

METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL
MANTENIMIENTO EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS

ÁLVARO BERNARDO BECERRA ACEVEDO
JESÚS MARCIALES PORRAS
LUIS CARLOS BUITRAGO REY

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2017

METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL
MANTENIMIENTO EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS

ÁLVARO BERNARDO BECERRA ACEVEDO
JESÚS MARCIALES PORRAS
LUIS CARLOS BUITRAGO REY

Trabajo de grado para optar por el título de Especialista de Gerencia en
Gestión del Mantenimiento.

Director:

ISNARDO GONZÁLEZ JAIMES
M.SC Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2017

A Dios por el milagro de cada día, a Zulma y mis Padres por su apoyo incondicional.

Álber

La dedicatoria especial de este trabajo es a Dios que me ha ayudado a seguir adelante con cada uno de los proyectos de mi vida. Además, para mi Madre que ha sido el ejemplo a seguir. A mi Negra y a mis hijos Diego y Jesús, que son la luz de mis ojos.

Jesús Marciales

Principalmente a Dios por darme la salud y guiarme por el camino correcto al éxito. A mi Madre y Abuela que siempre me han apoyado con sus buenos consejos de vida. A mis compañeros, Álvaro y Jesús por brindarme su amistad sincera durante la especialización. A nuestro director, Profesor Isnardo Gonzales por brindarnos su tiempo para guiarnos en el desarrollo de ésta Monografía.

Luis Carlos Buitrago

Mis agradecimientos especiales a Celsia S.A. E.S.P. por darme la oportunidad de realizar no solo la especialización sino en el desarrollo del proyecto con base en la planta Meriléctrica.

Álber

Mis agradecimientos para mis compañeros de Monografía y para el profesor Isnardo Gonzáles por su tiempo y dedicación.

Jesús Marciales

Esta monografía fue un proceso de aprendizaje y experimentación personal, que necesitó de la paciencia de mis compañeros Álvaro y Jesús para llegar a buen término. Por esto, agradezco mucho a mi director Isnardo Gonzales por darnos sus consejos para el desarrollo de la monografía, gracias. También agradezco al grupo de docentes, porque día a día, clase a clase y tema a tema pudieron inducir en mí una visión Gerencial del Mantenimiento. Gracias. Y espero aprovechar todo lo que me dieron con su experiencia en el campo del Mantenimiento.

Luis Carlos Buitrago

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. MARCO CONTEXTUAL	24
1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA OPORTUNIDAD	24
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA OPORTUNIDAD	27
2. OBJETIVOS	29
2.1 OBJETIVO GENERAL	29
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
3. MARCO TEÓRICO	30
3.1 QUE ES UN ACTIVO	30
3.1.1 Activo físico individual	31
3.1.2 Sistema de activos	31
3.1.3 Cartera de activos	31
3.1.4 Ciclo de vida del activo	32
3.2 GENERALIDADES DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS	33
3.3 FUNDAMENTOS GENERALES DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS	35
3.3.1 Valor	36
3.3.2 Alineación	36
3.3.3 Liderazgo	37
3.3.4 Aseguramiento	37
3.3.5 Relación entre la gestión de activos y un sistema de gestión de activos	37
3.4 FUNDAMENTOS GENERALES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS	38
4. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	40
4.1 DIAGNÓSTICO	41
4.2 METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS	45
4.3 FUNDACIÓN ACERTADA	51

4.4	DISEÑO ACERTADO	53
4.5	FUENTE ACERTADA	56
4.6	CONSTRUCCIÓN ACERTADA	57
4.7	INSTALACIÓN ACERTADA	59
4.8	OPERACIÓN ACERTADA	60
4.9	MANTENIMIENTO ACERTADO	64
4.10	MEJORAMIENTO ACERTADO	74
4.11	DESACOPLE ACERTADO	75
4.12	ADMINISTRACIÓN ACERTADA	76
5.	DIAGNÓSTICO: TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	80
5.1	LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	80
5.2	TRATAMIENTO GRÁFICO DE LA INFORMACIÓN	81
6.	IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA	84
6.1	SISTEMA DE ACEITE DE SELLOS	84
6.2	BOMBAS DE ACEITE DE LUBRICACIÓN	88
6.3	BOMBAS DC Y AC DEL SISTEMA DE ACEITE DE SELLOS	89
6.4	CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS	90
6.5	IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN	92
7.	CONCLUSIONES	118
	BIBLIOGRAFÍA	121

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Cartera, sistema y activos.	31
Figura 2. Relación entre términos clave.	38
Figura 3. Etapas para el desarrollo de la metodología.	41
Figura 4. Niveles de madurez	42
Figura 5. Niveles en una compañía	45
Figura 6. El ciclo de vida y los 10 aciertos	48
Figura 7. Plan Estratégico de la Gestión de Activos	50
Figura 8. Alineación de los objetivos	50
Figura 9. Enfoque sistémico integral Kantiano de mantenimiento estratégico	65
Figura 10. Planificación del mantenimiento y de la logística de mantenimiento	70
Figura 11. Relaciones entre los procesos de mantenimiento y otros procesos del sistema de gestión de los activos físicos	78
Figura 12. Diagnóstico inicial promedio: Consiente	81
Figura 13. Diagnóstico inicial promedio guiado: Inocente	83
Figura 14. Generador principal	85
Figura 15. Curvas de capacidad del generador	86
Figura 16. Sellos del Generador Principal	87
Figura 17. Jerarquía objetos técnicos, bomba AC y DC aceite de sellos	97
Figura 18. Consumos de energía	104
Figura 19. Diagrama esquemático de las actividades de Mantenimiento	109
Figura 20. Entradas y salidas de las actividades de Mantenimiento I	110
Figura 21. Entradas y salidas de las actividades de Mantenimiento II	111
Figura 22. Entradas y salidas de las actividades de Mantenimiento III	112
Figura 23. Entradas y salidas de las actividades de Mantenimiento IV	113
Figura 24. Caracterización del proceso de mantenimiento	114

Figura 25. Propuesta para la estructura del Proceso de Mantenimiento 117

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Niveles de madurez.	43
Tabla 2. Los 10 aciertos para la gestión de activos	47
Tabla 3. Calificación del diagnóstico inicial promedio	80
Tabla 4. Calificación del diagnóstico inicial promedio guiado	82
Tabla 5. Características bomba AC aceite de lubricación	90
Tabla 6. Características bomba AC aceite de sellos	91
Tabla 7. Características bomba DC aceite de sellos	91
Tabla 8. Requerimiento de activo individual	100
Tabla 9. Reporte Diario de Gerencia antes de implementación	102
Tabla 10. Reporte Diario de Gerencia después de implementación	102
Tabla 11. Tabla de consumo de energías antes y después de la implementación	103
Tabla 12. Formato para dar de baja un activo	115

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A: Diagnóstico.xlsx	127
Anexo B: Matriz de criticidad	135
Anexo C: Características de la bomba de lubricación	136
Anexo D: Política de gestión del riesgo	139
Anexo E: Instructivos y procedimientos	140
Anexo F: Formato para la requisición de activos individuales	149
Anexo G: Tendencia de consumo de energía	154
Anexo H: Análisis de vibraciones	155

RESUMEN

TÍTULO: METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS^{*}

AUTORES: ÁLVARO BERNARDO BECERRA ACEVEDO, JESÚS MARCIALES PORRAS, LUIS CARLOS BUITRAGO REY^{**}

PALABRAS CLAVE: SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS, GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO, COSTO DE CICLO DE VIDA, METODOLOGÍA.

DESCRIPCIÓN:

Esta monografía desarrolla una metodología para la implementación del mantenimiento dentro de la gestión de activos basados en la norma ISO55000.

La metodología se desarrolla bajo el concepto de los diez aciertos para la gestión de activos, estos diez pasos buscan realizar las mejores prácticas durante el ciclo de vida del activo y mejorar el costo del ciclo de vida del activo para generar valor a la compañía alineando los objetivos de ésta con los objetivos del proceso de mantenimiento. En la metodología se desarrolla adicionalmente los roles de mantenimiento dentro de la gestión de activos y las interacciones también del proceso de mantenimiento con los procesos que influyen en el ciclo de vida de un activo. Luego de presentar el desarrollo de la metodología se realiza la implementación de la misma en un activo de la Planta de Generación de Energía Meriléctrica de la Empresa Celsia S.A. E.S.P y se demuestra cómo al desarrollar la metodología se puede generar valor a partir de la ejecución de mejores prácticas de mantenimiento y de su interacción con los demás procesos de la compañía. Dentro de la metodología planteada se inicia con un diagnóstico de la compañía y luego se desarrollan los diez pasos. Dentro de la metodología se han unificado los conceptos que derivan de la gestión de activos así como la integración de las actividades relacionadas con el análisis de riesgos, primordial para la gestión de activos físicos.

^{*} Trabajo de grado

^{**} Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Isnardo González Jaimes, Ingeniero Mecánico.

ABSTRACT

TITLE: METHODOLOGY FOR THE MAINTENANCE IMPLEMENTATION IN ASSET MANAGEMENT*

AUTHORS: ÁLVARO BERNARDO BECERRA ACEVEDO, JESÚS MARCIALES PORRAS, LUIS CARLOS BUITRAGO REY**

KEYWORDS: ASSET MANAGEMENT SYSTEM, MAINTENANCE MANAGEMENT, LIFE CYCLE COST, METHODOLOGY.

DESCRIPTION:

This monograph develops a methodology for the implementation of maintenance within the assets management based on ISO55000 standard.

Methodology is developed under the 10 rights of asset management concept, these ten steps seek to realize the best practices during the life cycle of the asset and improve the life cycle cost of the asset to generate value to the company by aligning the goals of the maintenance process. The methodology further develops the roles of maintenance within the asset management and the interactions of the maintenance process with the processes that influence the life cycle of an asset. After presenting the development of the methodology, the implementation of the methodology is carried out in an asset of Merilétrica, a Power Plant of Celsia Company and demonstrates how in developing the methodology can generate value from the execution of best maintenance practices and their interaction with the other processes of the company. Within the proposed methodology, a diagnosis is made of the company and then the ten steps are developed. Within the methodology, the concepts derived from asset management as well as the integration of activities related to risk analysis, Essential for the management of physical assets. Within the proposed methodology, first a diagnosis of the company is made and then the ten steps are developed. Within the methodology have been unified the concepts derived from the asset management and has been integrated activities related to the risk analysis, primordial for the physical asset management.

* Bachelord Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Isnardo González Jaimes, Ingeniero Mecánico.

INTRODUCCIÓN

Dentro de una organización se tiene diferentes dispositivos, máquinas, edificios y muchos más equipos que se utilizan para realizar los trabajos que generan los productos o servicios que dan la rentabilidad a un negocio, estos elementos son llamados activos físicos y cumplen un objetivo dentro de la organización; sin embargo en muchas ocasiones la comunicación entre los diferentes departamentos de la compañía no es muy buena, generalmente hay una eterna rivalidad entre mantenimiento y operaciones, o cuantas veces se ha hecho un pedido a compras y no llega lo solicitado, otras veces se han diseñado los equipos diferente a como realmente se necesitan, el departamento de proyectos diseña un proceso y se termina comprando algo diferente.

En todas las compañías se supone que sus áreas o procesos deberían trabajar en conjunto pero terminan trabajando de manera aislada, esto debido a que cada proceso tiene diferentes objetivos; el proceso de proyectos tiene como objetivo diseñar un sistema, el proceso de compras tiene como objetivo comprar barato, operaciones producir, mantenimiento mantener, y así. La norma ISO55000 está pensada para alinear los objetivos de los diferentes procesos que influyen en el ciclo de vida de los activos con los objetivos de la compañía.

Se pretende con esta monografía presentar una metodología que cubra los aspectos de la gestión de activos relacionados con el mantenimiento y las interacciones de éste con los diferentes procesos que influyen en el ciclo de vida del activo, así como definir los roles del proceso de mantenimiento dentro de la gestión de activos.

1. MARCO CONTEXTUAL

El mantenimiento en la gestión de activos cumple un papel muy importante durante todo el ciclo de vida de un activo, identificar las mejores prácticas para hacer que el activo genere valor a la organización es lo que se busca cuando se implementa un sistema de gestión de activos. Las normas 55000, 55001 y 55002, proporcionan las reglas para el montaje del sistema de gestión de activos y para éste caso, el desarrollo de éstas reglas implementado en una metodología para el desarrollo del mantenimiento dentro de la gestión de activos.

La metodología pone a mantenimiento como uno de los ejes centrales de la gestión de activos durante todo el ciclo de vida del activo y sus interacciones con los diferentes procesos que se involucran en el ciclo de vida para hacer sostenible una organización.

1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA OPORTUNIDAD

Actualmente con la economía mundial volátil, el cambio climático, y el énfasis en la seguridad industrial, todas las compañías que ofrecen productos de manufactura o servicios, han visto la necesidad de modernizar y unificar sus programas de mantenimiento, programas que cumplan con estándares de clase mundial, pues es desde el mantenimiento, desde donde se logra, en gran medida, reducir costos y optimizar procesos.

Una de las grandes dificultades en la industria es coordinar los procesos entre sí, una buena interacción de los procesos hará que una compañía mejore notablemente en su producción; por lo cual si una empresa logra

mejorar la interacción de sus procesos estará mejorando la manera de realizar las actividades que generan valor a la compañía.

Para lograr la coordinación de los procesos es indispensable conocer cómo estos procesos se encuentran trabajando actualmente, por lo cual un diagnóstico de estos es necesario como punto de partida; sobre éste diagnóstico se realizan los cambios que mejorarán las actividades que interconecten los procesos y generen valor para la compañía.

Las compañías crean políticas y objetivos que se esperan cumplir dentro de un plan estratégico, pero en muchas ocasiones estos planes no se llevan a cabo completamente bien, debido a la falta de un estándar que logre vincular de manera eficiente y eficaz los diferentes procesos de la misma. La gestión de activos abarca todos los procesos de una compañía, por lo cual para el buen desarrollo de ésta gestión es importante la correlación que se realice de cada uno de los procesos con los demás, lo cual hace que la implantación de un sistema de gestión de activos sea un proceso largo y de mucho estudio.

El proceso de mantenimiento es el proceso que más interactúa con los demás procesos de una compañía y es parte fundamental para que la gestión de activos rinda los frutos esperados basados en su política; teniendo en cuenta esto, ésta monografía abordará el tema de la gestión de activos físicos como un marco para las actividades de mantenimiento usando como referencia las normas ISO 55000, ISO55001, ISO55002 y UNE-EN 16646.

Para cualquier empresa que quiera llegar a alcanzar estándares de clase mundial es importante que sus plantas de producción se conviertan en plantas sostenibles, donde todos sus procesos vayan de la mano y estén sincronizados.

Es aquí donde el mantenimiento toma un papel importante debido a que, como anteriormente mencionamos, es uno de los procesos que más interactúa con los demás procesos de la organización, haciendo necesario que la Gestión del Mantenimiento se implemente adecuadamente dentro de

un programa de Gestión de Activos. Esto permitirá a cualquier compañía avanzar en su estrategia corporativa proporcionando herramientas metodológicas para cumplir sus metas.

Celsia S.A. E.S.P. es una empresa del Grupo Argos enfocada en el sector energético, con un portafolio innovador para ciudades, empresas y hogares. La capacidad de generación de la compañía es de 2,388 MW distribuidos en 27 centrales térmicas, hidroeléctricas, fotovoltaicas y eólicas con presencia en Colombia, Panamá y Costa Rica. Celsia S.A. E.S.P. ha visto la necesidad de modernizar y unificar un programa de mantenimiento para sus centrales térmicas que cumpla con estándares de clase mundial, aunque algunas de sus plantas tienen indicadores de disponibilidad y confiabilidad altos, otras no tanto, por lo cual busca unificar criterios en la gestión del mantenimiento.

Merilétrica es una de las plantas de generación de energía térmica con una turbina a gas de ciclo simple y capacidad de 167 MW, ésta planta se encuentra en la ciudad de Barrancabermeja y hace parte del portafolio de generación térmica de Celsia S.A. El hecho que Merilétrica genere energía con gas la convierte en una de las energías más costosas del país y como en Colombia se tiene una bolsa de energía, manejada por XM¹, generalmente Merilétrica se encuentra apagada y cumple programas de generación en los picos de consumo de energía o cuando las energía hidráulica sube de precio, por ejemplo durante épocas del fenómeno del niño, de todas maneras Merilétrica recibe un pago llamado cargo por confiabilidad, independiente de si está generando o no.

Sin embargo a pesar que la central térmica no se encuentra generando energía regularmente, los equipos auxiliares del turbogenerador necesitan ser mantenidos puntualmente, esto porque en caso de salir despachados para cumplir un programa de generación de energía y no se cumpla, la

¹ Compañía de Expertos en Mercados de Energía, filial de ISA y operadora del Sistema Interconectado Nacional (SIN) en Colombia.

compañía deberá pagar una multa por la no disponibilidad del servicio cuando fue necesitado.

En cuanto al proceso de Operaciones, en años anteriores inició un programa de unificación del proceso para centrales térmicas, sin embargo actualmente se evidencia que el proceso de Operaciones y Mantenimiento no se complementan totalmente.

Para Celsia S.A. es importante que sus plantas de generación de energía se conviertan en plantas sostenibles, donde todos sus procesos vayan de la mano y estén sincronizados; es aquí donde el mantenimiento toma un papel importante debido a que es uno de los procesos que más interactúa con los demás procesos de la organización, y si esta Gestión del Mantenimiento se implemente adecuadamente dentro de un programa de Gestión de Activos permitirá a Celsia S.A. E.S.P. avanzar en su estrategia corporativa proporcionando herramientas metodológicas para cumplir sus metas.

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA OPORTUNIDAD

Muchos son los aspectos que han hecho necesario que haya una interrelación entre la gestión de los activos y la gestión del mantenimiento. Los cambios sociales como la globalización de la información ha mejorado la competencia, esto ha hecho que los mercados se muevan más rápido y ha incrementado la presión por el aumento de rentabilidad.

Muchos de los proyectos que se ejecutan actualmente pide un retorno de la inversión a menor tiempo, esto debido también a las fluctuaciones del mercado; por lo cual una apropiada utilización de los bienes de una compañía generará más valor a la misma haciéndola sostenible, que se traduce en alta rentabilidad siendo más eficiente y eficaz. Se busca entonces

una metodología que incremente y genere valor para la compañía integrando los diferentes procesos de la misma.

Para la implementación de la metodología propuesta se tomará uno de los sistemas que más energía consume dentro de la planta de generación de energía Merilétrica, se busca encontrar con base en la metodología, la manera de reducir el consumo de energía sin afectar el proceso, volviendo el sistema sostenible, lo que a futuro conllevará, si se realiza en toda la planta de generación, a tener una planta sostenible. Como se dirá más adelante, “La gestión de activos no se enfoca en el activo mismo, sino en el valor que el activo puede proporcionar a la organización”, y es lo que se busca con la aplicación de la metodología al sistema de aceite de sellos del generador principal, el cual se desarrollará en el capítulo seis.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología genérica que relacione el plan estratégico de una compañía con el sistema de gestión del mantenimiento y las interrelaciones entre el proceso de mantenimiento y los demás procesos asociados con la gestión de activos físicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar los roles específicos del proceso de mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos.
- Relacionar el proceso de mantenimiento con los procesos que interactúan con la gestión de activos físicos.
- Identificar indicadores de desempeño (KPIs) que evalúen y comparen la gestión del mantenimiento dentro de la gestión de activos físicos.
- Identificar las funciones del mantenimiento dentro de la gestión de los activos físicos.
- Definir las etapas (ciclo de vida) de un activo físico y la influencia de la gestión del mantenimiento en el desarrollo del activo.
- Elaborar la propuesta de implementación de las etapas (ciclo de vida) de un activo físico dentro de un componente del sistema aceite de sellos del generador principal de la planta Meriléctrica de Barrancabermeja.
- Elaborar la propuesta de implementación de la metodología asociada con los indicadores de desempeño (KPI's) dentro del sistema de aceite de sellos del generador principal de la planta Meriléctrica de Barrancabermeja.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 QUE ES UN ACTIVO

De acuerdo a la norma NTC-ISO 55000, un activo es “algo que posee valor potencial o real para una organización”². El valor puede variar entre diferentes organizaciones y sus partes interesadas y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero.

Dentro de esta monografía y para el desarrollo de la metodología de los objetivos específicos, sólo se tocará el tema de los activos físicos.

El ciclo de vida de un activo va desde la generación o creación del activo hasta su disposición final; sin embargo el ciclo de vida del activo dentro de una organización no siempre coincide con el ciclo de vida del activo, muchas veces el activo puede ser parte de varios ciclos de vida de varias organizaciones e incluso cambiará de valor de acuerdo a las necesidades propias de la organización que lo adquiera.

Las organizaciones decidirán la manera en que gestionan sus activos, esto de acuerdo a su conveniencia, en algunos casos será mejor la gestión individual de un activo, en otras como un sistema de activos y en otros casos como un portfolio de activos.

