidad del riesgo relacionado con la Instalación, Sistema, Equipo o Dispositivo bajo análisis.

El estudio de criticidad es el punto inicial para enfocar los esfuerzos de mantenimiento a estos equipos que presentan un mayor riesgo, ya sea para la

---

<sup>5</sup> TROFFÉ, Mario. análisis ISO 14224 /OREDA. relación con RCM-FMEA. Junio de 2014, Disponible de Internet. <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/0605MarioTroffeISO14224.pdf>.

seguridad de las personas, para el medio ambiente, para las instalaciones o en si para el mismo equipo. Esta metodología permite establecer la jerarquía o prioridades de instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos, de acuerdo a una figura de mérito llamada “Críticidad”; que es proporcional al “Riesgo” creando una estructura que facilita la toma de decisiones y el direccionamiento del esfuerzo y los recursos hacia las áreas, de acuerdo con su impacto en el negocio.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

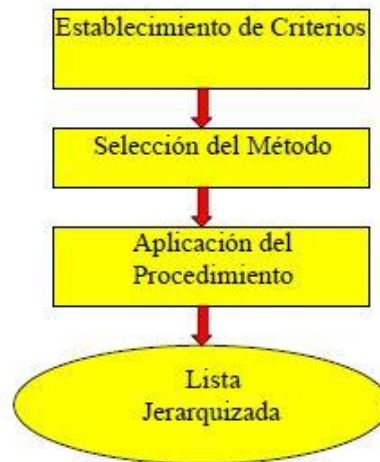
### **Críticidad = Frecuencia x Consecuencia**

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

- Seguridad
- Ambiente
- Producción
- Costos (operacionales y de mantenimiento)
- Tiempo promedio para reparar
- Frecuencia de falla

Un modelo básico de análisis de criticidad, es equivalente al mostrado en la figura 2. El establecimiento de criterios se basa en los seis (6) criterios fundamentales nombrados en el párrafo anterior. Para la selección del método de evaluación se toman criterios de ingeniería, factores de ponderación y cuantificación. Para la aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de aplicación que se haya diseñado. Por último, la lista jerarquizada es el producto que se obtiene del análisis.

**Figura 2.** Modelo básico de análisis de Criticidad



Emprender un análisis de criticidad tiene su máxima aplicabilidad cuando se han identificado al menos una de las siguientes necesidades:

- Fijar prioridades en sistemas complejos
- Administrar recursos escasos
- Crear valor
- Determinar impacto en el negocio
- Aplicar metodologías de confiabilidad operacional

El análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos:

Mantenimiento

Inspección

Materiales

Disponibilidad de planta

Personal

**En el ámbito de mantenimiento:**

Al tener plenamente establecido cuales sistemas son más críticos, se podrá establecer de una manera más eficiente la priorización de los programas y planes de mantenimiento de tipo: predictivo, preventivo, correctivo, detectivo e inclusive posibles rediseños al nivel de procedimientos y modificaciones menores; inclusive permitirá establecer la prioridad para la programación y ejecución de órdenes de trabajo.

**En el ámbito de inspección:**

El estudio de criticidad facilita y centraliza la implantación de un programa de inspección, dado que la lista jerarquizada indica donde vale la pena realizar inspecciones y ayuda en los criterios de selección de los intervalos y tipo de inspección requerida para sistemas de protección y control (presión, temperatura, nivel, velocidad, espesores, flujo, etc.), así como para equipos dinámicos, estáticos y estructurales.

**En el ámbito de materiales:**

La criticidad de los sistemas ayuda a tomar decisiones más acertadas sobre el nivel de equipos y piezas de repuesto que deben existir en el almacén central, así como los requerimientos de partes, materiales y herramientas que deben estar disponibles en los almacenes de planta, es decir, podemos sincerar el stock de materiales y repuestos de cada sistema y/o equipo logrando un costo óptimo de inventario.

**En el ámbito de disponibilidad de planta:**

Los datos de criticidad permiten una orientación certera en la ejecución de proyectos, dado que es el mejor punto de partida para realizar estudios de inversión de capital y renovaciones en los procesos, sistemas o equipos de una instalación, basados en el área de mayor impacto total, que será aquella con el mayor nivel de criticidad.

### **A nivel del personal:**

Un buen estudio de criticidad permite potenciar el adiestramiento y desarrollo de habilidades en el personal, dado que se puede diseñar un plan de formación técnica, artesanal y de crecimiento personal, basado en las necesidades reales de la instalación, tomando en cuenta primero las áreas más críticas, que es donde se concentra las mejores oportunidades iniciales de mejora y de agregar el máximo valor.

### **4. Información Requerida**

La condición ideal sería disponer de datos estadísticos de los sistemas a evaluar que sean bien precisos, lo cual permitiría cálculos “exactos y absolutos”. Sin embargo desde el punto de vista práctico, dado que pocas veces se dispone de una data histórica de excelente calidad, el análisis de criticidad permite trabajar en rangos, es decir, establecer cuál sería la condición más favorable, así como la condición menos favorable de cada uno de los criterios a evaluar. La información requerida para el análisis siempre estará referida con la frecuencia de fallas y sus consecuencias.

Para obtener la información requerida, el paso inicial es formar un equipo natural de trabajo integrado por un facilitador (experto en análisis de criticidad, y quien será el encargado de conducir la actividad), y personal de las organizaciones involucradas en el estudio como lo son operaciones, mantenimiento y especialidades, quienes serán los puntos focales para identificar, seleccionar y conducir al personal conocedor de la realidad operativa de los sistemas objeto del análisis. Este personal debe conocer el sistema, y formar parte de las áreas de: operaciones, mecánica, electricidad, instrumentación, estructura, programadores, especialistas en proceso, diseñadores, etc.; adicionalmente deben formar parte de todos los estratos de la organización, es decir, personal gerencial, supervisorio, capataces y obreros, dado que cada uno de ellos tiene un nivel particular de conocimiento así como diferente visión del negocio.

Mientras mayor sea el número de personas involucradas en el análisis, se tendrán mayores puntos de vista evitando resultados parcializados, además el personal

que participa niveles de conocimientos y acepta con mayor facilidad los resultados, dado que su opinión fue tomada en cuenta<sup>6</sup>.

## 1.5 INSPECCIÓN BASADA EN RIESGO – RBI (API RBI 2008)

La Inspección basada en Riesgos (RBI) es un proceso que identifica, evalúa y realiza un mapeo de los riesgos industriales (debido a corrosión y grietas por esfuerzo), los cuales pueden comprometer la integridad del equipo, tanto en equipo presurizado como en elementos estructurales. La Inspección basada en Riesgos (RBI) trata sobre riesgos que pueden ser controlados a través de inspecciones y análisis apropiados. Durante el proceso de Inspección basada en Riesgos (RBI), los ingenieros diseñan estrategias de inspección (qué, cuándo, cómo inspeccionar) que coinciden de la manera más eficiente con los mecanismos de degradación proyectado u observados<sup>7</sup>.

El propósito de la clasificación de riesgo del equipo es proveer las bases para tener una idea de la inspección directa de riesgo donde los recursos de mantenimiento (tiempo y dinero) se pueden optimizar en el programa de inspección. Esto da como resultado operaciones más seguras y fiables, mientras se controlan los recursos<sup>8</sup>.

Se fundamenta en normas API 580: Risk Based Inspection y API 581:

Risk Based Inspection. Base Resource Document y sigue el siguiente procedimiento:

---

<sup>6</sup> HUERTA MENDOZA, Rosendo. El Análisis de Criticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional. Confiabilidad.net. Disponible en Internet. <http://confiabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>.

<sup>7</sup> BUREAU, Veritas México. Inspección Basada en Riesgos (RBI), Prevenir paros y proteger el medio ambiente, Junio de 2014. Disponible en Internet [http://www.bureauveritas.com.mx/wps/wcm/connect/bv\\_commx/local/services+sheet/service\\_sheet\\_10514?presentationtemplate=bv\\_master\\_v2/Services\\_sheet\\_full\\_story\\_presentation\\_v2](http://www.bureauveritas.com.mx/wps/wcm/connect/bv_commx/local/services+sheet/service_sheet_10514?presentationtemplate=bv_master_v2/Services_sheet_full_story_presentation_v2).

<sup>8</sup> MENESES, Ramírez Edgard, Palacios Mora Karla, Siccha jara Ulises, Verastegui Cuba Gabriela, Espinoza Cruz Angie, Egresados de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM. Inspección Basada En El Riesgo (Ibr-Api Rp 580) Risk Based Inspection (Rbi-Api Rp 580). Junio de 2014. Disponible en Internet [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v13\\_n26/pdf2/a05v13n26.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v13_n26/pdf2/a05v13n26.pdf).

### 1.5.1 Análisis del riesgo

Consiste en evaluar el riesgo de cada uno de los equipos que forman parte de la instalación y se compone de las siguientes etapas:

Evaluación de consecuencias: mediante estimación de costes asociados a daños al medio ambiente, sobre la salud de las personas (tanto de trabajadores como de poblaciones cercanas), a equipos, socioeconómicos y pérdida de producción (lucro cesante).

- **Evaluación de la probabilidad de fallo (veces / año):** identificando los posibles mecanismos de fallo (corrosión, fatiga mecánica, fragilización, daños externos, etc.), determinando la probabilidad genérica de fallo y aplicando factores de corrección que tengan en cuenta las particularidades de la instalación (características del proceso, sistemas de control disponibles, sistemas de gestión implantados, factores externos, etc.).
- **Evaluación del riesgo: mediante matriz de riesgos.**

### 1.5.2 Revisión del Plan de Mantenimiento e inspección

El análisis de riesgos realizado permite identificar los componentes que más influyen en el riesgo de la instalación, al objeto de focalizar en ellos los esfuerzos de inspección, y definir el programa óptimo de inspección, en función de su influencia en el riesgo, determinándose el alcance, la periodicidad y la técnica de mantenimiento.

### 1.5.3 Beneficios del RBI

**a. Facilita planificación del mantenimiento:** La planificación de actividades de mantenimiento de equipos e instalaciones se fundamenta en la aplicación de una metodología sistemática, basada en la utilización de criterios objetivos, permitiendo identificar los componentes que más influyen en el riesgo de la instalación, sobre los cuales habrá que focalizar los esfuerzos de inspección, y definir, para cada caso, el alcance, la periodicidad y métodos óptimos para su mantenimiento.

**b. Aumenta seguridad de las instalaciones:** Su aplicación garantiza alto nivel de integridad mecánica de los equipos y reducción de los mecanismos de fallo posibles. Esto se consigue tras la identificación de los equipos que poseen un mayor riesgo, a cuyo mantenimiento se destinan mayores esfuerzos y recursos.

**c. Reduce riesgos de personal:** Adicionalmente, la RBI permite conseguir una reducción del riesgo sobre todo el personal de la instalación o las contratas que realicen la inspección, si tras su aplicación se identifica la posibilidad de ampliar el periodo de inspección en aquellos lugares que pueden resultar más peligrosos o en lugares de difícil acceso.

**d. Reduce los costes directos e indirectos:** Uno de sus mayores atractivos es que permite aumentar la seguridad de las instalaciones reduciendo los costes, tanto directos como indirectos, asociados al fallo de equipos<sup>9</sup>.

## 1.6 DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO

La ejecución de una evaluación de mantenimiento tiene como objetivo identificar el estado de una organización de mantenimiento, con el fin de definir los logros alcanzados y sus retos a corto y mediano plazo. Para esto se pueden utilizar cualquiera de las herramientas disponibles para este propósito. La Matriz de Excelencia del Mantenimiento, mostrada en la Figura 3, es una de las herramientas más utilizadas a nivel mundial, la cual muestra de manera cuantitativa el estado de las organizaciones de mantenimiento en diferentes aspectos evaluados. La Matriz de Excelencia del Mantenimiento evalúa el grado de implementación de diferentes aspectos agrupados en 10 diferentes áreas de una organización de mantenimiento:

1. Estrategia de Mantenimiento
2. Administración y Organización
3. Planeación y Programación
4. Técnicas de Mantenimiento
5. Medidas de Desempeño
6. Tecnología de información y su uso
7. Equipos de Mejoramiento
8. Análisis de Confiabilidad
9. Análisis de Procesos
10. Información sobre infraestructura e instalaciones

**Figura 3.** Matriz de Excelencia del Mantenimiento

---

<sup>9</sup> ORTIZ, Álvarez Víctor, La Inspección Basada en Riesgo. Junio de 2014. Disponible en Internet, <http://www.industriaaldia.com/articulos/65-2.pdf>

ASPECTO NIVEL	Estrategia de Mantenimiento	Administración y Organización	Planeación y Programación	Técnicas de Mantenimiento	Medidas de Desempeño	Tecnología de información y su uso	Equipos de Mejoramiento	Análisis de Confiabilidad	Análisis de Procesos	Información sobre infraestructura e instalaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Clase Mundial</b>	1 Estrategia Corporativa de O&M (Gestión de Activos)	Mejoramiento de procesos en la organización. Organización de alto desempeño	Ingeniería de Mnto y planeación de largo plazo	Optimización Planes de Mantenimiento. Todas las técnicas derivadas de análisis estructurado	Análisis indicadores de operación planta. (Balanced Scorecard) Cálculo de efectividad de equipos y de planta. Benchmarking y eficiente bases de datos de costos implementados	Base de datos totalmente integradas	Equipos de trabajo de alto desempeño. Equipos de trabajo autónomos.	Optimización de Equipos. Ciclo de Vida de Activos. Programa total de confiabilidad.	Revisión regular de los procesos de costo, tiempo, y calidad, bajo NORMA PASS-55	Fuente única de información con toda la infraestructura de equipos, componentes jerarquizada para realizar la gestión de mantenimiento
<b>Basado en Confiabilidad</b>	2 Plan Estratégico de Mantenimiento. Plan de mejoramiento a largo plazo	Desarrollo de Contratistas. Políticas inventario y compras de repuestos. Administración y organización de mnto integrada con proveedores de bienes y	Planificación rutinas mnto y administración de paradas mayores. Buena planeación de trabajos, programación y soporte de Ingeniería de Mnto	Monitoreo en Línea. CBM formal y dando resultados, inspecciones basadas en riesgo	Indicadores de Mantenimiento. MTBF/MTTR, disponibilidad y confiabilidad, costos de mantenimiento disponibles	SAP y Sistemas de Manejo de Información SAP convencional ligado al área financiera y materiales	Equipos de Trabajo por Proceso. Equipos de mejoramiento continuo, formalmente creados y funcionando	Análisis Probabilístico de Falas. Modelamiento de Confiabilidad	Auditorías Gestión de Mantenimiento. Algunas revisiones de procesos administrativos de mnto	Infraestructura de equipos y componentes estandarizadas en las diferentes bases de datos con los cuales se realiza la gestión de mnto
<b>Proactivo</b>	3 Plan de mantenimiento a un año	Plan Maestro GSMS Estructura organizacional de mnto integrada con logística, financiera, recursos humanos etc	Priorización de Actividades. Grupo de planeación e Ingeniería de mantenimiento establecidos formalmente	Técnicas de Mnto Predictivo. Algo de CBM, algo de NDT.	Reporte de Costos de Mnto. Reporte de Pérdidas de Producción. Tiempos de parada con modo, causa y elementos de falla. Costos de mantenimiento disponibles	SAP convencional no ligado o otros paquetes, operando y produciendo resultados	Comités de mejoramiento por requerimiento	Herramienta de análisis problemas RCA y FMEA. Buenas bases de datos de falla en uso y utilización de RCA y FMEA	Revisiones periódicas de procesos o procedimientos técnicos y documentación de los procesos administrativos	Especificación de equipos. Infraestructura jerarquizada y clasificada de manera que permita realizar gestión administrativa y técnica
<b>Planeado</b>	4 Plan de mejoramiento de mantenimientos preventivos	Mnto organizado como respuesta a la necesidad operativa de un proceso productivo principal	Órdenes de Trabajo. Plan Semanal de Mnto. Soporte para detección de fallas y programación	Inspecciones basadas en tiempo.	Reporte Mensual de Mnto. Estructura de Costos de Mnto.	Listado de Partes. Algunos programas y registro de repuestos.	Algunas reuniones de mejoramiento en seguridad	Histórico de Falas de Equipos. Registro de fallas poco usado	Procesos técnicos (procedimiento revisados por lo menos una vez)	Codificación de equipos. Equipos Críticos y Planes de Contingencia. Se dispone de infraestructura
<b>Reactivo</b>	5 Mantenimiento reactivo	Organización y administración funcional	Programación Diaria. No hay planeación, la programación es elemental y no existe	Paradas anuales de inspección únicamente	Ninguna aproximación sistemática de costos de mnto y falla de equipos	Manual y registro por requerimiento	Solo reuniones con el personal para tocar temas laborales o sociales	No existe registro de fallas estructurados	Precedimientos técnicos y procesos administrativos de mnto no documentados y	No existe ningún registro de la infraestructura de equipos y componentes

Esta matriz permite clasificar a las organizaciones de mantenimiento en diferentes categorías, dependiendo del nivel de desarrollo en cada una de las áreas evaluadas. Las clasificaciones más comúnmente utilizadas son:

- Mantenimiento Reactivo (0 a 10)
- Mantenimiento Planeado (10 a 20)
- Mantenimiento Proactivo (20 a 60)
- Mantenimiento Basado en Confiabilidad (60 a 80)
- Mantenimiento Clase Mundial (80 a 100)

Mediante la utilización de un desarrollo cuantitativo de esta herramienta se facilita la identificación y cuantificación de los aspectos débiles y fuertes de una organización de mantenimiento. De esta manera resulta fácil la definición de planes de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo con el fin de alcanzar un mejor escalafonamiento, buscando posicionarse como una organización "Proactiva" o "Basado en Confiabilidad", según sean los objetivos corporativos trazados.

