

**PROPUESTA DE UN MODELO DEL SISTEMA GESTIÓN DE ACTIVOS PARA
UNA ESTACIÓN DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE**

CARLOS JAVIER MATEUS CAICEDO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
ESPECIALIZACIÓN EN INTEGRIDAD DE EQUIPOS Y DUCTOS
BUCARAMANGA
2017**

**PROPUESTA DE UN MODELO DEL SISTEMA GESTIÓN DE ACTIVOS PARA
UNA ESTACIÓN DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE**

CARLOS JAVIER MATEUS CAICEDO

**Requisito de grado para optar por el título de:
Especialista en Integridad de Equipos y Ductos**

**DIRECTOR
GUILLERMO LATORRE CORTES
Ing. Mecánico Ph.D**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA INGENIERIA METALURGICA Y CIENCIA DE MATERIALES
ESPECIALIZACIÓN EN INTEGRIDAD DE EQUIPOS Y DUCTOS
BUCARAMANGA
2017**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
2. JUSTIFICACIÓN.....	15
3. OBJETIVO	16
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. MARCO TEÓRICO	17
4.1. GESTIÓN DE ACTIVOS	17
4.2. GERENCIA DE ACTIVOS	18
4.3. GERENCIA INTEGRADA DE ACTIVOS.....	19
4.4. MANTENIMIENTO.....	21
4.5. MODELO DE GESTIÓN	22
4.6. SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	23
4.7. HERRAMIENTAS DE CONFIABILIDAD	24
4.8. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS	28
5. DESARROLLO DEL PROYECTO	30
5.1. INFORMACIÓN GENERAL.....	30
5.1.1. Misión	30
5.1.2. Visión.....	31
5.1.3. Infraestructura	31
5.2. DIAGNOSTICO INICIAL SEGÚN PAS 55.....	33
5.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS.....	40
6. PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS PARA UNA ESTACIÓN DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE.....	41

6.1.	PLAN ESTRATEGICO ORGANIZACIONAL.....	42
6.1.1.	Etapas de formulación del Plan Estratégico	42
6.1.1.1.	Nuestra organización	43
6.1.1.2.	Análisis de la situación.....	44
6.1.1.3.	Análisis DOFA.....	45
6.1.1.4.	Formulación de estrategias.....	46
6.1.1.5.	Ejecución y seguimiento	48
6.2.	SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS.....	48
6.2.1.	Política de gestión de activos.	48
6.2.2.	Estrategia, objetivos y planes de gestión de activos	49
6.2.2.1.	Estrategia de gestión de activos	49
6.2.2.2.	Objetivos de gestión de activos.	51
6.2.2.3.	Plan o planes de gestión de activos.....	52
6.2.2.4.	Planificación de contingencia.....	53
6.2.3.	Habilitadores y controles de gestión de activos.....	54
6.2.3.1.	Estructura, autoridad y responsabilidad.....	54
6.2.3.2.	Subcontratación de las actividades de la gestión de activos	55
6.2.3.3.	Adiestramiento, conciencia y competencia.	56
6.2.3.4.	Comunicación, participación y consulta.	56
6.2.3.5.	Documentación del sistema de gestión de activos.	57
6.2.3.6.	Gerencia de la información	58
6.2.4.	Manejo del Riesgo.....	58
6.2.4.1.	Procesos de manejo de riesgo.....	58
6.2.4.2.	Metodología para el manejo de riesgo.....	59
6.2.4.3.	Evaluación e identificación de riesgos	60
6.2.4.4.	Uso y mantenimiento de la información de riesgo de los activos.....	61
6.2.5.	Requerimientos legales y otros requerimientos.....	61
6.2.6.	Manejo de cambio	62
6.2.7.	Implementación del plan o planes de gestión de activos.....	62
6.2.7.1.	Actividades del ciclo de vida	62

6.2.8.	Herramientas, instalaciones y equipos	65
6.3.	EVALUACIÓN Y MEJORA DEL DESEMPEÑO	66
6.3.1.1.	Monitoreo del desempeño y la condición	66
6.3.1.2.	Investigación de fallas, incidentes y no conformidades relacionadas con los activos	67
6.3.1.3.	Evaluación de cumplimiento	68
6.3.1.4.	Auditoría.....	69
6.3.2.	Acciones de mejora	70
6.3.2.1.	Acciones correctivas y preventivas	70
6.3.2.2.	Mejora continua	70
6.3.2.3.	Registros.....	71
6.3.2.4.	Revisión de la gerencia.....	71
6.4.	ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA.....	72
7.	CONCLUSIONES	74
8.	RECOMENDACIONES	75
	BIBLIOGRAFÍA	76

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Cantidad de producto almacenado.....	32
Tabla 2. Diagnóstico de la PAS 55.....	33

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Combinación de acciones	19
Figura 2. Gerencia Integral de activos	20
Figura 3. Estructura del sistema de gestión PAS 55:2008.	26
Figura 4. Niveles de madurez de la gestión de activos	27
Figura 5. Resultados PAM gráfica de radar.	28
Figura 6. Etapas de implementación del sistema de gestión de activos	29
Figura 7. Estación de servicio La Paloblanca.....	31
Figura 8. Zona de almacenamiento.....	32
Figura 9. Zona de despacho, Isla 2.....	33
Figura 10. Resultados del diagnóstico de acuerdo PAS 55	39
Figura 11. Elementos que conforman un sistema de gestión de activos.	40
Figura 12. Etapas del modelo del sistema de gestión de activos.....	41
Figura 13. Etapas de formulación del plan estratégico.	42
Figura 14. Matriz DOFA	45
Figura 15. Matriz CAME	46

RESUMEN

TÍTULO: PROPUESTA DE UN MODELO DEL SISTEMA GESTIÓN DE ACTIVOS PARA UNA ESTACIÓN DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE*

AUTOR: MATEUS CAICEDO, Carlos Javier **

PALABRAS CLAVES: gestión de activos, activos, plan estratégico, PAS 55, modelo

En la actualidad las organizaciones, se enfrentan a un entorno cambiante, donde es altamente competitivo, por lo que se hace necesario tomar decisiones al interior de la organización para adaptarse a ese cambio. Por lo tanto, las organizaciones se están dando cuenta la importancia de administrar sus activos de manera integral teniendo en cuenta su ciclo de vida, asegurando la sostenibilidad del negocio y la optimización de aspectos como el costo, el riesgo y el desempeño.

Se propuso el proyecto propuesta de un modelo del sistema de gestión de activos para una estación de suministro de combustible, los gerentes no están enfocados en obtener valor de sus activos, los cuales no gestionan óptimamente el desempeño, riesgos y costos a lo largo del ciclo de vida. Solo les interesa la operación de los equipos sin tener en cuenta la confiabilidad, disponibilidad, eficiencia, mantenimiento, y seguridad de esos. El planteamiento del modelo del sistema de Gestión de Activos, está enfocado en la Pas 55:2008 en la cual se evalúan 28 requerimientos que propone, donde se estructuro en tres etapas: plan estratégico organizacional, sistema de gestión de activos y evaluación y mejora del sistema, buscando que las organizaciones tomen decisiones apropiadas sobre los activos como: compra, optimización, rediseño, programa de mantenimiento, repotenciación y sustitución, maximizando sus recursos.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, Escuela Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, Especialización en Integridad de Equipos y Ductos, Director: PhD. Guillermo Latorre Cortes.

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL OF AN ASSET MANAGEMENT SYSTEM MODEL FOR A FUEL SUPPLY STATION *

AUTHOR: MATEUS CAICEDO, Carlos Javier**

KEYWORDS: asset management model, assets, strategic plan, PAS 55, model

DESCRIPTION:

Nowadays, organizations are facing a changing environment, which is highly competitive, which makes it necessary to take decisions within the organization to adapt to that change. Therefore, organizations are realizing the importance of managing their assets in an integrated manner taking into account their life cycle, which ensures the sustainability of the business and the optimization of aspects such as cost, risk and performance.

It is therefore proposed the project proposal for a model of the asset management system for a fuel supply station, taking into account that the high command of the organizations do not know how to reduce maintenance costs, increase the economic life of assets, reduce the risks by increasing the reliability of the systems, equipment and components, improve productivity and quality, the approach of the model of the Asset Management System, which is focused on the Pas 55:2008 in which 28 are evaluated requirements proposed, where was structured in three stages: organizational strategic plan, asset management system and evaluation and improvement of the system, search for organizations to make appropriate decisions about assets such as: purchase, optimization, redesign, maintenance program, repowering and replacement, maximizing their resources.

* Project of Degree

** Faculty of Physique Chemical Engineerings. School of Metallurgical Engineering, Equipment and Ducts Integrity Specialization, Director: Guillermo Latorre Cortes.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las organizaciones, se enfrentan a un entorno cambiante, donde es altamente competitivo, por lo que se hace necesario tomar decisiones al interior de la organización para adaptarse a ese cambio. Por lo tanto, las organizaciones se están dando cuenta la importancia de administrar sus activos de manera integral teniendo en cuenta su ciclo de vida, asegurando la sostenibilidad del negocio y la optimización de aspectos como el costo, el riesgo y el desempeño.

El Instituto de Estándares Británicos (BSI), dirigido por el Instituto de Gestión de Activos (IAM), desarrollaron las Especificaciones Disponibles al Público (PAS, publicly available specification), conocida como la PAS 55, el cual busca que cada activo de la organización genere rentabilidad en el proceso haciendo que cada inversión sea sostenible y sustentable. La metodología de diagnóstico de la Gestión de activos PAS 55 Assessment Methodology (PAM) está dirigida a mejorar y garantizar un desarrollo sostenible de los activos e identificar las fortalezas y debilidades de su gestión en las empresas.

En el caso de las estaciones de suministro de combustible, los gerentes no están enfocados en obtener valor de sus activos, los cuales no gestionan óptimamente el desempeño, riesgos y costos a lo largo del ciclo de vida. Solo les interesa la operación de los equipos sin tener en cuenta la confiabilidad, disponibilidad, eficiencia, mantenimiento, y seguridad de esos. La finalidad de este proyecto es presentar una propuesta de un modelo del sistema gestión de activos para una estación de suministro de combustible.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la globalización se deben realizar cambios tecnológicos, estructurales y surge la necesidad de innovar, para que las organizaciones puedan competir en el mercado a nivel regional, nacional y mundial, con estrategias creativas, sólidas.

La norma PAS 55: 2008 define la gestión de activos como:

"Actividades y prácticas sistemáticas y coordinadas a través de las cuales una organización administra, de manera óptima y sostenible, sus activos y sistema de activos, su desempeño, su riesgo y costos asociados durante sus ciclos de vida con el propósito de alcanzar su plan estratégico organizacional"

Por lo que se requiere una gestión empresarial enfocada en una administración eficiente y efectiva de todos sus activos para lograr un máximo rendimiento a lo largo de su ciclo de vida, asegurando la sostenibilidad del negocio teniendo en cuenta las variables como el costo, el riesgo, oportunidad para llevar a cabo el cumplimiento permanente de objetivos, políticas y metas definidas encaminados en el plan estratégico de la organización.

Para Amendola L. (2006), los objetivos de la gestión integral de activos en una organización, es equivalente a un faro que guía la navegación en el mar, pues obligan a la dirección a mantener siempre una actitud de alerta. Por lo que se hace necesario encaminar los objetivos de la organización hacia la optimización de la disponibilidad de los activos, optimización de los costos de mantenimiento, optimización de los recursos humanos y maximización de la vida útil de los activos.

En las estaciones de suministro de combustible se hace necesario utilizar herramientas de confiabilidad a la hora de planificar un mantenimiento, para priorizar

reparaciones, reducir tiempos medios entre fallas, minimizar costos y manejar activos de manera eficiente, asegurando el trabajo para el que fueron diseñados.

Por lo que surgen las siguientes preguntas:

¿Existe un modelo de gestión de activos para una estación de suministro de combustible?

¿Cuáles son las metodologías utilizadas para el diseño de un sistema de gestión de activos en una estación de suministro de combustible?

Frente a los cuestionamientos anteriores, se llegó a la conclusión de realizar el diseño de un modelo de gestión de activos para una estación de suministro de combustible.

2. JUSTIFICACIÓN

La competitividad entre las diferentes organizaciones se caracteriza por las secciones de presupuesto ejecutado, la influencia en los tiempos de entrega o los altos requerimientos de calidad de los productos y procesos. La globalización producida en los mercados, así como a la crisis financiera actual, han provocado que la industria moderna experimente profundas transformaciones, lo que ha llevado a optimizar sus recursos estableciendo políticas de Gestión de Activos adecuadas. Amendola L. (2012).

La PAS 55:2008 propone ciclo de vida para los activos de tal manera que estos sean aprovechados en condición y capacidad de la mejor manera, sin ir en detrimento de su tiempo de vida útil, pero sin subutilizarlos; logrando el retorno de la inversión, impactando en su rendimiento económico, con variables como la calidad, costos de mantenimiento, conservación, confiabilidad, reducción de costos de consumibles utilizados en la operación, que sumados brindan una franja considerable en el margen operacional

Con la implementación del sistema de gestión de activos en las organizaciones se busca maximizar la rentabilidad y definición de estrategias a largo plazo con el objetivo de permanecer y crecer en el mercado que participan. Es un mecanismo muy valioso para asegurar la maximización del uso de los activos a lo largo de su ciclo de vida. La PAS 55:2008 se deriva de los mismos principios básicos que ISO 14001, facilitando su integración con otras normas tales como ISO 14001 y OHSAS 18001, es reconocida a nivel mundial como la Especificación Disponible al Público para la gestión optimizada de activos físicos.