Tres conceptos derivados del significado de activo son cartera de activos, sistema de activos y activos individuales.

² INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC-ISO55000:2015, Gestión de activos – Aspectos generales, Principios y Terminología. p. 04.

3.1.1 Activo físico individual: Se refiere al valor potencial que tiene un bien que para la organización.

3.1.2 Sistema de activos: Un grupo de activos que están interconectados y que pueden tomarse como un solo activo se conoce como sistema de activos.

3.1.3 Cartera de activos: Es la agrupación de varios sistemas de activos.

Figura 1. Cartera, sistema y activos.



3.1.4 Ciclo de vida del activo:

El ciclo de vida de un activo inicia desde el mismo momento en el cual se concibe un proyecto, las etapas del ciclo de vida son anteproyecto, proyecto, diseño, compra (o manufactura), instalación, pruebas, puesta en marcha, operación y mantenimiento, descarte, retirada y disposición final. Para la norma ISO 550001 estas etapas están clasificadas en 6:

- Concepto y definición
- Diseño y desarrollo
- Fabricación
- Instalación
- Operación, mantenimiento y modernización
- Retirada

En estas etapas la participación del mantenimiento es importante pues de ello depende en gran medida que se pueda maximizar el retorno de los activos y minimizar el costo del ciclo de vida del mismo y lograr de esta manera una mejor tasa de retorno sobre la inversión realizada.

Para minimizar el costo del ciclo de vida de un activo es importante determinar las etapas en las cuales el proceso de mantenimiento está involucrado pues será el proceso que determine el tipo de activo a adquirir, por ejemplo, si se tienen dos compresores de diferentes marcas y se debe comprar uno, el proceso de mantenimiento puede determinar el tipo de mantenimiento que debe hacer sobre éste activo, el programa de mantenimiento que debe aplicar, la frecuencia con la cual debe realizarse el mantenimiento del mismo, el personal necesario para trabajar en las actividades de mantenimiento del activo, etc. Con base en estas consideraciones el proceso de mantenimiento puede decidir comprar el compresor más caro pero que al final el costo del ciclo de vida sea más

económico y de esta manera la tasa de retorno del activo será más alta, logrando así una ganancia económica para la compañía.

El anterior ejemplo mostrará resultados basados en una cultura implantada bajo un sistema de gestión de activos, actualmente la mayoría de compañías basan su mantenimiento en los costos, cuánto dinero se presupone para realizar el mantenimiento en un periodo de tiempo, generalmente un año; si tenemos en cuenta que el ejemplo anterior es una muestra de un caso de éxito obtenido por la implementación de la gestión de activos, podríamos replantear la manera cómo se asigna presupuesto al proceso de mantenimiento, incluso a cualquier proceso; y es cambiando el paradigma de la asignación de presupuesto basado en los costos a la asignación de presupuesto basado en resultados.

Los resultados del proceso de mantenimiento dependerán del ciclo de vida del activo, si el ciclo de vida de un activo es alto y el costo de mantenimiento del activo durante el ciclo de vida se puede esperar un beneficio económico positivo para la compañía.

Los cálculos básicos para determinar el costo del ciclo de vida de un activo se pueden realizar utilizando la ecuación:

$$CCV=CI+N(CO+CM+CP)^3$$

3.2 GENERALIDADES DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS

La implementación de una norma que gestione los activos físicos es una manera mediante la cual una organización puede alcanzar sus objetivos de manera más eficiente y eficaz. Antes de iniciar con cualquier diagnóstico de una organización es importante que ésta, verifique los factores que

³ GESTIÓN DE ACTIVOS Y CICLO DE VIDA [Anónimo]. [En línea]. Disponible en <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/gestion-de-activos-y-ciclo-de-vida>.

influyen los activos y su gestión pues son estos factores los que toman gran autoridad durante todo el ciclo PHVA en la gestión de activos, los factores a considerar son:

- La naturaleza y propósito de la organización
- Su contexto operacional
- Sus restricciones financieras y los requisitos reglamentarios
- Las necesidades y expectativas de la organización y de las partes interesadas.⁴

La generación de valor se dará siempre y cuando las organizaciones logren controlar los activos de todas las partes interesadas y lograr un balance entre el costo, el riesgo y el desempeño de un activo.

“La gestión de activos traduce los objetivos de una organización en decisiones, planes y actividades, utilizando un enfoque basado en riesgo”⁵

La obtención de valor de un activo debe estar ligado a las diferentes áreas y procesos de la organización, debe ser un equilibrio entre la parte financiera, socio-ambiental, los riesgos (en todos sus aspectos), la efectividad y la calidad del servicio.

Son muchos los beneficios que se obtienen de la gestión de activos, entre los cuales se encuentra la mejora del aspecto financiero, la toma de decisiones basadas en datos históricos, la reducción en las pérdidas económicas debido a la evaluación de los riesgos financieros, riesgos asociados con la mejora de la salud, la seguridad y la imagen; la mejora del desempeño de los activos mejorando por ende la prestación de servicios y su calidad, la responsabilidad social empresarial, por ejemplo la reducción de emisiones de

⁴ GESTIÓN DE ACTIVOS Y CICLO DE VIDA [Anónimo]. [En línea]. Disponible en <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/gestion-de-activos-y-ciclo-de-vida>.

⁵ NORMA ESPAÑOLA. UNE-ISO 55000:2015, Gestión de activos – Aspectos generales, Principios y Terminología. p. 07.

CO2 por generación de energía con gas natural, esto mejora consecuentemente la reputación de las organizaciones, la revisión de los procesos que hacen que mejoren directamente la eficiencia y la eficacia en la organización y el cumplimiento del marco legal y normas regulatorias.

3.3 FUNDAMENTOS GENERALES DE LA GESTIÓN DE ACTIVOS

La manera como se alcanzan los objetivos organizacionales usando la gestión de activos es poniendo en contraste el balance de costos, las oportunidades y el riesgo de un activo, contra el desempeño que se ha planteado de ese activo por parte de la organización. Este balance de costos debe ser evaluado en diferentes periodos de tiempo y de acuerdo a las necesidades de la organización.

La gestión activos permite realizar una evaluación de desempeño de un activo en diferentes niveles de la organización, así mismo tiene la capacidad de evaluar la necesidad de nuevos activos.

La gestión de activos al estar en varios niveles de la organización, permite realizar un seguimiento analítico del ciclo de vida del activo en las diferentes etapas de su ciclo de vida, desde la planeación de la necesidad del activo hasta la correcta disposición final del mismo.

La gestión de activos está basada en cuatro fundamentos: valor, alineación, liderazgo y aseguramiento.

3.3.1 Valor: Los activos son los encargados de darle valor a una organización y a las partes interesadas. “La gestión de activos no se enfoca en el activo mismo, sino en el valor que el activo puede proporcionar a la organización”⁶. El valor de un mismo activo cambiará dependiendo del tipo de organización y será la misma organización la encargada de establecer el valor del activo, éste valor del activo es fijado con base en los objetivos organizacionales. Por lo cual es importante que exista un documento donde se aclare cómo los objetivos de la gestión de activos se alinean con los objetivos organizacionales; un documento donde se aclare cuál es el enfoque de gestión a usar basado en el ciclo de vida del activo y cómo con base en éste ciclo se obtiene el valor del activo; un documento donde se aclare el proceso de toma de decisiones basado en las necesidades de las partes interesadas y que con base en esas decisiones le de valor al activo.

3.3.2 Alineación: La gestión de activos se encarga de traducir los objetivos de la organización en planes de acción para los diferentes procesos que estén alineados con los objetivos de la organización.

⁶ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC-ISO55000:2015, Gestión de activos – Aspectos generales, Principios y Terminología. p. 04.

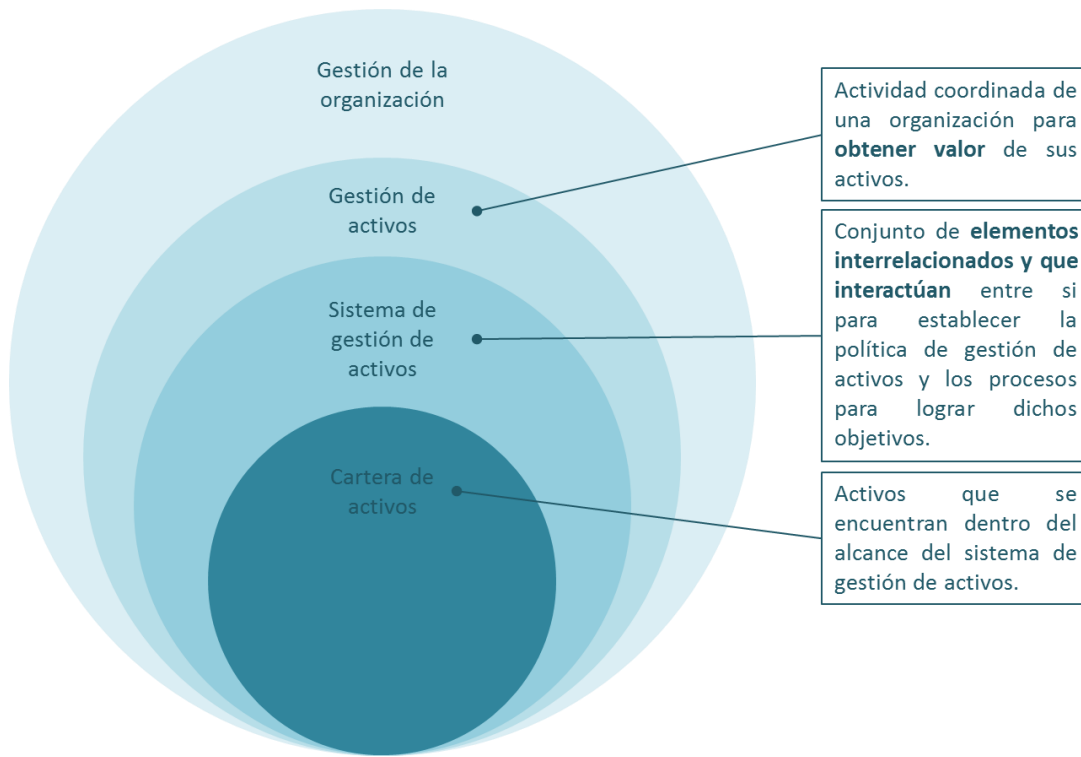
3.3.3 Liderazgo: La gestión de activos podrá ser ejecutada plenamente por medio del liderazgo y el compromiso de los niveles gerenciales de la organización, estos valores deben generar una cultura de trabajo esencial para la obtención de valor. Los líderes de la organización deben definir claramente los roles y responsabilidades de los empleados, asegurándose que éstos tengan las competencias necesarias para el empoderamiento de éstos roles.

3.3.4 Aseguramiento: La gestión de activos asegura que los activos cumplirán su propósito. El aseguramiento surge de la necesidad de gobernar eficazmente una organización, el aseguramiento se aplica a los activos, a la gestión de activos y al sistema de gestión de activos⁷.

3.3.5 Relación entre la gestión de activos y un sistema de gestión de activos: El sistema de gestión de activos se usa para dirigir, coordinar y controlar las actividades de gestión de activos. Pero no todas las actividades pueden lograrse bajo ese sistema de gestión de activos, por ejemplo, el comportamiento y la cultura son temas de difícil control y que pueden gestionarse desde afuera del sistema de gestión de activos. A continuación se muestran las relaciones de los términos usados en gestión de activos:

⁷ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC-ISO55000:2015, Gestión de activos – Aspectos generales, Principios y Terminología. p. 04.

Figura 2. Relación entre términos clave.



Fuente: NTC-ISO 55000.

3.4 FUNDAMENTOS GENERALES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ACTIVOS

Un sistema de gestión de activos es un conjunto de elementos de una organización interrelacionados y que interactúa cuya función es establecer la política y los objetivos de la gestión de activos y los procesos necesarios para alcanzar dichos objetivos⁸.

Para gestionar apropiadamente un sistema de gestión de activos es necesario tener información precisa de los activos asociados al sistema de

⁸ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC-ISO55000:2015, Gestión de activos – Aspectos generales, Principios y Terminología. p. 05.

gestión de activos, sin embargo el sistema de gestión de activos va más allá de un potente sistema de información e integra dentro del sistema de gestión de activos no solo los requerimientos asociados a la norma ISO, sino todos los requisitos de ley, técnicos, de diseño, estratégicos, gerenciales, etc., que sean necesarios para la consecución de las políticas y objetivos de la gestión de activos. Dicho de una manera más simple: "La mejor manera de manejar los Activos para alcanzar un resultado deseado y sustentable"⁹.

⁹ DURÁN, José; SOJO, Luis. Implementando un plan de gestión de activos en el tiempo de vida con el estándar PAS55.[En línea]. (Recuperado en 05 de junio de 2017). Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Plan-Gestion-Activos.pdf>

4. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

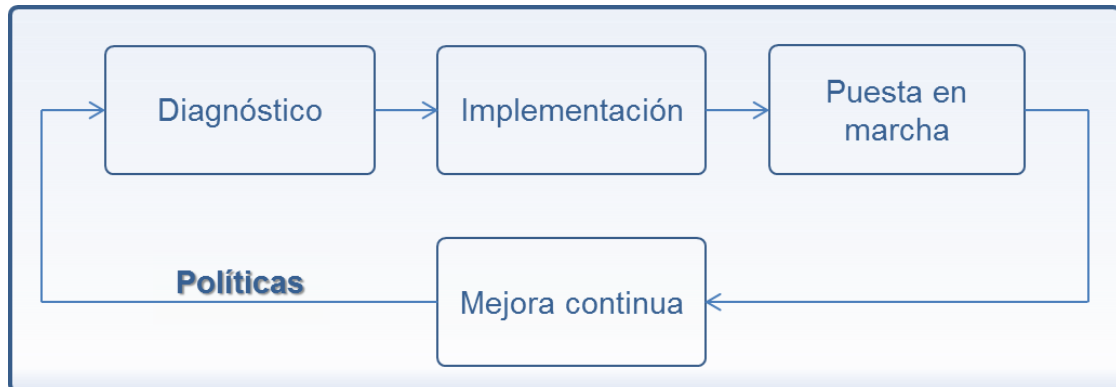
Gestionar adecuadamente un activo durante su ciclo de vida dentro de una compañía, ha cobrado vital importancia debido a que lo que se busca es que un activo “genere valor” para una empresa, de acuerdo con su función dentro de la misma.

Gestionar activos no es una tarea nueva, lo que si puede ser nuevo es la idea de involucrar al proceso de mantenimiento como eje central en la gestión de activos y unificar reglas bajo estándares internacionales que diligencien la gestión de activos bajo un sistema de gestión de activos tomando como base las políticas de la compañía.

La función que cumpla el activo dentro de la compañía estará dado por cómo se gestiona éste en las diferentes etapas de su ciclo de vida, desde su concepción hasta su retiro, y de las interrelaciones que se ejecuten entre los procesos asociados al ciclo de vida del activo.

La figura 3 muestra las cuatro etapas básicas para desarrollar una metodología que implemente la gestión de activos con base en las políticas de una compañía.

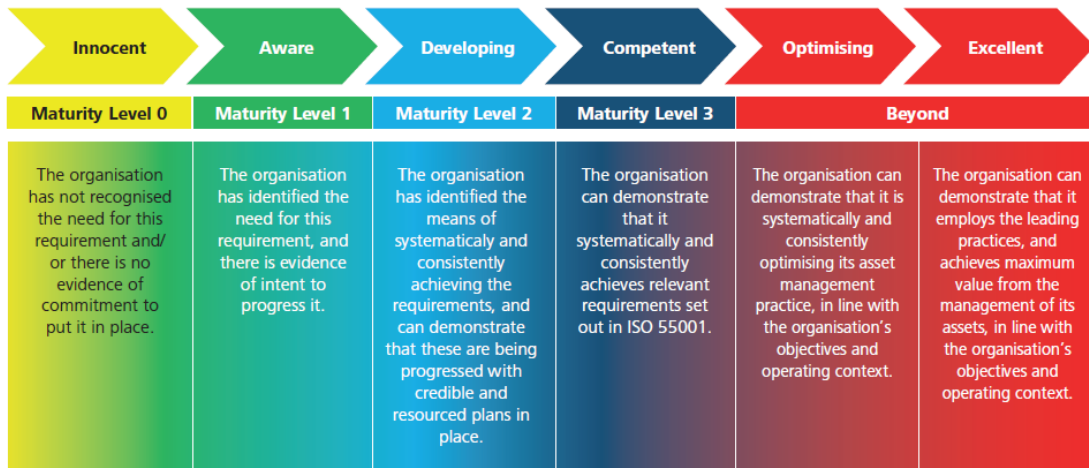
Figura 3. Etapas para el desarrollo de la metodología.



4.1 DIAGNÓSTICO

El diagnóstico mostrará el punto en el cual se encuentra la compañía para iniciar proceso de implementación de la metodología, el diagnóstico está basado en una serie de preguntas que le darán una calificación a la compañía, estas preguntas están asociadas con los Requisitos de la Gestión de Activos de la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 55001:2015; cada pregunta tienen un valor de 1 a 5, el ponderado del valor de las preguntas dará la calificación en la cual se encuentra la compañía. La figura 4 muestra la clasificación para las compañías que implementan un sistema de gestión de activos:

Figura 4. Niveles de madurez



Fuente:<https://theiam.org/products-and-services/Self-Assessment-Methodology>

Con base en la figura 4 se crea la tabla 1 la cual contiene los niveles de madurez de una compañía.

Como se observa en la tabla 1, el nivel 5 es avanzado, y se divide en 2 subniveles; estará en la experiencia del evaluador dar la calificación de Óptimo o Excelente. Una compañía cumplirá con los estándares del sistema de gestión de activos cuando califique al nivel 3 de la tabla anterior.

Se ha creado un archivo en Excel, "Diagnóstico.xlsx", el cual dará la calificación del diagnóstico inicial de la compañía. Hay que tener en cuenta que éste mismo archivo servirá para evaluaciones posteriores cuando se realice la etapa de mejora continua de la compañía.

Tabla 1. Niveles de madurez.

Escala	Descripción	Definición	Características de la madurez
1	Inocente	La organización no ha reconocido la necesidad de este requisito y / o no hay evidencia de compromiso para ponerlo en práctica	
2	Consiente	La organización ha identificado la necesidad de este requisito, y hay evidencia de la intención de progresar.	Las propuestas están en desarrollo y algunos requisitos pueden estar en vigor. Los procesos son mal controlados, reactivos y el rendimiento es impredecible.
3	En desarrollo	La organización ha identificado los medios de lograr sistemática y consistentemente los requisitos y puede demostrar que se está progresando con planes creíbles y con recursos.	Notas: se trata de un "estado de transición". Los procesos se planifican, documentan (cuando es necesario), se aplican y controlan a nivel local o dentro de los departamentos funcionales; A menudo en un modo reactivo, pero podría lograr los resultados esperados sobre una base repetible. Los procesos están insuficientemente integrados, con consistencia o coordinación limitada en toda la organización.
4	Competente	La organización puede demostrar que cumple sistemática y consistentemente los requisitos pertinentes establecidos en la norma ISO 55001.	Esto involucra un sistema formal documentado de gestión de activos incorporado dentro de la organización. El desempeño de los elementos del sistema de gestión de activos se mide, revisa y mejora continuamente para lograr los objetivos de gestión de activos.
5	Óptimo	La organización puede demostrar que está optimizando sistemática y consistentemente su práctica de gestión de activos, de acuerdo con los objetivos de la organización y el contexto operativo.	Notas: esto es segundo características 'estado de transición' de estar en esta etapa se incluyen: Seguimiento y cuantificación de rendimiento; La innovación es un modo de vida, la mejora continua puede demostrarse ampliamente con la evidencia de los resultados, la evaluación comparativa se emplea para identificar nuevas oportunidades de mejora, y el sistema de gestión es incluso Más integrado y eficaz.
	Excelente	La organización puede demostrar que emplea las prácticas líderes y alcanza el máximo valor de la gestión de sus activos, de acuerdo con los objetivos de la organización y el contexto operativo.	Se trata de un estado dinámico y sensible al contexto, por lo que la evidencia debe incluir la demostración del conocimiento de las posiciones comparativas frente a organizaciones similares en las organizaciones de clase y que, tanto en las prácticas de gestión de activos como en los resultados de gestión de activos no han sido implementadas.