El hecho de estar clasificado en una de estas dos categorías implica que se han alcanzado altos niveles de desempeño, mediante la implementación de procesos y tecnologías de punta, que van acompañados necesariamente de:

- Reducción de Costos de mantenimiento ajustados a las necesidades de la operación, y competitivos en el mercado

- Estándares mundiales de SMS (Seguridad, Medio Ambiente y Salud)
- Aseguramiento de la integridad de las facilidades.
- Aumento de la confiabilidad y disponibilidad de los sistemas y equipos.

Durante la ejecución de una evaluación de mantenimiento es necesario sustentar con evidencia las valoraciones dadas en cada uno de los aspectos evaluados. Esto garantizará una mayor precisión en el diagnóstico de la evaluación y por ende, la definición adecuada de los planes de mejoramiento. Estos planes de mejoramiento consisten en acciones y actividades estructuradas, definidas en el tiempo, con el fin de mejorar los niveles actuales de desempeño en cada una de las áreas evaluadas.

Los planes de mejoramiento deberán ser concebidos dependiendo de los objetivos corporativos de la compañía. El alcance del plan y el marco de tiempo definido para su implementación deberán ir acompañados de un análisis costo-beneficio para justificar cada una de las tareas seleccionadas.

## **1.7 GESTIÓN DE ACTIVOS – PAS 55**

### **1.7.1 Definición**

Actividades, prácticas coordinadas y sistémicas a través de las cuales una organización maneja óptima y sustentablemente sus activos y sistemas de activos, su desempeño, riesgos y gastos asociados a lo largo de sus ciclos de vida con el propósito de lograr su plan estratégico organizacional, y el plan estratégico organizacional tal y como se define es un plan global a largo plazo para la organización que se deriva y acoge a su visión, misión, valores, políticas del negocio, requerimientos de las partes interesadas, objetivos y el manejo de los riesgos.

La implementación efectiva de la gestión de activos requiere de un enfoque disciplinado que habilite a una organización a maximizar el valor y lograr sus objetivos estratégicos a través de la gestión de sus activos durante los ciclos completos de vida. Estos incluyen en primer lugar la determinación para adquirir o

crear los activos apropiados para operarlos y mantenerlos mejor, la adopción de opciones óptimas de reemplazo, desincorporación y/o disposición.

Los beneficios principales de la gestión optimizada de activos a través del ciclo de vida, incluye, sin seguir un orden en particular, los siguientes puntos:

- Satisfacción mejorada del cliente a partir de un desempeño mejorado y el control del producto o la entrega del servicio con los estándares requeridos.
- Salud, seguridad y desempeño ambiental mejorados.
- Retorno optimizado sobre la inversión y crecimiento.
- Planificación a largo plazo, confianza y sostenibilidad del desempeño.
- La capacidad de demostrar el mejor valor por el dinero dentro de un régimen restringido de fondos.
- Evidencia en forma de procesos controlados y sistemáticos para demostrar acatamiento legal regulatorio y de estatutos.
- Manejo mejorado de los riesgos y del gobierno corporativo y clara trazabilidad para auditar la idoneidad de las decisiones tomadas y los riesgos asociados.
- Una reputación corporativa mejorada, cuyos beneficios puedan incluir un valor mejorado para las partes interesadas, un mejor mercadeo del producto/servicio, mayor satisfacción del personal y una procura más eficiente y efectiva de la cadena de suministro.
- La habilidad para demostrar que el desarrollo sostenible se toma en cuenta activamente dentro de la gestión de los activos a lo largo de sus ciclos de vida.

- Dichos beneficios a menudo están asociados con la aplicación de un número de principios y atributos claves en el diseño e implementación del sistema de gestión de activos (ver figura 4).

**Figura 4.** Principios y atributos claves de la gestión de activos



**Holístico:** abarca todo el entorno en donde se encuentran adscritos los activos objeto de estudio.

**Sistemático:** un enfoque metódico, repetible.

**Sistémico:** considerando los activos de un sistema en su totalidad, buscando optimizar su valor global.

**Basado en riesgo:** enfocando recursos y gastos y definiendo prioridades para la identificación de riesgos y los costos/beneficios asociados.

**Óptimo:** establecer siempre el arreglo de mejor valor.

**Sostenible:** considera las consecuencias a largo plazo de las actividades de corto plazo.

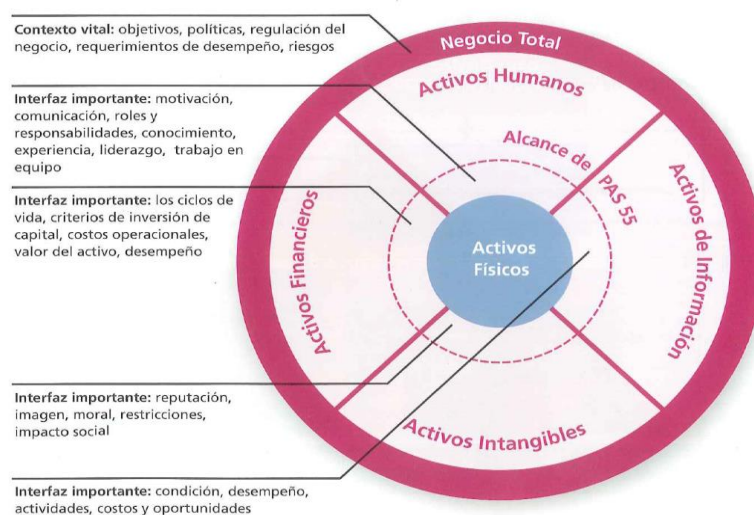
**Integrado:** reconoce que las interdependencias y esfuerzos combinados son vitales para el éxito<sup>10</sup>.

También son considerados como esenciales para la implementación exitosa de estos principios, los siguientes elementos habilitadores:

- Una estructura organizacional que facilite la implementación de estos principios con una dirección y liderazgo claros.
- Conciencia del personal, competencias, compromisos y coordinación entre funciones.

Información y conocimiento adecuados de la condición, rendimiento, riesgos y

**Figura 5.** Principios y atributos claves de la gestión de activos



Pass 55 está destinado para cubrir la gestión durante el ciclo de vida de los activos, y en particular, de aquellos activos que son vitales para el propósito de una organización. Un sistema de gestión de activos es, por tanto, vital para las organizaciones que dependen de la función y desempeño de sus activos físicos

<sup>10</sup> DUARTE, JUAN CARLOS. 1ER Congreso Auditoria Efectiva Un Enfoque Hacia La Sostenibilidad Del Sector Energético. Gestión de activos físicos y el estándar BSI PAS 55:2008. Disponible en internet: <http://www.auditoriaefectiva.com/Memorias/2011/1gestionactivosjuanduarte.pdf>

para el suministro de servicios o productos, y donde el éxito de las organizaciones este influenciado significativamente por la dirección de estos activos.

Aportar el mejor valor por el dinero utilizado en la gestión de activos físicos es complejo e involucra tomar en cuenta cuidadosamente consideraciones en el equilibrio entre el desempeño, los costos y los riesgos durante todas las etapas del ciclo de vida de los activos.

### Factores inherentes:

- Beneficios a corto plazo vs beneficios a largo plazo.
- Gastos vs niveles de desempeño.
- Disponibilidad planificada vs no planificada.
- Costos de capital vs costos operativos.

Un sistema de gestión de activos integrado es por lo tanto esencial para coordinar y optimizar la diversidad y complejidad de activos en línea con los objetivos, prioridades y perfil de riesgo elegido.

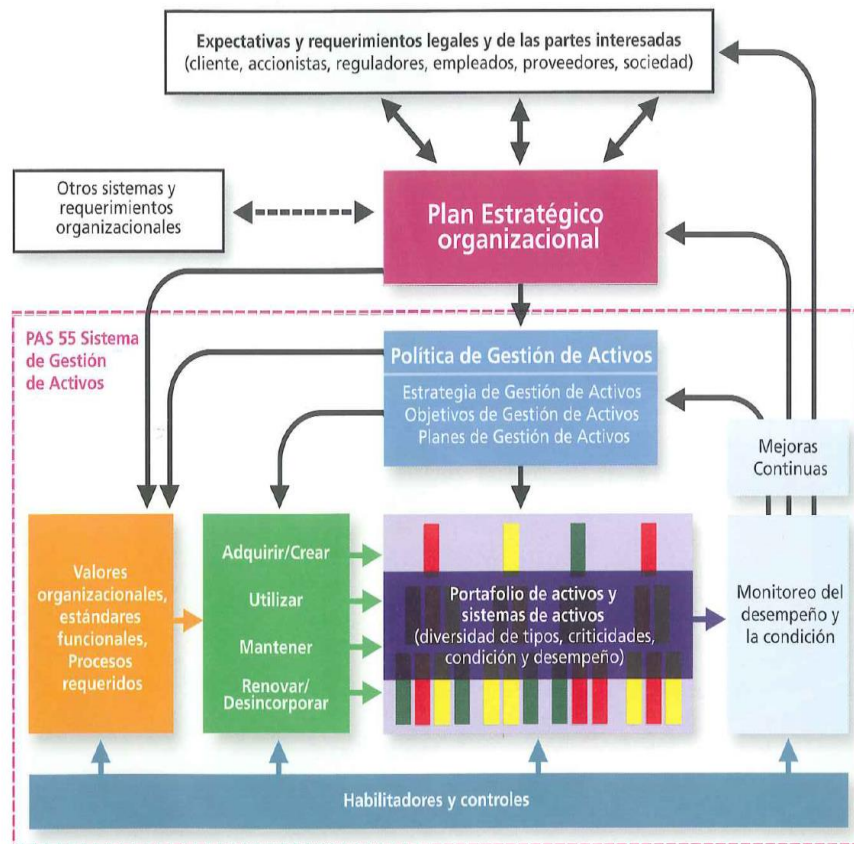
**Figura 6.** Niveles de activos y su gestión



### 1.7.2 Estructura de un sistema de gestión de activos

Un sistema de gestión de activos está diseñado principalmente para apoyar el suministro de un plan estratégico organizacional y satisfacer las expectativas de una variedad de partes interesadas (Ver figura 7). El plan estratégico organizacional es el punto de partida de la política, estrategia, objetivos y planes de la gestión de activos. A continuación se muestra el esquema global del sistema de gestión de activos, su relación con el plan estratégico organizacional y las expectativas de las partes.

**Figura 7.** Vista global del sistema de gestión de activos



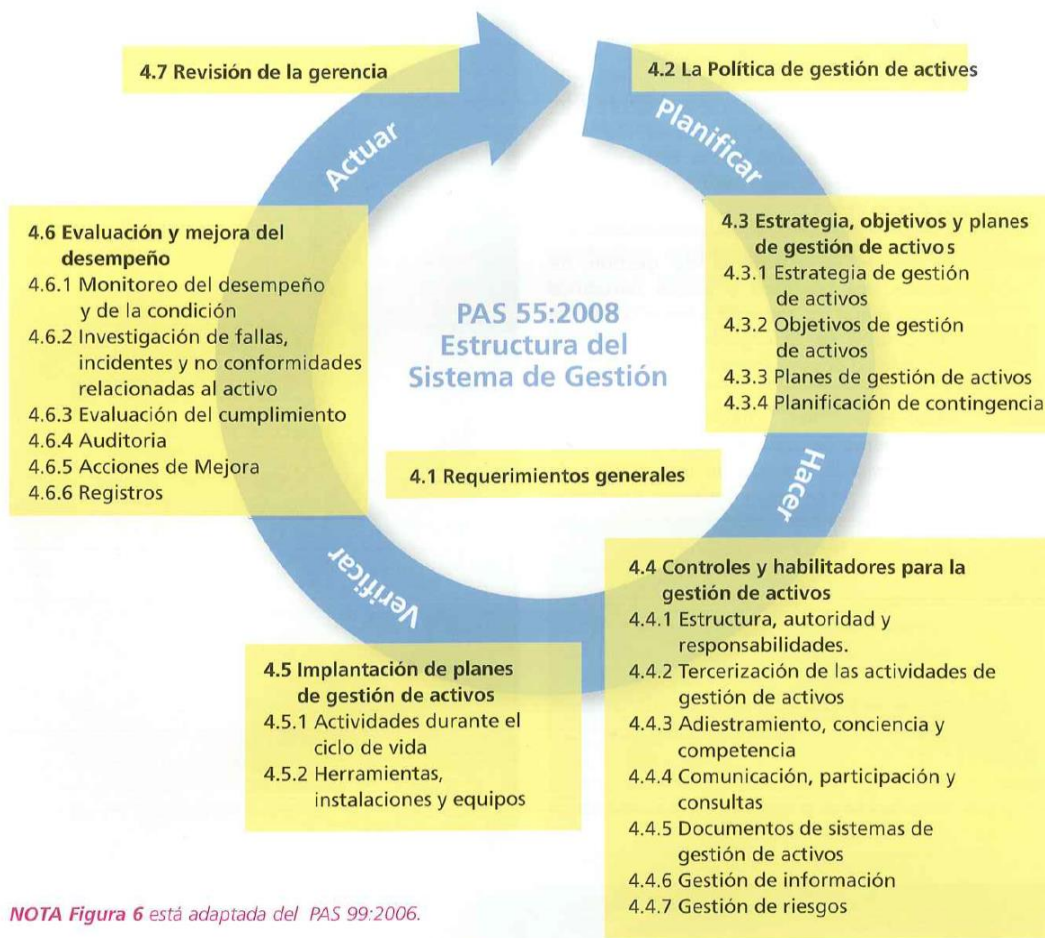
La figura destaca la importancia del monitoreo y las mejoras continuas dentro del sistema de gestión de activos (por ejemplo, en el desempeño o la optimización del plan o planes de gestión de activos). Esto demuestra aún más la importancia de la

mejora continua externalizada a través de la influencia directa sobre el plan estratégico organizacional y las expectativas de las partes interesadas.

### 1.7.3 Interacción con otros sistemas de gestión

La aplicación de las especificaciones de Gestión de Activos habilitará a una organización para poder integrar su sistema de gestión de activos con otros sistemas de gestión relacionados. Para lo cual se deben atender los siguientes requerimientos dentro de la estructura de Planificar, Hacer, Verificar, Actuar.

**Figura 8.** Ciclo PHVA para la gestión de activos.



**Planificar:** Establecer la estrategia de gestión de activos, los objetivos y planes necesarios para generar los resultados según la política de gestión de la organización y el plan estratégico organizacional.

**Hacer:** Establecer los habilitadores para implementar la gestión de activos (tal como un sistema o sistemas de información de activos) y otros requerimientos necesarios (tales como legales) e implementar el (los) plan (es) de gestión de activos.

**Verificar:** Monitorear y medir resultados comparándolos con la política de gestión de activos, los objetivos de la estrategia, requerimientos legales y otros requerimientos, registrar e informar resultados.

**Actuar:** Para asegurar que los objetivos de gestión sean logrados y mejorar continuamente el sistema de gestión de activos.

#### **1.7.4 Requerimientos del sistema de gestión de activos**

**Requerimientos generales:** La organización deberá establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de activos.

**La política de la gestión de los activos:** La gerencia superior de la organización deberá autorizar una política de gestión de activos, la cual debe ser derivada y consiente con el plan estratégico organizacional, ser apropiada con la naturaleza y escala de los activos y las operaciones de la organización, ser consiente con la estructura global de manejo del riesgo de la organización, incluir el compromiso para cumplir con la legislación, regulación, incluir compromisos de mejora y ser revisada periódicamente para asegurar que la misma continúe siendo relevante y consistente con el plan estratégico organizacional.

**Estrategia, objetivos y planes de gestión de activos:** La organización deberá establecer, documentar, implementar y mantener una estrategia a largo plazo de gestión de activos que será autorizada por la gerencia superior.

**Controles y habilitadores para la gestión de activos:** La organización deberá establecer y mantener una estructura organizacional de roles y responsabilidades y autoridades, consistente con el logro de su política, estrategia, objetivos y planes de sus gestión de activos. Debe asegurar que cualquier persona que esté bajo el control directo llevando a cabo actividades de gestión de activos tenga un nivel apropiado de competencia en términos de educación, adiestramiento o experiencia. Aseguramiento de comunicaciones efectivas, establecer implementar y mantener documentación actualizada para asegurar que su sistema de gestión de activos pueda ser adecuadamente comprendido, comunicado y operado.

**Implementación del plan o planes de la gestión de activos:** La organización deberá establecer, implementar y mantener procedimientos para la implementación de sus planes de gestión de activos y el control de actividades durante el ciclo de vida.

**Evaluación y mejora del desempeño y de la condición:** La organización deberá establecer, implementar y mantener un proceso y/o procedimientos para monitorear y medir el desempeño del sistema de gestión de activos, implementar un proceso para investigación de fallas, incidentes y no conformidades asociadas con los activos. Así como identificar oportunidades y evaluar, jerarquizar e implementar acciones para lograr una mejora continua.