3. OBJETIVO

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de modelo de gestión de activos para una estación de suministro de combustible.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir las condiciones y requisitos mínimos necesarios para la implementación de un Sistema de Gestión de Activos en una estación de suministro de combustible.
- Identificar los elementos que conforman un Sistema de Gestión de Activos.
- Diseñar una propuesta de Modelo de Gestión de Activos para una estación de suministro de combustible.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Gestión de Activos¹

La gestión de activos es un término utilizado en diferentes sectores con múltiples interpretaciones, por ejemplo, en el sector industrial la gestión de activos hace referencia a las actividades y a administración de la infraestructura física. A través del tiempo la definición de gestión de activos ha cambiado, para Kennedy (1993) lo definió como “gestionar un activo de gran escala para los cumplir los requerimientos del negocio con respecto a seguridad, protección al medio ambiente y entrega al mínimo costo de propiedad”.

Godau (1999) presentó lo definido por Kisler, Duffield y Young (1995), “la gestión de activos involucra cumplir las necesidades de los clientes mediante la utilización, operación, rehabilitación eficiente y efectiva de los activos durante su ciclo de vida, hasta su disposición final”. Por lo que se determina que la gestión de activos está relacionada con el plan estratégico organizacional. Campbell, Jardine, y McGlynn (2011) asocian la excelencia en gestión de activos al balance entre el desempeño, riesgo y costos.

La PAS 55-1:2008, define la gestión de activos como “actividades coordinadas, sistemáticas y prácticas a través de las cuales una organización gestiona óptima y sosteniblemente sus activos y sistemas de activos, el desempeño asociado, riesgos y gastos durante su ciclo de vida con el propósito de lograr un plan estratégico organizacional”

¹ RUEDA SERRANO, Santiago. Modelo De Sistema Viable (VSM) Aplicado A La Gestión De Activos Físicos. Trabajo de grado (Magister en Gerencia de Ingeniería). Universidad de la Sabana. Chía. 2016. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: [http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/23151/Santiago%20Rueda%20Serrano%20\(tesis\).pdf?sequence=1](http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/23151/Santiago%20Rueda%20Serrano%20(tesis).pdf?sequence=1)

Para ISO 55000:2014 define la gestión de activos como “las actividades coordinadas de una organización para obtener valor de los activos”.

4.2. Gerencia de Activos

Gerencia es el órgano que dirige las empresas, los distintos departamentos dentro de ellas, estableciendo metas y objetivos con la finalidad de obtener resultados a través de otros.

La gerencia de activos se define como: el juego de disciplinas, métodos, procedimientos y herramientas para optimizar el impacto total de costos, desempeño y exposición al riesgo en la vida del negocio asociados con confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, eficiencia, longevidad y regulaciones de cumplimiento en seguridad y ambiente de los activos físicos de la compañía.

A continuación, se describen algunos habilitadores de la gerencia de activos²:

- ✓ **Alineación de la Organización:** objetivos acordados, entendimiento compartido, comunicaciones y relaciones excelentes.
- ✓ **Datos integrados, gerencia de la información y el conocimiento:** los datos correctos levantados, al nivel adecuado de calidad / detalle, disponibles para aquellos que los necesitan de una manera regular y apropiada, basados en las decisiones empresariales que requieren esa información.
- ✓ **Reconocimiento y aceptación del riesgo:** hacer que la evaluación del riesgo sea parte del proceso normal de toma de decisiones.
- ✓ **Visión a largo plazo:** tomar en cuenta las repercusiones a largo plazo en acciones y decisiones a corto plazo (Ej. Análisis de Costos de Ciclo de Vida).

² THE WOODHOUSE PARTNERSHIP LIMITED. Gerencia de activos. Disponible en internet: <http://www.mantenimientoplanificado.com/jose%20bernardo/gestion%20mantenimiento/Que%20es%20Gerencia%20de%20Activos.PDF>. [Revisado el 14 de Diciembre de 2016].

4.3. Gerencia Integrada de Activos³

En la década de los ochenta el sector petrolero probó que era posible abastecer a la gerencia de riesgo y seguridad, lo que se convirtió en una ventaja estratégica y de economía de escala llegando a un pensamiento en conjunto y la eficiencia operacional en busca de la rendición de cuentas por desempeño y responsabilidad sobre las inversiones y gastos.

Se considera como activos a cualquier valor esencial para la compañía (reputación, licencias, capacidad de trabajo, experiencia y conocimiento, propiedad intelectual, datos). La Gerencia Integrada de Activos es una combinación de acciones sustentadas, como se observa en la figura 1.

Figura 1. Combinación de acciones



Fuente: ALLAUCA FERNÁNDEZ, Johanna. "Diseño de un sistema de gestión de activos físicos y control operacional en una estación de servicios".

El mantener un Sistema Integral de Gerencia de Activos implica la interacción de la Gestión Técnica, Talento Humano y Administrativa, como se observa en la figura 2.

³ RUEDA, Op. cit., 7p.

Figura 2. Gerencia Integral de activos



Fuente: ALLAUCA FERNÁNDEZ, Johanna. “Diseño de un sistema de gestión de activos físicos y control operacional en una estación de servicios”.

- **Gestión Técnica.** Proceso que busca caracterizar el estado actual y predecir el comportamiento futuro de equipos, sistemas y/o procesos, mediante el análisis de datos e implementación de metodologías de trabajo, con la finalidad de identificar las acciones correctivas y proactivas que puedan efectivamente optimizar costos a través de la sistemática reducción de la ocurrencia de fallas, eventos no deseados y minimizar en consecuencia, su impacto en el negocio medular.
- **Gestión del Talento Humano.** Conjunto de procesos necesarios para desarrollar a las personas y realizar gestión del talento humano dentro de dentro de la organización, partiendo del reclutamiento, selección, capacitación, recompensas, evaluación del desempeño, salud ocupacional y bienestar, entre otros, que conduzcan a la obtención de valor agregado para la organización, los empleados y el entorno. Para el logro de los objetivos organizacionales es necesario contar con un recurso humano motivado, con habilidades, competencias, destrezas y conocimientos, para ello es importante diseñar planes de capacitación y evaluación de la efectividad de los mismos. Es común repetir “la gente es nuestro mayor activo” pero no se comprueba su cumplimiento.

Una de las prácticas erróneas usuales en las empresas es adicionar carga horaria de trabajo al personal para alcanzar metas o prevalecer la credibilidad del grupo. Por lo tanto, es importante educar, comunicar y fomentar el trabajo en equipo.

- **Gestión Administrativa.** Disponer de datos técnicos confiables y oportunos con la ayuda de un sistema integral de gestión empresarial (ERP). Además, controlar el cumplimiento de normativas y planes establecidos, así como evaluación de indicadores de gestión para el buen funcionamiento del negocio. Aquí es necesario resaltar la importancia de las auditorías de gestión periódicas enfocadas a revisión y mejoramiento de los procesos.

4.4. Mantenimiento

El término mantenimiento diferentes autores lo definen⁴:

- Combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas.
- Disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo. Esto significa un incremento importante de la vida útil de los equipos y sus prestaciones.
- Es el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado.

⁴ BUSTAMANTE, Laura; RAMOS, Joana. Diseño De Un Sistema De Gestión De Mantenimiento Para Una Empresa De Servicios En El Área De Telecomunicaciones. Tesis de grado (Ingeniería de Sistemas). Universidad De Oriente. Barcelona. 2009. 26p. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: <http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1099/1/Tesis.DISE%C3%91O%20DE%20UN%20SIS%20TEMA%20DE%20GESTI%C3%93N%20DE%20MANTENIMIENTO.pdf>

El mantenimiento está clasificado en cuatro grupos⁵:

- ✓ **Mantenimiento Preventivo (antes de que suceda):** se realiza para asegurar el adecuado funcionamiento de los equipos y minimizar la probabilidad de falla y sus consecuencias económicas: operacionales, de seguridad, logísticas y tecnológicas
- ✓ **Mantenimiento Predictivo:** es detectar una falla antes de que ocurra. Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitoreo) de un equipo, que permiten una intervención correctiva inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo. Para este propósito se utilizan herramientas especializadas y prueba no destructivas.
- ✓ **Mantenimiento Correctivo (reparar):** actividades que se realizan con el fin de corregir una falla en un equipo.
- ✓ **Mantenimiento de Oportunidad (de acuerdo a estadísticas):** aprovecha la parada de los equipos por otros motivos y según la oportunidad calculada sobre bases estadísticas, técnicas y económicas se procede a un mantenimiento programado de algunos componentes.

4.5. Modelo de Gestión⁶

Un modelo se refiere a una representación, en principio, gráfica e idealizada que soporta la asociación con una realidad de un sistema; dicho de otra manera, un modelo representa el funcionamiento y la organización de un determinado sistema. Esto hace posible estudiar las interacciones de los elementos que lo componen; es decir, un sistema organizado puede ser modelado de múltiples formas, lo que implica que será necesario centrar la atención en la forma en que atienden o

⁵ ALLAUCA, Op. cit., 14p.

⁶ CAMPOS, Luis. Diseño de Propuesta de Modelo de Gestión de Activos basado en la Norma ISO 55000 y un Sistema Integrado de Gestión del Espacio de Trabajo (IWMS). Informe de Práctica de Especialidad (Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial). Cartago. 2014. 27p. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: <http://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3345>

responden los componentes organizacionales para implementar el modelo adecuado. (Amendola L. ,2011).

Los resultados típicos de un Plan Estratégico para la Gestión de Activos incluyen un aumento significativo en la capacidad utilizada, acompañada de una optimización en los costos de operación y una reducción responsable de los riesgos.

4.6. Sistema de Gestión de Mantenimiento⁷

La gestión de mantenimiento puede ser definida como “la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento.

La gestión del mantenimiento industrial moderno se presenta como un conjunto de técnicas para cuidar la tecnología de los sistemas de producción a lo largo de todo su ciclo de vida, llegando a utilizarlos con la máxima disponibilidad y a un costo óptimo, garantizando, entre otras cuestiones, una asistencia técnica eficaz a través de una buena formación y gestión de competencias en el uso y mantenimiento de dichos sistemas asegurando la disponibilidad planeada dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones.

⁷ RINCONES, Daimar. Propuesta De Mejoras Al Departamento De Mantenimiento De La Empresa Tracoserga, C.A, Ubicada En San José De Guanipa, Estado Anzoategui. Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho. El Tigre. 2012. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: <https://sites.google.com/site/innovacionestecnologicas222/proyecto-completo>.

4.7. Herramientas de confiabilidad⁸

La confiabilidad como metodología de análisis debe basarse en herramientas que permitan evaluar el comportamiento de los equipos en una forma ordenada y sistemática, con la finalidad de determinar el nivel de operación, la cantidad de riesgo involucrado y las demás acciones que se requieran para asegurar su integridad y continuidad operacional.

✓ **Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE)**

Es una herramienta sistemática, creada para ayudar al personal de mantenimiento a anticipar lo que podría salir mal con un proceso del equipo y cuáles son los efectos de ese fracaso, es muy útil para encontrar probabilidad de fallos antes de la aparición.

Es una herramienta muy utilizada para analizar fallas en el ciclo de desarrollo e instalación para mitigar el fracaso.

✓ **Análisis de Pareto (ABC)**

Es una herramienta avanzada genérica de mantenimiento para identificar y jerarquizar datos, con el fin de mostrar que elementos componen el tema que se está analizando. Este permite mediante una representación gráfica o tabular, conocida como diagrama de Pareto, identificar en una forma decreciente los aspectos que se presentan con mayor frecuencia o que tienen una ponderación o incidencia mayor. Aplicando el análisis de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia, conocido también como la regla 80/20 que dice que hay muchos problemas sin

⁸ VAN HOUTVEN, Adolfo. Diseño De Investigación Para La Utilización De Herramientas De Confiabilidad Como Mejora En La Planificación En Los Sistemas De Mantenimiento En La Línea De Blíster De Una Industria Farmacéutica. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 2016. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3346_IN.pdf

importancia (80% de los problemas) frente solo a unos graves (20% de los problemas).

✓ **Excelencia de Confiabilidad**

Es una herramienta útil para estabilizar procesos, maximizando de esta manera la vida útil de los equipos, reduciendo pérdidas en producción y tiempos perdidos en los procesos, mejorando tanto la productividad como la vida útil de los equipos; la Excelencia de la Confiabilidad depende de liderazgo y un equipo comprometido con la cultura de excelencia.

✓ **Confiabilidad de Equipos**

Es la habilidad de un sistema de realizar el trabajo para el que fue diseñado sin presentar fallas; la probabilidad de que un equipo sea libre de fallas a su trabajo en tiempo de operación puede ser medido por el tiempo medio entre fallas (MTBF o Mean time between failure, por sus siglas en inglés); de la confiabilidad de un equipo depende la evaluación de su vida útil; esta confiabilidad puede variar de acuerdo con el trabajo por el que se somete el mecanismo.

✓ **ISO 55000**

Es la base de la gestión de activos; en ella se encuentran las ventajas y desventajas de la aplicación de dicha norma. La ISO 55000 define como activo a cualquier elemento que tenga valor potencial para la organización. La norma no solo abarca la vida útil del activo, desde su instalación hasta la puesta fuera de servicio, sino que implica todas las acciones realizadas por la dirección, que de alguna manera u otra repercuten en ellos; la norma ayuda a establecer un historial del equipo en cuestión y cuáles son las fallas más frecuentes y cuáles se pueden evitar durante la vida del equipo.

✓ **PAS 55**

Las organizaciones que dependen exclusivamente de sus activos para la realización de servicios o productos deberían optar por la implementación de esta norma, por ejemplo, aquellas compañías de transporte, alquiler de vehículos, equipos, plantas procesadoras de alimentos etc.

Esta norma busca sistematizar y coordinar las actividades y prácticas a través de las cuales una organización gerencia óptimamente sus activos físicos y el desempeño de factores relacionados como los riesgos y gastos durante el ciclo de vida de los mismos, con el fin de lograr sus planes estratégicos organizacionales.

La PAS 55-2008 está desarrollada acorde a los lineamientos establecidos en la ISO 14000:1996, OHSAS 18001:2007 e ISO 9001:2008 y basada en el Ciclo de Deming para que su compatibilidad facilite la implementación y optimización de tiempo, como se observa en la figura 3.