Fuente: Traducido de

<https://theiam.org/products-and-services/Self-Assessment-Methodology>

La metodología para realizar la evaluación es la siguiente:

Por cada uno de los requisitos de la norma NTC-ISO 550001, se realizará una o dos preguntas, cada pregunta tiene 5 respuestas y cada respuesta

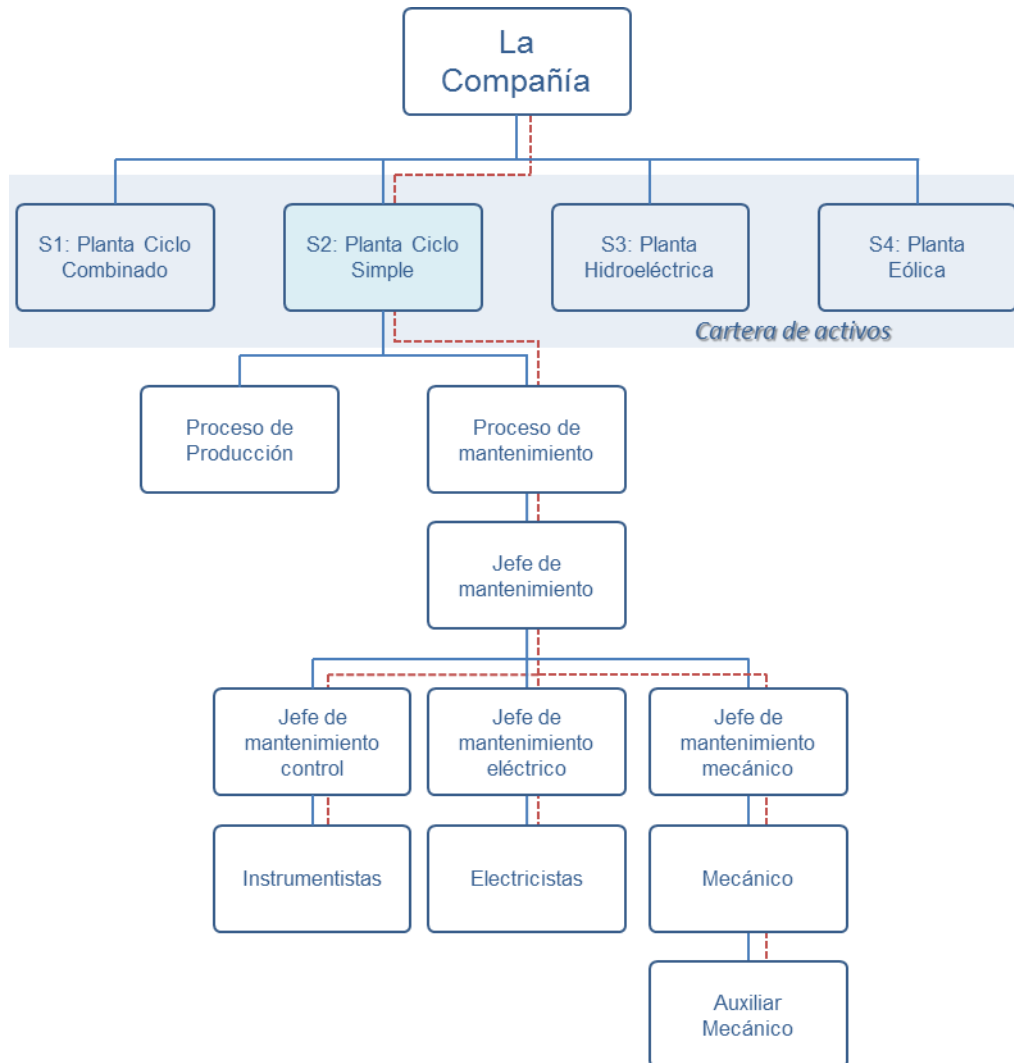
tiene un valor; cada pregunta tiene una calificación de acuerdo con la tabla 1, el promedio del valor de las preguntas dará como resultado el nivel de madurez de la compañía evaluada.

Que las preguntas se hagan con base en los requisitos de la norma alinea el diagnóstico con la norma, con lo cual evaluará que tan alineado está el plan estratégico con la gestión del mantenimiento de la compañía, con base en el diagnóstico se realiza el plan de acción para el mejoramiento del nivel de madurez actual.

Las preguntas se realizarán a las personas asociadas con el personal de mantenimiento de la compañía, las preguntas se deben realizar por separado a por lo menos una persona de cada línea del proceso de mantenimiento, en caso de que la compañía posea varios sistemas de activos (ver figura 1, Cartera, Sistema y Activos Individuales) se realizarán evaluaciones separadas a cada sistema y se nivelará por la más baja calificación.

La figura 5 muestra un ejemplo de una compañía con varios sistemas de activos. La línea roja muestra el grupo de personas asociadas al proceso de mantenimiento que deberán presentar la entrevista para la evaluación de diagnóstico, al final de la cadena se observa que hay varios instrumentistas y electricistas, como se dijo anteriormente, por lo menos uno de cada línea del proceso deberá presentar la entrevista.

Figura 5. Niveles en una compañía



4.2 METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS

Antes de describir la metodología es necesario tener claro cómo funciona un activo, en el caso del proceso de mantenimiento, se debe conocer no solo cómo funciona sino cómo se opera, esto ayudará a reducir los fallos en el activo.

Al tener mayor conocimiento del funcionamiento de un activo, se crea un vínculo de empoderamiento o sentido de pertenencia por el activo por parte del personal, lo cual hace cambiar la mentalidad inmediatamente y tanto el personal de mantenimiento como el de operaciones cuidarán los equipos como si fueran propios.

Ésta idea de sentido de pertenencia por los activos hará que el personal de la compañía genere valor a partir de los activos, lo cual es la estrategia de la gestión de activos. El personal de la compañía tratará de generar valor durante todo el ciclo de vida del activo, y es aquí donde se aprovecha éste empoderamiento para obtener lo mejor de cada persona durante el ciclo de vida del activo, lo más acertado de cada persona durante el ciclo de vida de un activo, los diez aciertos para la gestión de activos.

Las 10 puntos llamados “10 rights of asset management”¹⁰, 10 aciertos para la gestión de activos, se usará como base para el desarrollo de la metodología a través del ciclo de vida de un activo. Los 10 aciertos para la gestión de activos se muestran en la tabla 2:

¹⁰ GULATI, Ramesh. 10 Rights of Asset Management: Achieve Reliability, Asset Performance and Operational Excellence [En línea]. <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/asset-management-buzzword-or-value-creator>

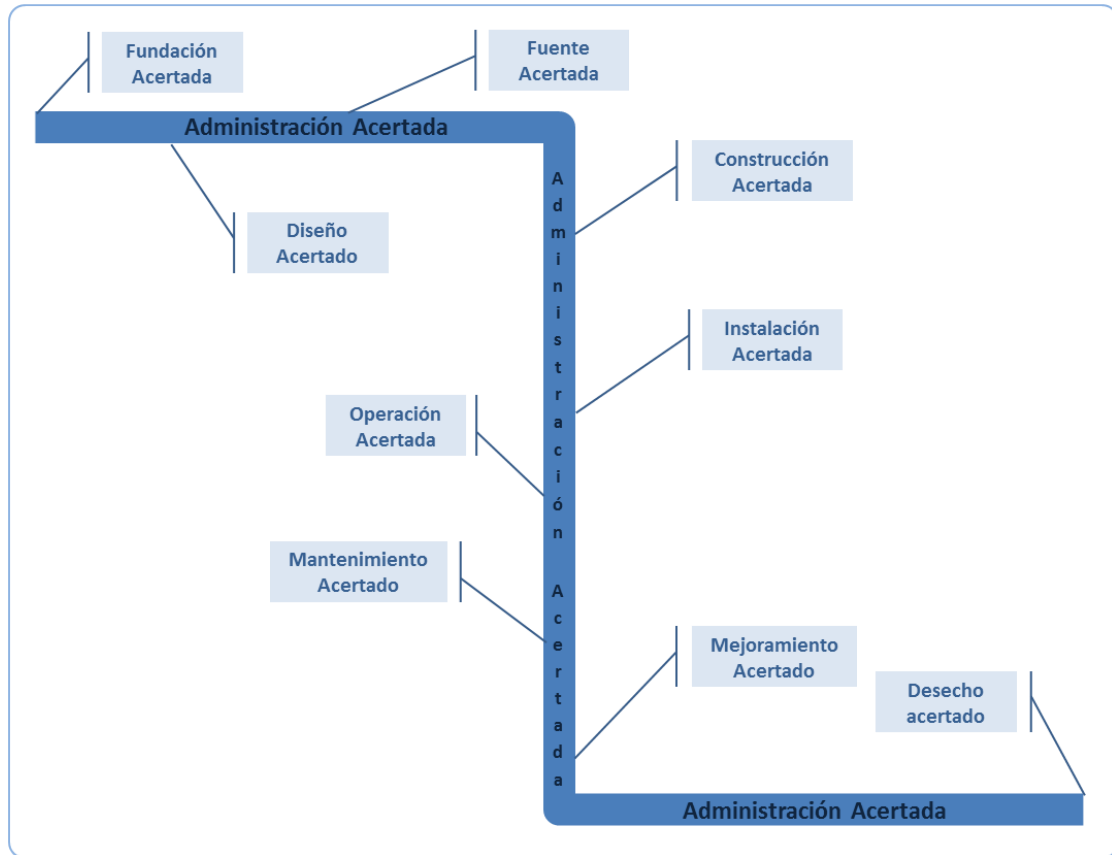
Tabla 2. Los 10 aciertos para la gestión de activos

1	Fundación acertada	Provea los requerimientos y las especificaciones correctas de cada activo.
2	Diseño acertado	Diseñe los activos usando la perspectiva RAMS2 (confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, seguridad y sostenibilidad) para minimizar las fallas y los costos de las fases de operación y mantenimiento (O&M).
3	Fuente acertada	Compre componentes y maquinaria (activos) que provean el mejor valor.
4	Construcción acertada	Fabrique y ensamble los activos con la mejor calidad y profesionalismo.
5	Instalación acertada	Instale los activos con precisión.
6	Operación acertada	Opere los activos con cuidado y precaución dentro de los límites de diseño para los que fue creado.
7	Mantenimiento acertado	Realice el mantenimiento adecuado en cada activo.
8	Mejoramiento acertado	Emplee las herramientas y destrezas adecuadas para alargar su uso.
9	Desacople acertado	Deshágase de los activos de manera responsable con el medio ambiente.
10	Administración acertada	Asegúrese que el personal adecuado y con las habilidades apropiadas realiza a cabalidad cada labor descrita en estos 10 puntos.

Fuente: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/asset-management-buzzword-or-value-creator>

Fusionando el ciclo de vida de un activo con los diez aciertos para la gestión de activos tenemos la siguiente gráfica:

Figura 6. El ciclo de vida y los 10 aciertos



La metodología será creada buscando seleccionar acertadamente las mejores prácticas en cada uno de los pasos durante el ciclo de vida del activo.

Para iniciar la metodología, lo primero que se debe hacer es estudiar los objetivos de la organización con el fin de determinar cuál es el su propósito, teniendo en cuenta sus cuestiones internas y externas, esto con el fin de conocer sus pros y sus contras para el alcance de sus objetivos.

Con base en los objetivos de la organización se crean las políticas de gestión de activos, los objetivos de la gestión de activos, el plan estratégico de la gestión de activos (PEGA), el plan de la gestión de activos (este plan incluye

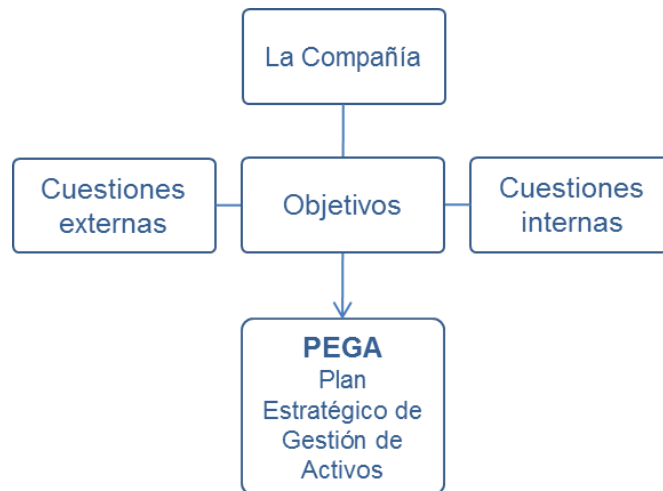
la planificación y control operacional, las actividades de apoyo, las actividades de control, los demás proceso que se crean pertinentes para el plan).

Durante el estudio de los pros y contras se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

Cuestiones internas: Cuestiones sociales, culturales, legales, aspectos regulatorios de la región, país o países, tendencias sociales o tecnológicas que puedan tener impacto en el desarrollo del negocio, relaciones con las partes interesadas externas además de sus precepciones y de sus valores (que tan alineados están con los objetivos de la compañía).

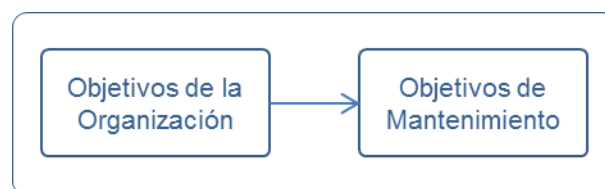
Dentro de los aspectos internos de la compañía se debe tener en cuenta los requisitos de gobernanza, la estructura de la compañía, los roles, las responsabilidades y las autoridades de la organización. Además deben tenerse en cuenta los objetivos y sus estrategias para lograrlos. Se debe tener en cuenta también los recursos tales como capital, conocimiento, tiempo, tecnología, cultura organizacional. También es importante tener en cuenta las normas que la organización haya adaptado de la misma manera que sus lineamientos y sistemas de gestión. No menos importante el plan de gestión de riesgos, procedimiento y registros, reportes de incidentes, planes de contingencia, auditorías internas y certificaciones previas entre otros.

Figura 7. Plan Estratégico de la Gestión de Activos



Con base en el PEGA y los objetivos de la organización se crean los objetivos del proceso de mantenimiento, y aunque suene redundante, con esto estarán alineados los objetivos de la compañía y los objetivos del proceso de mantenimiento.

Figura 8. Alineación de los objetivos



Ya alineados los objetivos de la compañía con los objetivos de mantenimiento, se puede desarrollar la metodología para la gestión eficiente de los activos durante el ciclo de vida del mismo dentro de la compañía.

El papel de mantenimiento dentro de la gestión de activos varía de acuerdo al nivel de activos, será diferente el papel de mantenimiento en la cartera de activos que el papel en un sistema individual de activos. Con base en un buen mantenimiento la vida útil de un activo puede mejorarse, con lo cual el costo del activo durante su ciclo de vida puede contribuir positivamente para la compañía. La compañía debe iniciar definiendo las políticas para la cartera de activos, con base en esas políticas se pasa a desarrollar las políticas de los sistemas de activos y finaliza desarrollando las políticas para los activos individuales. Para los sistemas de activos se debe determinar cuál es la expectativa económica de vida de cada activo dentro del sistema de activos.

4.3 FUNDACIÓN ACERTADA

Como se dijo anteriormente, en la gestión de activos se tienen tres niveles de activos: La cartera de activos, los sistemas de activos y activos individuales. La fundación acertada de los activos tiene que ver con la entrega de las especificaciones correctas de un activo, se debe tener en cuenta cual es el alcance del negocio, debe definirse desde lo general hasta lo particular, para qué va a servir un activo, cuáles son sus requerimientos para su funcionamiento.

Para la fundación acertada a nivel de cartera de activos, es importante tener en cuenta el mercado, la demanda y oferta del producto o servicio que la compañía va a prestar, la logística, las regulaciones del país donde se va a crear la cartera, el contexto social, y la política económica.

En este nivel, la gestión del mantenimiento tiene un rol informativo y consultivo, ayuda a determinar soluciones de sistemas de activos para una determinada cartera de activos, su desempeño y los costos de mantenimiento.

Para la fundación acertada a nivel de sistema de activos es importante definir:

- El tipo de producto o servicio que se va a entregar
- La calidad del producto o servicio que se prestará, y
- El tipo de tecnología que se usará para la producción del producto o servicio.

El rol de mantenimiento en el nivel sistema de activos es una evaluación del impacto asociado con el mantenimiento del sistema de activos, por ejemplo, costos del mantenimiento del sistema de activos, disponibilidad del sistema de activos, mantenibilidad y logística del mantenimiento.

Debe planearse desde el mantenimiento las especificaciones de los sistemas de activos, en este punto se deben planear:

- Disponibilidad
- Fiabilidad
- Tasa de fallos
- Mantenibilidad
- Costos del ciclo de vida
- Costos de inversión

Se deben realizar pruebas de diferentes tecnologías, esto con base en los objetivos de la organización, con el fin de encontrar la que logre un mejor costo del ciclo de vida del sistema de activos, pero teniendo siempre presente los objetivos de la organización como base para la elección.

A nivel de activos individuales en la fundación acertada el mantenimiento toma un rol importante en el análisis de criticidad y la vida útil del activo.

En este punto donde la planeación juega un papel muy importante, la comunicación entre el proceso de mantenimiento y el proceso de adquisición debe ser altamente efectiva, pues con base en la información que se

intercambien se podrá encontrar los mejores costos para el ciclo de vida de un activo.

Adquisiciones proveerá a mantenimiento con la siguiente información:

- La lista de activos de componen la cartera de activos, dentro de la lista de activos se encuentra la jerarquía técnica de los sistemas de activos.
- La documentación técnica de los activos como sistema y los activos individuales.

Por su parte mantenimiento debe proveer a adquisiciones con la siguiente información:

- La fiabilidad de la operación de los equipos que componen el sistema de activos con el fin de alcanzar la confiabilidad requerida.

4.4 DISEÑO ACERTADO

Cuando se habla de diseño hay que tener en cuenta que no necesariamente se está hablando del diseño de un equipo o sistema que se va a manufacturar por la misma compañía para su propio uso, también se usa para hablar del diseño en planos de un sistema que posteriormente será adquirido por la compañía para su uso; en cualquiera de los dos casos, los activos o sistema de activos diseñados tiene que tener en cuenta como normas de calidad para su buen funcionamiento los siguientes puntos:

- Confiabilidad
- Disponibilidad
- Mantenibilidad
- Seguridad
- Sostenibilidad

Generalmente, cuando se quieren mejorar las ganancias de una compañía se realiza aumentando el volumen de las ventas, reduciendo costos e incluso despidiendo personal; pero si se realiza un buen diseño de los sistemas se pueden obtener ganancias ya no con base en los ítems anteriores sino con base en el tiempo que un equipo pueda operar bien, esto está directamente relacionado con la confiabilidad, si ésta se aplica desde las etapas tempranas de un proyecto el impacto en las ganancias de una compañía se van a ver reflejadas en el tiempo de trabajo continuo de un sistema de activos.

Durante la fase de “Diseño Acertado” conviene que el equipo de mantenimiento conozca el proyecto y pueda evaluar con base en planos y descripción de sistemas los posibles riesgos asociados con la seguridad de las personas en el momento de operarlos y de los equipos en el momento de ser operados.

La definición de un diseño acertado logrará reducir costos durante operación y mantenimiento de los equipos, en éste punto se espera que el personal de mantenimiento realice un análisis de confiabilidad de cada sistema que compone un sistema de activos y un análisis de riesgos; se recomienda el análisis o estudio de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) sumado con un análisis HAZOP (Hazards and Operability Studies).

Luego de realizado el análisis de confiabilidad se espera que éste arroje:

- El plan de mantenimiento asociado con cada sistema de activos.
- Las modificaciones a los diseños preliminares, esto con el fin mejorar el diseño del sistema y hacerlo sostenible.
- Los procedimientos utilizados para realizar las operaciones de los sistemas durante el proceso de producción.
- Los procedimientos utilizados para realizar los mantenimientos preventivos por el personal de mantenimiento.

- Los procedimientos de operación y mantenimiento que se produzcan los fallos previamente analizados durante el RCM.
- Los lineamientos para minimizar las posibles fallas en los sistemas analizados.
- Una lista de los equipos y repuestos críticos a tener en bodega con el fin de minimizar el tiempo de mantenimiento correctivo en caso de fallo.
- Una lista de los repuestos no críticos y las frecuencias de compra de los mismos con el fin de minimizar el stock en bodega, estas frecuencias deben ser coordinadas perfectamente pues ayudará a reducir el pasivo de activos en bodega pero puede generar que los indicadores de mantenibilidad bajen.
- La codificación y listado de los sistemas de activos así como un estudio detallado de cada sistema y subsistema del sistema de activos.
- Planos, manuales funcionales, diagramas lógicos, etc.
- Formato y procedimiento para abordar las fallas que se generen de la operación de los sistemas y subsistemas del sistema de activos.
- Los aspectos e impactos potenciales que puedan derivar de la operación de la gestión de activos.
- El plan de contingencia para la toma de medidas en caso de generarse un impacto ambiental.

La comunicación entre los departamentos de producción y mantenimiento son fundamentales en esta etapa ya con la suma de sus experiencias mejorarán los análisis antes mencionados.

Durante el diseño Acertado se deben realizar también por parte de mantenimiento y con base en el diseño del sistema de activos, la estrategia de mantenimiento, los objetivos de mantenimiento y el plan de mantenimiento, por eso la importancia de los análisis RMC y HAZOP. Para el plan de mantenimiento el proceso de mantenimiento debe tener contacto con

el área de operaciones y se deben poner de acuerdo con el tipo de operación a realizar, esto con el fin de parametrizar el plan de mantenimiento del sistema de activos. La elaboración correcta de un plan de mantenimiento arrojará los costos de mantenimiento por sistema de activos con menor gap de error. En el diseño acertado también se debe tener en cuenta la logística y los recursos de mantenimiento basados en el sistema de activos diseñado.