**Revisión de la gerencia:** La gerencia superior deberá revisar a intervalos que considere necesarios que el sistema de gestión de activos de la organización permanezca adecuado, conveniente y efectivo. Las revisiones incluirán evaluar la necesidad de cambios al sistema de gestión de activos, incluyendo la política, la estrategia y los objetivos de la gestión de activos<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Gestión de Activos. Parte 1: Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos. PASS55 -1:2008. British Standards Institution, United Kingdom.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

#### **2.1.1 Presentación Corporativa**

MASA es una empresa colombiana líder en la prestación de servicios integrales de gestión de activos para el sector petrolero, de minería y energía, constituida hace más de 28 años y que hoy en día hace parte del grupo industrial holandés Stork Technical Services.

Con presencia en varios países en Suramérica y un respaldo internacional en tres continentes, acompañamos a nuestros clientes a pensar y a hacer una gestión integral de sus activos, de la manera más confiable, segura y productiva.

Somos más de 4000 colaboradores a lo largo y ancho de Colombia y 60 en Perú, comprometidos con el progreso de cada uno de los países donde estamos presentes, de la región y de nuestros clientes; aplicando en todo lo que hacemos los más altos estándares de seguridad, gestión de riesgos y responsabilidad social.

MASA, como empresa de Stork Technical Services, está comprometida con el objetivo de ser líder en materia de HSE y mantener altos estándares de seguridad reflejados en la operación con sus clientes.

#### **2.1.2 Misión**

Agregar valor a nuestros clientes ofreciendo soluciones integrales de gestión de activos, comprometidos con el progreso de nuestros colaboradores, y con los más altos estándares de seguridad, gestión de los riesgos y responsabilidad social corporativa.

### **2.1.3 Visión**

Ser en el 2016 una organización emprendedora ágil, con el mejor talento humano y socio estratégico de preferencia de nuestros clientes, alcanzando un crecimiento en ventas del 21% en los sectores industriales intensivos de capital de Latinoamérica y el Caribe.

### **2.1.4 Valores Corporativos**

Los valores corporativos son elementos que reflejan nuestras características competitivas y condiciones del entorno, basados en principios que regulan nuestras relaciones como personas y como compañía. Nuestros valores enmarcan nuestro camino y la manera en como pensamos y hacemos nuestro trabajo.

#### **Ética e Integridad**

Somos siempre íntegros, actuamos con equidad, ética, respeto y honestidad.

#### **Unidad y diversidad**

Preservamos la unidad del equipo y nuestra diversidad

#### **Responsabilidad, seguridad y oportunidad**

Cumplimos con responsabilidad, seguridad u oportunidad cada actividad que realizamos.

#### **Mejoramiento continuo**

Mejoramos cada cosa que hacemos y nos aseguramos que quede bien

#### **Espíritu emprendedor**

Nos atrevemos a emprender acciones innovadoras construyendo nuestro futuro

## **Humildad y Sencillez**

Creemos en nuestras capacidades, conservando la humildad y sencillez en todo lo que hacemos.

### **2.1.5 Oferta de Valor**

“En MASA asumimos el compromiso consciente de realizar todas nuestras actividades, desde la más sencilla o rutinaria, hasta la más compleja, urgente o importante, con comportamientos responsables para prevenir riesgos en las personas, el medio ambiente, la sociedad, la producción, los equipos, las instalaciones o la calidad de los procesos propios, contractuales o de terceros.

Este compromiso consciente nos hace responsables de impedir una actividad cuando exista el riesgo de un evento no deseado”

Este principio direcciona nuestra forma de operar y para ello MASA se apoya en la implementación del Sistema Integral de Gestión SIGMA, el cual está enfocado a lograr la continuidad de las operaciones propias y de nuestros clientes, a través de la excelencia en la ejecución de los procesos, orientados a lograr tres pilares definidos como esenciales por sectores de clase mundial en procesos industriales, estos son: confiabilidad, eficiencia y mejora continua.

El SIGMA, complementa su fortalecimiento a través de un feedback originado por el estado real de la operación en cada servicio y alimentado a su vez por los requerimientos que surgen del cliente durante su ejecución. Para ello, dentro de cada contrato se definen los indicadores que reflejan el estado y comportamiento de los factores críticos de las actividades, todo esto le permite a MASA asegurar la efectividad de las herramientas dispuestas para la toma de decisiones acertadas, que garanticen la mejora continua de los procesos y aseguren una relación ganadora con nuestros clientes.

## 2.1.6 Servicios

Mecánicos Asociados como empresa líder en la prestación de servicios, cuenta con seis líneas de negocio constituidas de la siguiente manera:

### ❑ **Operación y Mantenimiento**

En los sectores de hidrocarburos, minería, petroquímica y energía se requiere de una gestión de la infraestructura de producción donde se tenga conocimiento sobre las necesidades y características de los clientes, requerimientos ambientales, de calidad, seguridad, entre otros.

MASA ofrece servicios de Operación y Mantenimiento incorporando metodologías categorizadas como lo mejor en su clase de gestión de activos. Contamos con estándares de calidad que garantizan mejoras operacionales, confiabilidad e incrementos en producción para nuestros clientes. Nuestra experiencia comprende servicios integrales de Operación y mantenimiento, estableciendo alianzas estratégicas con nuestros clientes en las que tomamos la responsabilidad por la productividad de las operaciones y contratos por tareas de mantenimiento.

#### **Nuestros servicios incluyen:**

- Operación y mantenimiento de facilidades de producción y plantas industriales
- Operación y mantenimiento de ductos para transporte de hidrocarburos
- Mantenimiento integral de activos productivos
- Servicios especiales de mantenimiento:
  - Mantenimiento eléctrico, mecánico e instrumentación (correctivo y preventivo)

- Mantenimiento por campaña
- Paradas de mantenimiento
- Gestión de paradas de planta
- Overhauls
- Soldadura de mantenimiento
- Definición/optimización de estrategias de gestión de mantenimiento
- Programas de mejoramiento de mantenimiento, basados en KPI's y compensación por incentivos
- Alistamiento, pruebas y puesta en marcha de plantas y equipos industriales.

#### ❑ **Proyectos y construcciones**

Contamos con experiencia en la realización de proyectos desde su concepción hasta su puesta en marcha garantizando altos estándares de calidad y eficiencia durante su ejecución. Nuestro diferenciador está en el cubrimiento de todas las disciplinas: civil, mecánica, tubería, eléctrica, control e instrumentación entre otros. Todo esto bajo la modalidad ECP, incluyendo ingeniería desde la etapa conceptual hasta la de detalle, cadena de adquisición para la ejecución del proyecto, construcción y montaje incluyendo pruebas y puesta en servicio.

#### **Los servicios incluyen**

- BOOTM – Consecución de los recursos financieros para la construcción, montaje, pruebas, puesta en servicio y operación y mantenimiento. Todo esto en plantas de generación de energía, plantas de tratamiento de gas,

sistemas de inyección de agua y en general de cualquier facilidad de producción en el sector de Oil&Gas y la industria en general

- Proyectos llave en mano y EPC, incluyendo ingeniería, compras y construcción en los mismos sectores
- Construcciones y montajes industriales
- Contratos marco de construcción
- Gerencia de proyectos
- Construcción de modificaciones y ampliaciones de facilidades de producción
- Construcción de oleoductos, gaseoductos y líneas de flujo
- Paradas de planta para su modernización

#### **☐ Servicios Industriales**

Integramos todo nuestro conocimiento, destrezas y portafolio para analizar problemas, diseñar, construir, operar, mantener y financiar soluciones que mejoren el negocio básico del cliente. Con esto buscamos incrementar sus resultados mediante la optimización de procesos complementarios tales como tratamiento de gas o suministro de energía eléctrica con alta seguridad, disponibilidad y confiabilidad.

Los servicios incluyen

- Suministro de electricidad
- Compresión y tratamiento de gas
- Tratamiento de aire
- Compresión de aire
- Suministro de vapor

- Análisis y mejoramiento de procesos con metodologías como gestión de activos físicos.

## ❑ **Consultoría**

AMS Group es nuestra empresa de consultoría de Gestión de activos Físicos, dedicada a facilitar un desempeño sostenible a empresas en las industrias de petróleo y gas, petroquímica energía, minería y otros sectores intensivos en activos. Entregando un portafolio integral de soluciones de gestión de activos, ayudamos a nuestros clientes a optimizar los procesos que son fundamentales para la operación efectiva de sus plantas y para extender la vida productiva de sus activos.

### **Estrategia y procesos**

- Diagnósticos de Mantenimiento
- Auditorías de Gestión de Activos (Modelo Stork - PAS 55)
- Gerenciamiento Estratégico de Activos (Modelo del Negocio) Diagnósticos & Consultoría
- Elaboración de Modelos y Procesos de Gestión de Activos
- Implementación de planes de mejoramiento
- Entrenamiento en Gestión de Activos (aula, puesto, web)
- Gerenciamiento de contratos de mejoramiento de Activos

### **Confiabilidad e Integridad**

- Ingeniería de Confiabilidad (RIM, RCA, RAM, LCC)
- Ingeniería de Mantenimiento (Criticidad, RCM, FMECA, PMO, P&S, ICR, Paradas de Planta)
- Integridad Mecánica (RBI, SIL/SIS, Hazop, LOPA, FTA)

- Integridad Operativa
- Mantenimiento Predictivo
- Planes de Reposición de Activos a Largo Plazo (LTARP)

### **Sistemas y soluciones**

- Recomendaciones para selección de software
- Implementación de CMMS y EAM (MAXIMO)
- Optimización y actualización de herramientas tecnológicas de Gestión de Activos (SAP, Ellipse, MAXIMO, Oracle, Infor)
- Entrenamiento en uso óptimo de herramientas tecnológicas, CMMS y EAM.
- Implementación de Software APM – Meridium

### **□ Facilidades temporales**

En MASA sabemos que para el desarrollo de sus campos, nuestros clientes requieren facilidades temporales de superficie y para ellos contamos con activos productivos móviles portátiles disponibles para su operación y/o alquiler en donde quiera que los requieran.

Ejecutamos los servicios de administración, operación y mantenimiento de activos productivos móviles portátiles, donde sea que nuestros clientes desarrollen sus proyectos.

Nuestros servicios incluyen:

- Alquiler de equipos (bombas para inyección de aguas, transferencia de fluidos, generadores, facilidades temporales de superficie).
- Construcción de facilidades temporales (EPC, BOOMT, BOM)
- Construcción de PIA (EPC, BOOMT, BOM)
- Generación eléctrica con gas, crudo y duales (crudo-diesel, gas-diesel)

- Well testing y pruebas extensas
- Lavado de tanques de almacenamiento de crudo (sin pérdidas de producción)
- Paquetización de unidades de bombeo
- Mantenimiento a equipos de inyección (overhauls)<sup>12</sup>

## **2.2 ESTRATEGÍA CORPORATIVA DE MANTENIMIENTO**

para mejorar la prestación de los servicios a todos los clientes, y con la fortaleza de una importante experiencia en el mercado nacional e internacional y con la experiencia de los se realiza la compilación de la Estrategia Corporativa de mantenimiento de MASA, desarrollado para definir las directrices en materia de administrar y ejecutar de forma sistémica, la gestión apropiada del mantenimiento de activos bajo responsabilidad de la compañía, integrando las mejores prácticas de la industria, de tal forma que le permita asegurar los requerimientos propios de cada organización – cliente, y sobretodo, asegurar el cumplimiento de las metas establecidas en el balanced scorecard, organizacional de MASA, apalancado con cada uno de los lineamientos de los doce elementos, que integran la Estrategia Corporativa de Mantenimiento de MASA (ECM2), los cuales están agrupados en cuatro procesos que conforman el mapa general de proceso de la ECM2.

La ECM2, está estructurada por cuatro (4) grandes procesos:

1. Proceso de direccionamiento.
2. Proceso esencial de mantenimiento.
3. Proceso soporte corporativo.

---

<sup>12</sup> MECANICOS ASOCIADOS S.A.S. Sitio Oficial, <http://masateam.com/website/wwwmasa/site/index.php>

#### 4. Proceso de medición y control.

Estos procesos integran los doce (12) elementos, que definen el enfoque común y estandarizado para la administración de las operaciones de Mecánicos Asociados S.A.S. – MASA

Cada uno de los doce (12) elementos de la ECM2, obedece a un requerimiento de la compañía y pretende cumplir con los siguientes objetivos:

**Figura 9.** Mapa general de ECM2 con los 12 elementos



## **2.2.1 Proceso de direccionamiento**

### **1. Sistema integrado de gestión**

Establecer un marco normativo, enfocado administrativa y técnicamente, para asegurar el cumplimiento de los programas de salud ocupacional, de gestión ambiental, calidad del servicio y de responsabilidad social laboral, en todos los procesos desarrollados por la Compañía; apoyados en la legislación aplicable, las normas NTC OHSAS 18001, NTC ISO 14001, SA 8000 y NTC ISO 9001; que nos permitan mantener una mejora continua en el desempeño

### **2. Gestión del talento humano**

Identificar los perfiles idóneos, para dar cumplimiento a los requeridos preestablecidos, de acuerdo a las necesidades del negocio, asegurando planes de capacitación y entrenamiento, de acuerdo a evaluaciones practicadas a colaboradores.

### **3. Benchmarking**

Generar un marco de referencia que le permita a la compañía, evaluar su desempeño frente las mejores prácticas, facilitando la identificación de oportunidades de mejoramiento continuo, que conduzcan a la optimización de sus procesos.

### **4. Organización y recursos**

Asegurar el control y cumplimiento de las actividades planeadas para el inicio de contratos, que permitan ejecutar los alcances contractuales

definidos y una efectiva retroalimentación al equipo Desarrollo de Negocios.

### **2.2.2 Proceso esencial de mantenimiento**

5. Planeación, programación, ejecución y control de la gestión integral del mantenimiento (P&S)

Asegurar la correcta planeación, programación, ejecución y control de la estrategia integral del mantenimiento, soportados en un sistema computarizado, que permita un efectivo gerenciamiento y control de los activos.

6. Implementación u optimización de software de gestión de activos

Diagnosticar, seleccionar el software, de acuerdo a las necesidades propias del negocio para hacer una operación sistemática y centralizada, que permita maximizar la rentabilidad de los procesos y la gestión integral de los activos.

7. Ingeniería de confiabilidad

Optimizar la confiabilidad operacional de los activos, maximizando la rentabilidad de los procesos, por medio de estrategias efectivas de mantenimiento, que permitan preservar la función de los sistemas.

#### **7.1 Administración de información de confiabilidad (RIM)**

Establecer la estructura y el proceso de recolección, registro y análisis de la información de mantenimiento y confiabilidad, como base para la medición de indicadores, ejecución de

análisis de confiabilidad y definición de planes de mejoramiento de activos.

#### 7.2 Análisis causa raíz (RCA)

Establecer el proceso de análisis causa raíz, como herramienta de mejoramiento, a través de la investigación de incidente / accidente, mediante el uso de la metodología Causa – Efecto.

#### 7.3 Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)

Establecer los lineamientos y metodología, para definir las estrategias óptimas de mantenimiento de los activos productivos, bajo responsabilidad de la compañía.

#### 7.4 Optimización del mantenimiento planeado (PMO)

Establecer los lineamientos y metodología para evaluar los planes de mantenimiento reales a través de la validación con personal experimentado.

### 8. Programa de mantenimiento predictivo

Determinar las técnicas de monitoreo, que permitan evaluar el desempeño y/o la condición de los equipos, además, optimizar las técnicas de monitoreo existentes, que permitan la preservación de la función de los activos

### 9. Paradas mayores de mantenimiento

Estructurar la correcta planeación, programación, ejecución y control, de planes de mantenimiento mayor, dirigido a preservar, restaurar,

mantener y garantizar la disponibilidad y confiabilidad requerida por la organización.

### **2.2.3 Proceso soporte corporativo**

#### 10. Gestión de compras e inventarios

Garantizar que las necesidades de compras de bienes y/o servicios requeridos por Mecánicos Asociados S.A.S., cumplan los requisitos de previsión, condiciones técnicas - económicas de aprovisionamiento y entregas efectivas para el óptimo desarrollo de sus procesos.

#### 11. Administración del cambio

Asegurar la administración de cambios en los procesos, para prevenir que generen o potencialicen riesgos profesionales, impactos ambientales negativos, impactos sociales negativos, o consecuencias que puedan afectar la economía operacional.

### **2.2.4 Proceso de medición y control**

#### 12. Gestión de indicadores de desempeño”.

Estandarizar las herramientas de medición y control de la compañía, que permitan la eficaz y eficiente administración de los procesos corporativos.

Con la aplicación y la interiorización de la Estrategia Corporativa de mantenimiento, la organización atiende la necesidad de administrar el mantenimiento en su contexto general, gracias a la experiencia en sus operaciones, los beneficios tangibles logrados con la optimización de sus activos, el aseguramiento de la calidad, la productividad de los equipos y maquinarias. De ésta manera la compañía centra su mayor atención en

establecer lineamientos para toda la compañía, por intermedio de la Estrategia Corporativa de Mantenimiento de MASA (ECM2), para ayudar a la administración del mantenimiento, concebido desde la estructuración de la oferta a nuestros clientes, hasta la optimización de la gestión producto de la medición de la misma<sup>13</sup>.