Figura 3. Estructura del sistema de gestión PAS 55:2008.

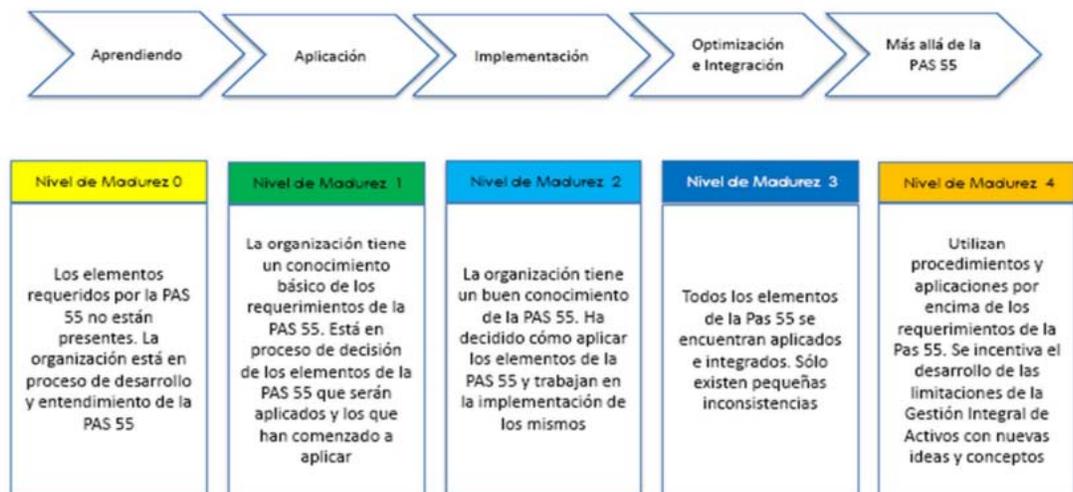


Fuente: <http://pas55.net/spanish/features.asp>

✓ **Metodología PAM (“Pas Assessment Methodology”)**

La metodología de evaluación de la gestión de activos está definida por The Institute of Asset Management (IAM), fue publicada en 2009 llamada PAM (sus siglas indican “PAS Assesment Methodology”. La finalidad de esta metodología es identificar las brechas o “gaps” entre cómo gestiona actualmente una organización sus activos físicos respecto a los 28 requerimientos de la PAS 55. Esta evaluación se realiza a través de 121 preguntas y sus respuestas se componen de cinco posibles respuestas que indican la madurez del sistema, el cual va desde “aprendiendo” hasta “más allá de la PAS 55”, como se observa en la figura 4. Los niveles de madurez están alineados con los principios del manual internacional de gestión de infraestructuras (IIMM, International Infrastructure Management Manual)

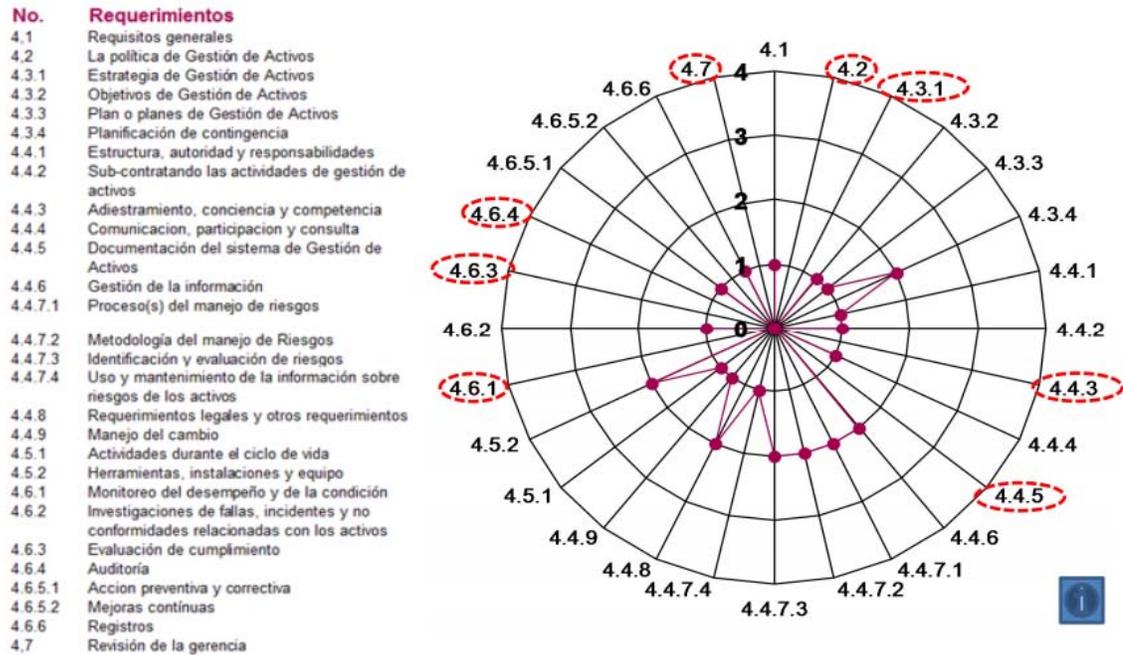
Figura 4. Niveles de madurez de la gestión de activos



Fuente: Amendola, L. Análisis de GAP en la Gestión de Activos Físicos para lograr la Sustentabilidad.

Los resultados de la evaluación se grafican permitiéndole a la organización identificar donde tiene fortalezas y debilidades. Esto se muestra en los segmentos de una gráfica de radar acompañada de los requerimientos de la PAS 55 sobre la Gestión de activos, como se observa en la figura 5.

Figura 5. Resultados PAM gráfica de radar.



Fuente: Amendola, L. Análisis de GAP en la Gestión de Activos Físicos para lograr la Sustentabilidad.

4.8. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS

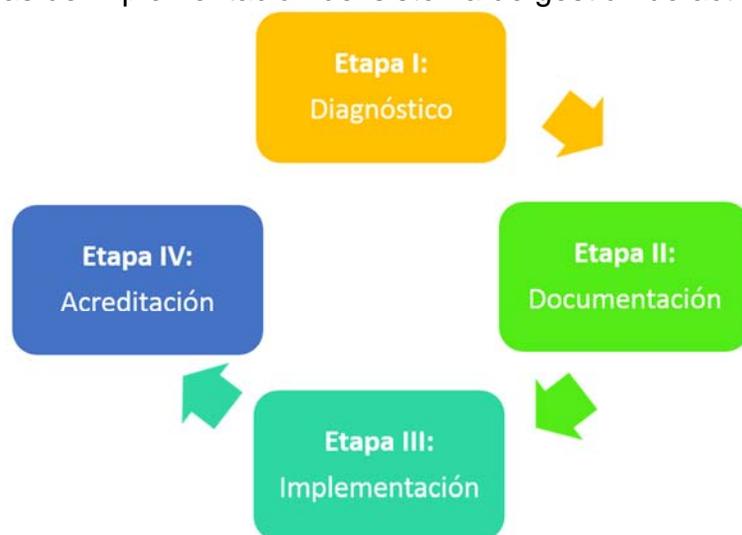
La implantación del sistema de gestión de activos se puede realizar utilizando las pautas facilitadas por la PAS 55-2008, el cual se puede desarrollar en 4 etapas como se observa en la figura 1.

- ✓ **Diagnóstico inicial:** se realiza el diagnóstico para determinar el nivel de madurez que tiene la organización respecto a la gestión de activos.
- ✓ **Compromiso:** es un paso intermedio donde todos los niveles de la organización se concientizan sobre la importancia de iniciar el proyecto. Es importante aclarar que el nivel jerárquico más alto de la organización debe

estar comprometido con el mejoramiento y las buenas intenciones generadas en este proceso.

- ✓ **Etapa 2 “Documentación”**: se establece por escrito la documentación del Sistema de Gestión de Gestión de activos a Política, estrategia, objetivos, planes, procedimientos, instructivos, formatos entre otros.
- ✓ **Etapa 3 “Implementación”**: se lleva a la práctica toda la documentación desarrollada. Es una de las etapas más difíciles porque involucra la participación de todo el personal.
Luego se desarrollan auditorías internas para conocer el grado de implementación del sistema y detectar oportunidades de mejora.
- ✓ **Etapa 4 “Certificación”⁹**: es un servicio de atestación y declaración de tercera parte sobre la competencia técnica y la imparcialidad de los organismos que evalúan la conformidad de productos y procesos con normas técnicas de mercado o con requisitos técnicos de exigencia legal.

Figura 6. Etapas de implementación del sistema de gestión de activos



⁹ <http://www.onac.org.co/modulos/contenido/default.asp?idmodulo=243>

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

El compromiso de la dirección de la organización es el factor decisivo para implementar de manera eficaz un sistema de gestión de activos. Como paso previo, la alta dirección debe evaluar la necesidad o la conveniencia (o ambas) de implementar un sistema de gestión de activos.

Por lo cual el primer paso es saber de dónde se inicia y es indispensable hacer un diagnóstico de la organización, con el cual se determina el nivel de madurez de la capacidad en la gestión de activos de acuerdo con los requisitos de la PAS 55.

5.1. INFORMACIÓN GENERAL

La Estación de Servicio La Paloblanca, inicia labores en año 1982. Se encuentra ubicada en el kilómetro 5 Vía San Gil – Bucaramanga, como se observa en la figura 7. Su actividad económica es la venta de combustibles y lubricantes derivados del petróleo.

5.1.1. Misión. Estación de Servicio La Paloblanca es una empresa dedicada la venta de combustibles y lubricantes derivados del petróleo, buscando la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes, comprometidos con el medio ambiente y la sociedad, orientados en la excelencia empresarial con un equipo humano comprometido y eficiente.

Figura 7. Estación de servicio La Paloblanca.



5.1.2. Visión. En el 2022 Estación de Servicio La Paloblanca, será una organización líder a nivel regional por la prestación de sus servicios, calidad de los productos, teniendo en cuenta el compromiso y confianza con nuestro grupo de interés (equipo humano, clientes, proveedores, gobierno y sociedad), constituyendo alianzas estratégicas y relaciones de valor.

5.1.3. Infraestructura. La estación de Servicio La Paloblanca cuenta con las siguientes áreas:

- ✓ **Zona de descargue:** es donde se ubica el carro tanque para realizar la descarga del producto a zona de almacenamiento.
- ✓ **Zona de Almacenamiento:** cuenta con cuatro tanques de almacenamiento, como se observa en la tabla 1 y figura 8.

Tabla 1. Cantidad de producto almacenado

PRODUCTO ALMACENADO	CAPACIDAD [galones]	Observaciones
Gasolina extra	6000	Este tanque está dividido en dos compartimientos cada uno de 3000 galones.
Gasolina corriente	6000	-----
Gasolina corriente	5000	-----
ACPM	7000	-----

Figura 8. Zona de almacenamiento



- ✓ **Zona Abastecimiento y Despacho de combustible (isla):** está conformada por dos islas, en la primera isla funciona un surtidor para ACPM, en la segunda isla funcionan tres surtidores: gasolina extra, gasolina corriente y un surtidor combinado (ACPM y gasolina corriente), como se observa en la figura 9.

Figura 9. Zona de despacho, Isla 2.



- ✓ **Área administrativa:** se encuentra la oficina y la bodega de lubricantes.

5.2. DIAGNOSTICO INICIAL SEGÚN PAS 55

En la tabla 2 se presenta el diagnóstico realizado para determinar la situación actual de la estación de servicio La Paloblanca de acuerdo a los requerimientos de la PAS 55:2008.

Tabla 2. Diagnóstico de la PAS 55

Requerimiento PAS 55	Descripción	Valoración	Situación actual
4.1 Requerimientos generales	La organización tiene establecida, documentada, implementada, mantiene y mejora continuamente su sistema de gestión de activos	Aprendiendo	No se tiene documentado el sistema de gestión de activos
4.2 La política de gestión de activos	La organización cuenta con una política de gestión de activos	Aprendiendo	No se cuenta con la política de gestión de activos
4.3 Estrategia, objetivos y planes de gestión de activos			

Requerimiento PAS 55	Descripción	Valoración	Situación actual
4.3.1 Estrategia de gestión de activos	La organización tiene establecida, documentada, implementada, mantiene una estrategia a largo plazo de gestión de activos	Apren diendo	No está definida la estrategia a largo plazo para la gestión de activos
4.3.2 Objetivos de la gestión de activos	La organización tiene establecida y mantiene los objetivos de la gerencia de activos	Apren diendo	No se cuenta con los objetivos de la gestión de activos
4.3.3 Plan o planes de gestión de activos	La organización tiene establecida, documentada y mantiene un plan de gestión de activos para lograr la estrategia de gestión de activos	Apren diendo	No se tiene el plan de gestión de activos
4.3.4 Planificación de contingencia	La organización tiene establecida, implementada y mantiene un plan o planes y/o procedimientos para identificar y responder a incidentes y situaciones de emergencia	Aplica ción	Se cuenta con el procedimiento para identificar y responder a incidentes y situaciones de emergencia
4.4 Habilitadores y controles de gestión de activos			
4.4.1 Estructura, autoridad y responsabilidades	La organización tiene establecida y mantiene una estructura de roles, responsabilidades y autoridades, consistentes con el logro de su política, estrategia, objetivos y planes de su gestión de activos.	Aplica ción	Se tiene la estructura de roles y responsabilidades
4.4.2 Subcontratación de las actividades de la gestión de activos	En el caso que la organización elige subcontratar cualquier aspecto de la gestión de activos. La organización tiene documentada los procesos, las autoridades y responsabilidades y actividades subcontratados.	----	La organización no subcontrata
4.4.3 Adiestramiento, conciencia y competencia	La organización tiene identificada la competencia, adiestramiento o experiencia del personal relacionado con la gestión de activos.	Apren diendo	No se tiene identificada la competencia, experiencia del personal.