En ésta etapa luego de la realización del plan de mantenimiento se debe realizar un análisis de riesgos por parte del proceso de salud y seguridad de los diferentes procedimientos de mantenimiento con el fin de detectar posibles riesgos en los trabajos a realizarse.

4.5 FUENTE ACERTADA

Cuando se habla de elegir la fuente acertada se refiere al adecuado proceso de adquisición del activo como tal. Al momento de la compra o adquisición del activo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Todas las entradas dadas durante las etapas anteriores (Fundación y Diseño Acertado).
- Se deberán seleccionar marcas reconocidas y distribuidores reconocidos en el mercado.
- Se debe realizar una evaluación del costo/beneficio esto con el fin de alcanzar un adecuado balance.
- El proveedor del activo debe contar con una adecuada red de distribución de repuestos a nivel nacional: esto con el fin de que en caso de presentarse una falla se tenga acceso rápido a los repuestos necesarios.
- El proveedor debe ofrecer una adecuada garantía sobre el activo, en algunos casos se logra negociar también mantenimiento y/o suministro de repuestos gratis durante un determinado tiempo.

- Asesoría por personal especializado en el proceso de montaje y puesta a punto del activo.
- El proveedor deberá capacitar al personal encargado de la O&M dentro de la compañía: esto con el fin de evitar fallas por inadecuada manipulación del activo.
- El activo escogido deberá presentar la posibilidad del intercambio de piezas.
- El proveedor deberá suministrar los catálogos de operación y mantenimiento del equipo que se adquirió.

4.6 CONSTRUCCIÓN ACERTADA

Para el siguiente paso Construcción acertada, se tienen 2 posibles escenarios:

- El activo producido por la misma organización
- El activo comprado a un proveedor de la Organización

En cualquiera de los casos relacionados la construcción o fabricación se deberá realizar teniendo en cuenta todos los parámetros de diseño expuestos en el punto 2.

Si es producido dentro de la misma Organización, se deberán asignar al personal competente el cual se encargara de plasmar en la realidad lo que se concibió en el diseño original, aplicando las buenas prácticas de la Ingeniería, realizando un adecuado control de calidad al proceso y realizando las pruebas o ensayos adecuados para tener el producto que se concibió inicialmente el cual debe llenar todas las expectativas que se plasmaron en el diseño.

Si el producto es comprado: este deberá cumplir con todos los requerimientos que quedaron consignados en las memorias de diseño y selección del producto.

Se debe tener en cuenta el tema de la confiabilidad humana la cual es un factor determinante el cual puede incidir positivamente o negativamente en la calidad del activo a fabricar o de entregar un servicio.

La confiabilidad humana se puede definir como la capacidad de desempeño eficiente y eficaz de las personas en todos los procesos, sin cometer errores derivados del actuar y del conocimiento individual, durante su competencia laboral, en un entorno organizacional específico. Un sistema de confiabilidad se puede ver afectado por múltiples elementos que permiten optimizar los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes, de los miembros de la empresa: por lo tanto el tema de la confiabilidad humana asociada a la calidad de los productos es un factor determinante que no debe ser tenido en cuenta a la ligera.

Las acciones del mejoramiento de la Confiabilidad Humana busca recuperar el valor del Talento Humano, aumentar sus competencias generales, mejorar sus saberes, su experiencia profesional, sus actitudes, sus capacidades físicas y fisiológicas, y su condición laboral; optimizar las comunicaciones y sus relaciones personales a todo nivel, elevar su sentido de pertenencia y guiar su conducta, principios y valores hacia el desarrollo de una nueva cultura cooperativa, para comprometer su capacidad total de gestión en beneficio del colectivo social.

Si el personal desconoce la manera de realizar sus labores, no la puede ejecutar adecuadamente, por lo que sería necesario un facilitador externo obteniéndose la realización adecuada de sus deberes desde la primera vez y por siempre, con tendencia al mejoramiento continuo para lograr la calidad total durante el paso “Construcción Acertada”.

El rol de Mantenimiento durante éste paso es la gestión documental asociada con la parte técnica del activo, ya sea en la creación de la documentación o la recopilación con terceros de la información.

4.7 INSTALACIÓN ACERTADA

Para una adecuada instalación y puesta a punto, lo cual es necesario para el adecuado funcionamiento de un activo, es recomendable seguir los siguientes pasos:

- Ejecutar el plan de instalación siguiendo el diseño del elemento.
- Tener documentado los procedimientos de instalación y montaje.
- Emplear personal adecuadamente capacitado y entrenado para la labor a realizar.
- Contar con todos los materiales y herramientas necesarios para la adecuada instalación.
- Tener documentados e implementar procedimientos de seguimiento de la actividad a ejecutar.
- Si los procedimientos de instalación y recepción se realizan de acuerdo a los estándares requeridos se podrá recurrir a la garantía en caso de ser necesaria.
- En algunos casos es necesario un proceso de pre arranque y pruebas de cada uno de los subsistemas que componen el activo; es recomendable realizar pruebas de cada uno de los elementos de protección (en caso de contar con estos) ya que estos elementos actúan como elementos de seguridad.
- Realizar el adecuado proceso de arranque de un activo esto con el fin de ponerlo en producción. Durante el proceso de pre arranque y arranque se deben llenar los formatos de prueba de cada uno de los subcomponentes que componen el activo.

- Llevar a cabo la aceptación del elemento y generar el informe de recepción del activo.
- Se debe tener muy presente los manuales de operación y funcionamiento los cuales son suministrados por el fabricante del equipo.

4.8 OPERACIÓN ACERTADA

La operación acertada trata de operar los activos físicos individuales o sistema de activos con cuidado y precaución, teniendo presente los límites de diseño de los mismos.

La operación de activos es la encargada de la producción final la cual es el “core” del negocio, por lo cual lo primero a realizar debe ser la creación de objetivos para la operación de los activos, estos objetivos deben estar alineados con el PEGA y los objetivos de la organización.

Se deben crear unos lineamientos generales donde se exponga la manera adecuada de la operación de los activos, esta gestión de la operación debe entonces tener:

- Caracterización del proceso con las diferentes entradas y salidas asociadas al proceso de operaciones.
- El procedimiento de operaciones dónde se describa el proceso y su interacción con los otros procesos de la organización.
- Las condiciones generales y los lineamientos de la operación de los activos.
- La definición de los requerimientos de la operación, como cantidad de insumos por unidad de producción.
- Planeación de la operación, de acuerdo a las metas organizacionales de planea la unidades de producción (esta unidades son, servicios,

manufactura, etc.) por unidad de tiempo con el fin de tener una línea base para el desarrollo de los indicadores de producción.

- Conociendo el plan de producción se puede determinar el tiempo de operación de los activos para esa determinada producción.
- Desarrollar un programa de entrenamiento de los operadores de los activos.
- Desarrollar un programa de actualización de la operación para los operadores de los activos.
- Desarrollar un programa de inspecciones realizadas por el personal de operaciones con el fin de detectar anomalías operativas y adelantarse a las fallas.
- Crear procedimientos operativos de los activos con el fin de minimizar el error humano durante la ejecución de la operación.
- Desarrollar pruebas de equipos que no estén operando continuamente con el fin de estar seguros que no generará indisponibilidad por una falla no controlada.
- Generar protocolos de entrega y recepción de equipos operativos al proceso de mantenimiento.
- Implementar un formato para el diligenciamiento de incidentes operativos.
- Implementar el monitoreo de la operación, éste monitoreo se debe realizar tomando valores operativos de los activos que se encuentran operando, éstos valores de proceso son esenciales en la buena operación de los equipos de un sistema de activos, el monitoreo y registro de las variables de proceso permite identificar si los equipos presentan desviaciones con respecto a históricos de las mismas variables y puede ayudar a detectar fallas y evitar paradas no deseadas de la operación de los activos. Estos registros deberían para un mejor análisis, ser llevados por un sistema de gestión computarizado, CMMS, en el cual se puedan parametrizar los valores

picos de los procesos y generar una alarma cuando éstas variables de proceso se acerquen a valores críticos.

- La gestión de fallas y el aviso oportuno al proceso de mantenimiento es de vital importancia para corregir una posible falla mayor y continuar con la operación adecuada de los activos y la producción esperada.
- La creación de un reporte de producción donde se reflejen tanto las entradas como las salidas:
 - Insumos utilizados
 - Personal utilizado
 - Tiempos de trabajo de los activos
 - Producción en unidades base
 - Costos de producción
 - Utilidades brutas de producción
 - Reporte de incidentes durante la operación
- Evaluación de la operación: Indicadores de producción, estos indicadores deben ir alineados de acuerdo con los objetivos del proceso de operaciones, revisión de tendencias de las variables de proceso tomados de los históricos del monitoreo de la operación.
- Análisis de incidentes.
- Procedimientos de emergencia por acontecimientos extraordinarios, como por ejemplo terremotos, fugas de combustibles, problemas sociales.
- Un análisis de riesgos operativo-financiero donde se expongan las variables que generen detrimento del patrimonio por mala operación de los activos.
- Un análisis de riesgo operativo-financiero donde se expongan las posibles pérdidas en la compañía por mala operación de los activos de la organización.

El este paso el proceso de mantenimiento cumple la función de orientar al proceso de operaciones en el desarrollo de prácticas que mejoran la operación de los activos, pues son ellos los mejores conocedores de los

equipos y pueden dar consejos para un mejor manejo y operación de los mismos.

El proceso de mantenimiento también puede ser parte activa durante el desarrollo de niveles de desempeño en la operación de los activos y variables de desempeño en el proceso de operaciones.

El proceso de operaciones contribuye con el proceso de mantenimiento entregándole planes de producción con los cuales mantenimiento puede desarrollar sus planes de mantenimiento y paradas de planta.

Operaciones también contribuye con mantenimiento entregando reportes de fallas de los activos, reportes de tiempo de operación de activos, reportes de operación fuera de rango de los activos y reportes de cambios anormales de operación de los activos.

Los análisis de incidentes también son un aporte importante para el proceso de mantenimiento pues ayudará en la determinación de fallas bajo el modelo análisis de causa raíz, con el fin de prevenir a futuro que el incidente vuelva a ocurrir por la misma causa.

Por su parte el proceso de mantenimiento aporta al proceso de operaciones restricciones operativas asociadas con mecanismos de fallas, con base en manuales de fabricación de los activos no se pueden superar ciertos niveles físicos, como temperatura o velocidad, sin embargo se pueden agregar nuevas restricciones a la operación basados en la experiencia evitando degradaciones más rápidas del activo.

Mantenimiento también aporta al proceso de operaciones la planeación del mantenimiento preventivo de cada activo, esto ayudará a operaciones a planear la producción o paradas de equipos para entregar a mantenimiento para su reparación.

Como mecanismo de control de fallas, mantenimiento debe conocer el tiempo de reparación de emergencia de los activos y debe aportar ese

conocimiento al proceso de operaciones para realizar evaluaciones de impacto económicos en caso de fallos repentinos.

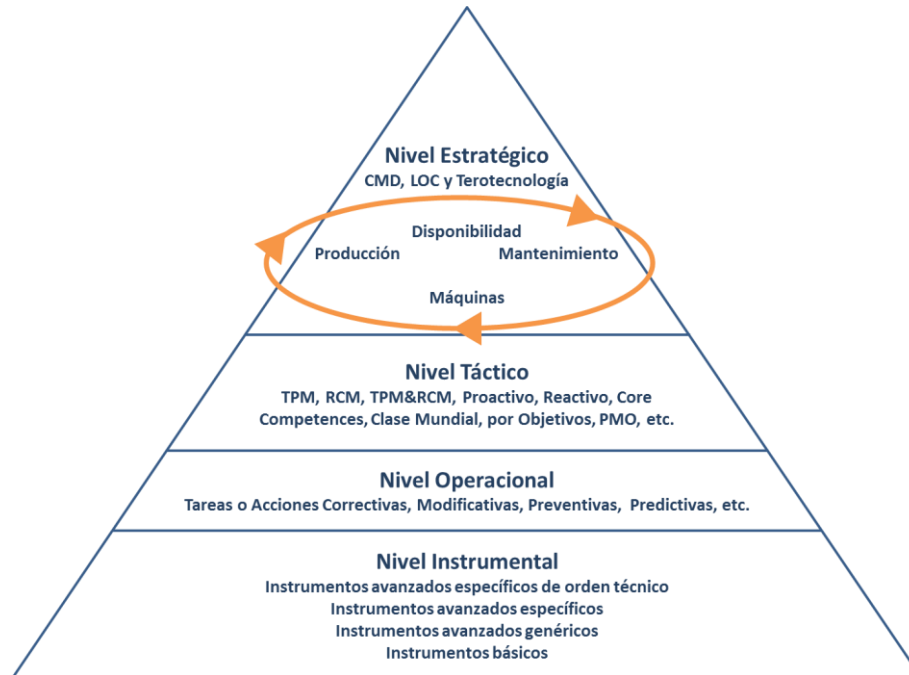
Cuando es necesario un trabajo de mantenimiento de alto riesgo para la seguridad del personal, la interacción entre los dos procesos se ejecuta utilizando procedimientos de seguridad industrial, como el uso de bloqueos y etiquetados, trabajos en alturas, trabajos en caliente y trabajos en espacios confinados, dentro de tal procedimiento se debe realizar un análisis de trabajo seguro que abarque no solo la seguridad del personal sino también una evaluación de los aspectos e impactos ambientales durante la realización de las actividades de mantenimiento.

4.9 MANTENIMIENTO ACERTADO

Existen diferentes tipos de mantenimiento, cada uno de éstos asociados con los diferentes tipos de equipos, pero, escoger correctamente qué tipo de mantenimiento debe ser aplicado a cada equipo es una tarea delicada, pues es acá donde se puede bajar los costos en el mantenimiento, muchos equipos todavía se le sigue practicando mantenimientos preventivos sabiendo que no son equipos críticos para la compañía y que se podrían dejar correr a falla; por otro lado se puede estar realizando mantenimiento correctivo a equipos críticos que deberían prestárseles mayor atención y que deberían ser evaluados bajo el esquema de mantenimiento predictivo.

Con base en el enfoque sistémico integral Kantiano de mantenimiento estratégico se puede definir la metodología para realizar un mantenimiento acertado, la siguiente figura muestra la gráfica en cuestión:

Figura 9. Enfoque sistémico integral Kantiano de mantenimiento estratégico



Fuente: MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. 1 ed. Envigado, Colombia: COLDI, julio de 2009. p. 38. ISBN 978-958-98902-0-2. <http://slideplayer.es/slide/5393489/>

A nivel estratégico se tiene la planificación a largo plazo, con lo cual la primera parte para continuar con la metodología en el paso 7, mantenimiento acertado, es verificar que los objetivos de mantenimiento se encuentren alineados con los objetivos de la compañía. Con base en los objetivos de la compañía y el PEGA se espera que el proceso de mantenimiento establezca:

- Las políticas y estrategias a usar para la gestión del mantenimiento. Se sugiere el uso de la norma UNE-EN 60300-3-14: "Una política de mantenimiento define el enfoque general para proporcionar el mantenimiento y la logística de mantenimiento basada en los objetivos y las políticas de los propietarios, los usuarios y los clientes. Influye en

las decisiones tomadas acerca de las actividades y los recursos de mantenimiento durante todo el ciclo de vida de un elemento”¹¹

- Una estructura organizacional alineada con los objetivos de la compañía y que garanticen las mejores prácticas dentro del entorno del proceso.
- La consecución de los recursos económicos para el buen desarrollo del programa de mantenimiento y su logística.
- La socialización al personal de la importancia de la cultura de la gestión de activos en el proceso de mantenimiento y la interacción con los demás procesos de la compañía.
- Implementar la caracterización del proceso de mantenimiento con sus entradas y salidas asociadas con diferentes procesos de la compañía.
- El procedimiento de mantenimiento dónde se describa el proceso y su interacción con los otros procesos de la organización.
- Una revisión del ciclo PHVA dentro de la caracterización del proceso de operaciones con el fin de implementar la mejora continua en el proceso.
- Las condiciones generales y los lineamientos de mantenimiento de los activos.
- La creación de los indicadores de mantenimiento.
- Los planes de acción para la consecución de los objetivos del proceso de mantenimiento. Estos planes de acción se realizan con base en los objetivos del proceso de mantenimiento y de las auditorías internas y externas que garantizan una mejora continua dentro del proceso.
- Conocer la regulación del país con el fin de gestionar correctamente la planeación del mantenimiento cuando se realicen paradas de planta.

¹¹ ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Gestión de la confiabilidad. Parte 3-14: Guía de aplicación. Mantenimiento y logística de mantenimiento. UNE-EN 60300-3-14:2007. 1 ed. Madrid, España: AENOR, 28 de noviembre de 2007. p. 19.

- Realizar un análisis de riesgo para las tareas técnicas, en este punto el apoyo del personal de Salud y Seguridad en el Trabajo será el apoyo principal para el proceso de mantenimiento.
- Realizar un análisis de riesgo para determinar el costo del mantenimiento del activo y su impacto en el costo del ciclo de vida del mismo en caso de una falla imprevista, en este punto el apoyo del proceso de adquisición juega un papel importante para determinar la dificultad de la consecución del activo y los costos asociados a su entrega.
- Determinar los costos del mantenimiento con el fin de definir el costo del ciclo de vida de un activo. Se sugiere el uso de la norma UNE-EN 60300-3-3, Gestión de la confiabilidad, Cálculo del coste del ciclo de vida.¹²
- Determinar las políticas para la compra de repuestos con el fin de definir el impacto en el ciclo de vida del activo.
- Proporcionar los recursos necesarios para la logística asociada con el plan de mantenimiento durante la operación y el mantenimiento del activo.
- Crear un programa de capacitaciones para el desarrollo profesional y personal de los recursos humanos del proceso de mantenimiento.

Con respecto a los indicadores de mantenimiento, con base en la norma UNE-EN 15341, se tienen tres grupos de indicadores, los indicadores económicos, los indicadores técnicos y los indicadores organizacionales. A los ya conocidos indicadores de mantenibilidad y disponibilidad se deben sumar los indicadores que se asocien a la gestión de activos:

¹² ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Gestión de la confiabilidad. Parte 3-3: Cálculo del coste de del ciclo de vida. UNE-EN 60300-3-3:2009. 2 ed. Madrid, España: AENOR, Mayo de 2009.

Indicadores económicos¹³:

Nivel 1:

$$E1 \quad \frac{\textit{Coste total del mantenimiento}}{\textit{Valor de sustitución de los activos}}$$

$$E2 \quad \frac{\textit{Coste total del mantenimiento}}{\textit{Cantidad producida}}$$

$$E5 \quad \frac{\textit{Coste total del mantenimiento} + \textit{Costes de indisponibilidad ligados al mantenimiento}}{\textit{Cantidad producida}}$$

Nivel 2:

$$E8 \quad \frac{\textit{Coste total del personal interno empleado en mantenimiento}}{\textit{Coste total del mantenimiento}}$$

$$E14 \quad \frac{\textit{Coste total de mantenimiento}}{\textit{Energía total utilizada}}$$

A nivel táctico el proceso de mantenimiento debe establecer los lineamientos para cumplir los objetivos previamente creados en el nivel estratégico. Esto

¹³ ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Mantenimiento, Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento. UNE-EN 15341. Madrid, España. Marzo de 2007. p. 09-11.

es la planificación del mantenimiento, para la planificación del mantenimiento se sugiere tener en cuenta la norma UNE-EN 60300-3-14¹⁴. De acuerdo con esta norma, se deben desarrollar las actividades de mantenimiento para cada activo o sistema de activos con el fin de cumplir con los indicadores definidos en el nivel estratégico, se deben aplicar las diferentes metodologías como TPM (Total Productive Maintenance), RCM (Reliability Centred Maintenance), RBI (Risk Based Inspection), RCA, FEMCA (Failure Mode and Effects Analysis) y HAZOP (Hazard and Operability); así como las recomendaciones del fabricante, el marco regulatorio del país, y las experiencias del personal con elementos similares en el proceso de mantenimiento. La gráfica 10 ayuda a dar una idea de la planificación y la logística del mantenimiento.