**Tabla 1.** Entradas y salidas de los elementos del ECM2

ITEM	ELEMENTO	ENTRADAS	SALIDAS
1	SIGMA	Notificación de inicio de contrato / Pliegos de ofertas / Plan de arranque de contrato	Panorama de riesgos ocupacionales (PRO) / Panorama de aspectos e impactos ambientales (PAIA) / Panorama de aspectos laborales (PAL) / Requisitos contractuales de calidad (RCC), específicos / Plan Integral de Gestión (PIG) / Informe de gestión del PIG
2	Gestión del talento humano	Requisición de personal	Resultados del perfil solicitado, Vs perfil documentado / Registro de aprobación de candidato (s) para contratación por RRHH / Ejecución de planes para capacitación y

<sup>13</sup> ESTRATEGIA CORPORATIVA DE MANTENIMIENTO DE MECÁNICOS ASOCIADOS(ECM2)

ITEM	ELEMENTO	ENTRADAS	SALIDAS
			entrenamientos
3	Benchmarking	Indicadores Benchmarking deseables para la compañía /	Meta para indicadores Benchmarking de la compañía / Medición de indicadores / Plan de mejora de gestión y resultados
4	Organización y recursos	Pliegos de ofertas / Carta de aceptación ó adjudicación de contrato / Retroalimentación de O&M a DN	Oferta comercial presentada al cliente / Acta de retroalimentación de reunión / Plan de arranque de contrato
5	Planeación, Programación, Ejecución y Control del Mantenimiento (P&S)	Política corporativa de mantenimiento (Cliente ó MASA) / Requerimientos contractuales, referente al mantenimiento de activos	Estrategia de mantenimiento para activos, propios ó del cliente a ejecutar en los periodos convenidos / Aseguramiento del mantenimiento de activos
6	Implementación u optimización de software de gestión de activos	Requerimientos del cliente / Necesidad de la operación (documentada) / Diagnóstico integral de la unidad de negocio y su interrelación con	Propuesta técnico económica documentada para implementación u optimización de software de gestión de activos / Implementación u

ITEM	ELEMENTO	ENTRADAS	SALIDAS
		diferentes áreas, de acuerdo a las necesidades de la operación	optimización de software de acuerdo a los requisitos de la operación / Protocolo de aceptación
7	Ingeniería de confiabilidad	-	-
7.1	RIM (Administración de Información de Mantenimiento y Confiabilidad)	Requerimientos del Cliente / Necesidad del proceso productivo y Mantenimiento	Equipos clasificados en taxonomía, códigos de falla, definiciones estándar de mantenimiento y confiabilidad / Eventos de fallas y mantenimiento codificados y cargados en el sistema / Reportes periódicos y específicos de análisis de Confiabilidad
7.2	RCA (Análisis causa raíz)	Ocurrencia y reporte de evento(s), a nivel de la organización	Reporte preliminar / Investigación de evento (s) reportado (s) / Lección aprendida / Evitar recurrencia del evento a nivel de la organización

ITEM	ELEMENTO	ENTRADAS	SALIDAS
7.3	RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)	Información preliminar para hacer mantenimiento a los activos	Estrategia optima de mantenimiento de activos
7.4	PMO (Optimización del Mantenimiento Planeado)	Política corporativa de Mantenimiento / Planes específicos de Mantenimiento de activos	Planes de mantenimiento de activos optimizados
8	Programa de Mantenimiento Predictivo (PdM)	Política corporativa de Mantenimiento / Evaluación del requerimiento de aplicación de técnicas de monitoreo de condiciones, al mantenimiento de activos	Matriz de condición basada en condiciones ó comportamiento del activo, que apalanque la optimización del mantenimiento
9	Paradas mayores de Mantenimiento	Política Corporativa del cliente / Requerimiento del cliente	Metodología para hacer mantenimientos de activos a gran escala
10	Gestión de Compras e Inventarios	Requerimientos en general del cliente (Interno – externo)	Bienes ó servicios a conformidad con lo requerido
11	Administración del Cambio	Requerimiento de hacer un cambio / Procedimiento	Ejecución de un cambio controlado, para la operación y la

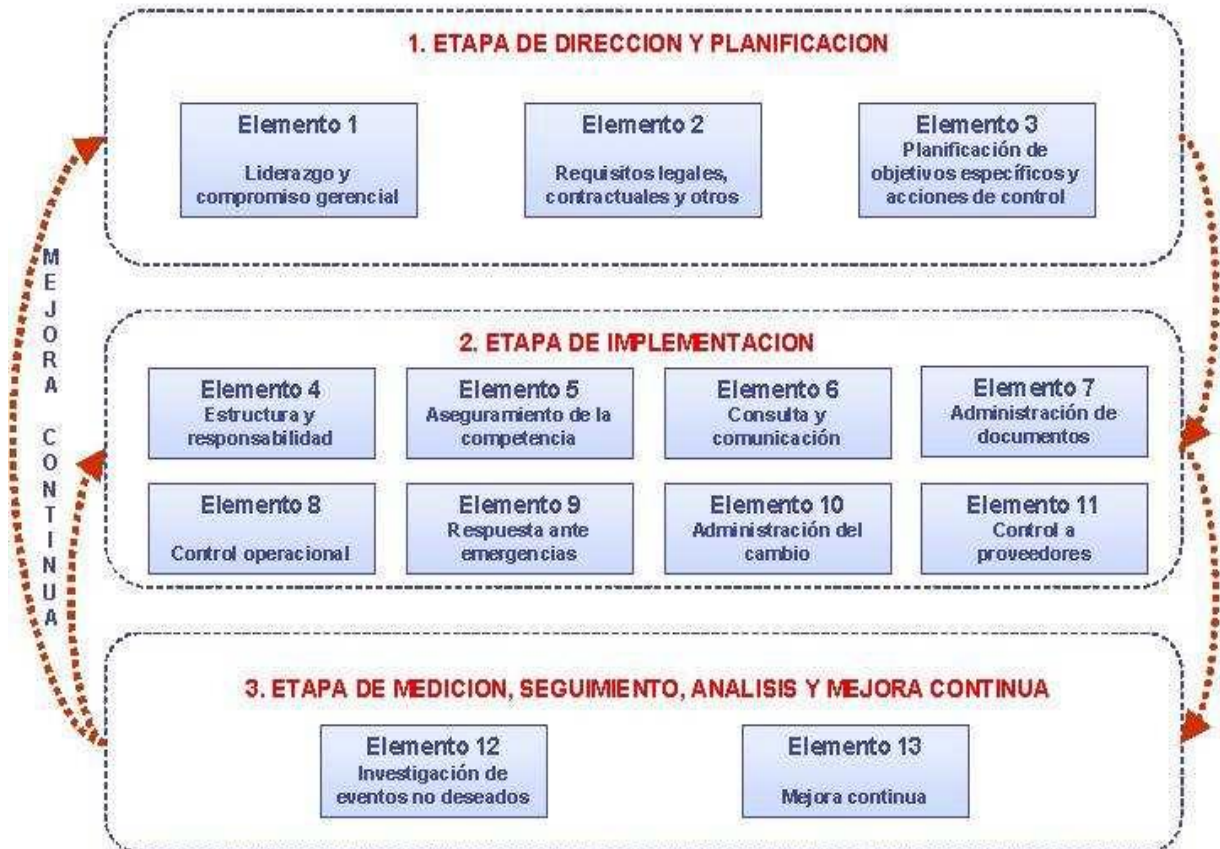
ITEM	ELEMENTO	ENTRADAS	SALIDAS
		Administración del Cambio	organización en general
12	Gestión de Indicadores de Desempeño	Indicadores estándar para cada uno de los Procesos de Gestión de Mantenimiento	Retroalimentación y acciones, tendientes a mejorar la gestión en las operaciones y procesos

### 2.3 SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN

El Sistema Integral de Gestión, entiende la integración de la gestión como la aplicación de prácticas de confiabilidad de clase mundial que permitan prevenir los riesgos laborales, los impactos ambientales negativos, los impactos sociales negativos y los eventos de no calidad del servicio, controlando o eliminando los peligros laborales, los aspectos ambientales, las desviaciones en el cumplimiento de la responsabilidad social y la no calidad del servicio, identificados en los procesos ejecutados por MASA, y que sean de su responsabilidad.

La estructura del Sistema Integrado de Gestión tiene como fundamento la legislación colombiana, que define un marco normativo de tipo administrativo y técnico para la seguridad y salud en el trabajo, la gestión ambiental y la responsabilidad social, así como los requisitos generales establecidos por los clientes, relacionados con la calidad del servicio, los cuales deben ser cumplidos en todos los procesos desarrollados por la empresa.

**Figura 10.** Los trece (13) elementos de las tres (3) etapas del ciclo de mejora continua del SIGMA.



Adicionalmente, para estructurar el Sistema Integrado de Gestión, Mecánicos Asociados adoptó las normas NTC OHSAS 18001 (seguridad y salud en el trabajo), NTC ISO 14001 (medio ambiente), SA 8000 (responsabilidad social), NTC ISO 9001 (calidad del servicio) y Guía RUC, con el objeto de apoyar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo y los programas de gestión ambiental, de responsabilidad social y de gestión de la calidad con los elementos de un sistema de gestión que le permitan mantener una mejora continua en la gestión integral de la empresa.

### **2.3.1 Etapa de dirección y planificación del Sigma**

En la etapa de dirección y planificación del sistema integral de gestión SIGMA, la presidencia de Mecánicos Asociados S.A.S MASA, manifiesta su posición en relación con la gestión integral (seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente, responsabilidad social y calidad del servicio), y define los objetivos, indicadores y metas para lograr un buen desempeño en la gestión integral de los procesos de la empresa.

Igualmente, como parte de la planificación del SIGMA, en esta etapa se realiza una identificación preliminar general de los requisitos legales, requisitos contractuales y otros, que aplican a los procesos ejecutados por MASA, en relación con la gestión integral (seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente, responsabilidad social y calidad del servicio).

#### **Elemento 1. Liderazgo y compromiso gerencial.**

Manifestar el compromiso de la Presidencia de Mecánicos Asociados S.A.S (MASA), en establecer, mantener y mejorar el sistema integral de gestión SIGMA y en su implementación a través de los planes integrales de gestión PIG de cada proceso ejecutado, para que estos sean conocidos, apoyados e implementados por todos los colaboradores de la organización.

La Presidencia de MASA, en representación directa de los accionistas y la junta directiva, asume la responsabilidad por el SIGMA, comprometiéndose en su planeación, implementación, evaluación y mejora continua en los procesos directamente ejecutados por MASA y en las relaciones contractuales comerciales donde se defina que aplica el SIGMA.

**Elemento 2.** Requisitos legales, contractuales y otros.

Este elemento permite identificar, comunicar, tener acceso y evaluar la conformidad del cumplimiento de los requisitos legales relacionados con la seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente, responsabilidad social y calidad del servicio que sean aplicables a la naturaleza de los procesos desarrollados por MASA, requisitos de los contratos establecidos con los clientes, requisitos de las normas NTC OHSAS 18001, NTC ISO 14001, SA 8000, NTC ISO 9001 y requisitos de la guía del Sistema de Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente para Contratistas.

**Elemento 3.** Planificación de objetivos específicos y acciones de control.

Establecer programas, procedimientos e instructivos generales de gestión integral, basados en prácticas de confiabilidad clase mundial, que permitan cumplir los requisitos legales, requisitos contractuales y otros para prevenir los riesgos laborales, los impactos ambientales negativos, los impactos sociales negativos y los eventos de no calidad del servicio, así como proporcionar un ambiente de trabajo que no interfiera en la calidad de la prestación del servicio.

### **2.3.2 Etapa de implementación del Sigma**

Los elementos de esta etapa permiten ejecutar los lineamientos de la etapa de dirección y planificación del SIGMA en las actividades de los procesos desarrollados por MASA, mediante los planes integrales de gestión PIG de cada servicio y el área administrativa.

**Elemento 4.** Estructura y responsabilidad.

Asignar los roles, responsabilidades y autoridad para la planificación, implementación, control y evaluación del sistema integral de gestión SIGMA y de los planes integrales de gestión PIG.

**Elemento 5.** Aseguramiento de la competencia.

Asegurar que las personas que ejecutan procesos de MASA, tengan la competencia requerida en seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente, responsabilidad social y calidad del servicio para cumplir con sus roles, responsabilidades y autoridad en la ejecución de sus actividades y en el logro de los objetivos específicos del SIGMA y los objetivos específicos del proceso relacionados con los requisitos del cliente.

**Elemento 6.** Consulta y comunicación.

Proporcionar los mecanismos para que las partes interesadas en asuntos relacionados con la gestión integral de MASA (seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente, responsabilidad social y calidad del servicio) puedan expresar sus inquietudes respecto a su interés particular.

**Elemento 7.** Administración de documentos y registros.

Definir la interrelación y la administración de los documentos y registros relacionados con la gestión integral de MASA. Cubre la elaboración, identificación, control de entrega y retiro, actualización y preservación de los documentos y registros relacionados con el sistema integral de gestión SIGMA y con los planes integrales de gestión PIG.

**Elemento 8.** Control operacional.

Implementar las políticas, normas, programas, procedimientos e instructivos del SIGMA y operacionales, definidos en la etapa de dirección y planificación del SIGMA, para cumplir los objetivos específicos del SIGMA y

los objetivos específicos del proceso relacionados con los requisitos del cliente.

**Elemento 9.** Preparación para respuesta ante emergencias.

Proporcionar un esquema básico de atención, con los procedimientos aplicables, para dar respuesta oportuna, adecuada y con enfoque preventivo a las emergencias de seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente, responsabilidad social y calidad del servicio, que puedan presentarse en los procesos desarrollados por MASA, y que sean de su responsabilidad, cuando fallan los controles establecidos o por eventos naturales y de amenaza social, de manera que se preserve la vida de las personas y se prevenga al máximo los daños para el medio ambiente, los activos y la producción.

**Elemento 10.** Administración del cambio.

Administrar los cambios operativos en los procesos desarrollados por MASA para prevenir que generen o potencialicen desviaciones en la gestión integral (seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente, responsabilidad social y calidad del servicio) durante la ejecución de las actividades.

**Elemento 11.** Control a proveedores.

Controlar los procesos de compra o contratación de proveedores de servicios, bienes y productos, para que estos se realicen cumpliendo los requisitos legales básicos en seguridad y salud en el trabajo, medio ambiente y responsabilidad social y los requisitos de calidad del servicio, para prevenir los riesgos laborales, los impactos ambientales negativos, los impactos sociales negativos y los eventos de no calidad del servicio, así como realizar un uso adecuado y racional de los recursos durante la ejecución del contrato celebrado con MASA.

### **2.3.3 Etapa de medición, seguimiento, análisis y mejora continua del Sigma**

Esta etapa cierra el ciclo de mejora continua del SIGMA, aplicando programas y procedimientos que permiten verificar la implementación del SIGMA, evaluar el logro de los objetivos y metas e identificar oportunidades de mejora para las desviaciones encontradas, haciendo seguimiento a su implementación

La etapa de medición, seguimiento, análisis y mejora continua del SIGMA está conformada por:

**Elemento 12.** Reporte, investigación y análisis de eventos no deseados de la gestión integral.

Mantener un sistema de información y análisis estadístico para reportar, investigar y analizar los accidentes de trabajo, las enfermedades laborales, los accidentes ambientales, las desviaciones en el cumplimiento de la responsabilidad social, los eventos de no calidad del servicio y las no conformidades del sistema integral de gestión SIGMA, identificando las causas básicas de estos eventos para establecer las acciones correctivas que permitan evitar su recurrencia.

Se define como eventos no deseados de la gestión integral los accidentes de trabajo, las enfermedades laborales, los accidentes ambientales, las desviaciones en el cumplimiento de la responsabilidad social, los eventos de no calidad del servicio y las no conformidades del sistema integral de gestión SIGMA.

**Elemento 13.** Evaluación del desempeño y mejora continua.

Establecer los criterios y condiciones que permitan evaluar el desempeño en la gestión integral de MASA y retroalimentar los resultados para la mejora continua. La evaluación del desempeño en la gestión integral de MASA se refiere a la inspección, monitoreo y medición de las

características claves de las actividades de los procesos ejecutados por MASA, que sean de su responsabilidad, y que puedan generar riesgos laborales, impactos ambientales negativos, impactos sociales negativos y eventos de no calidad del servicio.

### **3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **3.1 DIAGNÓSTICO DE LA PERCEPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN COMO EMPRESA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO.**

Como resultado del excelente crecimiento y posicionamiento en el mercado la compañía tuvo que afrontar diversidad de clientes, desde organizaciones sencillas y tradicionales en mantenimiento hasta organizaciones de mantenimiento de una gran madurez; el negocio seguía creciendo y los nuevos retos no daban espera, el espíritu emprendedor que caracteriza las organizaciones colombianas la llevo a desarrollar su estrategia a medida que el negocio se expandía; cada vez que se hacía más grande y los desafíos incrementaban se comenzaba a sentir la necesidad de una organización más organizada, consolidada y con sus procesos integrados para afrontar efectivamente los requerimientos del mercado.

A partir de esta identificación básica, de la necesidad de cambiar y de diversos inconvenientes identificados al interior de la organización surgió la necesidad de revisar los procesos existentes y crear una estrategia que permitiera la flexibilidad y que actuara como un todo a través de un sistema de gestión integrado. Resultado de esta primera necesidad se desarrolló el sistema integrado de gestión, el cual tiene como objetivo, “describir la estructura y comunicar las directrices generales del sistema integral de gestión, entendiéndose cómo gestión integral, la aplicación de prácticas de confiabilidad de clase mundial que permitan prevenir los riesgos laborales, los impactos ambientales negativos, los impactos sociales negativos y los eventos de no calidad del servicio, controlando o eliminando los peligros laborales, los aspectos ambientales, las desviaciones en el cumplimiento de la responsabilidad social y la no calidad del servicio, identificados en los procesos ejecutados y que sea de su responsabilidad la gestión.