Requerimiento PAS 55	Descripción	Valoración	Situación actual
4.4.4 Comunicación, participación y consulta	La organización tienen asegurada la información pertinente de la gestión de activos.	Apren diendo	No se asegura la información
4.4.5 Documentación del sistema de gestión de activos	La organización tiene establecida, implementada y mantiene la documentación actualizada para que el sistema de gestión de activos se pueda entender, comunicar y operar adecuadamente.	Apren diendo	No se tiene documentado el sistema de gestión de activos
4.4.6 Gerencia de la información	La organización tienen identificada, implementada y mantiene procedimientos para controlar la información de gestión de activos.	Apren diendo	No se cuentan con el procedimiento para controlar la información
4.4.7 Manejo del riesgo			
4.4.7.1 Procesos de manejo del riesgos	La organización tiene establecida, implementada y mantiene procesos y/o procedimientos documentados para la identificación y la evaluación continua de riesgos relacionados a la gestión de activos.	Aplica ción	Se tiene el procedimiento para la identificación y evaluación de los riesgos
	La organización tiene identificada e implementada las medidas de control necesarias a través de los ciclos de vida de los activos.	Apren diendo	No se tiene identificado las medidas de control a través de los ciclos de vida de los activos
4.4.7.2 Metodología para el manejo del riesgo	La organización cuenta con una metodología para el manejo de riesgo	Aplica ción	Se cuenta con un metodología para el manejo del riesgo
4.4.7.3 Identificación y evaluación del riesgo	La organización tienen identificado y evaluado los riesgos	Aplica ción	Se tienen identificados y evaluados los riesgos
4.4.7.4 Uso y mantenimiento de la información de riesgo de los activos	La organización tiene asegurado los resultados de la identificación, las evaluaciones y medidas de control del riesgo	Aplica ción	Se tiene asegurado los resultados de la identificación, las evaluaciones y medidas de control del riesgo
4.4.8 Requerimientos legales	La organización tiene establecida, implementada y mantienen los procesos y/o procedimientos para identificar	Aplica ción	Se cuenta con un procedimiento para identificar los requisitos legales

Requerimiento PAS 55	Descripción	Valoración	Situación actual
	y acceder a los requerimientos legales		
4.4.9 Manejo de cambio	La organización revisa los arreglos nuevos o existentes de la estructura, roles o responsabilidades, política, estrategia, objetivos o planes de gestión de activos; procesos o procedimientos revisados para las actividades de gestión de activos; introducción de nuevos activos, sistemas o tecnología de activos; introducción de nuevos contratistas o proveedores	Apren diendo	No existe una política, objetivos, estrategia, planes, procedimientos orientada hacia la gestión de activos, por lo tanto no se revidan los arreglos existentes
4.5 Implementación del plan o planes de gestión de activos			
4.5.1 Actividades del ciclo de vida	La organización tiene establecida, implementada y mantiene procesos y/o procedimientos para la implementación de su plan o planes de gestión de activos y control de las actividades durante el ciclo de vida	Apren diendo	No cuenta con el procedimiento para la implementación del plan de gestión de activos
4.5.2 Herramientas, instalaciones y equipos	La organización tiene procedimientos para controlar actividades de mantenimiento y calibración	Aplica ción	Se cuenta con un procedimiento para las actividades de mantenimiento y calibración
4.6 Evaluación y mejora del desempeño			
4.6.1 Monitoreo del desempeño y la condición	La organización tiene establecida, implementada y mantiene procesos y/o procedimientos para monitorear y medir el desempeño del sistema de gestión de activos	Apren diendo	No se cuenta con el procedimiento para monitorear y medir el desempeño del sistema de gestión de activos
4.6.2 Investigación de fallas, incidentes y no conformidades relacionadas con los activos	La organización tiene establecida, implementada y mantiene procesos y/o procedimientos para el manejo y la investigación de fallas,	Apren diendo	No se cuenta con un procedimiento para el manejo y la investigación de fallas, incidentes y no

Requerimiento PAS 55	Descripción	Valoración	Situación actual
	incidentes y no conformidades asociadas con los activos, los sistemas de activos y el sistema de gestión de activos		conformidades asociadas con los activos
4.6.3 Evaluación de cumplimiento	La organización tiene establecida, implementada y mantiene procesos y/o procedimientos y registros para la evaluación de su cumplimiento con requerimientos legales aplicables	Apren diendo	No se cuenta con un procedimiento y registro para la evaluación del cumplimiento de los requisitos legales
4.6.4 Auditoria	La organización tiene planificado, establecido y mantienen el programa de auditorías para los elementos del sistema de gestión de activos	Apren diendo	No se cuenta con un programa de auditorias
4.6.5 Acciones de mejora			
4.6.5.1 Acciones correctivas y preventivas	La organización tiene establecida, implementada y mantiene procesos y/o procedimientos para acciones correctivas y preventivas	Apren diendo	No se cuenta con un procedimiento de acciones correctivas y preventivas
4.6.5.2 Mejora continua	La organización tiene establecida, implementada y mantiene procesos y/o procedimientos para identificar oportunidades y evaluar, jerarquizar e implementar acciones para lograr alcanzar una mejora continua	Apren diendo	No se cuenta con un procedimiento para identificar oportunidades de mejora
4.6.6 Registros	Los registros son legibles, identificable y rastreables	Apren diendo	Los registros no son rastreables.
4.7 Revisión de la gerencia	La organización revisa el sistema de gestión de activos a intervalos que considere apropiados para asegurar la continuidad de su idoneidad y efectividad	Apren diendo	No se tiene documentado el sistema de gestión de activos, por lo tanto no hay revisión de la gerencia

De acuerdo al diagnóstico realizado en la tabla 3, se resume lo siguiente:

- ✓ No existe una política, objetivos, estrategia orientada hacia la gestión de activos, por lo tanto, no se tiene implementado un sistema de gestión de activos.
- ✓ Se tiene procedimientos para actuaciones en caso de emergencia, éstas no se previenen, sino que se actúa de manera reactiva.
- ✓ La estructura de personal está definida, existe una falencia en cuanto a la competencia, adiestramiento y competencia de su personal.
- ✓ Se tiene las metodología y herramientas para el análisis del riesgo.
- ✓ No se realiza gestión integral durante el ciclo de vida de los activos.
- ✓ El mantenimiento de los equipos se realiza de acuerdo a la experticia del operario o hasta que fallen.
- ✓ No se realiza una gestión adecuada de la información existente, en cuanto a fallas, incidentes y no conformidades, lo cual no permite establecer acciones correctivas y preventivas en sus procesos y procedimientos. Evitando así la repetitividad en los eventos.
- ✓ Cumple con los requerimientos legales, por ser empresa de venta de combustible, ya que existen entes de control que vigilan su desempeño.
- ✓ No se realizan auditorías, no se tiene un procedimiento documentado que defina las responsabilidades y requisitos para la planificación y realización de auditorías.
- ✓ No se tiene procedimiento de acciones preventivas, correctivas y de mejora.

En la figura 10 se muestra los resultados del diagnóstico, es un gráfico radar donde se presenta los niveles de madurez del sistema de gestión de activos donde:

Nivel de Madurez Cero (0): La organización no ha tomado medidas para establecer un sistema de gestión de activos.

Nivel de Madurez Uno (1): La organización entiende la necesidad de un sistema de gestión de activos y algunos componentes están presentes, pero no hay una estructura única.

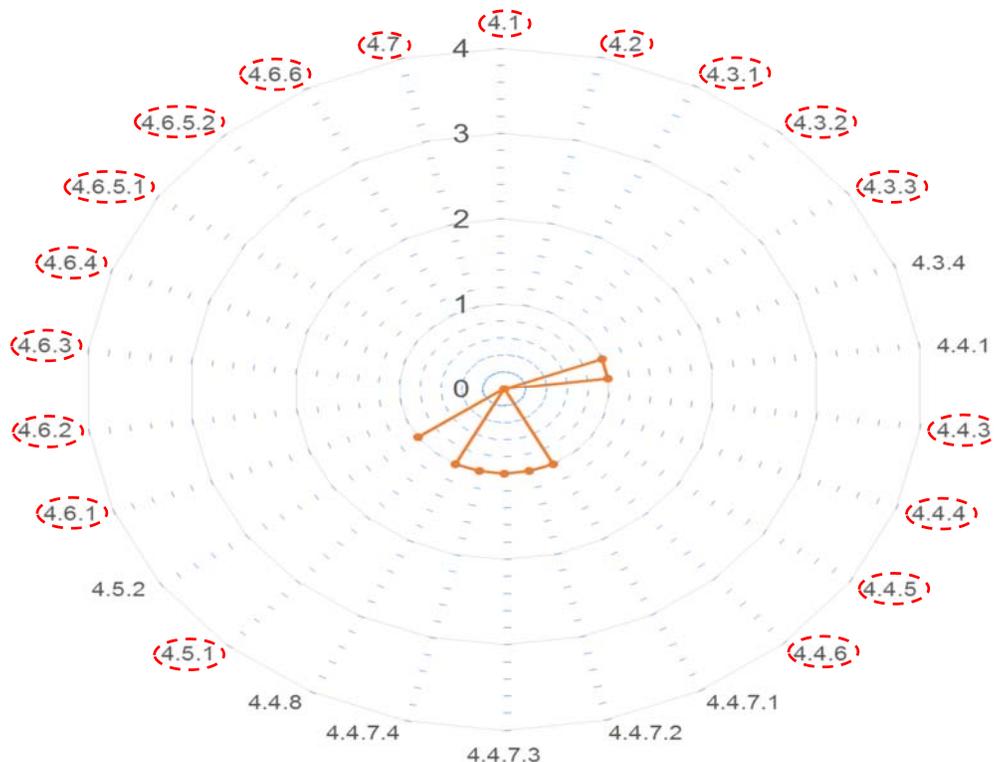
Nivel de Madurez Dos (2): La organización cuenta con más de la mitad de los componentes de un sistema de gestión de activos en su lugar y los vínculos entre ellos son establecidos y debidamente documentados. Además, se están tomando medidas para desarrollar los componentes restantes.

Nivel de Madurez Tres (3): La Organización cuenta con un sistema de gestión de activos establecido y documentado con todos los componentes y los vínculos necesarios en su lugar.

Nivel de Madurez Cuatro (4): El proceso de la organización supera el nivel requerido para cumplir con los requisitos de la PAS 55.

Al finalizar la etapa del diagnóstico y su análisis se determinó que el nivel de madurez del sistema de gestión de activos de la Estación de Servicio la Paloblanca es cero (0), donde los elementos requeridos por la PAS 55 no están presentes.

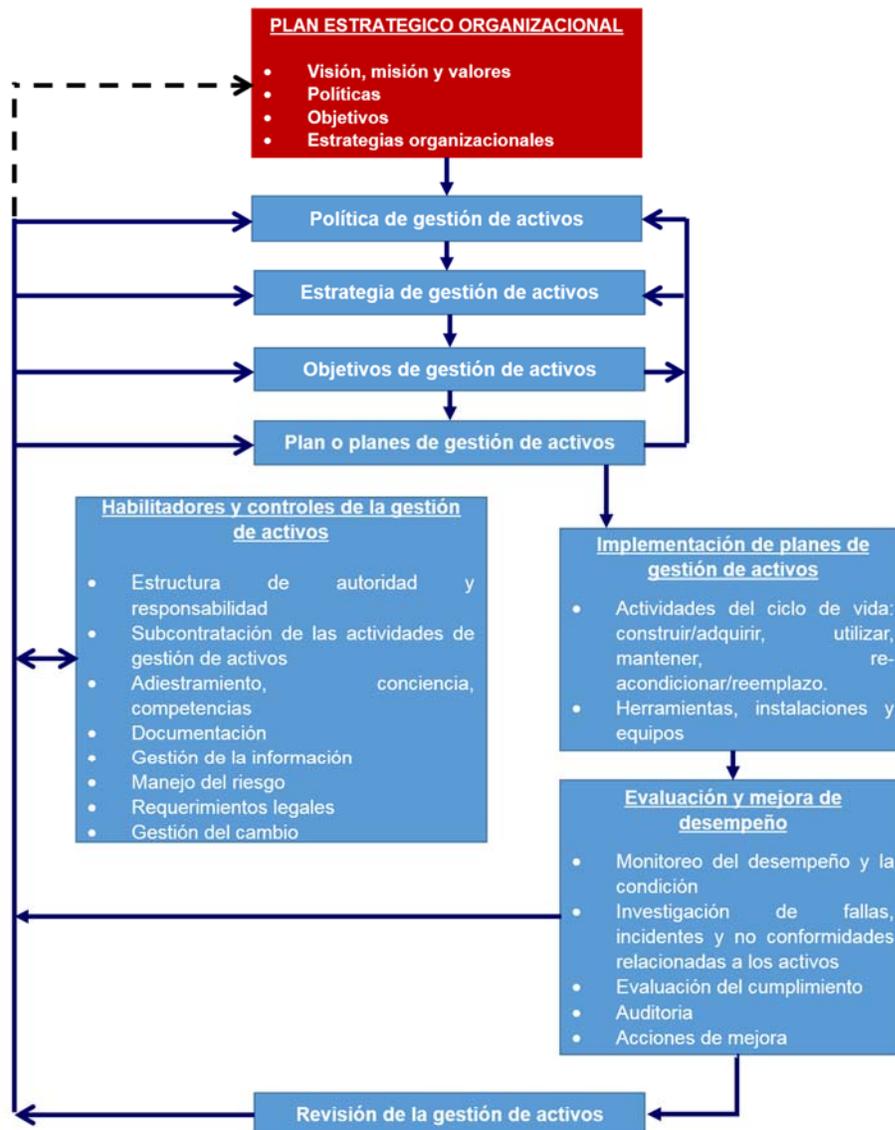
Figura 10. Resultados del diagnóstico de acuerdo PAS 55



5.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS

Los elementos que conforman un sistema de gestión de activos, se observan en la figura 11.