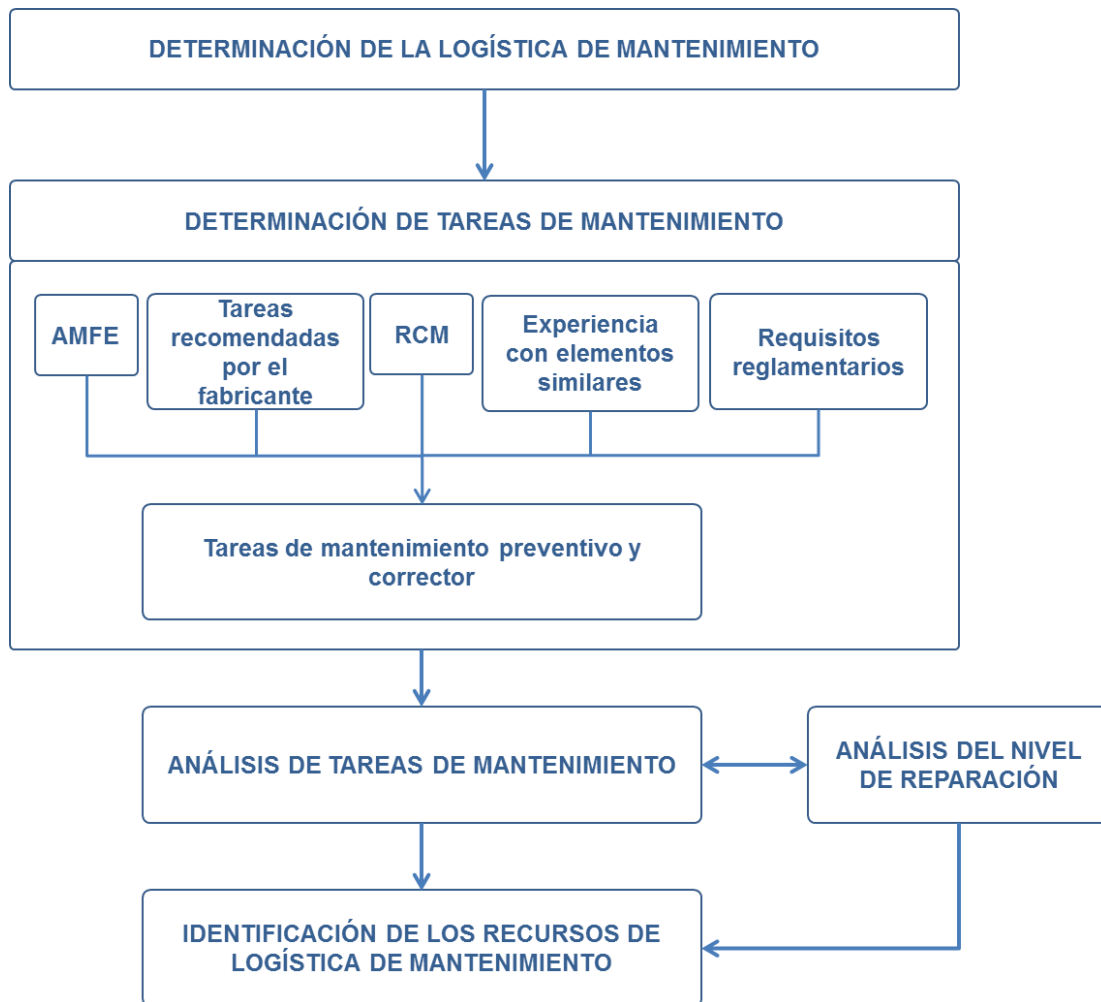
A nivel táctico el proceso de mantenimiento debe tener en cuenta:

- Cumplir con los objetivos de mantenimiento propuestos en el nivel estratégico.
- Cumplir el plan de mantenimiento de acuerdo con lo establecido en el nivel estratégico, adicionalmente se debe tener en cuenta que en éste punto se deben desarrollar mejoras al plan de mantenimiento con base en la experiencia adquirida durante el desarrollo del mismo plan, se deben proponer, además, la implementación de instructivos que no estén desarrollados para nuevas actividades o para actividades que no tengan asociado un instructivo.
- Ajustar las frecuencias con las que se realiza un determinado mantenimiento con el fin de mejorar el ciclo de vida del activo

¹⁴ ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Gestión de la confiabilidad. Parte 3-14: Guía de aplicación. Mantenimiento y logística de mantenimiento. UNE-EN 60300-3-14:2007. 1 ed. Madrid, España: AENOR, 28 de noviembre de 2007. p. 23-41.

mantenido, para esto se deben realizar análisis técnicos (generalmente estadísticos) con el fin de tomar una decisión basados en datos.

Figura 10. Planificación del mantenimiento y de la logística de mantenimiento



Fuente: ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Gestión de la confiabilidad. Parte 3-14: Guía de aplicación. Mantenimiento y logística de mantenimiento. UNE-EN 60300-3-14:2007. 1 ed. Madrid, España: AENOR, 28 de noviembre de 2007. p. 24.

- Si dentro de las prácticas de mantenimiento se logra encontrar una mejor práctica que la actual, se debe poner a consideración por el jefe del proceso, si es aprobada se debe divulgar a todo el personal con el fin no sólo de normalizar la información sino de dar un reconocimiento profesional a quienes lograron dicha mejor práctica.
- Cumplir con los indicadores del proceso de acuerdo con los generados en el nivel estratégico.
- Realizar un estudio de la criticidad de los activos físicos individuales y sistemas de activos físicos. La norma NORSOK Z-008¹⁵ ayuda en la estructuración de análisis de criticidad, determinando las funciones principales y las funciones secundarias de un activo o un sistema de activos, valorando las consecuencias de falla y asignando un nivel de criticidad a cada activo o elemento de un sistema de activos.
- Determinar los presupuestos necesarios para el buen funcionamiento del programa de mantenimiento y su logística.
- Determinar el costo de vida de un activo físico individual y un sistema de activos físicos.
- Estandarizar el manejo de la información tal como órdenes de trabajo, tipo de órdenes de trabajo y tiempo de atención de las mismas, notificación de órdenes de trabajo, permisos de trabajo, instructivos para la realización de los trabajos de mantenimiento, diligenciamiento de análisis de trabajo seguro durante las jornadas de trabajo, diligenciamiento de permisos de trabajo especiales tales como permisos en altura, permisos en espacios confinados, permisos en caliente; manuales, catálogos, planos, etc.
- Estandarizar el manejo de las curvas de tendencia de todos los equipos de planta, tener en cuenta la importancia que estas

¹⁵ NORWEGIAN TECHNOLOGY STANDARDS INSTITUTION. Risk based maintenance & consequence classification. NORSOK Z-008:2010. 3 ed. Lysaker, Noruega: Standards Norway, diciembre de 2010. p 44.

tendencias tiene para determinar posibles fallas de los equipos y evitar paradas innecesarias de los activos y los procesos.

- Desarrollar un plan de capacitaciones para el personal de mantenimiento de acuerdo con el rol dentro del proceso.
- La evaluación y mejora de las actividades anteriores, adicionalmente se debe asesorar al nivel estratégico si existen necesidades de cambio en las políticas, estrategia, cálculo de indicadores, lineamientos, etc.

En el nivel operativo se aplican las directrices del nivel táctico, es necesario para la aplicación de las mismas el uso de un sistema de información estructurado, los sistemas de información computarizados serán de gran ayuda para la gestión del mantenimiento no solo a nivel operativo sino incluso para la gestión de la información de toda la compañía, se sugiere el uso de los actualmente llamados CMMS, por sus siglas en inglés *Computerized Maintenance Management System*.

En el nivel operativo se espera que se cumplan los objetivos de acuerdo con lo estipulado en el nivel táctico, por lo cual se espera:

- Cumplir con las actividades de mantenimiento de acuerdo a con la las órdenes de trabajo asignadas a cada equipo de trabajo del proceso, tener en cuenta que las órdenes de trabajo además de ser realizadas, deben ser notificadas con el fin de llevar tanto la trazabilidad del activo un seguimiento al desempeño del mismo.
- Realizar las actividades de mantenimiento de acuerdo con los instructivos creados en el nivel táctico, estos instructivos ayudan a realizar de manera segura y amigable con el medio ambiente las actividades de mantenimiento.
- Mejorar los instructivos para la realización de las actividades de mantenimiento, en el nivel operativo cuando se encuentren falencias en los instructivos, se debe proponer una mejora en el instructivo, no

solo a nivel técnico, también a nivel de salud, seguridad y medio ambiente.

- Tratar los avisos de emergencia con la prioridad requerida, éste punto trata de los activos críticos de la compañía que son indispensables para la producción del producto.
- Teniendo en cuenta que la seguridad operacional es de gran importancia en la realización de las actividades de mantenimiento, el personal de nivel operativo tiene la obligación de comentar a su superior inmediato si no se encuentra en condiciones de realizar cierta actividad específica del programa de mantenimiento, ya sea por enfermedad, herramientas o equipo de trabajo no adecuado, alta carga laboral, personal insuficiente para la actividad y/o insuficiencia técnica.
- Gestionar adecuadamente con sus superiores los activos que sean necesarios para el completo desarrollo de las actividades propias de mantenimiento, dentro de los requerimientos de los activos, se debe suministrar la mayor información posible, nombre del activo, marca, número de referencia, número de serie, número de pieza, fabricante, tiempos de entrega, disponibilidad, precio, etc.; en algunas compañías también es necesario que se envíe los posibles lugares donde se puede conseguir el activo en cuestión, pero actualmente muchas compañías tienen prohibida ésta práctica con el fin de evitar conflictos de intereses. Muchas compañías ya cuentan con un manual o instructivo para solicitar un material o un servicio, esto ayuda con la transparencia en el momento de realizar la compra de los activos.

En el nivel de ejecución se realizan las actividades de mantenimiento ya directamente sobre los equipos o activos, en este nivel se prestan los servicios de mantenimiento sobre los activos o sistemas de activos con lo cual las tareas asociadas a éste nivel son las concernientes con:

- Realizar las actividades de acuerdo con las órdenes de trabajo asignadas
- Disponer de las herramientas adecuadas para la correcta realización de las actividades de mantenimiento sobre los activos.
- Realizar los procedimientos de seguridad necesarios, tales como permisos de trabajo, asegurado y etiquetado de equipos, antes y después de realizar las actividades de mantenimiento.
- Entregar al proceso de operaciones los equipos funcionales y realizar las pruebas de entrega.
- Notificar las actividades de mantenimiento para llevar seguimiento y trazabilidad de los activos.
- Entregar un reporte de los repuestos que se cambiaron en los activos, los que necesitan ser cambiados próximamente y los que requieren atención especializada por posible falla del activo y la necesidad de un cambio.

4.10 MEJORAMIENTO ACERTADO

El mejoramiento es la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, destinada a mejorar la fiabilidad y/o la mantenibilidad y/o la seguridad (para las personas y/o equipos) sin que se produzca ningún cambio de su función original.

Se debe tener en cuenta que los activos necesitan ser priorizados basándose en el riesgo relativo para el negocio; definiendo el riesgo como “la probabilidad de falla del activo multiplicada por la consecuencia de la falla, típicamente en términos de seguridad, impacto ambiental, calidad, servicio al cliente, reputación de la compañía, balanceado apropiadamente con consecuencias económicas para desarrollar un plan de gestión de activos realmente óptimo.

Una mejora también se puede introducir para prevenir el mal uso en funcionamiento y evitar fallos.

El rol del Mantenimiento en el Mejoramiento Acertado es detectar fallas tempranas de los activos, prevenir fallas en los activos y mejorar la eficiencia de los activos.

Cuando se realiza mejoras representativas, se interactúa con el proceso de Proyectos, en éste caso éste proceso debe contribuir con los costos del ciclo de vida de los nuevos activos y sus características. Las fechas en las cuales se tiene estimado el cambio de los activos con el fin de ajustar los planes de mantenimiento. Mantenimiento debe contribuir al proceso de Proyectos con el análisis de los nuevos activos y los costos de mantenimiento que estos puedan generar, los costos de la retirada de los activos.

4.11 DESACOPLE ACERTADO

Cuando un activo ya completó su vida útil, es necesario realizar la disposición del elemento dándolo de baja bajo los siguientes pasos:

- Ejecutar el plan de retirada y fuera de servicio del activo.
- Implementar la reutilización de componentes, datos y materiales de los elementos dados de baja.
- Realizar un inventario de cada uno de los elementos retirados del servicio
- En caso de que el activo desmontado se vaya a almacenar se debe disponer de un área adecuada para tal fin ya que de no realizarse una adecuada disposición se podría estar generando un grave problema de contaminación.

- Comunicar a cada una de las áreas involucradas en la compañía con los procesos de retirada del servicio del activo por ejemplo: Producción, Mantenimiento, Contabilidad, Activos fijos y Bodega.
- En caso de que el activo deba ser retirado por falla total o de uno de sus componentes se deberá realizar un estudio causa/raíz del motivo por el cual éste elemento perdió funcionalidad
- En caso de que la retirada del elemento sea programada se deberá evaluar cuales servicios se dejarán de prestar esto con el fin de tener un plan de contingencia para minimizar el impacto.
- Asegurar que se cumplen los requisitos de salud, seguridad y medioambientales para la adecuada disposición de los elementos retirados.
- Implementar el tratamiento de los residuos eliminados: se debe realizar la adecuada disposición para no generar contaminación al medioambiente. Si la disposición del activo se realiza con un tercero, es importante que éste cuente con los certificados de recolector de residuos expedidos por los entes de regulación del país donde se generan los residuos; adicionalmente se debe pedir a éste recolector los certificados de disposición final de los activos a disponer.
- En caso de ser necesario se deberá informar a los clientes la no prestación de más servicios relacionados con el activo desmontado.
- Proporcionar información a los clientes sobre los nuevos servicios prestados o alternativos los cuales van a reemplazar a los retirados.

4.12 ADMINISTRACIÓN ACERTADA

La administración acertada se encarga de asegurarse que se cuente con el personal adecuado con las habilidades adecuadas para cumplir con los 10 pasos. Aunque en esta monografía no trata de la gestión de activos

humanos, el cual es el activo más importante de una empresa, se hablará brevemente del tema.

Para tener el personal adecuado es necesario que los líderes posean la suficiente información del desempeño de sus subalternos, existen varias maneras para determinar el desempeño de los equipos de trabajo, en éste caso en el proceso de mantenimiento. Los indicadores del proceso darán una idea inicial de si se tiene el activo humano competente para prestar los servicios necesarios en cada uno de los 10 pasos. Las auditorías internas aunque dan cuentas de lo bien o mal del proceso en sí, puede ayudar a detectar cuales roles pueden estar ocasionando falencias en la consecución de los objetivos de la compañía. La verificación del cumplimiento de las actividades de mantenimiento se pueden también verificar desde el CMMS del que se habló en el Nivel Operativo del paso de Mantenimiento Acertado, si el personal está utilizando adecuadamente esta herramienta dará una idea de su desempeño en la organización.

Realizar una evaluación de desempeño gestionado por los numerosos programas computarizados es una buena manera de identificar las falencias del personal del proceso. Durante esta evaluación se deben crear objetivos claros para cada rol con base en los objetivos del proceso, los cuales están alineados con el PEGA de la organización; estos objetivos además de estar enfocados a los objetivos del proceso deben clasificarse en profesionales y personales, pues se debe tener en cuenta que un personal motivado rendirá mucho más que un personal que se siente explotado.

Sin embargo medir el desempeño del personal de mantenimiento no será suficiente para desarrollar una Administración Acertada, teniendo como base que la administración se debe aplicar durante todos los pasos del ciclo de vida del activo, y que el proceso de Mantenimiento es un proceso que debe interactuar con casi todos los procesos para ayudar a mejorar los costos del ciclo de vida de un activo, es entonces claro que la Administración Acertada

Gestión de la Calidad, la Gestión Socioambiental, la Gestión Documental, la Gestión del Riesgo, la Gestión de la Información, la Gestión de la Salud y la Seguridad en el Trabajo, leyes de cada país, regulación de acuerdo al tipo de servicio que se preste, etc.

Esto aunque no pareciera hacer parte de una Administración Acertada ayuda considerablemente a que todo el personal de la organización utilice las mismas reglas normalizadas para la consecución de los objetivos de la organización.

5. DIAGNÓSTICO: TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

5.1 LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para realiza el diagnóstico de la planta Meriléctrica se utilizó el archivo creado en Excel llamado “Diagnóstico.xlsx”, este archivo fue explicado en la sección 4.1, las 24 preguntas fueron respondidas por el personal de planta, esto dará una idea inicial de cómo está la central térmica con respecto al sistema de gestión de activos. El archivo “Diagnóstico.xlsx” puede verse en el anexo A. Con base en las respuestas tomadas por el personal de la planta Meriléctrica, se hizo un promedio para cada respuesta:

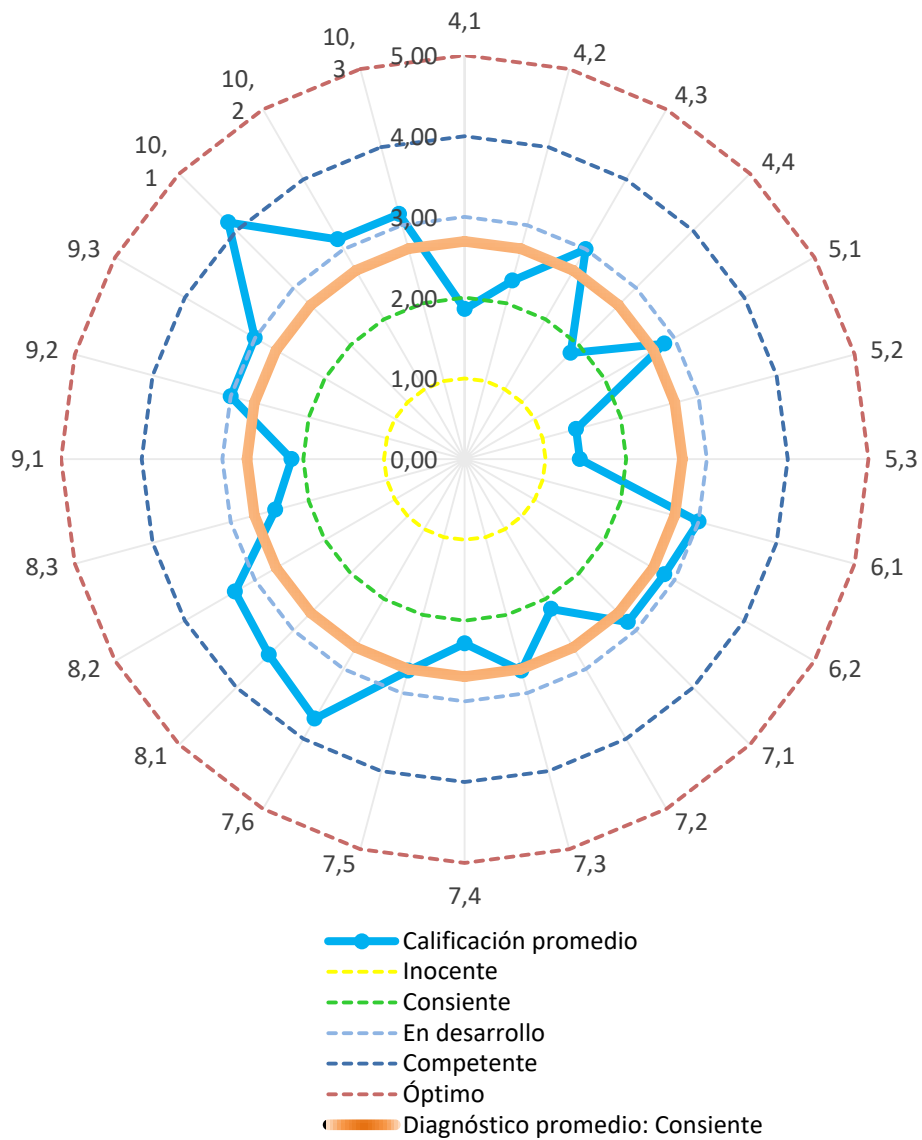
Tabla 3. Calificación del diagnóstico inicial promedio

	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	Promedio
4.1	2	1	1	2	2	3	2	1.86
4.2	1	2	3	2	2	3	3	2.29
4.3	1	2	4	4	4	4	2	3.00
4.4	1	2	2	2	2	2	2	1.86
5.1	1	2	2	4	4	4	3	2.86
5.2	1	2	2	1	1	1	2	1.43
5.3	2	2	2	1	1	1	1	1.43
6.1	2	2	3	4	4	4	2	3.00
6.2	1	1	1	5	5	5	2	2.86
7.1	1	3	3	3	4	3	3	2.86
7.2	2	2	2	2	3	2	2	2.14
7.3	1	2	2	4	4	4	2	2.71
7.4	1	2	1	2	3	5	2	2.29
7.5	3	2	3	3	3	3	2	2.71
7.6	3	2	2	5	5	5	4	3.71
8.1	3	2	3	4	5	4	3	3.43
8.2	3	2	2	4	4	4	4	3.29
8.3	2	2	3	2	4	2	2	2.43
9.1	2	2	2	2	2	3	2	2.14
9.2	3	2	3	3	4	3	3	3.00
9.3	1	2	3	4	4	4	3	3.00
10.1	5	2	5	4	4	4	5	4.14
10.2	2	3	3	3	3	3	5	3.14
10.3	1	3	4	3	4	3	4	3.14
								2.70

5.2 TRATAMIENTO GRÁFICO DE LA INFORMACIÓN

Las encuestas muestran cómo el personal de planta cree que está actualmente con respecto al sistema de gestión de activos desde los procesos de mantenimiento y operaciones.