El modelo de sistema integrado de gestión, es un muy buen primer ejercicio en la búsqueda de las herramientas óptimas para gerenciar una empresa de mantenimiento; sin embargo el enfoque del Sigma, va más ligado al aseguramiento de las operaciones en HSEQ (Seguridad, Salud, Medio Ambiente y calidad), quedando pendiente los demás soportes que se engranan para poder hacer una buena gestión de mantenimiento y una excelente prestación del servicio.

### **3.1.1 Objetivo del Diagnostico**

Encontrar los aspectos clave con los cuales se genere un marco de referencia, que involucre los aspectos a mejorar y a partir del cual se puedan tomar acciones para mejorar el servicio prestado.

### **3.1.2 Metodología del diagnóstico de la empresa.**

Se seleccionó una muestra de personas estratégicas para la organización, dentro de las que se incluyó, Gerentes de zona Gerentes de unidad, Coordinadores de contrato y el Director de Operaciones y Mantenimiento.

Se realizó un cuestionario de preguntas enfocadas a la integración y soporte de las áreas de la compañía para la ejecución y prestación del servicio en los contratos en los que operan.

Se realizó a manera de charla las preguntas y se interactuó durante el dialogo permitiéndosele expresar sus puntos de vista, opiniones y propuestas de la percepción y los cambios que ellos sugerían sucedieran en la organización para que las cosas mejoraran.

### **3.1.3 Resultados del Diagnostico**

Una vez analizado los resultados se resaltan once aspectos dentro de los que se encuentra, la mala elaboración de las ofertas, la inadecuada interpretación de las condiciones pactadas en las ofertas, incumplimientos en los plazos para

el arranque de los contratos, dificultad en el reclutamiento y contratación del talento humano, problemas logísticos en la cadena de suministros, falta de procesos estandarizados, poco entendimiento del cliente y por tanto incumplimiento de sus expectativas, roles y responsabilidades no definidas para los colaboradores, falta de documentación estándar, deficiencia en la socialización y transferencias de conocimiento, personal con competencias inadecuadas.

Una vez identificados los aspectos claves de riesgo se describen y analizan las causas y consecuencias a partir de estas, resaltando los siguientes hallazgos descritos en la tabla 2.

**Tabla 2.** Aspectos claves identificados como oportunidades de mejora.

No.	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO DEL PROCESO	CAUSA	CONSECUENCIA
1	Oferta mal elaborada	1. Personal de Operaciones no se involucra desde el desarrollo de la oferta. 2. Desconocimiento de las condiciones especiales de la zona donde se van a ejecutar los trabajos. 3. Falta de integración entre el área de ofertas y licitaciones y el área de O&M (Oferentes / Ejecutores).	1. Incumplimiento al cliente 2. Sobrecostos para MASA 3. Repercusiones Legales 4. Pérdida de utilidad en el negocio

No.	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO DEL PROCESO	CAUSA	CONSECUENCIA
2	Coherencia entre la oferta y la ejecución / Inadecuada interpretación de las condiciones de la oferta	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrega inadecuada del Plan de Arranque (O&amp;L).</li> <li>2. Personal sin las competencias requeridas.</li> </ol> Falta de integración entre el área de ofertas y licitaciones y el área de O&M (Ofereentes / Ejecutores). <ol style="list-style-type: none"> <li>3. No hay una entrega formal, ni acompañamiento durante el periodo de arranque del contrato.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaboración inadecuada del Plan de Arranque de contratos</li> <li>2. Sobrecostos para MASA</li> <li>3. Pérdida de imagen</li> </ol>
3	Incumplimiento en los plazos para el arranque de contrato	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de un mapa de ruta que sea aplicable a todos los contratos de mantenimiento sin importar su tipo.</li> <li>2. Falta de un standard para arranque de contratos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incumplimiento de los requisitos contractuales.</li> </ol>
4	Reclutamiento y contratación del talento humano	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de personal para las labores del contrato.</li> <li>2. Personal poco competente para el desarrollo de sus funciones.</li> <li>3. Personas con competencias inadecuadas.</li> <li>4. involucrar personas de la comunidad aunque no tengan las competencias requeridas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Backlog</li> <li>2. Retrabajos</li> <li>3. Incumplimiento de los requisitos legales.</li> </ol>
5	Problemas logísticos en la cadena de suministros	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de herramientas básicas necesarias para los trabajos de mantenimiento.</li> <li>2. Falta de insumos y epp's para trabajos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Backlog</li> <li>2. Retrabajos</li> <li>3. Incumplimiento de los requisitos legales.</li> </ol>

No.	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO DEL PROCESO	CAUSA	CONSECUENCIA
6	Falta de procesos estandarizados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desconocimiento de las herramientas tecnológicas de la empresa.</li> <li>2. Falta de socialización de la información en todos los niveles.</li> <li>3. Falta de documentación de los documentos propios de la operación.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incidentes y posibles accidentes</li> <li>2. Errores en la ejecución de los trabajos</li> <li>3. Pérdida de competitividad en el mercado.</li> </ol>
7	Intimidad con el cliente / Incumplimiento de las expectativas del cliente	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manejo inadecuado de las expectativas del cliente.</li> <li>2. No acordar indicadores para el servicio y metas (Acuerdo de Servicio)</li> <li>3. Manejo inadecuado de las comunicaciones (Cliente - Masa).</li> <li>4. Reconocimiento de los aspectos importantes de la oferta.</li> <li>5. Manejo de las relaciones mal enfocadas con el cliente.</li> <li>6. contratos en los que la utilidad es muy baja y no queda presupuesto para las actividades que agregan valor.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clientes insatisfechos por la prestación del servicio.</li> <li>2. Esfuerzos incensarios que no son costo efectivos y que no agregan valor.</li> </ol>
8	Roles y responsabilidades no definidos de los colaboradores	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No se diseñan los roles y perfiles acordes a las actividades requeridas para la operación.</li> <li>2. Personal sin las competencias requeridas.</li> <li>3. Falta de estandarización de procesos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Posibles accidentes por realizar tareas que nos están dentro de sus funciones y para las cuales no se tiene la competencia.</li> </ol>
9	Falta de documentación estándar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de documentación de las actividades cotidianas de mantenimiento.</li> <li>2. Falta de cultura y exigencia con el manejo de la información de soporte para la ejecución de</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resultados negativos en las auditorias.</li> <li>2. Retrasos adicionales en la ejecución de los trabajos.</li> <li>2. Actividades de</li> </ol>

No.	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO DEL PROCESO	CAUSA	CONSECUENCIA
		trabajos de mantenimiento.	mantenimiento sin procedimentar. 4. Incumplimiento de los requisitos contractuales.
10	Deficiencia en la socialización y transferencia de conocimiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No se encuentra un sitio con acceso para todas las personas en el cual encontrar información útil para todos.</li> <li>2. Las buenas prácticas y desarrollos no se replican a todos los contratos y niveles de la organización.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de procedimientos</li> <li>2. Errores repetitivos</li> <li>3. Pérdida de experiencia</li> <li>4. Incumplimiento de estándares y requisitos corporativos de MASA (SIGMA, BSC de MASA, políticas internas, etc.)</li> </ol>
11	Personal con competencias inadecuadas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contratación de todo el personal proveniente del anterior contrato.</li> <li>2. Vinculación de personal de la comunidad de la Zona de influencia con poco conocimiento.</li> <li>3. Rotación de personal</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Accidentes ambientales por derrames de crudo.</li> <li>2. Retrabajos</li> <li>3. Errores operacionales</li> </ol>

A partir de los resultados obtenidos como un insumo, las metodologías existentes y de las buenas prácticas de la industria se presenta una propuesta con un enfoque en gestión de activos, en la cual se pretende integrar los aspectos necesarios para que la organización consolide sus procesos para prestar un servicio óptimo de Operación y Mantenimiento, mediante una gestión que satisfaga las expectativas del cliente para proveer: excelencia operativa, rendimiento económico y los niveles de disponibilidad, confiabilidad e integridad propuestos dentro del marco de referencia de nuestros compromisos, dando cumplimiento a las políticas de HSE y las exigencias de mejoramiento continuo de

los procesos de acuerdo con los compromisos adquiridos en nuestra política integral de HSEQ.

Con lo cual la prestación del servicio involucre entre otras las siguientes actividades que agreguen valor y que sean visibles para nuestros clientes.

- Desarrollar una estrategia de mantenimiento y operación acorde a las necesidades del cliente satisfaciendo sus requerimientos y expectativas.
- Cumplir con las leyes, regulaciones y políticas corporativas y estándares de la industria.
- Reducir los costos asociados a mantenimiento y operación sin afectar la integridad, eficiencia y disponibilidad de los equipos.
- Manejar adecuadamente el consumo de repuestos.
- Asegurar las competencias del personal.
- Minimizar la cantidad de fallas crónicas y fallas críticas mediante procesos de análisis de causa raíz de las fallas (RCA).
- Planear y programar todos los trabajos de mantenimiento.
- Establecer indicadores de desempeño claros con los que se pueda medir las actividades de área.
- Operar equipos pensando en la prevención de fallas crónicas y bajo desempeño.
- Analizar y optimizar todas las actividades de mantenimiento y operación mediante procesos de mejoramiento continuo, a través de herramientas de confiabilidad, administración de la integridad y control apropiado y rentable generando confianza en el cliente.
- Evaluar, controlar y mitigar impactos ambientales y riesgos presentes en las actividades a desarrollar.

## 4. ESTRATEGIA CORPORATIVA PARA LA PRESTACIÓN DE MANTENIMIENTO

### 4.1 MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS MASA

El mantenimiento es un conjunto de actividades que se realizan sobre un sistema, equipo o componente, con el objeto de garantizar su correcto funcionamiento, preservando el rendimiento esperado en la calidad del proceso.

Siendo su principal objetivo optimizar la calidad del equipamiento, también se debe centrar en aumentar la seguridad y fiabilidad de las instalaciones, reducir costos asociados al fallo de los equipos (tanto los directos asociados a su reparación, como los indirectos, originados como consecuencia de la pérdida de producción durante la parada de la instalación)<sup>14</sup>.

**Figura 11.** Modelo de gestión de activos



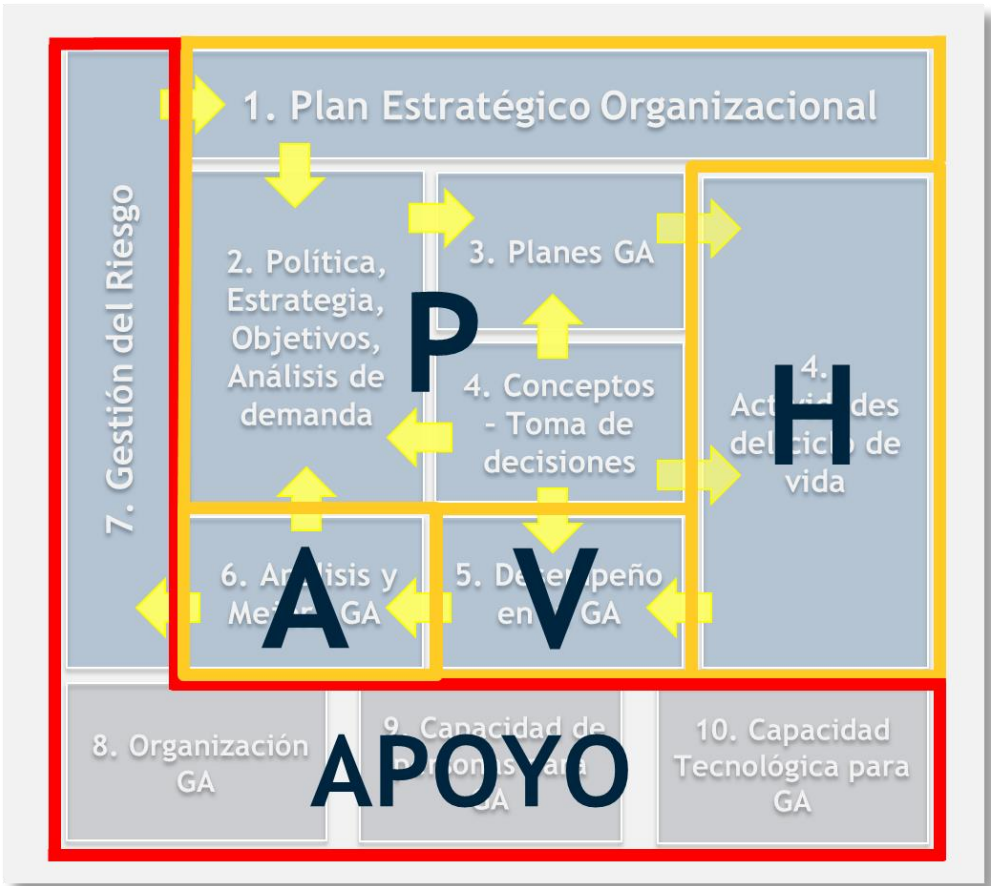
La Gestión de Activos Físicos de MASA comprende un conjunto de directrices que soporta la toma de decisiones durante todo el ciclo de vida de los activos físicos de la organización y de sus clientes, con el objetivo de asegurar la obtención de

<sup>14</sup> ORTIZ, Álvarez Víctor, Inspección Basada en Riesgo. Junio de 2014. Disponible en Internet, <http://www.industriaaldia.com/articulos/65-2.pdf>

los resultados esperados, a través del adecuado uso de activos, contribuyendo a la sostenibilidad y generación de valor a largo plazo.

Una de las funciones principales de la gestión de activos físicos en MASA es adoptar un hábito de planificación total en cada fase del ciclo de vida de los activos, haciendo uso de las herramientas adecuadas para toma de decisiones e implementando las mejores prácticas reconocidas en la industria alrededor de la gestión de proyectos, operación, ingeniería de mantenimiento, procesos de mejora, modificaciones del diseño, desmantelamiento y disposición final de activos.

**Figura 12.** Modelo de Gestión de Activos Físicos y su correspondencia con el modelo de Mejoramiento Continuo



El modelo general de gestión se fundamenta en un ciclo de mejoramiento continuo que busca siempre obtener un mejor desempeño de los activos, integrar en toda la toma de decisiones los riesgos asociados, los compromisos empresariales, los requerimientos gubernamentales, tratando de mantener siempre el mayor equilibrio entre los costos de operación y el beneficio a largo plazo. Así mismo, intenta asegurar las competencias y habilidades del personal involucrado, como también el flujo de información adecuado que pueda dar soporte en tiempo real a las decisiones asociadas con el proceso.

La figura 11 muestra los diferentes Dominios que conforman el sistema de gestión de activos de MASA. La figura 12 muestra como los dominios y su flujo de información está en correspondencia con el modelo de mejoramiento continuo, las flechas muestran flujo lógico de información entre los componentes del modelo.

#### **4.1.1 Plan estratégico Organizacional.**

En este dominio se determinan los elementos del plan estratégico organizacional que se ejecutarán a través del proceso e iniciativas de gestión de activos físicos. Los elementos que se deben tener en cuenta para su desarrollo son:

- Misión Corporativa
- Visión Corporativa
- Objetivos Estratégicos
- Estrategia Corporativa (de existir)
- Principios Estratégicos (de existir)
- Valores corporativos (de existir)
- Planes de Gestión Corporativa
- Normativa y regulación alrededor del negocio

Del análisis de las anteriores definiciones se dan las salidas para conformar y adaptar los elementos que hacen parte del modelo de gestión de activos físicos. Entre las posibles salidas se tienen:

- Objetivos globales que guiaran la conformación de los objetivos de la Política de GAF
- Principios estratégicos que influenciaran la Política y Estrategia de GAF
- Valores que definirán las estructuras y estrategias para la GAF
- Planes que harán parte de los planes de GAF
- Metas de GAF conformes a la visión de la organización.

#### **4.1.2 Política, Estrategia, Objetivos y Análisis de demanda para la Gestión de Activos Físicos**

##### **Política de Gestión de Activos Físicos:**

Se refiere a los principios y requerimientos mandatorios y consistentes con el plan estratégico organizacional, que proveen una estructura para el desarrollo e implementación de la Estrategia de gestión y para fijar los objetivos de gestión de activos físicos. Su definición se constituye con base en las salidas del dominio anterior, además de consideraciones organizacionales alrededor de lo que se pretende debe ser la GAF.

##### **Estrategia de Gestión de Activos:**

La Estrategia de gestión de activos físicos se compone de los diferentes “como” que hacen posible la realización de la política sobre los activos y/o sistemas de activos. Se deriva y es consistente con la política de gestión de activos físicos, definida con anterioridad y con el plan estratégico organizacional.

### **Análisis de demanda:**

Dentro de este apartado el cual puede ser entendido como un desarrollo específico de la estrategia de GAF se involucran las expectativas y proyecciones del mercado en donde se encuentra inscrita la organización, con el fin de determinar las necesidades desde los activos para responder acertadamente en el tiempo.

### **Objetivos de Gestión:**

Se definen en términos de los Objetivos de gestión planteados en la política y de acuerdo a los alcances y definiciones de la estrategia y análisis de demanda. Deben ser medibles y alcanzables en el tiempo, sus definiciones deben siempre entregar información acerca de la congruencia de las acciones respecto a los resultados de gestión sobre los activos.

#### **4.1.3 Planes de Gestión de Activos**

En este dominio se definen, describen y aprueban las iniciativas a materializar sobre los activos para dar cumplimiento a la política, estrategia, demanda y objetivos de la GAF. Dichas iniciativas deben conformar planes que dirijan todas las acciones sobre los activos durante todo su ciclo de vida.