Figura 11. Elementos que conforman un sistema de gestión de activos.



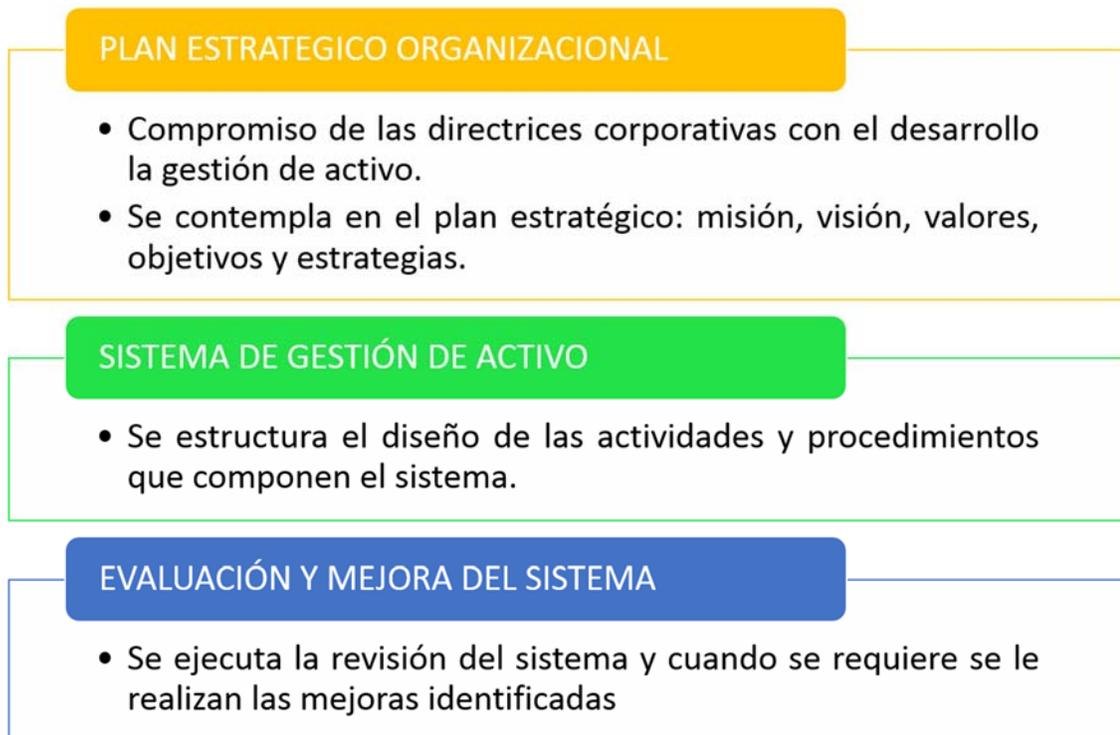
Fuente: INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT. Gestión de activos. Parte 2: Directrices para la aplicación de PAS 55-1.

6. PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN DE ACTIVOS PARA UNA ESTACIÓN DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

Con el desarrollo de la propuesta modelo de gestión de activos se busca que las estaciones de Servicio de Combustible tengan una guía para la generación de valor y su sostenibilidad, teniendo en cuenta la eficacia, eficiencia y la efectividad. Esto se traduce en cumplir con lo planeado, aprovechamiento de los recursos y cumplimiento del plan estratégico.

La propuesta del modelo de sistema de gestión de activos esta dividida en tres etapas como se observa en la figura 12.

Figura 12. Etapas del modelo del sistema de gestión de activos.



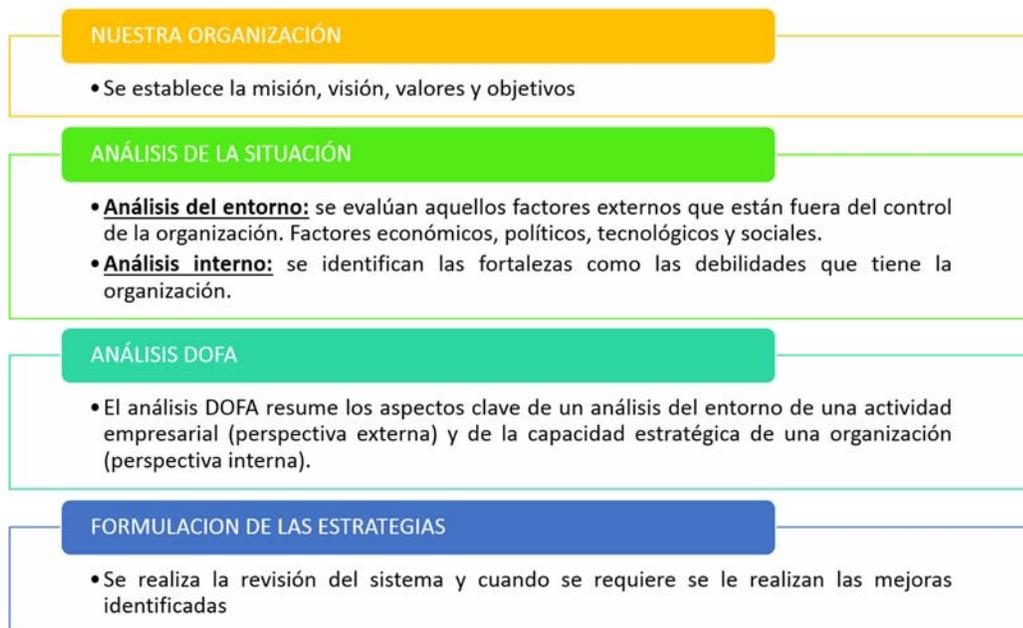
6.1. PLAN ESTRATEGICO ORGANIZACIONAL

El plan estratégico de la organización, es la guía de la organización, se refiere al plan maestro en donde se plasman las decisiones estratégicas para lograr una organización más competitiva que le permita satisfacer las expectativas de sus diferentes grupos de intereses (stakeholders).

Se sugiere elaborar el plan estratégico a largo plazo, el cual se debe planear de 3 a 5 años, en este periodo se puede evaluar resultados de estrategias implementadas para verificar su continuidad, modificación o cambio. Se requiere realizar seguimiento anual para lograr alcanzar las metas trazadas en el plan.

6.1.1. Etapas de formulación del Plan Estratégico. Las etapas de formulación del Plan Estratégico se realizan en cinco etapas, como se observa la figura 13.

Figura 13. Etapas de formulación del plan estratégico.



6.1.1.1. Nuestra organización. Se establece la misión, visión, valores y objetivos.

- ✓ **MISIÓN:** es la razón de ser de la organización. Se hace necesario responder las siguientes preguntas:
 - ¿Quiénes somos? (historia institucional)
 - ¿A qué nos dedicamos? (necesidades que pretende satisfacer, funciones esenciales, servicios que ofrece).
 - ¿Por qué lo hacemos? (finalidad de la acción remitiéndose a los valores de la organización; compromiso con los clientes y con sus empleados).
 - ¿Cómo lo hacemos? (modo en que se lleva adelante la tarea enunciada).
 - ¿Para quién lo hacemos? (población objetivo de la acción institucional).

- ✓ **VISIÓN:** el futuro de la organización en un período de tiempo dado. Cuando hay claridad conceptual acerca de lo que se quiere construir en el futuro, se puede enfocar la capacidad de dirección y ejecución hacia su logro de manera constante. Se hace necesario responder las siguientes preguntas:
 - ¿Qué y cómo queremos ser de aquí a “equis” años?
 - ¿En qué nos queremos convertir?
 - ¿Para quién trabajaremos?
 - ¿En qué nos diferenciaremos?
 - ¿Qué valores respetaremos?

- ✓ **VALORES CORPORATIVOS:** son los ejes de conducta de la empresa y están íntimamente relacionados con los propósitos de la misma. Se hace necesario responder a las siguientes preguntas:
 - ¿En qué creemos?
 - ¿Cómo hacemos las cosas?
 - ¿Quiénes somos?

- ✓ **OBJETIVOS:** se utilizan para hacer operativa la declaración de misión, es decir, ayudan a proporcionar dirección a cómo la organización puede cumplir o trasladarse hacia los objetivos más altos de la jerarquía de metas, la visión y la misión. Establecer objetivos requiere un criterio para medir el cumplimiento de los mismos, los cuales deben ser mensurables, específicos, apropiados, realistas, oportunos.

6.1.1.2. Análisis de la situación. Se realiza el análisis del entorno (factores externos) y del interno (debilidades y fortalezas).

- ✓ **ANÁLISIS DEL ENTORNO:** La metodología empleada para revisar el entorno general es el Análisis PEST (políticos, económicos y sociales) consiste en examinar el impacto de aquellos factores externos que están fuera del control de la organización, pero que pueden afectar a su desarrollo futuro.

En el análisis de los factores clave del entorno, se hace necesario responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los factores que pueden tener relevancia en el sector en el que desarrolla su actividad mi sociedad?
- ¿Cuáles de entre estos factores relevantes tienen un impacto importante para mi organización?
- ¿Cuál es la evolución prevista de estos factores en un horizonte temporal de 3-5 años?
- ¿Qué oportunidades o desventajas genera para mí la evolución prevista de dichos factores?

- ✓ **ANÁLISIS INTERNO:** corresponden a las fortalezas y debilidades que tiene una organización respecto a la disponibilidad de recursos de capital, personal, activos, calidad de producto, estructura interna y de mercado,

percepción de los consumidores, entre otros. Se hace necesario responder a las siguientes preguntas:

- ¿En qué nos diferenciamos de la competencia?
- ¿Qué sabemos hacer mejor?
- ¿En qué somos débiles respecto a la competencia?
- ¿Qué debemos mejorar respecto a la mejor?

6.1.1.3. Análisis DOFA. resume los aspectos clave de un análisis del entorno de una actividad empresarial (perspectiva externa) y de la capacidad estratégica de una organización (perspectiva interna).

El procedimiento para llevar a cabo el análisis DOFA es el siguiente:

1. Con el análisis del entorno, identificar cuáles son las oportunidades y las amenazas.
2. Con el análisis interno, identificar cuáles son las fortalezas y debilidades.
3. Representar gráficamente los resultados anteriores en una matriz de cuatro cuadrantes, como se observa en la figura 14.

Figura 14. Matriz DOFA

	POSITIVAS	NEGATIVAS
ENTORNO EXTERNO	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
ENTORNO INTERNO	FORTALEZAS	DEBILIDADES

6.1.1.4. Formulación de estrategias. La formulación de las estrategias se realiza en la matriz CAME, como se observa en la figura 15, donde se registran las fortalezas, debilidades, amenazas y debilidades de la Matriz, para elaborar las estrategias:

- Estrategias ofensivas (FO): cuando existen oportunidades del entorno, junto a las fortalezas de la organización
- Estrategias defensivas (FA): cuando se producen amenazas del entorno, teniendo fortalezas de la organización.
- Estrategias de reorientación (DO): cuando la organización es débil en un entorno con oportunidades
- Estrategias de supervivencia (DA): cuando la organización es débil en un entorno con amenazas.

Figura 15. Matriz CAME

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	Estrategias FO	Estrategias DO
AMENAZAS	Estrategias FA	Estrategia DA

Con la matriz se busca es CORREGIR las debilidades, AFRONTAR las amenazas, MANTENER las fortalezas y EXPLOTAR las oportunidades. En la matriz se puede contemplar y comparar las estrategias viables o, al menos, las más significativas y sirven para ayudar a enfocar la estrategia del negocio.

La formulación estratégica se realiza en diferentes niveles de la organización¹⁰:

- ✓ **Estrategias corporativas:** se dedica a cuestiones que conciernen a la cartera de negocios de la organización. Dicha estrategia se centra en dos preguntas:
 - ¿En qué negocios deberíamos competir?
 - ¿Cómo podemos gestionar la cartera de negocios para crear sinergias entre los negocios?

- ✓ **Estrategia competitiva o a nivel de unidad de negocio:** tiene como propósito definir qué acciones se deben emprender para obtener mejores resultados en cada uno de los negocios en los que interviene la organización. Dicha estrategia se centra en las siguientes preguntas:
 - ¿En qué mercados y segmentos debemos competir?
 - ¿Con qué productos?
 - ¿Cómo alcanzar ventajas competitivas sostenibles en cada producto/mercado?
 - ¿Cuáles son las competencias clave que demanda la industria en relación con las competencias desarrolladas por la empresa?
 - ¿Cómo puedo cubrir las brechas?

- ✓ **Estrategia operativa:** identifica los procesos clave que dan respuesta a los objetivos estratégicos de una organización. Dicha estrategia se centra en la siguiente pregunta

¹⁰ ALTAIR CONSULTORES. ECO3 Colecciones: "La elaboración del plan estratégico". Editorial Altair. [en línea]. [Revisado el 15 de Diciembre de 2016]. Disponible en internet: http://www.altair-consultores.com/images/stories/publicaciones/LIBRO_PLAN ESTRATEGICO.pdf

- ¿Cómo contribuyen las distintas funciones: marketing, diseño, investigación y desarrollo, finanzas y producción a la estrategia corporativa?

Elaborar los planes para el cumplimiento de cada una de las estrategias, donde cada estrategia pueda ser programada, ejecutada y evaluada;

6.1.1.5. Ejecución y seguimiento. A medida que la organización va ejecutando los planes se realiza un seguimiento, con el fin de registrar su impacto, las características de su implementación, los resultados obtenidos y efectuar, en caso de ser necesario, acciones correctivas.

6.2. SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS

El sistema de gestión de activos está diseñado para apoyar la implementación del plan estratégico organizacional y lograr satisfacer las expectativas de las partes interesadas. El plan estratégico organizacional es el punto de partida para el desarrollo de la política, estrategia, objetivos y los planes de gestión de activos.

Los requerimientos y recomendaciones para la implementación del sistema de gestión de activos que se mencionan a continuación son tomados de las especificaciones PAS 55-2: 2008¹¹

6.2.1. Política de gestión de activos. La gerencia superior de la organización deberá autorizar una política global de gestión de activos.