Figura 12. Diagnóstico inicial promedio: Consiente

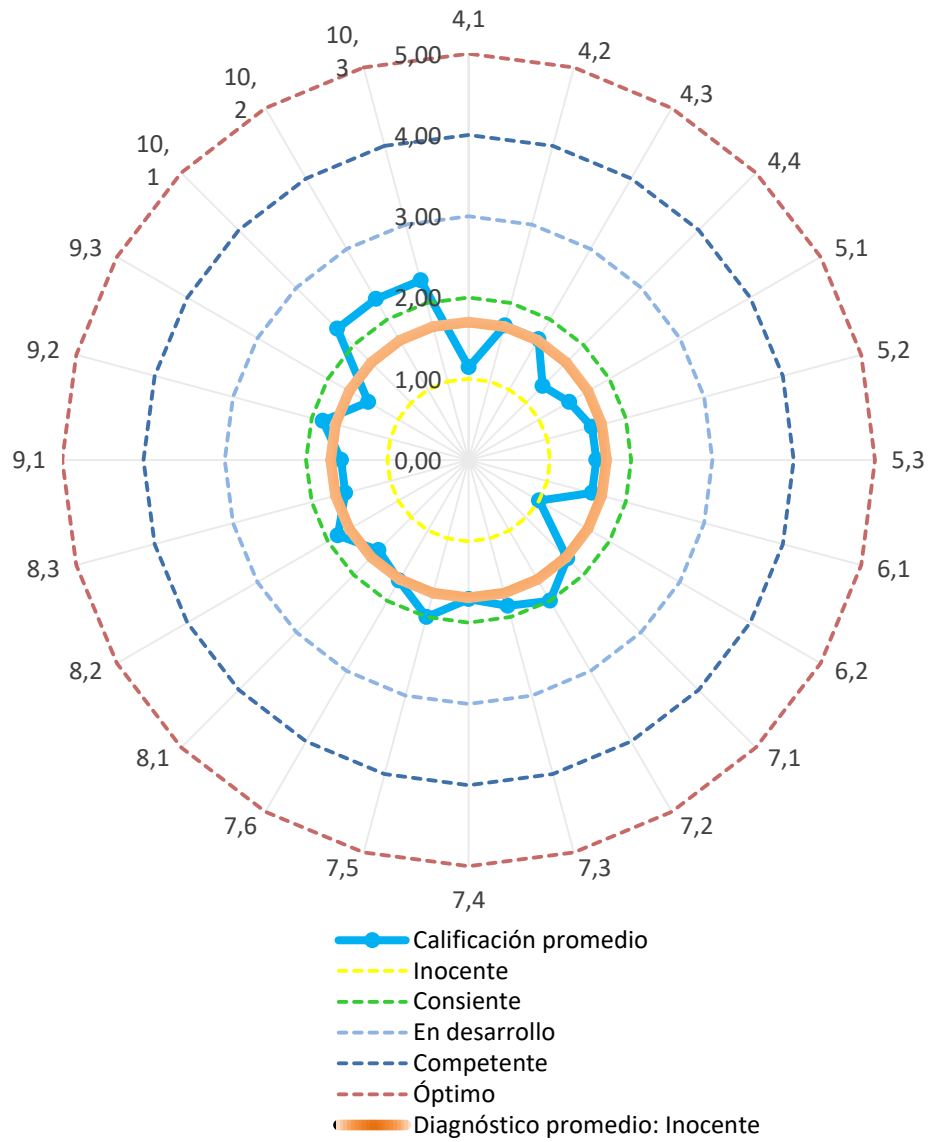


La encuesta fue realizada primeramente sin la ayuda de los desarrolladores de la encuesta. Los resultados muestran la percepción del personal de cómo está el proceso de mantenimiento con respecto a la gestión de activos. Luego de este primer ejercicio se realizó nuevamente la encuesta la cuál fue acompañada por los desarrolladores de misma donde se explicaba punto por punto las preguntas, a continuación se muestran los resultados:

Tabla 4. Calificación del diagnóstico inicial promedio guiado

	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	Promedio
4.1	2	1	1	1	1	1	1	1.14
4.2	1	2	2	1	2	2	2	1.71
4.3	1	2	2	1	2	2	2	1.71
4.4	1	1	2	1	2	1	1	1.29
5.1	1	2	2	1	1	1	2	1.43
5.2	1	1	2	1	2	2	2	1.57
5.3	2	2	1	2	1	1	2	1.57
6.1	2	2	2	1	1	2	1	1.57
6.2	1	1	1	1	1	1	1	1.00
7.1	1	3	1	1	3	1	2	1.71
7.2	2	2	2	2	2	2	2	2.00
7.3	1	2	2	2	2	2	2	1.86
7.4	1	2	2	1	2	2	2	1.71
7.5	2	2	2	2	2	2	2	2.00
7.6	2	1	2	2	1	2	2	1.71
8.1	1	2	2	1	2	1	2	1.57
8.2	2	1	2	2	2	2	2	1.86
8.3	1	2	1	2	2	1	2	1.57
9.1	2	1	2	2	1	1	2	1.57
9.2	2	2	2	2	2	2	1	1.86
9.3	1	2	2	1	1	2	1	1.43
10.1	3	2	2	3	2	2	2	2.29
10.2	1	3	2	3	2	3	2	2.29
10.3	1	3	2	2	3	2	3	2.29
								1.70

Figura 13. Diagnóstico inicial promedio guiado: Inocente



Como se va a desarrollar la metodología con base en un activo puntual, no se realiza un plan de acción para el desarrollo del diagnóstico anterior.

6. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

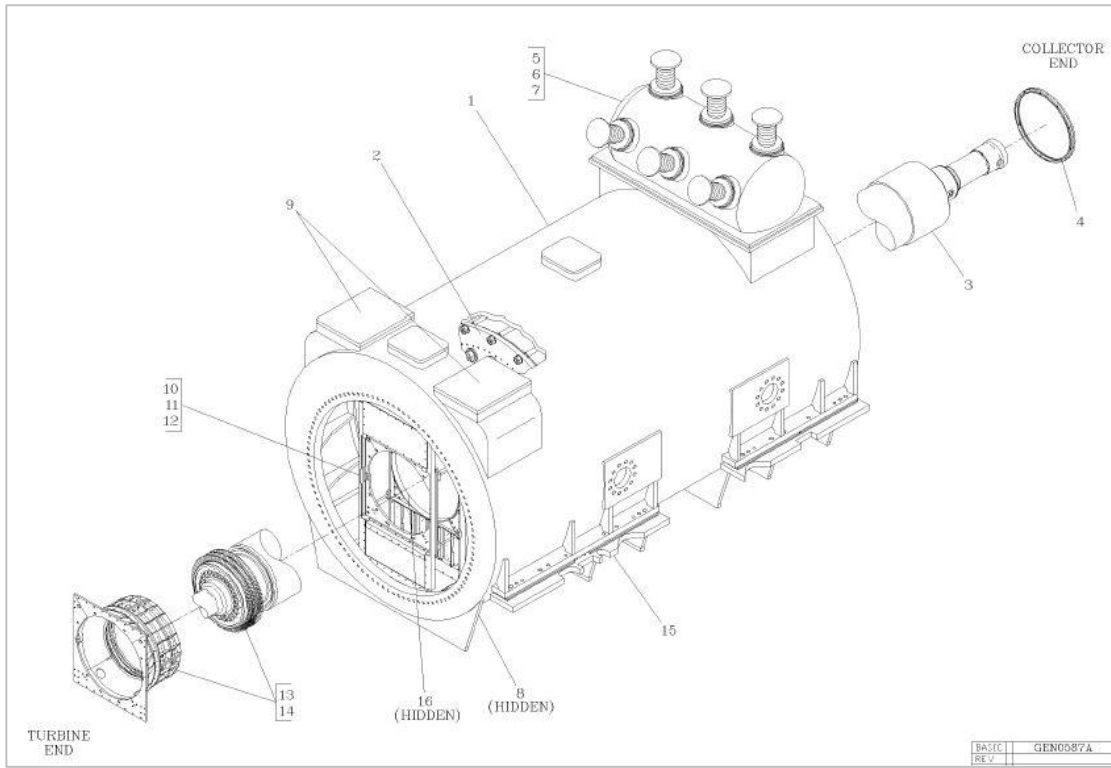
Hay que tener en cuenta que la gestión de activos está a nivel estratégico y no táctico, a pesar de que en el capítulo cuatro se dieron una serie de pasos y parámetros para la implementación del mantenimiento desde la gestión de activos, cada compañía es única en la manera de manejar su sistema de gestión de activos y será indispensable la experiencia de los asesores para una buena implementación.

Como se dijo anteriormente se va a aplicar la metodología al sistema de sellos del generador principal de la planta Merilétrica, antes de iniciar la aplicación de la metodología se da una breve explicación del sistema de aceite de sellos del generador principal.

6.1 SISTEMA DE ACEITE DE SELLOS

La Turbina de combustión mueve un Generador Sincrónico AC de alto voltaje para suministrar 230 kV a la subestación de Comuneros y para mover los equipos auxiliares de planta a través de los Transformadores de Arranque y Auxiliares siempre que la CT esté operando. El Generador es sincrónico a 3 fases, 60-Hertz, y 3600-rpm. La capacidad de potencia del Generador es expresada en unidades de Mega-Volt-Amperios (MVA) y es determinada por el diseño de la máquina. El Generador de GT tiene una capacidad de 206 MVA a 0.90 factor de potencia, es totalmente encapsulado y usa un sistema de enfriamiento de hidrógeno, con dos enfriadores que intercambian calor con una mezcla de agua e inhibidor de corrosión.

Figura 14. Generador principal

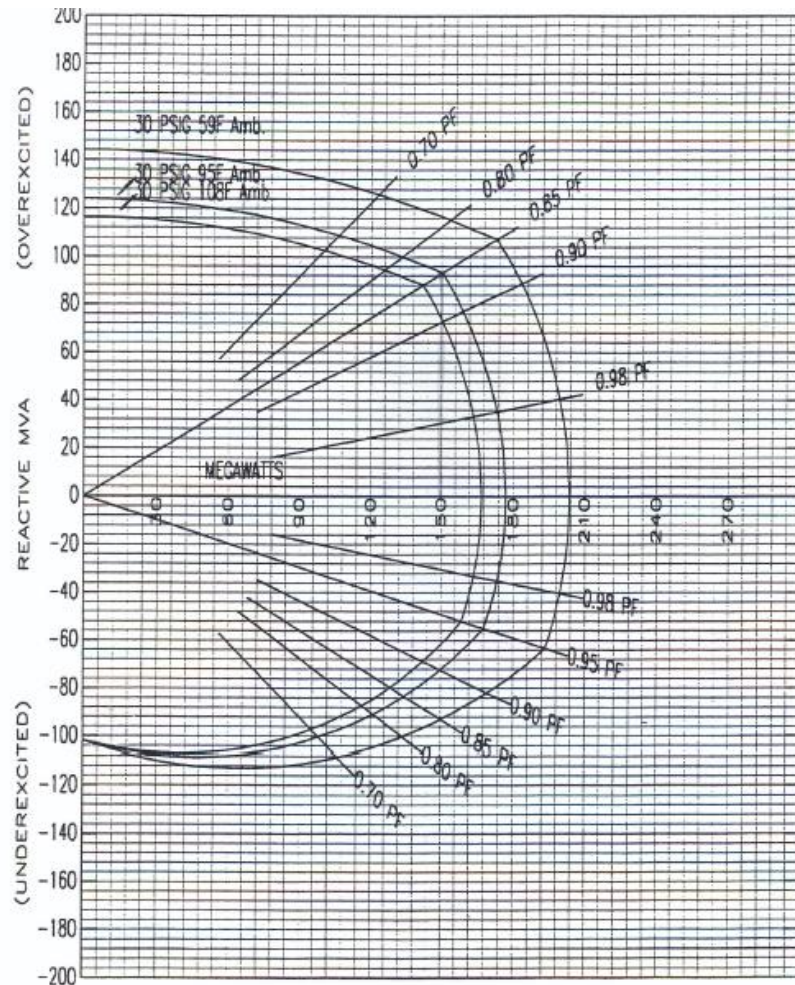


SIEMENS WESTINGHOUSE POWER CORPORATION. Generator Renewal Parts, 2005. p28.

La salida total de potencia de un Generador es medido en dos formas separadas, Vatios y Volt-Amperios-Reactivos (VAR). Vatios es la medida de la potencia real que el Generador está proporcionando (potencia que está realizando un trabajo). VAR es la medida de la potencia reactiva, la cual es simplemente descrita como la energía retornada a la fuente por los componentes reactivos de las cargas eléctricas del sistema (reactancias inductiva y capacitiva). VAR es usualmente descrita en términos de operación retrasada (lagging) o adelantada (leading). Las salidas de potencia del Generador son típicamente medidas en valores de Mega Vatios (106 vatios) y MegaVolt-Amperios (MVA). La capacidad para el Generador de GT

será entonces expresada como 206 MVA (185.4 MW) a un factor de potencia de 0.9.

Figura 15. Curvas de capacidad del generador



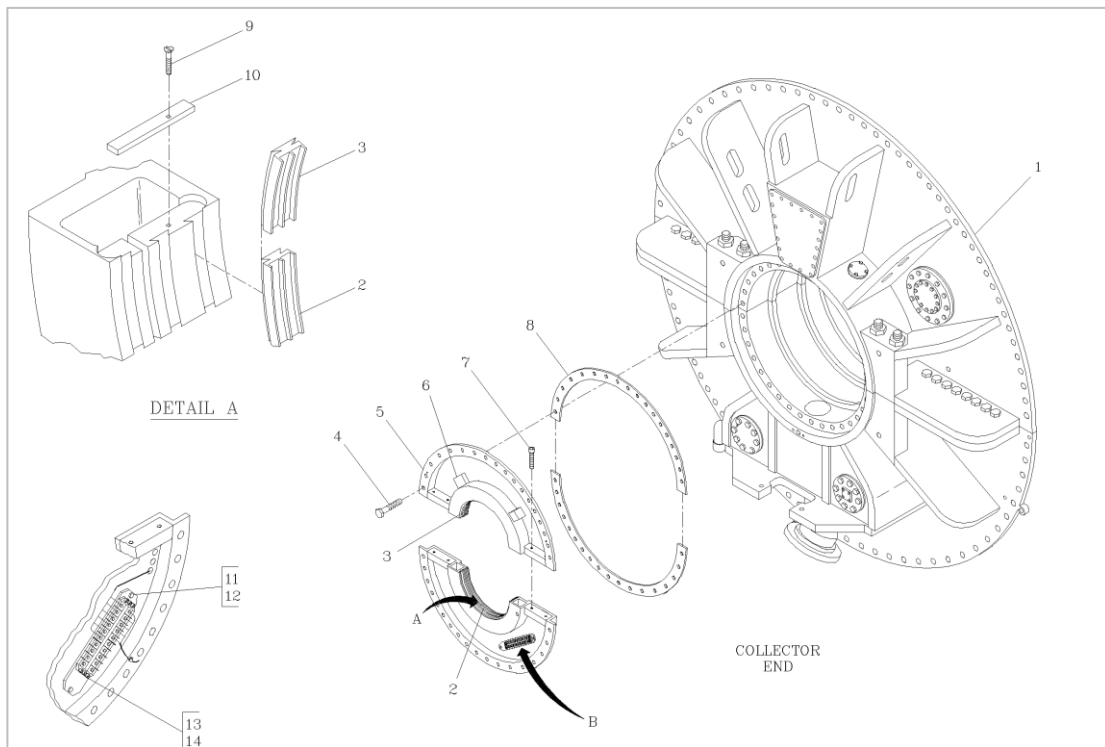
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION, Calculated Capability Curves. Curve No. 804090. p 4.

El Generador emplea un circuito cerrado de enfriamiento con hidrógeno. Este sistema de enfriamiento provee una manera segura de adicionar o remover

hidrógeno al Generador, manteniendo la presión de hidrógeno a 30 psig, monitoreando parámetros del sistema, suministrando las alarmas apropiadas, y secando el hidrógeno.

Ya que el extremo del eje del rotor del Generador enfriado con hidrógeno debe ser llevado hasta afuera del estrecho recinto de gas, se deben proveer formas de prevenir el escape de gas a lo largo del eje. Se suministran sellos con aceite presurizado a ambos extremos del Generador para este propósito.

Figura 16. Sellos del Generador Principal



SIEMENS WESTINGHOUSE POWER CORPORATION. Generator Renewal Parts, 2005. p28.

El aceite es suministrado a dos ranuras anulares en el anillo del sello. Desde estas ranuras, el aceite fluye en ambas vías axialmente a lo largo del eje a través de espacios de tolerancia y el diámetro interno del anillo del sello. Mientras la presión del aceite en la ranura circunferencial exceda la presión del gas en la máquina, el aceite fluirá hacia el lado de hidrógeno del sello y prevendrá el escape de hidrógeno del Generador. Los anillos de sello están montados de tal manera que son capaces de moverse radialmente con el eje pero están restringidos de girar por pasadores en la estructura de soporte. El aceite es alimentado a las ranuras a través de pasajes en el soporte de la estructura y el aceite que pasa los anillos de sello es capturado en cámaras en ambos lados de los sellos y drenados de nuevo al reservorio de aceite de lubricación de la GT a través del tanque de sello (loop seal tank).

6.2 BOMBAS DE ACEITE DE LUBRICACIÓN

Las dos bombas principales lubricación AC de GT proporcionan el flujo de aceite requerido para que los sellos del Generador mantengan el aceite de sello a una presión de seis (6) psig por encima de la presión de hidrógeno en el Generador durante operación normal de la GT. Cuando el sistema de lubricación es apagado, la bomba de reserva AC o la bomba de aceite de sellos DC son usadas para mantener esta presión de aceite de sello. Esta diferencial de presión es suficiente para mantener el sello contra una fuga de hidrógeno con mínimo flujo de aceite de lubricación. Es aconsejable mantener el flujo de aceite de sello tan bajo como sea posible para reducir la cantidad de aceite introducido al Generador del flujo de aceite de lubricación. Para mantener la diferencial de presión entre lado aceite y lado gas, la válvula PDCV-34602 de control diferencial es usada para mantener la presión de aceite de sello a 6 psig por encima de la presión de Hidrogeno en el Generador.

Normalmente, una bomba de lubricación AC está en operación mientras la Segunda se encuentra en stand-by. Las dos bombas de lubricación son bombas centrifugas (100 HP), verticales tipo sumidero, con capacidad de 100%, operadas con motor AC son instaladas para proporcionar flujo a través del sistema durante la operación normal de la turbina. Cada bomba tiene una capacidad de flujo de 700 gpm a una presión de descarga de 140 psig (9.6 bar). Las bombas reciben alimentación de 480-VAC desde el MCC de CT. La base de cada motor AC está montada directamente encima del reservorio, conectado al eje de la bomba por medio de un acople flexible. El eje de la bomba se extiende hacia abajo a través de la carcasa hasta su impulsor, el cual está sumergido cerca del fondo del reservorio. Cada rodamiento superior de la bomba es enfriado por flujo desde el distribuidor de aceite del rodamiento. Una bomba está normalmente operando con la opuesta en Stand-by alineada y lista para servicio. La bomba primaria es seleccionada desde el paquete eléctrico. Los interruptores de presión PS34101 y PS34102 en la descarga de la Bomba No. 1 y Bomba No. 2, respectivamente, causará que la bomba en Stand-by arranque automáticamente después que se observe una baja presión de descarga de 91 psig (6 bar) de la bomba operando. La descarga de las bombas de lubricación es monitoreada y mostrada en el Gabinete PS&G y en el cuarto de control.

6.3 BOMBAS DC Y AC DEL SISTEMA DE ACEITE DE SELLOS

La bomba de aceite de sello de emergencia DC se usa como respaldo en el caso de que las dos bombas AC de lubricación fallen en suministrar la presión necesaria para el aceite de sellos. Después que la bomba de aceite de sellos de emergencia DC ha estado arrancada por una hora, la turbina es disparada, la válvula de alimentación de hidrógeno es cerrada, y la válvula de venteo de hidrógeno es abierta. Durante períodos cuando la GT no está

siendo operada, la bomba de sellos de AC es usada para mantener presión de aceite de sello. Adicionalmente y paralela a la bomba de aceite de sellos DC, se tiene una bomba de aceite de sellos AC la cual solo se usa cuando hay paradas de planta y un generador diésel abastece de energía los sistemas auxiliares de la unidad turbina-generador.