#### **4.1.4 Conceptos – Criterios para toma de decisiones**

Las reglas y métodos que describen y definen como tomar las decisiones alrededor de los activos son las que componen este dominio. Sus salidas se convierten en **LO QUE** debe ser hecho para reducir la materialización de amenazas, aprovechar oportunidades, reducir costos y alcanzar los objetivos del negocio.

#### **Análisis de Criticidad**

Identifica y jerarquiza los activos, sistemas de activos o acciones sobre los activos que tienen un mayor riesgo de afectar de manera significativa la

futura gestión de adquisición, construcción, mejoramiento, operación, mantenimiento y disposición final. Durante la etapa operativa, es por excelencia la primera tarea a llevar a cabo antes de definir **LO QUE** es necesario hacer sobre los activos

### **Proyectos - Modernización:**

Describe los requerimientos generales que se deben tener en cuenta para asegurar la mejor selección y configuración de activos, durante las etapas de:

- Estudio preliminares de proyectos
- Evaluación
- Diseño Conceptual
- Diseño Detallado
- Planificación de la Construcción
- Adquisición de nuevos Activos
- Construcción
- Puesta en marcha y entrega a la operación.

Debe tenerse en cuenta que la GAF no define cada uno de estos subprocesos, pero si asegura la incorporación de los elementos necesarios para obtener la mejor configuración de activos posible, a través de la aplicación de metodologías tales como:

- FTA: Análisis de árbol de fallas, para configuración óptima de activos desde el diseño
- RAM: Estudios de Confiabilidad, disponibilidad y Mantenibilidad, para la optimización del desempeño desde el diseño
- LCC: Costos de ciclo de vida, para seleccionar los activos más costo - efectivos desde el diseño y la compra.

- RCM: Estudios de Mantenimiento centrados en Confiabilidad, para definir los planes de mantenimiento más acordes a cada clase de activo.
- Análisis de Riesgo Operacional: Aplicación según el tipo de sistema de activos de simulaciones de riesgo tales como:
  - What-if,
  - Hazop,
  - FMEA,
  - Sil,
  - Sis,
  - Lopa,
  - PHA,
  - u otros que apliquen

### **Operación**

Define como establecer el conjunto de reglas e instrucciones que se necesitan para operar los activos de forma correcta y efectiva. Como resultante se definen actividades:

- Relacionadas con la cadena de suministro
- Relacionadas con la Organización que soporta la Operación
- Relacionadas con el Proceso o la Calidad
- Relacionadas con el Activo.

### **Actividades relacionadas con la cadena de Suministro**

Las metodologías usadas para definir las necesidades y formas de gestionar la cadena de suministros tiene como objetivo establecer que debe ser hecho para que la producción y la cuenta en todo momento con los

insumos necesarios para entregar la salida requerida de productos o servicios, las metodologías usadas son:

- Push or Pull (JIT) – Justo a tiempo
- Requerimientos de entrega (Estudios de demanda de los clientes)
- Mezcla del Producto + Rango del Producto (p.e. SMED) + Flexibilidad + Velocidad
- Aspectos de logística interna (suministro, almacenamiento en proceso, transporte de productos, etc.)
- Logística para resolver cuellos de botella
- Estudios de restricciones de proceso

### **Actividades relacionadas con la Organización que soporta la Operación**

En este apartado se definen la estructura necesaria para soportar adecuadamente la necesidades de operación de activos, así como los diferentes estándares humanos que deben caracterizar a los integrantes de los grupos de trabajo, estos estándares se refieren a:

- Niveles de productividad
- Valores corporativos
- Comportamientos
- Perfiles
- Conocimientos
- Habilidades y destrezas

### **Actividades relacionadas con el Proceso o la Calidad**

Debe tenerse en cuenta que la gestión de activos físicos tal como se ha advertido en otros apartados no define los parámetros del Proceso Operación o de Calidad del producto, sin embargo con base en estos

parámetros si establecen estándares de operación y mantenimiento para que desde el activo se minimice el riesgo de no lograr la meta deseada al respecto.

Dichos estándares se deben convertir en:

- Procedimientos de operación estándar (Estandar Operating Procedure)
- Control de procesos, (Statistical Process Control, 6Sigma, entre otros)
- Controles de calidad sobre el producto y sobre el activo

### **Actividades relacionadas con el Activo.**

En este apartado se define lo que puede ser hecho desde la operación para el cuidado y preservación de los activos. Estas definiciones son dadas en muchos casos a través del numeral 5.4.3.5 relacionado con el mantenimiento de activos, en donde puede ser identificado que debe ser hecho sobre los activos desde la operación. Sin embargo, a través del empleo de otras metodologías orientadas a la optimización de procesos productivos pueden identificarse tareas, tales metodologías pueden ser:

- TPM, Mantenimiento productivo total
- Inspecciones básicas de operación y limpieza

### **Mantenimiento**

A través de las definiciones de este elemento se identifican y priorizan las actividades de Mantenimiento sobre los activos físicos de acuerdo a la importancia de estos sobre la operación. Estas definiciones se apoyan en análisis previo de Riesgo y/o Criticidad de activos, tratando de centrar los esfuerzos en aquellos de mayor importancia, de acuerdo a criterios establecidos por MASA. Se considera entre otras posibles, las siguientes entradas y metodologías para la construcción de los planes de mantenimiento:

- Requerimientos legales

- Recomendaciones del fabricante
- Experiencia
- RCM - Mantenimiento Centrado en Confiabilidad
- PMO - Optimización del Mantenimiento Planeado
- RBI - Inspección Basada en Riesgo
- RBM, Mantenimiento basado en Riesgo
- CBM, Mantenimiento Basado en Condición.
- TPM: Mantenimiento productivo total

### **Información y Documentación**

Determina las necesidades de Información alrededor de los activos, sus procesos de soporte y las maneras de documentar y asegurar dicha información. Describe de manera detallada:

- Estructuras de información de activos (Taxonomía)
- Flujos de información
- Usos de la información
- Niveles de acceso de información
- Administración documental de la información de los activos físicos
- Ciclo de vida de la información
- Administración de la información en cada una de las etapas del ciclo de vida de los activos.

### **Partes de Repuesto**

Tiene por objeto definir la estrategia a seguir para la planificación y almacenamiento de partes de repuesto e insumos para los activos físicos durante todo su ciclo de vida. Su definición toma en cuenta:

- Niveles de servicio requeridos para mantener los activos cumpliendo su función (necesidades de mantenimiento)
- Restricciones financieras y logísticas para compra, transporte y almacenamiento de partes.

Las metodologías usadas para la planificación de partes de repuesto son:

- Análisis ABC
- Análisis Push and Pull
- Análisis EOQ (Economic Order Quantity, Cantidad económica de pedido)
- Análisis RCS (Reliability Centered Spares)

### **Análisis de Contingencia**

Identifica y describe que hacer en caso de la ocurrencia de un evento que afecte de manera a los activos con consecuencias sobre los aspectos de interés para MASA (personas, medio ambiente, grupos de Interés, imagen, operación, entre otros). Dichos planes se deben apoyar en el análisis previo de Criticidad, Riego y cualquier otra entrada que alerte de escenarios indeseables de gran impacto y de difícil manejo.

### **Integridad y cumplimiento de normatividad**

Es responsabilidad de la gestión de activos físicos determinar que debe ser hecho para identificar y dar respuesta a la legislación que aplica para instalar y poner en operación los diferentes sistemas de activos físicos de MASA, así como también asegura que la operación de los diferentes clientes cumple con la correspondiente a lo esperado. Su objeto es entonces identificar los requerimientos externos e internos, necesarios para asegurar el mantenimiento de:

- Licencias de Operación
- Trazabilidad de acciones legales

E integridad de:

- Personas

- Instalaciones
- Medio Ambiente

### **Estandarización Técnica**

Define y publica todas las directrices técnicas que MASA toma como referencia para el desarrollo de sus actividades en torno a los activos. Se compone de normas, estándares, procedimientos internos y recomendaciones generales que deben tenerse siempre en cuenta para la toma de decisiones de carácter técnico.

La normativa definida debe contener entre otros, normas y lineamientos generales para estandarizar:

- Materiales a usar de acuerdo a manejo de fluidos, contextos operacionales, clima, etc.
- Instrumentos de automatización (PLC, DCS, ...)
- Cableado, gabinetes eléctricos, etc. M
- Métodos de programación
- Métodos de codificación
- Sistemas de medición
- Estándares de Mantenibilidad
- Estándares Confiabilidad
- Estándares Seguridad
- Estándares de desempeño
- Entre otros

#### **4.1.5 Actividades del Ciclo de Vida**

Este dominio establece los “acuerdos de servicio” para los Activos, es decir, define la estructura general del **HACER** para una adecuada ejecución de las actividades de Gestión de Activos Físicos, de acuerdo a las definiciones dadas en el dominio 4.1.3 (Criterios para toma de decisiones) y lo planificado en el dominio 4.1.4

(Planes de gestión de activos físicos). La ejecución de las actividades comprende todo el ciclo de vida de los activos.

### **Operación de Activos**

Define todas las actividades concretas para llevar a cabo las actividades de operación de activos de acuerdo a lo definido en el dominio 5.4 (Criterios para toma de decisiones) y las necesidades identificadas en el dominio 5.3 (Planes de gestión de activos físicos), entre sus actividades están:

- Acuerdos de servicio para la ejecución adecuada de la operación, mantenimiento y modernización de activos.
- Administración de permisos de Trabajo
- Control de tareas de operación de activos
- Control de riesgos en la operación
- Administración de personal para la operación

### **Modernización y/o Mejora de Activos Físicos**

Se compone de las actividades de para la construcción y puesta en marcha de nuevos activos y sistemas de activos de acuerdo a las necesidades identificadas al llevar a cabo las tareas de los dominios Evaluación y Mejoramiento.

### **Disposición final de Activos**

Integra todas las actividades para llevar a cabo la desincorporación de activos que han llegado a su límite de vida útil, se compone entre otras de las actividades de:

- Procedimientos de Manejo del Cambio (desmantelamiento y disposición de Activos)
- Planificación, programación de desmantelamiento de activos
- Proceso de Control de Proyectos durante el desmantelamiento

- Proceso de desactivación de activos del sistema contable
- Procesos de valoración de activos obsoletos o no requeridos por la operación
- Procesos logísticos y de aprovisionamiento para el desmantelamiento
- Proceso de disposición final de activos de acuerdo a requerimientos
- Control de personal durante las etapas de desmantelamiento y disposición final.

### **Procesos de Soporte**

Se integra por los procesos que facilitan el flujo de materiales y servicios requeridos para llevar a cabo las actividades comprendidas en cada uno de los elementos que hacen parte del presente dominio, comprende las actividades

#### **4.1.6 Desempeño de la Gestión de Activos Físicos**

Define la manera de verificar por la organización el cumplimiento de las metas y objetivos deseados del sistema de gestión de activos y el desempeño o condición de los activos o sistemas de activos. Sus acciones se centran en la medición y diagnóstico de los diferentes componentes del sistema de Gestión de Activos Físicos.

##### **Auditorías**

Verifica el cumplimiento de todos los requerimientos del sistema de Gestión de Activos Físicos, proponiendo acciones de acuerdo a las desviaciones encontradas o a la identificación de objetivos o estrategias que sean susceptibles de exceder su ejecución como también la imposibilidad de cumplirlas a través de los modelos vigentes.

##### **Información y Registro**

Verifica la calidad de la información reportada por todos los procesos que intervienen en la gestión de activos físicos de MASA y su completitud de

acuerdo a los parámetros definidos. Así mismo el reporte de todos los códigos de falla presentados por los activos durante los periodos evaluados.

### **Medición del desempeño**

Análisis del cumplimiento de los estándares operativos y de diseño por parte los activos y sistemas de activos, así como su condición física y periodos de vida remanente.

### **Análisis de Cumplimiento**

Verifica a través del cálculo de indicadores de desempeño el logro de los objetivos trazados por el sistema de Gestión de Activos Físicos, los activos y sistemas de Activos. Así mismo identifica las causas inmediatas de las desviaciones, cataloga las fallas o desviaciones de acuerdo a su impacto y genera los reportes preliminares de incidentes, no conformidades, o fallas.

## **4.1.7 Análisis y Mejora de la GAF**

Define todo el proceso para el manejo e investigación de fallas, incidentes y no conformidades asociadas a los activos, sistemas de activos, respecto al sistema de Gestión de Activos Físicos. Así como la evaluación y justificación de reformas, modernizaciones y acciones de mejora sobre los activos.

### **Revisión de la Gerencia**

Verificación anual por parte de los grupos que gobiernan la Gestión de Activos Físicos de los alcances, estructuras y resultados logrados por el sistema. Al tiempo se definen todas las acciones necesarias para redefinir los objetivos del sistema, como también recursos e interacciones necesarias para reducir las desviaciones. Esta estructura de gobiernos debe hacer parte del modelo y estrategia de gestión.

### **Análisis de Falla**

Este elemento toma todas las desviaciones identificadas en el dominio Evaluación y de acuerdo a prioridades dadas por la incidencia de las

desviaciones o fallas prioriza análisis para determinar efectivamente las causas que facilitaran su aparición.

### **Acciones de Mejora**

Evalúa, promueve y comunica todas las acciones encaminadas a eliminar las causas de falla identificadas durante los análisis de falla y análisis de riesgo. Así mismo, verifica la efectividad de las acciones tomadas como también la implementación de acciones en procesos de igual naturaleza o similar aplicación.

### **Divulgación de lecciones aprendidas**

Este elemento asegura que todas las conclusiones y acciones de mejora alrededor de las no conformidades, revisión gerencial y análisis de falla sean conocidas y puestas en práctica en todas las instancias corporativas donde tiene incidencia el sistema de Gestión de Activos Físicos.

#### **4.1.8 Gestión de Riesgo**

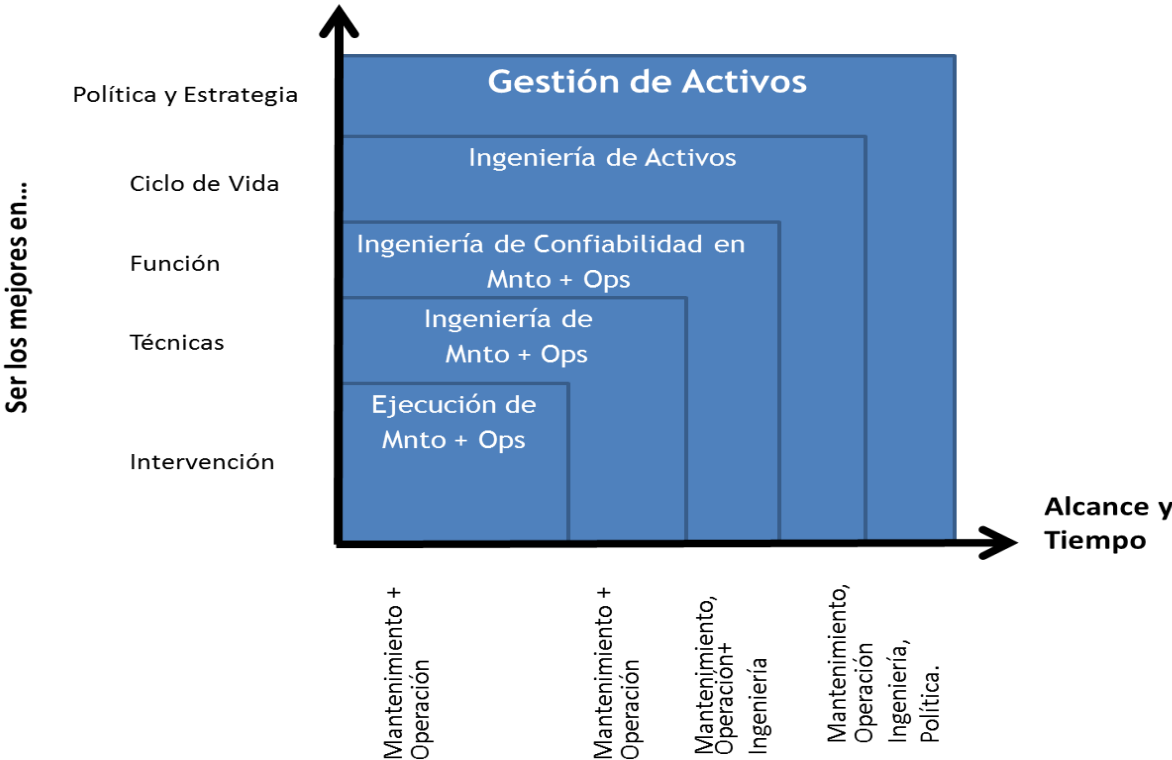
El propósito general de la gestión del riesgo es comprender las causas, efectos y probabilidades de ocurrencia de hechos adversos o positivos, así como definir estrategias de manejo de dichos riesgos dentro de niveles de aceptabilidad en función de la legislación, regulación operacional y medioambiental, riesgo financiero, terceras partes, público en general, entre otros.

#### **4.2 MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS PARA PROYECTOS EN MARCHA**

El modelo anteriormente descrito integra todos los elementos requeridos para la gestión de los activos con un enfoque a través del ciclo de vida de los activos que va desde la etapa de concepción y diseño, pasando por construcción y comisionamiento, operación y mantenimiento, mejoras y modificaciones y desmantelamiento y disposición final, sin embargo la realidad en la mayoría de los casos es que no se tiene claridad de todos los requerimientos en las etapas

iniciales, ocurriendo de la misma manera en cada una de las etapas, ya que la visión global de los activos no es estandarizada ni se tiene clara en todo el proceso.