A continuación, se describen los pasos para formar, implementar y mantener la política de gestión de activos:

¹¹ INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT. Gestión de activos. Parte 1: Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos. [s.l.]: BSI, 2009. 24 p.

- Debe delimitar el alcance, naturaleza, escala y operaciones de la compañía.
- La política de gestión de activos debería definir claramente cómo se facilita, soporta y capacita el logro de la visión, misión y objetivos de la organización y alinearlos con las otras políticas de la organización (tales como las políticas de seguridad y ambiente).
- Considerar aspectos de desarrollo sostenible, responsabilidad social y ambiental.
- Mantener un compromiso apropiado entre los requerimientos a largo y corto plazo.
- Debe ser redactada de tal forma que sea entendida y comprendida por todas las personas a que se comunique.
- Asegurar la comprensión, aceptación y la aplicación de la política en toda la organización.
- Cualquier declaración de política puede ser utilizada en una corte legal, en favor o en contra de la organización. Por lo tanto, es prudente hacerla revisar por el área jurídica.
- La política debe ser revisada regularmente para asegurar que se mantenga vigente y sea efectiva, mejorarla en la medida que los cambios de tecnología, operaciones, etc., lo requieran.

6.2.2. Estrategia, objetivos y planes de gestión de activos

6.2.2.1. Estrategia 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.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- La estrategia debe establecer la forma como será lograda la política de gestión de activos.
- El horizonte de tiempo de la estrategia debe estar acorde con el del plan estratégico organizacional.
- Debe ser consistente con la política de gestión de activos y el plan estratégico organizacional.
- Al establecer la estrategia de gestión de activos se debe considerar: requerimientos de las partes interesadas, gestión del ciclo de vida de los activos, riesgos relacionados con los activos, identificar el desempeño y la condición requerido de los activos, pronósticos de la demanda, estado de los activos, especificar las metodologías principales a usar en la gestión de activos (criterios a ser adoptados para: determinar criticidad, valor del ciclo de vida, gestión del riesgo, confiabilidad, optimizar las estrategias de mantenimiento, administración del trabajo (Planeación y Programación), planificación de proyectos, planificación de la operación, métodos de jerarquización y optimización, benchmarking, planificación de escenarios, análisis de sensibilidad, etc.).
- Debe hacer referencia a los planes de mejora continua
- La estrategia a menudo se establece en términos de las funciones principales del negocio o de los objetivos organizacionales.
- Suministrar guías para la aplicación de las políticas funcionales, por ejemplo política funcional de contratación, mantenimiento, etc.
- Debe describir los medios para medir y reportar efectivamente el desempeño.
- Además de definir las metas, se debe establecer un conjunto balanceado de indicadores claves de desempeño para ayudar al logro (tablero balanceado de gestión – TBG).
- Evaluar la estrategia, los objetivos, metas y planes a intervalos determinados
- Los planes de creación, adquisición o mejora de activos incluyen el diseño, modificación, procura, construcción y puesta en servicio.

- Una característica clave de un buen plan de gestión de activos debe incluir las actividades específicas para optimizar: costos, manejo de riesgo y desempeño de activos sobre escalas de tiempo de corta y larga duración. La optimización debe considerar el criterio de "Costo total de propiedad", es decir, elegir la estrategia o decisión que resulte en la mejor combinación de los costos del ciclo de vida, riesgos, desempeño.
- Los planes deben tener las diversas actividades que necesitan ser implementadas para lograr los objetivos de la gestión de activos. Deben tener definidas las responsabilidades y autoridades y el tiempo para lograrlos. Se deben proporcionar información de los recursos requeridos para cada tarea.
- Deben incluir planes de reposición a largo plazo.

6.2.2.2. Objetivos de gestión de activos. La organización deberá establecer y mantener objetivos de gestión de activos.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Los objetivos deben ser: específicos, medibles, alcanzables, realistas, basado en tiempo (*Specific, Measurable, Achievable, Realistic, Time based - SMART*), derivados y consistentes con la estrategia y los objetivos organizacionales, considerar compromiso de mejora, considerar aspectos legales, expectativas de las partes interesadas, tomar en cuenta riesgos, etc.
- Deben considerar los costos e ingresos asociados.
- El desempeño del activo y/o los objetivos de la condición pueden ser medidas de: confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, capacidad, cantidad producida, calidad, satisfacción del cliente, seguridad, impacto ambiental, cumplimiento legal.

6.2.2.3. Plan o planes de gestión de activos. La organización deberá establecer, documentar y mantener un plan o planes de gestión de activos para lograr la estrategia de gestión de activos y cumplir los objetivos de la gestión de activos a través de las siguientes actividades del ciclo de vida: *Creación, adquisición o mejora de activos; utilización de activos; mantenimiento de activos; puesta fuera de servicio y/o desincorporación de los activos.*

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Los planes de mantenimiento incluyen la inspección y monitoreo de la condición, pruebas funcionales, reparación, reacondicionamiento. El reemplazo de activos individuales también puede ser considerado como mantenimiento de los sistemas de activos.
- Los planes de creación, adquisición o mejora de activos incluyen el diseño, modificación, procura, construcción y puesta en servicio.
- Una característica clave de un buen plan de gestión de activos debe incluir las actividades específicas para optimizar: costos, manejo de riesgo y desempeño de activos sobre escalas de tiempo de corta y larga duración. La optimización debe considerar el criterio de "Costo total de propiedad", es decir, elegir la estrategia o decisión que resulte en la mejor combinación de los costos del ciclo de vida, riesgos, desempeño.
- Los planes deben tener las diversas actividades que necesitan ser implementadas para lograr los objetivos de la gestión de activos. Deben tener definidas las responsabilidades y autoridades y el tiempo para lograrlos. También deben proporcionar información de los recursos requeridos para cada tarea.
- Deben incluir planes de reposición a largo plazo.

6.2.2.4. Planificación de contingencia. La organización deberá establecer, implementar y mantener uno(s) proceso(s) y/o procedimientos para identificar y responder a incidentes y situaciones de emergencia, y mantener la continuidad de las actividades críticas de gestión de activos.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Identificar los riesgos relacionados a los activos que si ocurren podrían resultar en situaciones de incidentes o emergencias.
- Identificar interrupciones potenciales a las actividades críticas de gestión de activos.
- Establecer las acciones apropiadas para responder a una situación de emergencia o a un incidente.
- Entrenar al personal requerido para responder a una emergencia.
- Identificar las partes interesadas que podrían resultar afectadas por incidentes o situaciones de emergencia.
- El plan de contingencia deberá identificar como la organización responderá y manejará las situaciones de incidentes o emergencias y deberá incluir información sobre los recursos requeridos, personal esencial y sus roles, servicios de emergencia y agencias externas incluyendo detalles de contacto y su rol, protocolo de comunicación, como se mantendrá o restaurará las actividades críticas de gestión de activos en caso de interrupción, procedimiento de evacuación, etc.
- El equipo a utilizar en emergencias deberá ser inspeccionado y probado periódicamente para confirmar su disponibilidad y operatividad.
- Se deberá revisar y probar el plan mediante simulacros para determinar la preparación para incidentes y emergencias, y la respuesta para el restablecimiento de las actividades críticas de la gestión de activos.

6.2.3. Habilitadores y controles de gestión de activos

6.2.3.1. Estructura, autoridad y responsabilidad. La organización deberá establecer y mantener una estructura organizacional de roles, responsabilidades y autoridades, consistentes con el logro de su política, estrategia, objetivos y planes de su gestión de activos.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Nombrar un miembro de la gerencia responsable de la implementación y mejora del sistema de gestión de activos.
- Designar los gerentes de activos y definir las responsabilidades claras sobre el manejo y desempeño esperado de los activos y dotarlos de suficiente autoridad y recursos para implementar los planes de gestión de activos.
- Establecer, documentar e implementar una estructura organizacional con los roles, responsabilidades y autoridad de todas las personas que realizan actividades del sistema de gestión de activos, incluido los contratistas.
- Establecer acuerdos de niveles de servicio entre departamentos.
- Establecer la estructura, los medios y mecanismos de comunicación para conocer los requerimientos y expectativas de las partes interesadas.
- Disponer de la estructura global para el manejo de los riesgos de la organización. La gerencia superior es responsable de la identificación, evaluación y gestión de los riesgos.
- Establecer la estructura para el manejo de los costos (centros de costos, costeo por actividad)

6.2.3.2. Subcontratación de las actividades de la gestión de activos. En los casos donde una organización elige subcontratar cualquier aspecto de la gestión de activos que afecte la conformidad con los requerimientos de la Cláusula 4, la organización deberá asegurar el control sobre dichos aspectos. La organización deberá determinar y documentar cómo estas partes serán controladas e integradas dentro del sistema de gestión de activos de las organizaciones. La organización también deberá identificar y documentar:

- a) los procesos y actividades que deben ser subcontratados (incluyendo el alcance y los límites de los procesos y actividades subcontratados y sus interfaces con los propios procesos y actividades de la organización);
- b) los procesos y el alcance para compartir el conocimiento y la información y el proveedor o proveedores del servicio subcontratado;
- c) las autoridades y responsabilidades dentro de la organización para manejar los procesos y actividades subcontratados.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Establecer e implementar los mecanismos de control de los procesos y actividades de la gestión de activos que son contratados, asegurando la sostenibilidad y el ciclo de vida de los activos.
- Establecer y documentar los procesos que son contratados y su alcance e interface con los propios que realiza la organización. Asegurar que los aspectos y requerimientos relevantes de la gestión de activos estén claramente identificados en las especificaciones del contrato.
- Establecer y documentar el alcance para compartir el conocimiento y la información.
- Establecer y documentar las autoridades y responsabilidades dentro de la organización para controlar los procesos contratados, asegurando que el riesgo, valor y sostenibilidad sean gestionados a través de los límites contractuales. Una forma de lograrlo puede ser estableciendo "alianzas con proveedores donde las recompensas y las penalizaciones están alineadas al

desempeño de los activos o sistemas de activos y al logro de los objetivos de la gestión de activos.

- Evaluar los riesgos que surjan al contratar procesos o actividades de la gestión de activos y establecer mecanismo para controlar o mitigar dichos riesgos.

6.2.3.3. Adiestramiento, conciencia y competencia. La organización deberá asegurar que cualquier persona(s) que estén bajo el control directo llevando a cabo actividades de la gestión de activos tenga un nivel apropiado de competencia en términos de educación, adiestramiento o experiencia.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Identificar las competencias actuales de personal dentro de la organización.
- Identificar los requerimientos de competencia y adiestramiento del personal según su nivel y función en la organización.
- Identificar las brechas de la competencia y adiestramiento del personal entre lo que se tiene y lo que se requiere.
- Establecer e implementar planes de desarrollo y evaluación de conocimientos y competencias del personal.
- Proporcionar adiestramiento específico, por ejemplo: manejo del riesgo, costos del ciclo de vida, optimización, ingeniería de confiabilidad, mantenimiento, inspección, monitoreo de la condición, análisis de causa raíz, etc.

6.2.3.4. Comunicación, participación y consulta. La organización deberá asegurar que la información pertinente de gestión de activos sea comunicada efectivamente hacia y desde los empleados y otras partes interesadas, incluyendo los proveedores de servicios contratados.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Establecer e implementar un proceso de comunicación y consulta para estimular la participación de las partes interesadas en temas de gestión de activos (reuniones, visitas, intranet, buzones de sugerencias, sistemas de manejo del conocimiento, carteleras, periódico, encuestas, etc.).
- Involucrar a los empleados y contratistas en la revisión y elaboración de: planes de gestión de activos, políticas funcionales, estándares, procesos/procedimientos, gestión de riesgos, investigación de incidentes, etc.

6.2.3.5. Documentación del sistema de gestión de activos. La organización deberá establecer, implementar y mantener una documentación actualizada para asegurar que su sistema de gestión de activos pueda entender, comunicar y operar adecuadamente.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Establecer, implementar y mantener actualizada una documentación que contenga: la política, estrategia, objetivos, plan o planes de gestión de activos, descripción del alcance, roles, responsabilidades y autoridades, cómo serán controladas las actividades contratadas y cómo serán integradas dentro del sistema de gestión de activos, registros, documentación operacional del sistema de gestión de activos.
- Establecer implementar y mantener actualizada documentación adicional, que al no tenerla pudiera conllevar fallas en: lograr la política, estrategia y objetivos de gestión de activos; controlar riesgos; implementación eficiente y rentable de los planes de gestión de activos. Estos documentos pueden ser: políticas, estrategias y planes funcionales que soportan la política global de gestión de activos y permiten un mejor control de actividades específicas relacionadas a la gestión de activos tales como: inversión de capital, procura, operaciones, servicio al cliente, mantenimiento, contratación, seguridad y manejo ambiental, etc.; procedimientos; criterios de operación; instrucciones

técnicas, etc.

6.2.3.6. Gerencia de la información. La organización deberá identificar la información de gestión de activos necesaria para satisfacer los requerimientos de la Cláusula 4 de esta especificación considerando todas las fases del ciclo de vida del activo.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Diseñar, implementar y mantener un sistema o sistemas para manejar la información de gestión de activos.
- Establecer, implementar y mantener procedimiento para controlar toda la información de gestión de activos (roles, responsabilidades, autoridades)

6.2.4. Manejo del Riesgo

6.2.4.1. Procesos de manejo de riesgo. La organización deberá establecer, implementar y mantener uno(s) proceso(s) y/o procedimientos para una identificación y evaluación continua de los riesgos relacionados a la gestión de activos y relacionados con los activos, y a la identificación e implementación de medidas de control necesarias a través de los ciclos de vida de los activos.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Identificar los riesgos potenciales asociados con los activos, estimar los niveles de riesgo asociados, determinar si son tolerables y establecer los controles.
- Establecer, implementar y mantener procesos y/o procedimientos para la gestión de riesgos relacionados a los activos.
- Gestionar la seguridad de los empleados, de terceras partes y del público en general acorde con la regulación legal existente.
- Gestionar los riesgos financieros y ambientales acorde con la regulación legal

existente.