6.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS

Las características de las bombas AC de Lubricación, AC de Sellos y DC de Sellos se presentan a continuación:

Tabla 5. Características bomba AC aceite de lubricación

TAG	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	
M-341-01	MOT-ELECT-25	Motor Bomba #1&2 AC Aceite de Lubricación	
SISTEMA	Aceite de Lubricación	DATOS TÉCNICOS	
LOCALIZACIÓN	Paquete Mecánico	Tensión Nominal [V]	460
TIPO DE EQUIPO	Motor Eléctrico	Corriente Nominal [A]	111
FABRICANTE	Reliance	Potencia [HP]	100
MODELO	P	Velocidad [RPM]	3550
TÉRMICO	FH91A	Factor de Potencia [%]	90.1
FECHA INSTALACIÓN		Fases	3
RODAMIENTO IB	60BC03J30X	Factor de Servicio	1.15
MARCA		Eficiencia Nominal [%]	93
RODAMIENTO OB	65BC03J30X	Temperatura Máxima de Operación [°F]	
MARCA		Temp. Ambiente Máx. [°F]	104

Tabla 6. Características bomba AC aceite de sellos

TAG	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	
M-346-04	MOT-ELECT-33	Motor Bomba AC Aceite de Sellos	
SISTEMA			
	Aceite Sellos Generador	DATOS TÉCNICOS	
LOCALIZACIÓN	Skid de Aceite Sellos	Tensión Nominal [V]	240/480
TIPO DE EQUIPO	Motor Eléctrico	Corriente Nominal [A]	3.6/1.8
FABRICANTE	Baldor	Potencia [HP]	1
MODELO	3516M	Velocidad [RPM]	1725
TÉRMICO	FH24	Factor de Potencia [%]	74
FECHA INSTALACIÓN		Fases	3
RODAMIENTO IB	Cojinete	Factor de Servicio	1
MARCA		Eficiencia Nominal [%]	77
RODAMIENTO OB	Cojinete	Temperatura Máxima de Operación [°F]	
MARCA		Temp. Ambiente Máx. [°F]	104

Tabla 7. Características bomba DC aceite de sellos

TAG	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	
M-346-01	MOT-ELECT-30	Motor Bomba DC Aceite de Sellos	
SISTEMA			
	Aceite Sellos Generador	DATOS TÉCNICOS	
LOCALIZACIÓN	Paquete Mecánico	Tensión Nominal [V]	125
TIPO DE EQUIPO	Motor Eléctrico	Corriente Nominal [A]	7.5
FABRICANTE	Reliance	Potencia [HP]	1
MODELO	TR	Velocidad [RPM]	1750
TÉRMICO	FH43	Factor de Potencia [%]	N/A
FECHA INSTALACIÓN		Fases	DC
RODAMIENTO IB	Cojinete	Factor de Servicio	1
MARCA		Eficiencia Nominal [%]	70
RODAMIENTO OB	Cojinete	Temperatura Máxima de Operación [°F]	
MARCA		Temperatura Ambiente Máxima [°F]	104

6.5 IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN

El primer paso para la implementación de la metodología es conocer la política de gestión de activos, la política de Celsia para la gestión de activos es:

“Gestionar y administrar los activos de Generación, Transmisión, Distribución y Comercialización de energía eléctrica y de los nuevos negocios de Celsia, orientados al logro del crecimiento de la organización según la estrategia enfocada al cliente y los objetivos organizacionales, ajustados a estándares nacionales o internacionales, con el fin de obtener su óptimo desempeño a través de su ciclo de vida, mediante un equilibrio entre los riesgos, costos, beneficios y oportunidades, generando valor sostenible para los grupos de interés.”

Los principios bajo los cuales se rige la política de gestión de activos son:

- Realizamos y optimizamos el ciclo de vida de los activos alineados con el ciclo PHVA, generando estrategias efectivas que garanticen la generación de valor requerida por los negocios.
- Orientamos el desarrollo humano y liderazgo hacia equipos de alto desempeño, desarrollando las competencias, habilidades y comportamientos en nuestros colaboradores y personal de terceros, soportados en los pilares de la cultura corporativa.
- Implementamos estrategias de salud y seguridad en el trabajo por medio del programa “Yo elijo cuidarme”, con miras a preservar la salud de nuestros colaboradores y personal de terceros.
- Gestionamos el conocimiento de los negocios apoyados en tecnologías y herramientas de gestión con la información requerida y confiable.
- Establecemos la estructura y mecanismos de comunicación, consulta y participación que faciliten la implementación efectiva de la política, estrategias, objetivos y planes de gestión de activos.

- Adoptamos un enfoque de toma de decisiones con oportunidad basado en el costo, riesgo, oportunidades y desempeño de los activos a lo largo de su ciclo de vida con indicadores que miden el desempeño de la Gestión de Activos.
- Implementamos procesos con los recursos requeridos, orientados a brindar excelentes productos y servicios al cliente final, dentro de un marco de cumplimiento normativo aplicable, con una gestión del riesgo y gestión para la conservación del medio ambiente y el entorno social y continuidad del negocio.
- Definimos, desarrollamos, revisamos, auditamos e introducimos, con espíritu innovador, nuevos métodos, prácticas y/o tecnologías maduras, comprometidos con la mejora continua en la Gestión de Activos y en el Sistema de Gestión de Activos, orientados al logro de los objetivos organizacionales establecidos.

El siguiente paso es la alineación de la política de Celsia S.A. E.S.P. con los objetivos del proceso de mantenimiento, estos objetivos son:

- Realizar las actividades de mantenimiento garantizando la seguridad y la integridad de las personas y de los equipos, aplicando las mejores prácticas del programa de seguridad de Celsia, "Yo Elijo Cuidarme".
- * Gestionar la formación del personal con entrenamientos, reentrenamientos y evaluaciones periódicas, con el fin de formar equipos altamente capacitados y de alto desempeño.
- Identificar y promover las condiciones mentales y físicas requeridas para el trabajo con énfasis en el autocuidado y el cuidado del otro.
- Realizar las labores de mantenimiento con buena energía aplicando los 4 pilares de cultura corporativos.
- Maximizar los impactos positivos y minimizar el impacto negativo al medio ambiente al ejecutar las actividades de mantenimiento.
- * Obtener el máximo desempeño de los activos a cargo a través de su ciclo de vida.

- * Optimización continúa de los planes de mantenimiento de acuerdo a la evaluación del desempeño y análisis costo/beneficio de los activos.
- * Ejecutar el plan de mantenimiento de una forma eficiente dentro de la planeación establecida y ajustarla concertadamente de acuerdo a evaluaciones y resultados.
- Desempeñar las labores de mantenimiento a los equipos de las plantas con altos estándares de calidad utilizando las mejores prácticas y procedimientos con el fin de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de generación.
- Ejecutar las actividades de mantenimiento bajo prácticas de trabajo seguro y sostenibles, cumpliendo con la normatividades, “Yo elijo cuidarme” y políticas organizacionales vigentes.
- * Gestionar el cambio de una manera planificada.
- Mantener un plan de calibración de equipos críticos de metrología con el fin de garantizar la calidad y el seguimiento a los diferentes procesos de generación.
- Verificar la adecuada utilización y mantenimiento de las herramientas y programar su recambio de tal forma que no retrasen la ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Implementar en su sitio de trabajo la metodología de las 5S (Clasificación, orden, limpieza, estandarización, disciplina).
- * Medir la gestión del mantenimiento a través de índices y tomar los correctivos necesarios cuando no se alcancen las metas.
- * Gestionar el riesgo desde el contexto, identificación, análisis, y evaluación.
- Promover una cultura de seguridad y de reporte abierto o confidencial.
- * Gestionar el presupuesto planeado y realizar un seguimiento adecuado para evitar gastos no programados.
- Optimizar los recursos racionalizando los gastos.
- Mantener el Sistema de información de mantenimiento actualizado y con información clara y confiable.

- * Realizar las actividades en pro de la innovación y la mejora continua.

Los puntos con asterisco (*) reflejan la alineación de la política de Gestión de Activos de Celsia con los objetivos del Proceso de Mantenimiento. Adicionalmente se desarrollan la misión y la visión de Mantenimiento:

Misión de Mantenimiento: Mantener la funcionalidad de los activos físicos y evaluar nuevas estrategias de mantenimiento para asegurar y dar respuesta a las necesidades del negocio, logrando un equilibrio entre los riesgos, costos, beneficios y oportunidades, bajo prácticas de trabajo seguro y sostenible para todos los grupos de interés.

Visión de Mantenimiento: La gestión del mantenimiento alcanzará un nivel de excelencia dentro de los próximos 5 años, enmarcado en los requerimientos de la gestión de activos.

Ya conociendo los objetivos de mantenimiento, los cuales se encuentran alineados con la política de gestión de activos se inició un plan para verificar el ciclo de vida de la bomba de aceite de lubricación que es primordial en el sello dinámico del generador principal de la planta Merilétrica.

Para la implementación de los 10 pasos acertados se tendrá en cuenta que es un equipo que ya se encuentra instalado en planta por lo cual se irá verificando cuales pasos aplican.

Para el paso de Fundación Acertada, no aplicaría la metodología pues el equipo ya se encuentra instalado en planta, sin embargo se verificará la matriz de criticidad de la bomba y se plantearán la disponibilidad, fiabilidad, tasa de fallos, mantenibilidad.

La bomba de aceite de lubricación está en el nivel de activo individual¹⁶, por lo cual es importante el análisis de criticidad y el costo de vida útil del activo. Para el análisis de criticidad se creó la matriz de criticidad que se muestra en

¹⁶ Ver capítulo 3: Activo individual, sistema de activos y cartera de activos

el Anexo B (se adjunta también archivo en Excel “MatrizCriticidad.xlsx”). Teniendo en cuenta que una falla en la bomba de aceite de lubricación cuando la unidad se encuentra generando energía generará que entre la bomba de lubricación de backup, que es una bomba igual a ella puesta en paralelo, sin embargo existe la posibilidad que el sistema no se recupere instantáneamente y se produzca un disparo de la turbina en la cual la bomba mantiene lubricados los cojinete esto puede generar pérdidas de hasta COP 1,000,000,000 en el momento en que se dispara y se deja de cumplir con la generación programada (Despacho); si la unidad se encuentra apagada la bomba estará realizando el sello del generador el cual utiliza hidrógeno para su enfriamiento, si se pierde el sello debería entrar la bomba de backup y si no entra, debería entrar la bomba DC de aceite de sellos, pero si no entra ninguna de ellas (evaluación de riesgos) se empezaría a perder el hidrógeno del generador, cuando el porcentaje de hidrógeno en espacios cerrados está entre 30%y 70% el hidrógeno se torna altamente explosivo, entonces la pérdida del sello del generador puede derivar en una explosión que puede afectar al personal de planta y a la pérdida del activo, lo cual dejaría indisponible la unidad de generación, en este punto las pérdidas serían muchas más altas que COP 1,000,000,000 y todo dependería del tiempo de reparación del generador, o la reposición del mismo. Con base en la información anterior y en la matriz del Anexo B, podemos decir que la bomba de lubricación es un activo de criticidad alta. La disponibilidad de ésta bomba debe ser mayor al 90%.

Para la fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad se buscó dentro de los indicadores para tomar el dato actual como dato inicial, sin embargo se encontró que no se llevan indicadores de la MTBF (Mean Time Between Failures) ni de MTTR(Mean Time to Repair). Se realiza una búsqueda en la base de datos del sistema de información de gestión del mantenimiento (SAP) de las últimas fallas del equipo pero no se encuentran fallas en los últimos 5 años, debido a la criticidad de la bomba se realiza un

mantenimiento predictivo (vibraciones y termografía) periódico y con base en los resultados se programa el mantenimiento preventivo, los datos entonces para ésta bomba son:

- Fiabilidad: 1
- Mantenibilidad: 0
- Disponibilidad: 1

El costo del ciclo de vida se calcula con el valor actual de la bomba, más las horas que le quedan de vida basados en el manual del fabricante, más los costos por mantenimiento, más los costos por consumo de energía, se debe tener en cuenta la depreciación de la bomba. Las características de la bomba y el stock de repuestos se muestran en el Anexo C. La interacción con el proceso de compras, en Celsia conocido como Abastecimiento Estratégico, es la entrega de la jerarquía técnica de los sistemas de activos, la siguiente gráfica muestra esa jerarquía:

Figura 17. Jerarquía objetos técnicos, bomba AC y DC aceite de sellos

Ubic.téc.	MR	Válido de	17.08.2017
Denominación	CENTRAL TERMICA MERIELECTRICA		
MR	CENTRAL TERMICA MERIELECTRICA		
MR00	EQUIPOS Y EDIFICACIONES COMUNES		
MR01	UNIDAD MERIELECTRICA 1		
MR01=G01	SISTEMA DE TURBINA DE GAS Y AUXILIARES		
MR01=G01 AB	SISTEMA APANTALLAMIENTO Y PUESTA TIERRA		
MR01=G01 BB	SISTEMA ALIMENTACION AUX MEDIA TENSION		
MR01=G01 BF	SISTEMA ELECTRICO AUX 120/240 V ECONOPAC		
MR01=G01 BH	SISTEMA DE ALIMENTACION AUXILIARES 480 V		
MR01=G01 BM	SISTEMAS EMERGENCIA BAJA TENSION		
MR01=G01 BU	SISTEMA ELECTRICO AUXILIAR DC		
MR01=G01 HN	CHIMENEA TURBINA DE COMBUSTION		
MR01=G01 MB	SISTEMA TURBINA DE GAS		
MR01=G01 MK	SISTEMA GENERADOR TURBINA COMBUSTION		
MR01=G01 MKA	GENERADOR TURBINA COMBUSTION		
MR01=G01 MKC	EXCITATRIZ DEL GENERADOR		
MR01=G01 MKD	COJINETES DEL GENERADOR		
MR01=G01 MKE	SISTEMA ENFRIAMIENTO SECUND (GLYCOL) GEN		
MR01=G01 MKG	SISTEMA ENFRIAMIENTO PRIMARIO (H2) GEN		
MR01=G01 MKW	SISTEMA ACEITE DE SELLO GENERADOR		
1000010456	BOMBA DC DE ACEITE DE SELLOS		
1000011116	MOTOR BOMBA DC ACEITE DE SELLOS		
1000010457	INT. PRESION BOMBA DC ACEITE SELLOS		
1000010458	BOMBA AC DE ACEITE DE SELLOS		
1000011117	MOTOR BOMBA AC ACEITE DE SELLOS		

Fuente: Interface tomada directamente del CMMS.

En el Diseño Acertado se verificó cuál era la función de la bomba de bomba de lubricación, conociendo los índices de disponibilidad, mantenibilidad y fiabilidad, los cuales son perfectos por así decirlo; se hizo una revisión en planos del sistema y revisaron los manuales de comisionamiento con el fin de encontrar cómo mejorar ya no los indicadores sino el proceso en sí.

Para el caso de Merilétrica se comentó anteriormente que es una planta de energía que permanece apagada, y que recibe dinero por estar disponible para el sistema interconectado nacional con un cargo llamado cargo por confiabilidad y cuando entra a generar energía de acuerdo a los precios de bolsa o a requerimientos de seguridad del sistema. Con base en esto y teniendo en cuenta que la bomba de lubricación es una bomba de 100 caballos, la cual consume aproximadamente 1.450 MW de energía al día, se pensó en la posibilidad de bajar este consumo de energía.

Para bajar éste consumo es necesario el uso de una bomba más pequeña que cumpla las mismas funciones que cumple la bomba de lubricación. Hay que tener en cuenta que cuando la unidad se encuentra apagada, la bomba de lubricación sólo está manteniendo el sello dinámico en el generador principal.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se propuso usar la bomba AC de sellos como alternativa, ésta bomba es una bomba de 1 HP que sólo consume 0.75 kW por hora, con lo cual se podría disminuir considerablemente el consumo de energía de la central térmica, adicionalmente las horas de uso de la bomba de lubricación bajarían lo cual puede aumentar el ciclo de vida de la misma, y la periodicidad de los mantenimientos puede ser menor, esto ayudaría a bajar el costo del ciclo de vida del activo.

Para realizar ésta propuesta se realizó un análisis de riesgos por las posibles implicaciones que pudiera tener el uso de ésta bomba AC de sellos, el análisis de riesgo se realizó teniendo en cuenta la “Política de Gestión del Riesgo” de Celsia S.A. E.S.P. que se encuentra en el Anexo D.

Dentro de los riesgos operativos se tiene la capacidad de la bomba, pero debido a que el propósito es usar la bomba AC de sellos cuando la unidad no se encuentre despachada, la turbina no necesitaría lubricación pues no va a estar funcionando, por lo cual éste no sería un inconveniente. Otro riesgo operativo es que el eje de la turbina no puede permanecer estático pues se pandeará y cuando la turbina se prenda las vibraciones serán altas y el conjunto turbogenerador se disparará, esto genera entonces un riesgo financiero pues no se podría generar energía causándose multas por indisponibilidad de la planta. El eje de la turbina, de acuerdo con boletines informativos del fabricante, pide girar el eje 180 grados cada 12 horas, en éste caso se energiza la bomba de lubricación y luego de 15 minutos de energizada, tiempo suficiente para que el aceite haya llegado a todas las cavidades de los rodamientos del eje de la turbina, se realiza el giro del eje 180 grados, luego se apaga la bomba de lubricación y se pone en servicio la bomba AC de sellos.

Como lo dice la metodología en el paso 2, Diseño Acertado, se realizaron procedimientos para el movimiento del eje de la turbina, el Anexo E contiene los procedimientos para la rotación diaria del eje de la turbina, la puesta en servicio de la bomba AC de sellos, puesta en servicio de la bomba de aceite de lubricación. Dentro del paso 2 debe haber una fuerte interacción con el proceso de Operaciones y éste se evidencia en la realización de los instructivos para la operación de los equipos mencionados anteriormente.

La Fuente Acertada está asociada directamente con el proceso de Abastecimiento Estratégico pues es a ellos a quien se debe referir las características de los equipos a comprar. Para interactuar con el proceso de Abastecimiento Estratégico se usa un formato donde se anotan todas las características los activos individuales a que se quieren comprar. El formato para listar los requerimientos de activos individuales se presenta en la tabla 8.

En el Anexo F se adjuntan todas las pestañas del documento donde se especifica la codificación y el significado para cada uno de los campos de la tabla 8.

Tabla 8. Requerimiento de activo individual

Ramo (CHAR) (1)	Tipo Material	Centro	Almacén	Nombre				Und. Medida Base	Nro. Antiguo del material	Grupo Articulo	Jerarquia de productos
RMMG1-MBRSH	RMMG1-MTART	RMMG1-WERKS	RMMG1-LGORT	MAKT-MAKTX				MARA-MEINS	MARA-BISMT	MARA-MATKL	MARA-PRDHA
Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio				Obligatorio	Opcional	Obligatorio	Obligatorio
Datos adicionales				Perfil Indicador MP	Documento (Cod.Plano)	Relevante Medio ambiente	Clase Material	Marca	Número de serie	Verificación de disponibilidad	Unid. Medida de Pedido (CHAR) (3)
DRAW-DOKAR				MARA-PROFL	MARA-ZEINR	MARA-KZUMW				MARC-MTVFP	MARA-BSTME
Opcional				Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Obligatorio	Opcional
Grupo de Compras	Iden. impuesto.mat (0-1) (CHAR) (1)	Parte Critica	Número pieza fabricante	Fabricante	Sujeto a Lote (CHAR) (1)	Caract. Planific. (CHAR) (2)	Punto de Pedido	Planificador de Necesidades	Tiempo de tratamiento de EM	Plazo de Entrega Previsto (DEC) (3)	
MARC-EKGRP	MG03STEU MM-TAXM	MARC-KZKRI	MARA-MFRPN	MARA-MFRNR	MARA-XCHPF	MARC-DISMM	MARC-MINBE	DISPO	MARC-WEBAZ	MARC-PLUFZ	
Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Opcional	Obligatorio	
Verificación de Disponibilidad (CHAR) (2)	Ubicación (WM)(CHAR) (10)	Condición de almacenaje	Perfil número de serie	Utilización de número de serie	Centro de Beneficio	Tipo de Valoración	Clase de Valoracion	Categoría de Valoración	Control de Precios (S-V) (CHAR) (1)	Precio (NUM)(11,2)	
MARC-MTVFP	MARD-LGPBE	MARA-RAUBE	MARC-SERNP	MARA-SERLV	MARC-PRCTR	MBEW-BWTTY	RMMG1-BWTAR	MBEW-BKLAS	MBEW-VPRSV	MBEW-VERPR	
Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Opcional	Opcional	Obligatorio	Opcional	Opcional	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	

Fuente: Formato interno de Celsia S.A. ES.P.

Para los pasos Construcción Acertada e Instalación Acertada se utilizó la construcción actual, en este caso no aplica los pasos 4 y 5.

En el caso de la Operación Acertada a pesar de que no se trata de operar la turbina ni el generador para la producción de energía, se trata de operar correctamente un activo que generará ganancias incluso cuando la unidad se encuentra apagada, pues bajará el consumo de energía realizando con una configuración diferente pero eficiente el sello dinámico en el generador principal.

En éste punto se usaron los instructivos y procedimientos del Anexo E, pero adicionalmente y teniendo en cuenta que se necesita realizar pruebas de los equipos que van a estar apagados debido a que ahora una bomba más pequeña realizará el trabajo, se deben realizar las siguientes acciones:

- Una prueba de funcionamiento de las bombas AC de lubricación
- Una prueba de funcionamiento de la bomba DC de sellos
- Una inspección visual programada de la bomba de lubricación y el sistema que la contiene, en éste caso el sistema de aceite de lubricación.
- Una inspección visual programada de la bomba AC de sellos y el sistema que la contiene que es el sistema de aceite de sellos.