**Figura 13.** Modelo de Gestión de Activos para proyectos en marcha



Por la naturaleza de Mecanicos Asociados y por tratarse de servicios de operación y mantenimiento en muy pocas oportunidades se tiene participación en las diferentes etapas del ciclo de vida, generalmente la participación se realiza en la etapa de Operación y mantenimiento, por lo cual se desarrolló el modelo de gestión de activos para proyectos en marcha, el cual consiste e involucra las etapas que se describen a continuación.

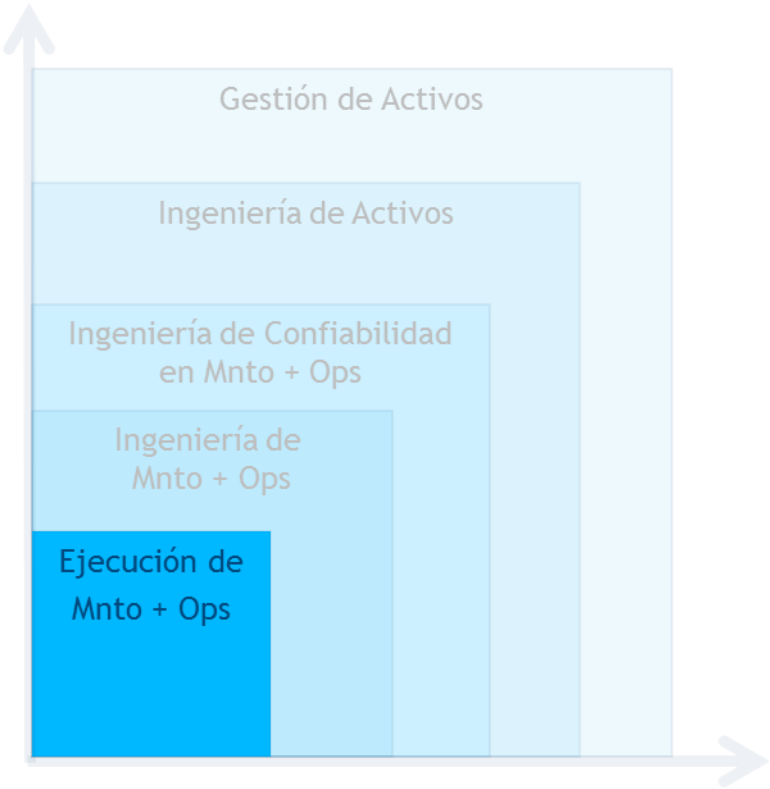
## Enfoque → Ciclo de vida



El modelo busca definir las actividades que se tienen en cuenta en las diferentes etapas de madurez de la organización en la que se esté ejecutando proyectos con enfoque en gestión de activos físicos para lo cual se quiere tener como punto de partida una evaluación para determinar el estado en el que se encuentra, conocer a donde se quiere llegar y evaluar el gap y establecer las actividades necesarias para lograr alcanzar el nivel de madurez esperado.

El modelo parte de una estrategia basada en ejecución de mantenimiento, definiendo en cada nivel las actividades necesarias para asegurar la gestión de las actividades de mantenimiento y operación de forma que se tenga operaciones seguras, costo efectivo, que agreguen valor a los clientes; integrando la experiencias, las buenas prácticas de la industria y el mejor talento humano para el resultado de los objetivos.

**4.2.1 Ejecución de Mantenimiento**



- ❑ Personal con formación técnica específica

Caracteriza el proceso de atracción reclutamiento y preservación de personas con alta experiencia y conocimientos técnicos específicos en los equipos, sistemas y la operación, centrándose en su desempeño real y su aplicabilidad en la ejecución de sus funciones; para lo cual se identifican y crean manuales de funciones y responsabilidades, plan de valoración y requerimientos de competencias, verificación y entendimiento de su rol dentro de la organización y un plan de capacitación que contribuya a nivelar el Gap existente entre las competencias alcanzadas y las requeridas.

#### **❑ Entrenamiento en maquinaria específica**

Caracteriza el conocimiento y el entendimiento de los equipos y maquinaria, propios de su trabajo, generando un marco de referencia que permita definir el programa de capacitación y entrenamiento requerido para que las personas mantengan o mejoren sus competencias y desarrollen sus actividades de manera segura.

#### **❑ Flexibilidad operativa**

Identifica y entiende las ventanas operativas de las áreas procesos y equipos en la planta, basados en el entendimiento de los límites inferiores y superiores de cada equipo importante para el proceso, aquellos en los cuales una falla o una inadecuada operación ocasionaría una afectación a las personas, medio ambiente y a la producción. Para garantizar la seguridad y eficiencia es necesario la comprensión del contexto operacional, los riesgos asociados a los trabajos y la criticidad para el negocio, así como el compromiso y el involucramiento de todas las personas en el logro de los resultados.

#### **❑ Herramientas de acuerdo a las necesidades**

Identifica las herramientas especializadas y de uso común necesarias para la prestación del servicio y el mantenimiento de los equipos, garantizando la

utilización de las herramientas adecuadas y requeridas y que a su vez sirvan de barrera para evitar lesiones a las personas.

#### **☐ Procedimientos de intervención estándar**

Asegura la revisión y documentación de los procedimientos técnicos y administrativos del área de mantenimiento, de tal manera que permita asegurar que la compañía tenga el conocimiento y el control de estos procesos, así mismo valida la existencia y el manejo adecuado de la información registrada en documentos como especificaciones técnicas, planos y cálculos de ingeniería, especificaciones de diseño, fabricación e instalación de equipos de proceso, hojas de vida de equipo o datos de seguridad de materiales, procedimientos operacionales y de mantenimiento.

#### **☐ Tiempos laborales no extendidos**

Identifica los riesgos de cada operación y la definición de los turnos y rotaciones, que cumpliendo los requisitos legales, aseguren la continuidad y desempeño de las operaciones y actividades del alcance del servicio. Así como la estandarización de los procedimientos y procesos que permitan replicar de manera segura y eficiente las tareas, planeadas y programadas con mayor certeza, sin generar extensiones en los tiempos laborales.

#### **☐ Remuneración estándar o mayor**

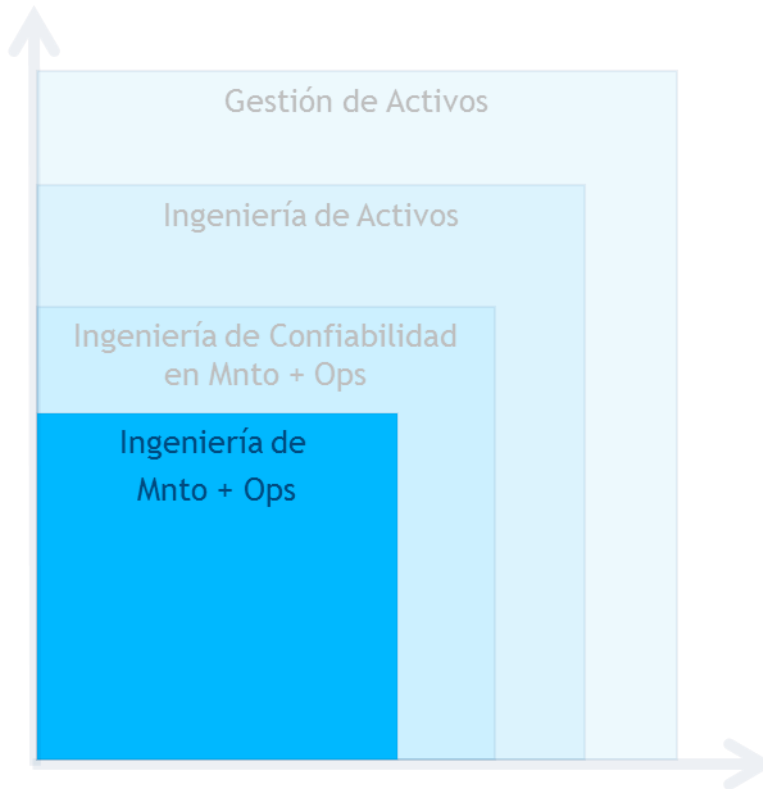
Asegura el cumplimiento contractual de la remuneración salarial acordada en contraprestación de los servicios prestados por los colaboradores, garantizando la liquidación efectiva y justa, de acuerdo a los lineamientos o posibles ajustes pactados entre el operador y las personas de las áreas de influencia.

## **☐ Cumplimiento de normatividad en Salud, Seguridad, medio ambiente**

Asegura el entendimiento y evaluación integral de los riesgos mejorando los resultados en la salud de las personas, la protección al medio ambiente y la seguridad de las instalaciones.

Los riesgos se gestionan a través de la identificación de peligros, la evaluación de la probabilidad de ocurrencia, la calificación y entendimiento de las consecuencias, y la implementación de medidas de control para mitigar el riesgo de ocurrencia de accidentes. Como parte integral del proceso se requiere de procedimientos de trabajo seguro, permisos de trabajo, procedimientos de bloqueo y etiquetado, trabajo en alturas, proceso de identificación y mitigación de riesgos asociados a cada tarea antes de su ejecución, política de suspensión de tareas demás buenas practicas aplicables en HSE.

## 4.2.2 Ingeniería de Mantenimiento



### ❑ Información de mantenimiento estándar

Recopila la información de mantenimiento y confiabilidad de manera organizada y estructurada asegurando la veracidad, asertividad y disponibilidad de los datos requeridos para los análisis respectivos, a fin de asegurar información de buena calidad necesaria para la aplicación de metodologías tales como: análisis de riesgo cuantitativo (QRA); confiabilidad, análisis de disponibilidad y mantenimiento (RAM); mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM); costo del ciclo de vida (LCC), etc.

Con el fin de asegurar la calidad del proceso de recolección y documentación de la información, se incluye procedimientos de control de calidad de datos, registró y correcciones de las desviaciones, los cuales son revisados durante y después del ejercicio de recopilación de datos, se analizan a fin de verificar la

consistencia, distribuciones razonables, códigos apropiados e interpretaciones correctas.

El nivel de detalle de los datos de mantenimiento y confiabilidad reportados y recopilados debe estar estrechamente vinculado con la producción e importancia de la seguridad del equipo. El establecimiento de prioridades debe basarse en la regularidad, seguridad y otras evaluaciones de criticidad. Se debe elaborar una jerarquía de los equipos, el nivel más alto es la clase de unidad de equipo. El número de subdivisiones dependerá de la complejidad de la unidad de equipo y el uso de los datos.

#### **❑ Análisis de problemas críticos**

Define la manera sistemática como son analizados las causas de las fallas y pérdidas y los mecanismos para eliminar o mitigar su ocurrencia, el proceso establece la identificación y definición adecuada del evento que constituye el problema, con lo cual se quiere encontrar la causa raíz para tomar las acciones correctivas necesarias y adecuadas para eliminar o mitigar la recurrencia del evento mediante la aplicación de soluciones efectivas.

El grado de profundidad del análisis de los problemas está dado por la complejidad y de otros aspectos como análisis de criticidad que determinen la importancia y la incidencia del problema en los objetivos que se persiguen.

#### **❑ Análisis de problemas recurrentes**

Establece la metodología adecuada para el análisis de problemas recurrentes, con la finalidad de encontrar la causa raíz, para dar una solución efectiva que mitigue o elimine la ocurrencia de este. Como herramienta de análisis se encuentra el diagrama de Pareto usado para atacar los problemas de una forma sistémica, que permite medir, analizar, identificar oportunidades de mejora, buscar causas principales de problemas, evaluar los resultados, tomar decisiones y establecer prioridad de soluciones.

### **❑ Medición de costos de mantenimiento**

El análisis de los costos de mantenimiento promueve el análisis tendiente a buscar mayor eficiencia a través de estrategias y tácticas que evalúen y cuantifiquen las tareas de mantenimiento, permitiendo la integración entre los costos y los trabajos planteando soluciones efectivas que busquen reducir costos de mantenimiento de forma sostenible y sin que esto represente una amenaza para el cuidado de los equipos.

Evaluar los costos de mantenimiento materializa la integración de las buenas prácticas de confiabilidad para la optimización de tareas efectivas y necesarias en la gestión de los activos, eliminando tareas repetitivas que no agregan valor al proceso y que hacen más robusto los gastos de mantenimiento.

### **❑ Practicas estandarizadas de Planeación y Programación**

Define los lineamientos para establecer la metodología de la planeación y programación aplicable a las actividades de mantenimiento, con lo cual se busca mejorar la eficiencia, la seguridad, la predictibilidad y la alta calidad de los trabajos ejecutados, optimizando el recurso disponible e incentivando a la mejora continua. El proceso requiere de la definición organizada de planes de mantenimiento en los cuales se consolide la estrategia definida para mantener los activos de forma dinámica y estratégica, entendiendo que este proceso involucra muchas variables que necesitan un estricto control y coordinación.

### **❑ Ordenes de trabajo formales para la ejecución del mantenimiento**

Se formaliza el flujo de solicitudes al área de mantenimiento a través de un proceso con pasos lógicos y ordenados en donde se identifican claramente los responsables en cada una de las etapas del proceso.

La gestión de OT's estructura y posibilita la planeación y organización de los trabajos permitiendo el control y seguimiento de los trabajos realizados y sus frecuencias.

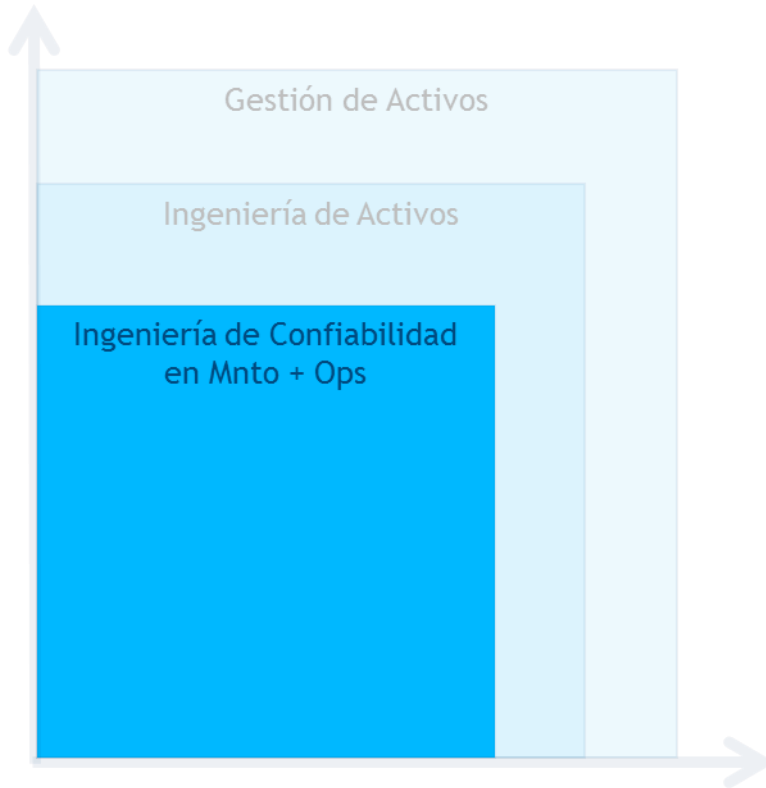
#### **❑ Planes de mantenimiento basados en experiencia y recomendaciones**

Define y documenta la información de mantenimiento plasmada en planes y procedimientos elaborados con base en la experiencia y el conocimiento de las personas que ejecutan los trabajos, basados en mantenimientos planeados, en la evaluación y eliminación de tareas repetitivas o inclusión de tareas necesarias que no se hayan contemplado.

#### **❑ Mantenimiento compartido con operaciones**

El programa de mantenimiento es acordado con operaciones, a través de entendimiento y el apoyo mutuo reconociendo la necesidad de sacar los equipos para mantenimiento ya que de esto depende el buen desempeño de los mismos.

### 4.2.3 Ingeniería de Confiabilidad



#### ❑ Programas de mantenimiento acordes a los contextos operacionales

Entiende el contexto de la operación, apalancado en la identificación de equipos críticos y los rangos de operación dentro de los cuales se pueden mantener los activos sin que la intervención de estos afecte los objetivos y metas de producción.

El conocimiento, entendimiento y aseguramiento del proceso permite evaluar la estrategia de mantenimiento existente y ajustarla mediante un proceso de aseguramiento de la operación fundamentado en históricos de mantenimiento e integración con las ventanas operativas del proceso buscando impactar lo menos posible el proceso y buscando la reducción de pérdidas.

### ❑ **Información de Modos y Causas de Falla estandarizada**

La identificación de las fallas permite reaccionar de manera más ágil y ahorrar tiempos en la corrección de problemas mitigando el impacto de las consecuencias. La estandarización de equipos y el desarrollo de los modos y causas de falla propias de los equipos permiten organizar la información de forma sistémica, permitiendo su utilización para atacar las fallas repetitivas o fallas ocultas potencialmente peligrosas.

El análisis de la información inicia con la asignación de códigos, de acuerdo a la estructura de información definida con base en normas y estándares reconocidos por la industria como la ISO 14224 u OREDA.

A cada evento de parada de los equipos, se le asigna un origen (mantenimiento, proceso, externo), los códigos de modo, causa, ítem o componente mayor.

Esta información es analizada en periodos de tiempo, generalmente mensual, para identificar los Malos Actores a través de métodos de análisis como el Pareto, donde se identifican las "pocas fallas críticas" que generan el mayor impacto en las pérdidas de producción y/o costos de mantenimiento y definir el tratamiento que se dará en cada caso.