- Jerarquizar y optimizar las actividades de la gestión de activos basado en costo, riesgo y desempeño.

6.2.4.2. Metodología para el manejo de riesgo. La metodología de la organización para el manejo del riesgo deberá: ser proporcional al nivel del riesgo que se esté considerando; definirse con relación a su alcance, naturaleza y programación para asegurar que sea proactiva, en lugar de reactiva; incluir, donde sea apropiado, la evaluación de cómo cambian los riesgos o como pueden cambiar a través del tiempo y del uso; aportar formas para la clasificación de riesgos y la identificación de esos riesgos que deben ser evitados, eliminados o controlados por los objetivos y planes de la gestión de activos; ser consistente con la experiencia operacional de la organización y con las capacidades de las medidas de control de riesgo utilizadas; aportar para el monitoreo de las acciones requeridas para asegurar tanto la efectividad como la línea de tiempo de su implementación.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Adoptar e implementar un método sistemático, paso a paso, para el manejo de los riesgos de los activos a lo largo del ciclo de vida: clasificar los activos.
- Identificar eventos potenciales de riesgo creíbles - identificar controles - determinar niveles de riesgos para cada evento potencial - determinar la tolerabilidad de los riesgos.
- Reducir los riesgos de acuerdo a los siguientes pasos: eliminación - sustitución - control físico - señales/advertencias/controles administrativos/procedimientos.
- **Registros de riesgos:** Establecer una lista (registro) de riesgos significativos definidos en términos de probabilidad y consecuencia, mitigación existente, acciones planificadas y las responsabilidades. Este registro debe ser monitoreado por la gerencia superior
- **Manejo de riesgos relacionados al activo:** Identificar los riesgos

significativos en los activos teniendo en cuenta el uso, la edad y las consecuencias de fallas y establecer las acciones de mantenimiento y/o renovación.

- **Criticidad del activo:** Evaluar la criticidad de los activos y jerarquizarlos en función de la magnitud de los riesgos (probabilidad x consecuencia)

6.2.4.3. Evaluación e identificación de riesgos. La identificación y evaluación de riesgos deberá considerar la probabilidad de eventos creíbles y sus consecuencias, y como mínimo deberá cubrir: riesgos de fallas físicas (fallas funcionales, daños incidentales, daños maliciosos, acciones terroristas), riesgos operacionales (control del activo, factores humanos), eventos ambientales (tormentas, inundaciones), factores fuera del control de la organización (fallas de materiales, servicios administrados externamente), riesgos de las partes interesadas (falas para satisfacer los requerimientos de desempeño regulatorio, riesgos de la reputación).

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Establecer e implementar técnicas para identificar y analizar el riesgo.
- **Identificación:** Análisis DOFA (Debilidades - Oportunidades - Fortalezas - Amenazas); Análisis PESTLE (Político - Económico - Social - Técnico - Legal - Ambiental); HAZOP (Peligros y Operaciones); etc.
- **Análisis de riesgo:** FMEA (Análisis de Modos y Efectos de Falla); FMECA (Análisis de Modos y Efectos de Falla y Criticidad); RCA (Análisis de Causa Raíz); ETA (Análisis de Árbol de Eventos); FTA (Análisis de Árbol de Falla); etc.
- **Selección de controles:** RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad); RBI (Inspección Basada en Riesgo); IPF (Funciones de Protección Instrumentada); etc.
- Incorporar la consideración de los riesgos en todas las actividades y procedimientos del sistema de gestión de activos.

6.2.4.4. Uso y mantenimiento de la información de riesgo de los activos.

La organización deberá asegurar que los resultados de las evaluaciones de los riesgos y los efectos de las medidas de control del riesgo sean tomados en cuenta, y según sea apropiado, proporcionen insumos dentro de: la estrategia, los objetivos, los planes de la gestión de activos; la identificación de las necesidades de adiestramiento y competencias; la determinación de los controles de las actividades del ciclo de vida de los activos; la estructura global del manejo del riesgo de la organización.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Mantener documentados y actualizados los resultados de la identificación, las evaluaciones y los controles.
- La consideración del riesgo debe estar incorporada en todas las actividades y procedimientos a través del sistema de gestión de activos y a lo largo del ciclo de vida de los activos.

6.2.5. Requerimientos legales y otros requerimientos. La organización deberá establecer, implementar y mantener los procesos y/o los procedimientos para identificar y acceder a los requerimientos legales, regulaciones, estatutos y otros requerimientos aplicables de gestión de activos.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Identificar como sus actividades son afectadas por los requerimientos legales e informar a su personal relevante.
- Disponer de sistemas para identificar la legislación aplicable a sus actividades.
- Crear conciencia y comprensión de las responsabilidades legales.

6.2.6. Manejo de cambio. Cuando se revisan los arreglos existentes, o cuando se introducen nuevos arreglos que pueden tener un impacto sobre las actividades de gestión de activos, la organización deberá evaluar los riesgos asociados antes de implementar los arreglos. Los arreglos nuevos o revisados que serán considerados deberán incluir: estructura, roles o responsabilidades organizacionales revisados; política, estrategia, objetivos o planes revisados de gestión de activos; procesos o procedimientos revisados para las actividades de gestión de activos; introducción de nuevos activos, sistemas o tecnología de activos; introducción de nuevos contratistas o proveedores.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Las disposiciones nuevas o revisadas que deberán ser consideradas incluirán: la estructura organizacional, los roles o responsabilidades; la política, la estrategia, los objetivos o planes de la gestión de activos; los procesos o procedimientos para las actividades de gestión de activos; la introducción de nuevos activos, sistemas de activos o tecnología; la introducción de nuevos contratistas o proveedores.
- Evaluar los riesgos cuando se introduzcan cambios en los activos, sistemas de activos o en el sistema de gestión de activos.

6.2.7. Implementación del plan o planes de gestión de activos

6.2.7.1. Actividades del ciclo de vida. La organización deberá, establecer, implementar y mantener uno(s) procesos y/o procedimientos para la implementación de su(s) plan(es) de gestión de activos y el control de actividades durante el ciclo de vida, incluyendo: la creación, adquisición o mejora de activos; el uso de los activos; el mantenimiento de los activos; la puesta fuera de servicio y/o disposición de los activos.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Teniendo en cuenta la importancia de las personas, que finalmente son las que hacen la implementación del sistema de gestión de activos, se requiere que al inicio del programa la dirección realice con su personal unos talleres de manejo del cambio, por que las personas normalmente se encuentran en su zona de confort y cuando se vienen cambios la mayoría no los quiere.
- Establecer roles y responsabilidades y asignar los recursos para asegurar la implementación en el día - día de las actividades de los planes de gestión de activos, el control de sus riesgos y el cumplimiento legal.
- Asignar claramente el responsable de la implementación total del plan o planes de gestión de activos.
- Involucrar, incentivar y crear objetivos comunes para lograr la participación de todos los departamentos internos y contratistas en la implementación del plan.
- Monitorear continuamente el avance en la implementación del plan.
- Alinear los planes con los objetivos del negocio y con los objetivos operacionales, asegurando que el trabajo sea jerarquizado, agrupado y ejecutado coordinadamente con las paradas y otras restricciones.

Control operacional de los procesos de gestión de activos:

- ✓ Disponer de políticas funcionales para actividades que requieran mayor control y mejor claridad de lo que se espera del personal
- ✓ Creación y adquisición o mejora de los activos:
- ✓ Asegurar la adecuada planeación, programación y control para que en los proyectos de incorporar o mejorar activos se cumpla con las promesas de valor (costo, riesgo y desempeño) de manera sostenible a lo largo del ciclo de vida.
- ✓ Evaluar y seleccionar el tipo de contratación para proyectos mayores que mejor se ajuste a la estrategia y objetivos del sistema de gestión de activos.
- ✓ Considerar en la planeación de la construcción los requerimientos de

cumplimiento legal en seguridad, salud y ambiente.

- ✓ Seleccionar contratistas competentes, establecer esquema de incentivos y aplicar prácticas de gerencia de proyectos para asegurar el éxito.
- ✓ La organización que manejará los activos debe evaluar y aprobar los diseños de nuevas plantas y equipos.
- ✓ Asegurar que los nuevos equipos sean entregados adecuadamente a los responsables de la operación y el mantenimiento. Esto incluirá entrenamiento, transferencia de conocimientos, entrega de información, garantías, etc.

Utilización de activos:

- ✓ Establecer e implementar los criterios de operación y monitoreo del desempeño de los activos para que sean aplicados y gestionados de manera conjunta por operaciones y mantenimiento.
- ✓ Establecer e implementar procedimientos de operación de la planta y equipos.

Mantenimiento de los activos:

- ✓ Asegurar que el personal sea competente, que entiendan los parámetros operacionales y guarden los registros de las intervenciones.
- ✓ Precalificar el personal para tareas peligrosas o críticas.
- ✓ Seleccionar, implementar y aprovechar adecuadamente los sistemas de información.
- ✓ Establecer, implementar y mantener procedimientos para asegurar la calidad y el control de riesgos (procedimientos de trabajo, permisos de trabajos).
- ✓ Establecer, implementar y mantener procedimientos para calibración y mantenimiento de herramientas y equipos de prueba.
- ✓ Establecer, implementar y mantener procedimientos para manejo de repuestos.
- ✓ Controlar las actividades de mantenimiento teniendo en cuenta la criticidad,

urgencia y optimización de recursos.

- ✓ Controlar la entrada y salida de personal a áreas peligrosas.
- ✓ Mantener, inspeccionar y probar los sistemas de protección y equipos de emergencia (salvaguarda y protección física, sistemas de parada, sistemas de detección y control de fuego, dispositivos esenciales de monitoreo).

Puesta fuera de servicio y desincorporación de activos:

- ✓ Disponer de manera segura para las personas y el ambiente los activos desincorporados y actualizar la información del sistema de activos.

6.2.8. Herramientas, instalaciones y equipos. La organización deberá asegurar que las herramientas, instalaciones y equipos sean mantenidos y, donde sea apropiado, sean calibrados. La organización deberá establecer y mantener proceso y procedimientos para controlar estas actividades de mantenimiento y calibración, donde dichas herramientas, instalaciones sean esenciales para: la implementación de su plan o planes de gestión de activos; el logro de la función o funciones requeridas y el desempeño de sus activos o sistema de activos; el monitoreo y medición del desempeño y/o condición.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Las herramientas, equipos e instalaciones requeridos para el suministro y/o control de actividades de gestión de activos deben ser gestionadas e identificadas como equipos. Es importante poder rastrear donde han sido usadas.
- Cada herramienta y/o equipo debe tener un programa de mantenimiento y un programa de control que incluya su calibración periódica, monitoreo de desempeño y almacenamiento.

6.3. EVALUACIÓN Y MEJORA DEL DESEMPEÑO

6.3.1.1. Monitoreo del desempeño y la condición. La organización deberá establecer, implementar y mantener procesos y/o procedimientos para monitorear y medir el desempeño del sistema de gestión de activos, y el desempeño y/o condición de los activos y/o sistemas de activos. Los procesos y/o procedimientos deberán suministrar para su consideración: un monitoreo reactivo para identificar no conformidades pasadas o existentes en el sistema de gestión de activos, y cualquier deterioro, fallas o incidentes relacionadas al activo; un monitoreo proactivo para buscar aseguramiento de que el sistema de gestión de activos y los activos y/los sistemas de activos estén operando de la forma en que están requerida. Esto deberá incluir el monitoreo para asegurar que la política, estrategia y objetivos de gestión de activos sea cumplida, que el plan o planes de gestión de activos sea implementado, y que los procesos o procedimientos u otros arreglos para controlar las actividades del ciclo de vida del activo sean efectivos; unos indicadores de avance del desempeño para proporcionar advertencias de un no cumplimiento potencial con los requerimientos de desempeño del sistema de gestión de activos y/o los activos y/o los sistemas de activos; unos indicadores de retraso del desempeño para habilitar la detección y proporcionar datos sobre incidentes y fallas del sistema de gestión de activos, y para los incidentes, fallas o el desempeño deficiente de los activos y/o sistemas de activos; medidas tanto cualitativas como cuantitativas, apropiadas para las necesidades de la organización; monitoreo de la efectividad y eficiencia global del sistema de gestión de activos; registro del monitoreo, datos de medición y resultados para facilitar el análisis subsiguiente de las causas de los problemas para asistir en la determinación de las acciones correctivas o, preventivas y/o facilitar la mejora continua.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Fijar las frecuencias de monitoreo de activos basado en los riesgos de falla, los mecanismos potenciales de falla y las tasas de falla.

- El monitoreo del desempeño debe centrarse en evaluar la implementación del sistema de gestión de activos (procesos), la efectividad de las disposiciones para el control de riesgos y la identificación de necesidades de mejora del desempeño de los activos.
- El o los procesos y/o procedimientos se deberán proveer para la consideración de: un monitoreo reactivo para actuar ante no conformidades existentes, un monitoreo proactivo consistente en verificaciones oportunas y rutinarias para buscar indicios de problemas y determinar el nivel de conformidad con los requerimientos del sistema de activos (producción, confiabilidad, disponibilidad, condición)
- Identificar e implementar en un tablero balanceado de gestión (TBG) que contenga una proporción adecuada de indicadores de tendencia (*desempeño futuro - leading*) e indicadores de resultado (*desempeño pasado - lagging*). Los indicadores leading proporcionan advertencia del cumplimiento o no de los requerimientos de desempeño del plan o planes de gestión de activos (falta de cumplimiento potencial); y los indicadores *lagging* proporcionan evidencia de desempeño del pasado o actual.
- Registrar los hallazgos del monitoreo reactivo y proactivo y las acciones resultantes.