### ❑ **Aplicación sistemática de mantenimiento Basado en Condición**

Define los requerimientos y rutinas necesarias para el cuidado de los equipos, el enfoque basado en la condición del equipo busca hacer más efectivas las tareas de mantenimiento llevando los equipos hasta el punto óptimo para mantenimiento alargando al máximo la vida útil de sus componentes, sin comprometer la integridad de los equipos; pronosticar el punto futuro de rotura o avería de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan,

justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

El aseguramiento del programa de mantenimiento por condición se realiza mediante la estructuración, definición de las curvas pf de los equipos, la elaboración de la matriz de decisión para tareas por condición, equipos de última tecnología para el análisis de los sistemas y la integración de las características propias de los equipos así como su desempeño histórico.

#### **☐ Cumplimiento de planes por encima del 90%**

Asegura que la gestión de mantenimiento se encuentre sistemáticamente estructurada con planes de mantenimiento definidos y en marcha para cada uno de los activos de acuerdo a su importancia e impacto dentro del proceso al que pertenece. Su adecuada ejecución, registro y análisis a través de la utilización de técnicas de confiabilidad y buenas prácticas de la industria permite enfocar la organización hacia la reducción de las fallas por averías, fortaleciendo programas rutinarios de inspección y limpieza que ayuden a detectar pequeñas irregularidades en el inicio de lo que podría llegar a convertirse en una falla mayor, lo que se traduce en la reducción del mantenimiento correctivo y el aumento de los mantenimientos planeados.

Dentro del proceso de mejora continua se encuentra la evaluación de los resultados los cuales son comparados con los benchmarks de la industria en la cual se ofrece el servicio con el ánimo de evaluar la madurez de la organización, fijar nuevas metas e identificar el gap entre donde se está y a donde se quiere llegar, fijando programas y planes de acción necesarios para lograrlo.

#### **☐ Responsabilidad compartida en la conservación de Activos.**

Describe el entendimiento general de la organización en trabajar de manera conjunta en el logro de las mismas metas y objetivos que benefician a toda

la organización. Es este nivel de madurez los departamentos de mantenimiento y operaciones entienden su rol dentro de la organización por lo que se muestran como un equipo que coopera e interactúa para las actividades de planeación, programación y ejecución de los trabajos de mantenimiento requeridos para el cuidado de los equipos de esta forma el equipo de mantenimiento se compromete y asume como un reto la confiabilidad y disponibilidad de los equipos buscando responder y atender oportunamente a los llamados de operaciones.

### 4.2.3 Ingeniería de Activos



#### Programas de mantenimiento acorde a gestión de riesgo de sistemas productivos.

Define programas de mantenimiento basadas en riesgo que proveen una visión armónica de los riesgos en las plantas al equipo ejecutivo, fundamentados en los resultados de evaluación de riesgos a través de la aplicación de metodologías para identificación de riesgos tales como HAZOP, WHAT IF, CHECK – LIST, FMEA, SIL, LOPA, FTA, JSTA, anticipándose a todos los eventos no deseados.

La caracterización de los procesos, permite obtener un conocimiento general del objetivo que cumplen los diferentes activos y sistemas de activos, facilitando la identificación de los riesgos, fallas y controles a ser evaluados, mediante la utilización de matrices que recopilen los riesgos a los cuales se está expuesto al realizar mantenimiento, evaluando su impacto y estableciendo

los controles para mitigarlos. Adicionalmente, permite priorizar los riesgos de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia y la magnitud de su impacto<sup>15</sup>.

#### **❑ Análisis de costos de ciclos de vida en equipos y sistemas**

La gestión de activos permite evaluar los activos a través de su ciclo de vida, permitiendo tomar decisiones basadas en el activo a través de todo el ciclo con lo cual se puede establecer de forma costo efectiva la mejor forma de tratar los activos y encontrar los puntos óptimos y de equilibrio en los que los activos se deben disponer finalmente e identificar momentos propicios para nuevas inversiones.

#### **❑ Programas de cambio sistemático de activos**

Determina la gestión de activos físicos a través del entendimiento del comportamiento, así como los costos asociados a los activos, los gastos de mantenimiento e insumos a través de ciclo completo del activo, este conocimiento en el tiempo, brinda la posibilidad de identificar claramente el final del ciclo de vida de un activo o el punto óptimo donde reemplazar un activo resulte más rentable que sus gastos operacionales actuales, con esta información se pretende establecer un programa ordenado de manera sistémica para el cambio de los activos, brindando la posibilidad de planear los cambios, acordarlos y alinearlos a las metas financieras del negocio sin que un cambio repentino de una activo impacte la rentabilidad esperada.

#### **❑ Uso de los activos maximizados y en función de los requerimientos logísticos.**

Describe los activos como un todo en el proceso, es decir, concentra los esfuerzos de toda una organización a un punto de convergencia de gestión de activos. Consiste en el entendimiento de la función e importancia del activo en

---

<sup>15</sup> Martorell et al, Taylor & Francis Group Safety. Reliability and Risk Analysis: Theory, Methods and Applications, 2009.

el producto final del negocio, buscando optimizar los recursos logísticos asociados al proceso de gastos del activo.

A través de programas sistémicamente organizados en los que se analizan los activos en la etapa de ejecución, con base en la información que se pueda tener en las etapas de ingeniería, comisionamiento y disposición final del activo.

**❑ Recursos adaptados estrictamente a las necesidades de cada activo**

Consiste en la caracterización y análisis de los activos en el contexto operacional a través del ciclo de vida de los mismos, esto permite la diferenciación y personalización específica de acuerdo a los requerimientos y de la importancia para el negocio. A través de la madures en gestión de activos permite identificar que equipos del mismo tipo pueden tener distintas formas de tratamiento puesto que se conciben los activos como un todo y la evaluación global identifica claramente el costo de su ciclo de vida permitiendo la toma de decisiones que contribuyan a evaluar, mejorar, optimizar las actividades asociadas al equipo así como también los costos asociados en relación a la retribución obtenida como resultado del funcionamiento del activo.

#### 4.2.4 Gestión de Activos



##### **Políticas corporativas de administración de activos**

Consiste en la integración del plan estratégico de la compañía a través de un proceso de iniciativas de Gestión de activos Físicos de forma sistémica que involucre la alta gerencia, a través del compromiso y participación con la asignación de los recursos necesarios, revisiones periódicas, monitoreo de indicadores de desempeño y de las acciones preventivas y correctivas, resultado del procesos de mejora continua.

La aplicación consistente de los lineamientos definidos con la alta gerencia y acordes con la política corporativa y visión del negocio, con foco en la Seguridad de procesos e integrado con la gestión de activos físicos permite el desarrollo de operaciones seguras y controladas.

### **❑ Mantenimiento como parte de la gestión estratégica**

Define las políticas, objetivos, responsables y recursos necesarios para la gestión de los activos, estableciendo sistemas de gestión de excelencia operativa comunicado y apoyado por en todos los niveles de la organización en las que todos demuestran compromiso y responsabilidad en forma proactiva y visible comprendiendo como su trabajo y desempeño individual engrana y afecta los resultados de la compañía, para lo cual se definen indicadores y metas compartidas con responsabilidades compartidas para el logro de los resultados de modo que sea una organización armónica en la que la suma de los esfuerzos individuales generan los resultados esperados en el desempeño y rentabilidad del negocio.

### **❑ Desempeño de activos acorde a las necesidades del negocio**

El objetivo de la gestión integral de activos obligan a la dirección a mantener siempre una actitud alerta Es por ello que en la gestión integral de activos los objetivos deben plantearse como algo medible y cuantificable, tal que exprese claramente la intención de la declaración de una estrategia y táctica clara del negocio. Esto da paso a una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos e instalaciones. El mantenimiento, la organización e informatización, debe estar encaminado a la permanente consecución de los siguientes objetivos como la optimización de la disponibilidad de los activos, optimización de los costes de mantenimiento, optimización de los recursos humanos y a maximizar de la vida útil de los activos<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Gestión integral del Mantenimiento de Activos como Estrategia de Negocios (Assessment, PAS 55 – ISO 55000)- Amendola. L. 1,2 PMM Institute for Learning 1 - Universidad Politécnica de Valencia - Departamento de Proyectos de Ingeniería e Innovación 2

### **❑ Ciclos de vida de activos y programas de cambio maximizados de acuerdo a realidades financieras**

El mantenimiento de activos físicos debe ser función directa de la confiabilidad de operación de las líneas de producción, debe buscar que éstas operen no sólo con una elevada confiabilidad sino también dentro de sus parámetros de diseño, con el fin de disponer de procesos productivos óptimos y costo efectivamente rentables, para lo cual se requiere el involucramiento de todas las áreas de la organización para lograr el entendimiento de los objetivos financieros de la compañía y así enfocar los esfuerzos, la evaluación y los procesos de cambio.

### **❑ Programas de mantenimiento acorde a gestión de riesgo Corporativo.**

El mantenimiento es un negocio que se extiende a asegurar la confiabilidad de los activos a través de acciones concretas vinculadas a buenas prácticas, y referenciada bajo un sistema de gestión por medio del cual se defina cómo se hacen las cosas de tal manera que pueda ser medido y auditado (enfoque de mejora continua).

El presente procedimiento se define dentro de los límites planteados en el marco de referencia para la gestión de activos físicos de MASA, buscando no solo cumplir con la expectativa técnica del sistema, sino además queriendo convertirse en parte de la cotidianidad operacional de cada una de los roles que conforman el esquema organizacional logrando así enfocar los esfuerzos hacia la consecución de las metas financieras.

### **❑ Aseguramiento de competencias**

La aplicación de un modelo enfocado en buenas prácticas de gestión de activos es consiente que el éxito de la aplicabilidad de gestión de activos depende de la idoneidad, la experiencia y el conocimiento de las personas que lideran, soportan y ejecutan las prácticas de gestión de activos, Para lo cual diseña un programa que asegure que cualquier persona que esté bajo el

control directo llevando a cabo actividades tenga el nivel apropiado de competencias, diseñando planes desde el área de Recursos Humanos, identificando aspectos claves como, necesidades de capacitación y entrenamiento de la competencia para que las personas logren alcanzar las competencias idóneas para el rol que desempeñan.

La identificación y atención oportuna de los requerimientos de los grupos de interés y la construcción de un diálogo permanente, que facilite el reclutamiento y la retención del mejor talento humano, fortaleciendo las capacidades de relacionamiento de los funcionarios de la empresa, de tal manera que puedan establecer relaciones de confianza con los grupos de interés, basadas en la transparencia y la coherencia, así mismo promover las sinergias, la creación y transferencia de conocimientos y la formación de capacidades entre los actores del desarrollo

## 5. CONCLUSIONES

- ❑ El modelo integral de la unidad de negocio de Operación y mantenimiento, plantea una estructura sistémica a través de todo el ciclo de vida del activo, sin embargo por la naturaleza del servicio que presta la empresa es altamente posible que únicamente se realice la ejecución y mejora de los activos en la fase de operación y mantenimiento.
- ❑ Cuando se quiere avanzar hacia la implementación de una estrategia corporativa para que sea aceptada e interiorizada, el factor más importante para el éxito en excelencia operacional para la obtención de los resultados, son los líderes quienes establecen las políticas perspectivas, objetivos, responsabilidades, recursos, así como dar la iniciativa que desafía y motiva a la organización a lograr las metas establecidas. Factores humanos, como el liderazgo, la motivación y la cultura, son elementos críticos para la gestión optimizada y sostenible de activos.
- ❑ A través del desarrollo de la estrategia corporativa para servicios de O&M se buscaba integrar el sistema integrado de gestión y la estrategia corporativa de mantenimiento en un documento que reuniera todas las áreas de soporte de la organización e identificara los recursos necesarios para la prestación de servicios de manera sistémica, eliminando desperdicios, reduciendo re-trabajos y agregando valor a nuestros clientes.
- ❑ Con la puesta en marcha del modelo de gestión de mantenimiento se busca hacer de nuestras operaciones lugares donde se garantice la seguridad, y la eficiencia, se entienda el contexto operacional, se evalúen los riesgos asociados a las actividades y su criticidad e impacto para el negocio, con el fin de conseguir adicionalmente la alineación y el compromiso de todo el personal en el logro de los objetivos de nuestros clientes e intrínsecamente los propios.
- ❑ La definición e implementación de un modelo lo caracteriza la cultura, el liderazgo y fundamentalmente en la contribución de las personas a la entrega de procesos de calidad, es evidente que uno de los pilares del éxito de

cualquier estrategia es el factor humano, para lo cual se requiere de personas con experiencia, conocimiento, pero sobre todo con compromiso, abiertas al cambio e involucradas en la consecución de las metas de la compañía, con el entendimiento claro de cómo su rol en la organización hace parte del reloj que requiere que cada parte por pequeña que parezca desarrolle su función.

- ❑ Una de las aplicaciones que podría resultar más visible en el momento de la implementación del modelo desarrollado es el aseguramiento en el desarrollo de las mejores prácticas que contribuyan a la sostenibilidad del negocio y faciliten el cumplimiento oportuno de los compromisos adquiridos. Definir un sistema de aseguramiento de competencias para comprobar que los individuos conocen cuáles son sus roles y responsabilidades y el estándar de desempeño esperado. Adicionalmente definir los programas de capacitación, evaluación, y entrenamiento requeridos para que los empleados mantengan o mejoren sus competencias en el futuro.
- ❑ Uno de los desafíos de la implementación de una metodología es el cambio cultural que estos requiere, es un proceso lento que requiere de planes de implementación a largo plazo, mucho entrenamiento y principalmente el compromiso gerencial, que lidere, destine recursos y haga seguimiento para evitar que los múltiples obstáculos del día a día de los procesos terminen viendo este tipo de iniciativas como algo tedioso que no agrega valor y que por el contrario desvía de los compromisos adquiridos.
- ❑ Si una organización logra reducir dinero en los costos a través de una planeación de mantenimiento más eficiente o través de técnicas de confiabilidad, y mantiene la producción con los mismos niveles de calidad, esta organización podrá ofrecer el servicio a menor precio lo que constituirá una ventaja competitiva que agregue valor a la prestación del servicio.

## BIBLIOGRAFIA

- BEREAU, Veritas México. Inspección Basada en Riesgos (RBI), Prevenir paros y proteger el medio ambiente, Junio de 2014. Disponible en Internet [http://www.bureauveritas.com.mx/wps/wcm/connect/bv\\_commx/local/services+sheet/service\\_sheet\\_10514?presentationtemplate=bv\\_master\\_v2/Services\\_sheet\\_full\\_story\\_presentation\\_v2](http://www.bureauveritas.com.mx/wps/wcm/connect/bv_commx/local/services+sheet/service_sheet_10514?presentationtemplate=bv_master_v2/Services_sheet_full_story_presentation_v2).
- DUARTE, JUAN CARLOS. 1ER Congreso Auditoria Efectiva Un Enfoque Hacia La Sostenibilidad Del Sector Energético. Gestión de activos físicos y el estándar BSI PAS 55:2008. Disponible en internet: <http://www.auditoriaefectiva.com/Memorias/2011/1gestionactivosjuanduarte.pdf>
- ESTRATEGIA CORPORATIVA DE MANTENIMIENTO DE MECÁNICOS ASOCIADOS(ECM2)
- Gestión integral del Mantenimiento de Activos como Estrategia de Negocios (Assessment, PAS 55 – ISO 55000)- Amendola. L. 1,2 PMM Institute for Learning 1 - Universidad Politécnica de Valencia - Departamento de Proyectos de Ingeniería e Innovación 2
- HUERTA MENDOZA, Rosendo. El Análisis de Criticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional. Confiabilidad.net. Disponible en Internet. <http://confiabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>.
- JAIMES GARCÉS, Eder y ROMERO POSSO Jose Antonio. Organización de datos históricos de mantenimientos realizados en el Campo de la Cira-Infantas durante el periodo 2011 bajo la norma ISO 14224. Monografía en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, 2012. P. 42-43.
- Martorell et al, Taylor & Francis Group Safety. Reliability and Risk Analysis: Theory, Methods and Applications, 2009.
- MENESES, Ramírez Edgard, Palacios Mora Karla, Siccha jara Ulises, Verastegui Cuba Gabriela, Espinoza Cruz Angie, Egresados de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM. Inspección Basada En El Riesgo (Ibr-Api Rp 580) Risk Based Inspection (Rbi-Api Rp 580). Junio de 2014. Disponible en Internet

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v13\\_n26/pdf2/a05v13n26.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v13_n26/pdf2/a05v13n26.pdf).

- OREDA – off shore reliability data
- ORTIZ, Álvarez Víctor, La Inspección Basada en Riesgo. Junio de 2014. Disponible en Internet, <http://www.industriaaldia.com/articulos/65-2.pdf>
- ORTIZ, Álvarez Víctor, Inspección Basada en Riesgo. Junio de 2014. Disponible en Internet, <http://www.industriaaldia.com/articulos/65-2.pdf>
- SILVA, Pedro. Planeación y programación en Mantenimiento. Asociación colombiana de Ingenieros, ACIEM. Disponible en Internet: [http://copimerainternacional.org/inicio/images/conferencias/planeacion\\_y\\_programacion\\_en\\_mantenimiento.pdf](http://copimerainternacional.org/inicio/images/conferencias/planeacion_y_programacion_en_mantenimiento.pdf)
- TROFFÉ, Mario. análisis ISO 14224 /OREDA. relación con RCM-FMEA. Junio de 2014, Disponible de Internet. <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/0605MarioTroffeISO14224.pdf>.