6.3.1.2. Investigación de fallas, incidentes y no conformidades relacionadas con los activos. La organización deberá establecer, implementar y mantener un(os) proceso(s) y/o procedimientos para el manejo e investigación de fallas, incidentes y no conformidades asociadas con los activos, los sistemas de activos y/o el sistema de gestión de activos.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Utilizar el proceso de análisis de causa raíz para investigar fallas o incidentes críticos relacionados a los activos, fallas o incidentes repetitivos y no conformidades significativas. No es indispensable investigar cada una de las

fallas no críticas de los activos, puede ser más eficiente clasificarlas en categorías de eventos similares y hacer una evaluación genérica.

- Cuando se identifique la necesidad de mejoras en los activos críticos, estas deben evaluarse en función de desempeño/costo/riesgo.
- Establecer los responsables de la implementación de las acciones específicas.
- Detectar las causas potenciales de las no conformidades.
- Monitorear el progreso de la ejecución de las acciones correctivas y preventivas y la efectividad de dichas acciones.
- Definir en los procedimientos las responsabilidades y autoridades de los individuos involucrados en la implementación, reporte, investigación y seguimiento de las acciones correctivas y preventivas.
- Reportar todas las no conformidades, incidentes y casos de riesgo inminentes.
- Cualquier acción inmediata que deba ser tomada al observar no conformidades, incidentes o casos de riesgo inminente debe ser conocida por todas las partes.
- Utilizar medios apropiados para registrar los datos y los resultados de las investigaciones.

6.3.1.3. Evaluación de cumplimiento. La organización deberá establecer, implementar y mantener procesos y/o procedimientos para la evaluación de su cumplimiento con requerimientos legales aplicables y otros requerimientos absolutos o regulaciones, y deberá determinar la frecuencia de dichas evaluaciones. La organización deberá mantener registros de estas evaluaciones.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Evaluar el cumplimiento de los requerimientos mediante auditorías, entrevistas, inspecciones de instalaciones, análisis de resultados de monitoreos.

- Establecer la frecuencia de verificación según sea apropiado.
- Registrar el resultado de las evaluaciones periódicas de cumplimiento de los requerimientos.

6.3.1.4. Auditoría. La organización deberá asegurar que las auditorías del sistema de gestión de activos sean llevadas a cabo para: determinar si el sistema de gestión de activos: está conforme a los arreglos planificados para la gestión de activos, incluyendo los requerimientos de la Cláusula 4; ha sido implementado y es mantenido; es efectivo en cumplir con la política, estrategia y objetivos de la gestión de activos; proporciona información a la gerencia.

Los programas de auditorías para los elementos del sistema de gestión de activos deberán ser planificados, establecidos y mantenidos por la organización, basados en los resultados de la evaluación de riesgos de las actividades de la organización y los resultados de auditorías previas.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- La auditoría debe permitir evaluar el grado de cumplimiento con los requerimientos del sistema de gestión de activos, el cumplimiento de los procedimientos documentados, si el sistema es efectivo para cumplir la política, estrategia y objetivos y planes de gestión de activos.
- Las auditorías deben ser registradas y presentadas a la gerencia.
- Los principios y metodologías generales descritos en ISO 19011 aplican para la auditoría del sistema de gestión de activos.
- Las auditorías pueden ser de "corte horizontal", por ejemplo evaluar solamente lo referente a planes de gestión de activos, o de "corte vertical" evaluar el manejo de un activo específico a lo largo de todo su ciclo de vida.
- La auditoría debe identificar oportunidades para la mejora continua

6.3.2. Acciones de mejora

6.3.2.1. Acciones correctivas y preventivas. La organización deberá establecer, implementar y mantener procesos y/o procedimientos para investigar: a) acciones correctivas para eliminar las causas de un desempeño deficiente y no conformidades identificadas por medio de investigaciones, evaluaciones de cumplimiento y auditorias para evitar su recurrencia; b) acciones preventivas para eliminar las causas potenciales de no conformidades o de un desempeño deficiente. Cualquier acción correctiva o preventiva tomada y su programación deberá ser conmensurable con el riesgo o riesgos encontrados;

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Tomar las acciones para abordar las causas raíces de no conformidades reales o potenciales, efectuar la implementación, evaluar el impacto y registrar los cambios requeridos en procedimientos.
- Verificar el cumplimiento y la efectividad de las acciones preventivas y correctivas.
- Clasificar y analizar regularmente las causas de acciones preventivas y correctivas, por lo menos una vez al año informar a la gerencia.

6.3.2.2. Mejora continua. La organización deberá establecer, implementar y mantener procesos y/o procedimientos para identificar oportunidades y evaluar, jerarquizar e implementar acciones para lograr alcanzar una mejora continua en: la óptima combinación de costos, riesgos relacionados al activo y la condición de los activos y sistemas de activos a través del ciclo de vida total; el desempeño del sistema de gestión de activos;

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Identificar y evaluar nuevas tecnologías, herramientas y métodos que hayan reportado beneficios medibles en otras organizaciones.

- Identificar las oportunidades de mejora continua a través de: personal especializado, foros, seminarios, conferencias, revistas, benchmarking, transferencia de tecnología inter-industrias, alianzas con contratistas y proveedores, actividades de investigación y desarrollo, seguimiento de la competencia.

6.3.2.3. Registros. La organización deberá establecer y mantener registros según sea necesario para demostrar conformidad con los requerimientos de un sistema de gestión de activos.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Determinar cuáles son los registros requeridos para manejar efectivamente la gestión de activos.
- Los registros que demuestren la conformidad de la organización con los requerimientos de la gestión de activos deben permanecer legibles, fácilmente identificables, rastreables y recuperables.
- Mantener los registros de: incidentes, emergencias, adiestramiento, mantenimiento, calibración de herramientas, monitoreo de desempeño, evaluación de cumplimientos legales, resultados de auditorías, detalles de acciones correctivas y preventivas, registros de quejas, evaluaciones de riesgos, información de contratistas y proveedores, evidencia de la preparación y respuesta a emergencias.

6.3.2.4. Revisión de la gerencia. La gerencia superior deberá revisar el sistema de gestión de activos de la organización a intervalos que considere apropiados para asegurar la continuidad de su idoneidad, su adecuación y efectividad. Las revisiones deberán incluir la evaluación de la necesidad de cambios al sistema de gestión de activos, incluyendo la política, estrategia y objetivos de la gestión de activos.

Los insumos a las revisiones de la gerencia deberán incluir: resultados de auditorías internas y de evaluaciones de cumplimiento con los requerimientos legales aplicables y con otros requerimientos a los cuales se suscribe la organización; los resultados de la comunicación, participación y consulta con empleados y otras partes interesadas; las comunicaciones relevantes de partes interesadas relevantes, incluyendo quejas; registros o reportes sobre el desempeño de la gerencia de activos de la organización; el alcance hasta el cual los objetivos han sido cumplidos; el desempeño para enfrentar las investigaciones de incidentes, acciones correctivas y preventivas; Acciones de seguimiento de revisiones previas de la gerencia; cambios en las circunstancias, incluyendo desarrollos en los requerimientos legales y otros requerimientos relacionados a la gestión de activos y a cambios en la tecnología.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- La revisión debe enfocarse en el desempeño global del sistema de gestión de activos y no en detalles específicos, debe evaluar el grado de implementación, revisión de la política, objetivos de gestión.
- La revisión puede ser anualmente y los resultados deben ser documentados

6.4. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

El objetivo principal es cuantificar la totalidad de los gastos de un activo (directos o indirectos, fijo o variables) pagados a lo largo de su vida útil, en las diferentes etapas de su ciclo de vida.

Esta información para útil para una toma de decisiones sobre los activos como: compra, optimización, rediseño, programa de mantenimiento, repotenciación y sustitución.

El costo de ciclo de vida se calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$CCV = CC + VACME - VAVR$$

Donde:

CCV = Costo de Ciclo de Vida

CC = Costo de Capital

VACME= Valor Actual del Costo de Mantenimiento y Energía

VAVR = Valor Actual del Valor Residual.

Recomendaciones y directrices para la implementación:

- Cuantificar la inversión de la adquisición, diseño, ingeniería e instalación de los activos.
- Cuantificar los costos anuales de operación y mantenimiento. Se incluye salarios de los empleados, inspecciones, seguros, impuestos, mantenimiento planificado, costo ambiental, mantenimiento correctivo, etc.
- Cuantificar el costo anual de la energía consumida por el activo.

7. CONCLUSIONES

Desconocimiento por parte de la gerencia de la importancia de obtener valor a sus activos, durante las etapas del ciclo de vida (adquirir, utilizar, mantener y renovación/desincorporación), logrando un desempeño óptimo, un riesgo controlado y un costo justificado, aportando mayor rentabilidad y sustentabilidad al negocio.

Para lograr el éxito en la implementación del sistema de gestión de activos se requiere el liderazgo por parte de la gerencia en cada una de sus etapas (diagnóstico, documentación, implementación, acreditación), ordenar la información, los proyectos y los recursos de forma eficiente para la organización (priorización), empleo de un lenguaje adecuado y sencillo, comunicación asertiva y participación de todos los niveles de la organización.

Con la implementación del sistema de gestión activos se busca que las organizaciones tomen decisiones apropiadas sobre los activos como: compra, optimización, rediseño, programa de mantenimiento, repotenciación y sustitución, maximizando sus recursos.

El grado de madurez de una organización respecto al Sistema de Gestión de Activos, radica en el cumplimiento de 28 requerimientos exigidos por la PAS 55, para que los activos aporten utilidades y generación de valor.

8. RECOMENDACIONES

Sensibilizar a la gerencia la existencia de una metodología de evaluación para la intervención en la gestión de activos para lograr un máximo rendimiento a lo largo de su ciclo de vida, asegurando la sostenibilidad del negocio teniendo en cuenta las variables como el costo, el riesgo y desempeño.

Generar una cultura organizacional y operacional a través de la capacitación transversal en todos los niveles a cerca de la normatividad, fundamentos y vocabulario y gestión del cambio relacionado con el sistema de gestión de activos.

Realizar la documentación del sistema de gestión de activos con las explicaciones dadas para interpretar los requisitos de los numerales de la PAS 55, para facilitar su posterior implementación.

BIBLIOGRAFÍA

ALLAUCA FERNÁNDEZ, Johanna. "Diseño de un sistema de gestión de activos físicos y control operacional en una estación de servicios". Tesis de Grado (Ingeniera En Auditoría Y Control De Gestión – Calidad De Procesos). Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil. 2010. 3 p. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/16695>.

AMENDOLA LEÓN, J. L., DEPOOL, T. & ARTACHO RAMÍREZ, M. A. (2012). "Metodología de Diagnóstico en la Gestión Integral de activos físicos en la industria. Caso: Industria Eléctrica". [en línea]. [Revisado el 8 de septiembre del 2016]. Disponible en: <http://www.pmmlearning.com>.

BUSTAMANTE, Laura; RAMOS, Joana. Diseño De Un Sistema De Gestión De Mantenimiento Para Una Empresa De Servicios En El Área De Telecomunicaciones. Tesis de grado (Ingeniería de Sistemas). Universidad De Oriente. Barcelona. 2009. 26p. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: <http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1099/1/Tesis.DISE%C3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20GESTI%C3%93N%20DE%20MANTENIMIENTO.pdf>

CAMPOS, Luis. Diseño de Propuesta de Modelo de Gestión de Activos basado en la Norma ISO 55000 y un Sistema Integrado de Gestión del Espacio de Trabajo (IWMS). Informe de Práctica de Especialidad (Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial). Cartago. 2014. 27p. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: <http://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3345>.

INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT. Gestión de activos. Parte 1: Especificaciones para la gestión optimizada de activos físicos. [s.l.]: BSI, 2009. 24 p.

-----Gestión de activos. Parte 2: Directrices para la aplicación de PAS 55-1. [s.l.]: BSI, 2009. 56 p.

LOPEZ, Ernesto. El Mantenimiento Productivo Total TPM Y La Importancia Del Recurso Humano para Su Exitosa Implementación. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 2009. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: <http://docplayer.es/10344967-Carta-de-autorizacion-de-los-autores-para-la-consulta-la-reproduccion-parcial-o-total-y-publicacion-electronica-del-texto-completo.html>

LOPEZ, Pedro. Diseño De Un Modelo De Gestión De Mantenimiento Para Las Líneas De Producción De La Empresa C.E. Minerales De Venezuela S.A. Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre. Trabajo de Grado (Ingeniería Industrial). Puerto Ordaz. 2012. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/disenomodelo-gestion-mantenimiento/disenomodelo-gestion-mantenimiento.shtml>

QUINTERO, Alfonso. "Modelo para implementar y auditar un sistema de Gestión de activos". Trabajo de grado (Especialización en Gerencia de Mantenimiento) Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2011.

RINCONES, Daimar. Propuesta De Mejoras Al Departamento De Mantenimiento De La Empresa Tracoserga, C.A, Ubicada En San José De Guanipa, Estado Anzoátegui. Universidad Nororiental Privada Gran Mariscal de Ayacucho. El Tigre. 2012. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: <https://sites.google.com/site/innovacionestecnologicas222/proyecto-completo>.

RUEDA SERRANO, Santiago. Modelo De Sistema Viable (VSM) Aplicado A La Gestión De Activos Físicos. Trabajo de grado (Magister en Gerencia de Ingeniería). Universidad de la Sabana. Chía. 2016. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: [http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/23151/Santiago%20Rueda%20Serrano%20\(tesis\).pdf?sequence=1](http://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/23151/Santiago%20Rueda%20Serrano%20(tesis).pdf?sequence=1)

VAN HOUTVEN, Adolfo. Diseño De Investigación Para La Utilización De Herramientas De Confiabilidad Como Mejora En La Planificación En Los Sistemas De Mantenimiento En La Línea De Blíster De Una Industria Farmacéutica. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 2016. [en línea]. [Revisado el 24 de Julio de 2016]. Disponible en internet: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3346_IN.pdf