El anexo E, muestra las pruebas de funcionamiento y las inspecciones de los sistemas mencionados anteriormente.

Con respecto al reporte que el Proceso de Operaciones entrega sobre la producción del día se pudo evidenciar que el uso de la bomba redujo el consumo de energía significativamente, a continuación se muestra el reporte diario de gerencia antes y después de la implementación del uso de la bomba AC de aceite de sellos.

Tabla 9. Reporte Diario de Gerencia antes de implementación

Fecha 28-feb-17

GENERACIÓN ELÉCTRICA	Día	Mes	Año
Generación Neta [MW]	0.00	1,057.52	1,057.52
Generación Bruta [MW]	0.00	1,067.80	1,067.80
Consumo de Gas [MBTU]	0.00	12,159.92	12,159.92
MVARS Exportados [MVARS]	0.00	0.00	0.00
MVARS Importados [MVARS]	11.52	322.56	679.68
Generación Neta Comercial [MW]	0.00	1,057.52	1,057.52
Energía Programada XM [MW]	0.00	0.00	0.00
Energía Reprogramada XM [MW]	0.00	1,076.00	1,076.00
Desviaciones [MW]	0.00	36.00	36.00
Energía Importada XM [MW]	5.22	147.90	312.74
Motor de Arranque [kW]	0	522	522
Consumo Econopac [MW]	1.65	50.32	104.40
Consumo BOP [MW]	1.32	29.87	29.87
Factor de Servicio [%]	0.00%	1.05%	0.50%
Factor de Planta [%]	0.00%	0.94%	0.45%
Disponibilidad IEEE [%]	100.00%	100.00%	100.00%
Heat Rate HHV	0.00	11,344.45	11,344.45
Heat Rate LHV	0.00	10,216.70	10,216.70

Tabla 10. Reporte Diario de Gerencia después de implementación

Fecha 14-ago-17

GENERACIÓN ELÉCTRICA	Día	Mes	Año
Generación Neta [MW]	0.00	0.00	3,082.16
Generación Bruta [MW]	0.00	0.00	3,475.80
Consumo de Gas [MBTU]	0.00	0.00	36,200.62
MVARS Exportados [MVARS]	0.00	0.00	186.48
MVARS Importados [MVARS]	12.00	164.96	2,530.08
Generación Neta Comercial [MW]	0.00	0.00	3,081.52
Energía Programada XM [MW]	0.00	0.00	1,076.00
Energía Reprogramada XM [MW]	0.00	0.00	2,000.00
Desviaciones [MW]	0.00	0.00	36.00
Energía Importada XM [MW]	5.44	69.76	1,269.41
Motor de Arranque [kW]	0	0	3,226
Consumo Econopac [MW]	0.60	10.86	362.36
Consumo BOP [MW]	1.09	15.34	279.44
Factor de Servicio [%]	0.00%	0.00%	0.42%
Factor de Planta [%]	0.00%	0.00%	0.34%
Disponibilidad IEEE [%]	100.00%	100.00%	100.00%
Heat Rate HHV	0.00	0.00	10,375.39
Heat Rate LHV	0.00	0.00	9,343.96

Como se observa el consumo de energía-día pasó de 1.65 MW a 0.60 MW.

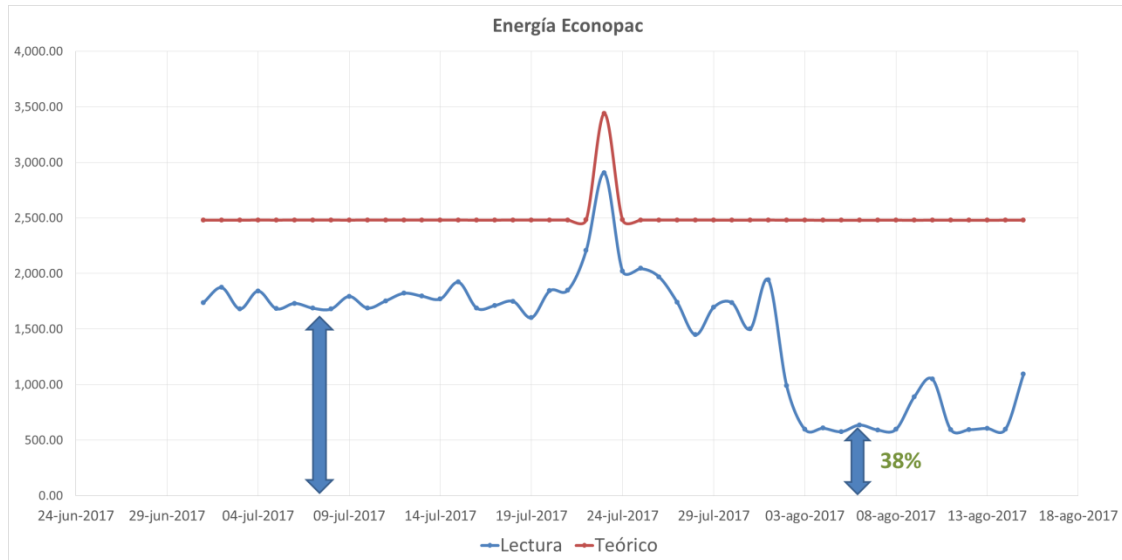
La tabla 11 muestra los consumos antes y después de la implementación contrastando los valores contra una fórmula teórica, esta fórmula teórica es una línea base del consumo de energía de los sistemas auxiliares la cual fue creada a partir de una dispersión de datos de años anteriores.

Tabla 11. Tabla de consumo de energías antes y después de la implementación

Julio	MW	Lectura kW/h	Teórico kW/h	Agosto	MW	Lectura kW/h	Teórico kW/h
01-jul-2017	5.76	1,738.00	2,480.83	01-ago-2017	6.24	1,941.00	2,481.36
02-jul-2017	5.92	1,873.00	2,481.01	02-ago-2017	5.12	991.00	2,480.13
03-jul-2017	5.28	1,681.00	2,480.31	03-ago-2017	5.28	597.00	2,480.31
04-jul-2017	6.24	1,842.00	2,481.36	04-ago-2017	4.80	607.00	2,479.78
05-jul-2017	5.76	1,683.00	2,480.83	05-ago-2017	4.64	576.00	2,479.60
06-jul-2017	6.24	1,731.00	2,481.36	06-ago-2017	4.16	636.00	2,479.07
07-jul-2017	6.08	1,688.00	2,481.18	07-ago-2017	4.96	591.00	2,479.95
08-jul-2017	6.08	1,680.00	2,481.18	08-ago-2017	5.28	597.00	2,480.31
09-jul-2017	5.76	1,794.00	2,480.83	09-ago-2017	4.64	888.00	2,479.60
10-jul-2017	6.24	1,689.00	2,481.36	10-ago-2017	5.44	1,049.00	2,480.48
11-jul-2017	6.08	1,753.00	2,481.18	11-ago-2017	4.96	595.00	2,479.95
12-jul-2017	6.08	1,822.00	2,481.18	12-ago-2017	4.64	593.00	2,479.60
13-jul-2017	6.24	1,796.00	2,481.36	13-ago-2017	4.16	606.00	2,479.07
14-jul-2017	6.24	1,771.00	2,481.36	14-ago-2017	5.44	596.00	2,480.48
15-jul-2017	6.24	1,922.00	2,481.36	15-ago-2017	5.60	1,094.00	2,480.66
16-jul-2017	5.44	1,688.00	2,480.48				
17-jul-2017	5.76	1,712.00	2,480.83				
18-jul-2017	6.24	1,749.00	2,481.36				
19-jul-2017	6.24	1,602.00	2,481.36				
20-jul-2017	6.40	1,844.00	2,481.54				
21-jul-2017	6.40	1,850.00	2,481.54				
22-jul-2017	7.20	2,206.00	2,482.42				
23-jul-2017	952.00	2,904.00	3,440.13				
24-jul-2017	6.88	2,020.00	2,482.06				
25-jul-2017	6.56	2,045.00	2,481.71				
26-jul-2017	6.56	1,970.00	2,481.71				
27-jul-2017	6.56	1,740.00	2,481.71				
28-jul-2017	6.08	1,448.00	2,481.18				
29-jul-2017	5.92	1,696.00	2,481.01				
30-jul-2017	5.28	1,737.00	2,480.31				
31-jul-2017	5.92	1,500.00	2,481.01				
	1,135.68	56,174.00	77,877.08		75.36	11,957.00	37,200.36

El consumo de energía se redujo en un 38% aproximadamente, la gráfica siguiente muestra los consumos antes y después de la implementación:

Figura 18. Consumos de energía



Con respecto a los costos del ciclo de vida de las bombas AC de lubricación y AC de sellos se puede decir:

La bomba AC de lubricación va a trabajar, cuando no haya despacho de la unidad, los días martes 4 horas-día, (se deja rotar el eje esas cuatro horas con el fin de que se redistribuyan las cargas estáticas y evitar un pandeo del mismo); el resto de días 30 minutos-día, cuando antes trabajaba 24 horas-día todos los días; entonces los costos de mantenimiento se reducirán por la disminución en las horas de trabajo de la bomba y alargará el ciclo de vida de la bomba. Adicionalmente como la bomba va a trabajar menos tiempo el consumo de energía va a ser menor. Todo esto sumó para bajar los costos del ciclo de vida de la bomba.

Debido a que la bomba AC de sellos es muy pequeña en comparación con la bomba AC de lubricación, los consumos de energía difieren en un factor de 1/100, esto aunque va a incrementar el costo del ciclo de vida de la bomba AC de sellos, no es significativo con el ahorro en el costo del ciclo de vida de la bomba AC de lubricación. En cuanto al mantenimiento de la bomba AC de sellos los repuestos de ésta serán más baratos con lo cual también a pesar que ayuda a incrementar el costo de vida de la bomba AC de sellos no es comparable con los costos de mantenimiento de la bomba AC de lubricación.

El mantenimiento predictivo y el análisis de condición de los equipos son parte fundamental en el Mantenimiento Acertado. Como se dijo anteriormente la estrategia de mantenimiento de las bombas AC de lubricación y sellos ha sido la toma de vibraciones y termografía a intervalos periódicos de tiempo, de acuerdo a los conceptos de mantenimiento predictivo, estos informes deberían arrojar además del concepto técnico la posible falla, una predicción de la probabilidad de falla del equipo, sin embargo estos conceptos no son emitidos en los informes de vibraciones y termografía; con la ayuda de estos históricos de informes se podría determinar los tiempos de falla de las bombas y mejorar el plan de mantenimiento reduciendo de los costos por mantenimiento ayudando a su vez a reducir el cotos del ciclo de vida de las bombas. El Anexo H muestra el análisis de vibraciones de las dos bombas.

Con respecto a los indicadores del Proceso de Mantenimiento en Meriléctrica actualmente se tienen:

Cumplimiento del mantenimiento preventivo: El indicador busca verificar la ejecución del plan de mantenimiento con el fin de asegurar la confiabilidad de los equipos de la planta. El indicador está dado por:

$$(OMPF/(OMPF+OMPP)) \times 100 \quad [\%]$$

Donde,

OMPF: Número de órdenes de mantenimiento (OM) preventivo finalizadas en lo corrido del año.

OMPP: Número de OM preventivo pendientes al finalizar el periodo evaluado, considerando las prioridades de éstas. Incluye órdenes abiertas y liberadas.

Cumplimiento de órdenes pendientes: El indicador busca minimizar el número de órdenes pendientes y tomar acciones que permitan agilizar su ejecución. El indicador está dado por:

$$(OMF/(OMF+OMP)) X 100 \quad [\%]$$

OMF: Número de órdenes de mantenimiento (OM) preventivo y correctivo finalizadas en el mes evaluado.

OMP: Número de OM preventivo y correctivo pendientes al finalizar el mes evaluado, considerando las prioridades de éstas. Incluye órdenes abiertas y liberadas.

Cumplimiento de avisos recibidos: Este indicador tiene por objetivo verificar el tratamiento y/o cierre de los avisos de averías y solicitudes de mantenimiento preventivo con el fin de evitar que afecten la disponibilidad de los equipos de generación, el indicador está dado por:

$$(1-ANT/(AGM+APMA))X 100 \quad [\%]$$

ANT: Número de Avisos No Tratados a fin de mes o, para los avisos generados en los últimos cinco días del mes evaluado, antes del sexto día del nuevo mes.

AGM: Número de Avisos Generados en el Mes.

APMA: Número de Avisos Pendientes de Meses Anteriores.

Adicionalmente se proponen indicadores asociados con la gestión del mantenimiento, estos indicadores son los mencionados en el capítulo 4, a continuación se presentan éstos indicadores:

Nivel 1:

$$E1 \quad \frac{\text{Coste total del mantenimiento}}{\text{Valor de sustitución de los activos}}$$

$$E2 \quad \frac{\text{Coste total del mantenimiento}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$E5 \quad \frac{\text{Coste total del mantenimiento} + \text{Costes de indisponibilidad ligados al mantenimiento}}{\text{Cantidad producida}}$$

Nivel 2:

$$E8 \quad \frac{\text{Coste total del personal interno empleado en mantenimiento}}{\text{Coste total del mantenimiento}}$$

$$E14 \quad \frac{\text{Coste total de mantenimiento}}{\text{Energía total utilizada}}$$

Con base en el indicador E14 y teniendo en cuenta el análisis realizado en la página 95, “Debido a que la bomba AC de sellos es muy pequeña en comparación con la bomba AC de lubricación, los consumos de energía

difieren en un factor de 1/100", y que los costos del mantenimiento bajan en un 10%, se tiene para bomba AC de lubricación:

$$E_c = 0.01E_c$$

$$m = 0.9M$$

$$\frac{E_{14 \text{ después}}}{E_{14 \text{ antes}}} \times 100 = \frac{\frac{m}{0.01E_c}}{\frac{M}{E_c}} = \frac{0.9M}{0.01M} = 90$$

Donde,

E_c: Energía consumida por la bomba

M: Mantenimiento antes de la implementación

m: Mantenimiento luego de la implementación

Este indicador muestra que la razón de los costos de mantenimiento y la energía consumida para la bomba AC de aceite de lubricación se puede mejorar en una razón de 90.

Para el Mejoramiento Acertado se presentó un diagrama esquemático donde se muestra las actividades del proceso de mantenimiento en diagramas de bloques y teniendo en cuenta el ciclo PHVA, adicionalmente se incorpora a las diferentes actividades su interacción con los demás procesos de la compañía.

Figura 19. Diagrama esquemático de las actividades de Mantenimiento

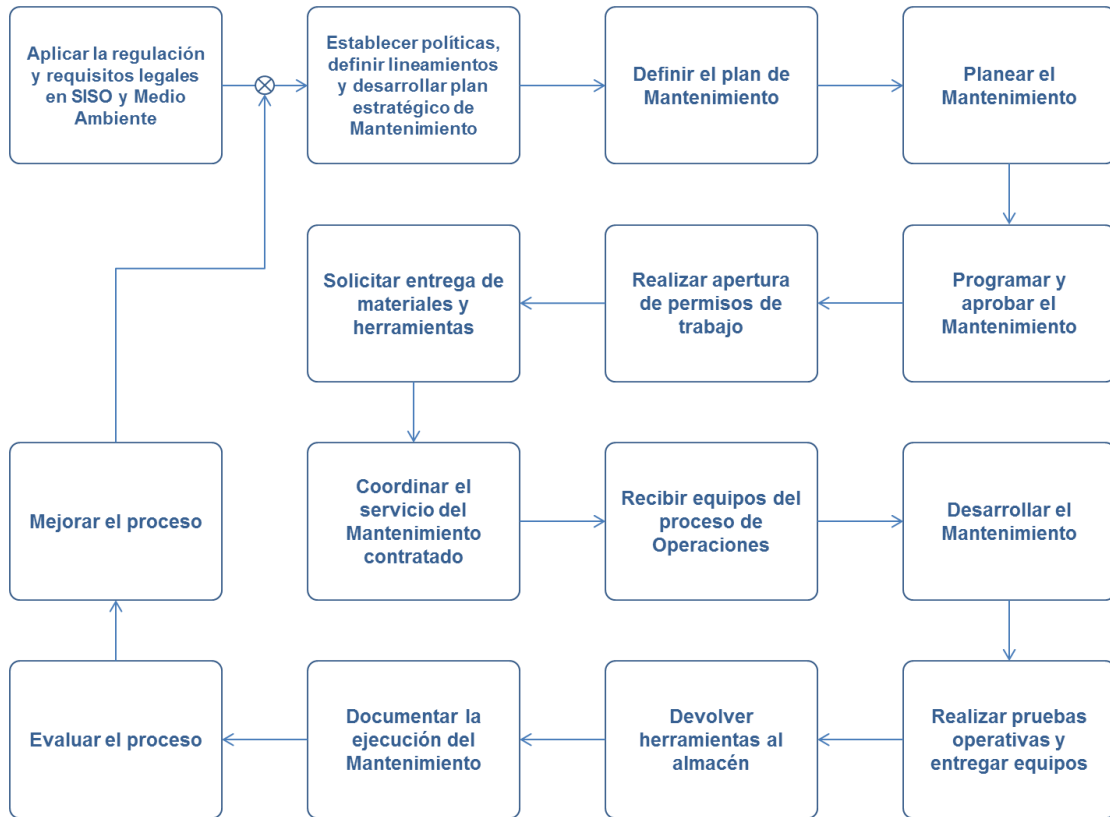


Figura 20. Entradas y salidas de las actividades de Mantenimiento I

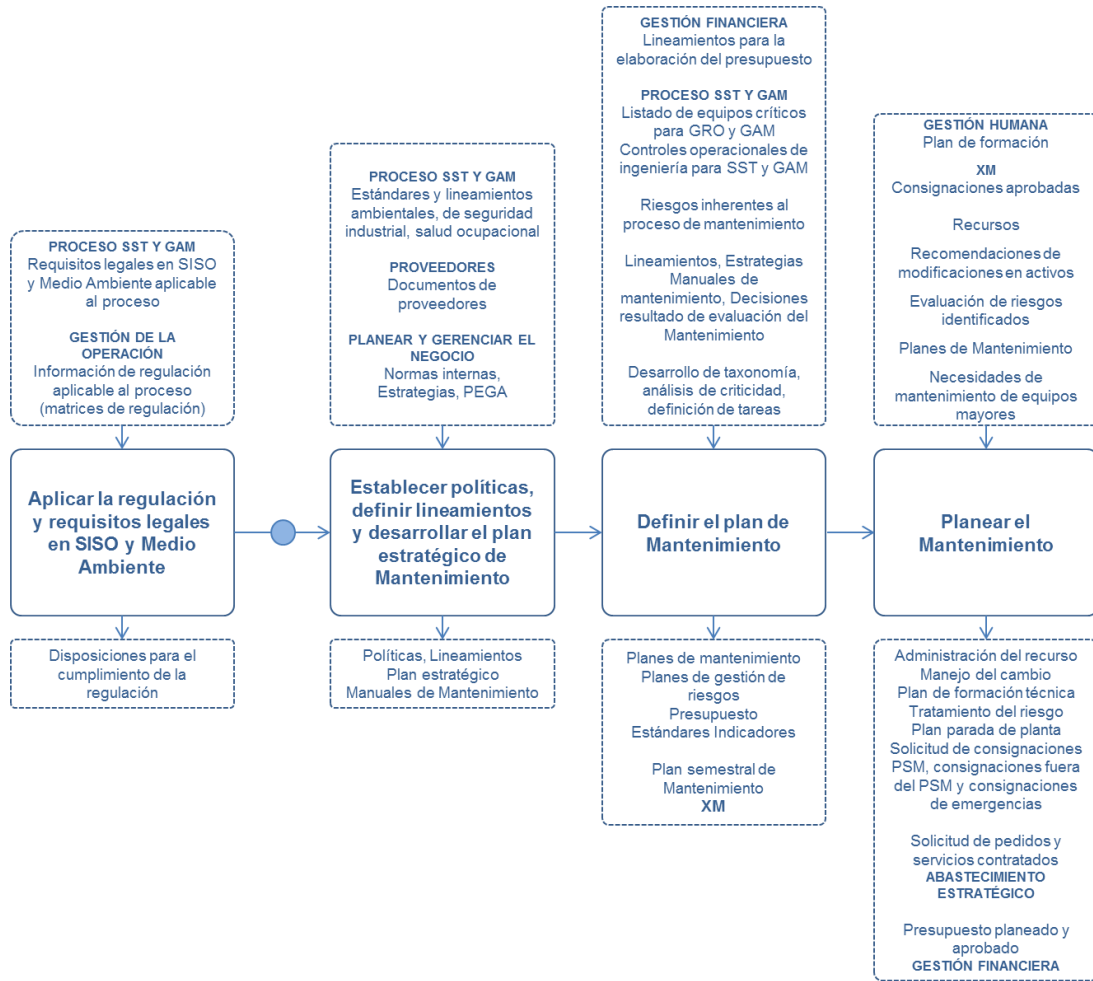


Figura 21. Entradas y salidas de las actividades de Mantenimiento II

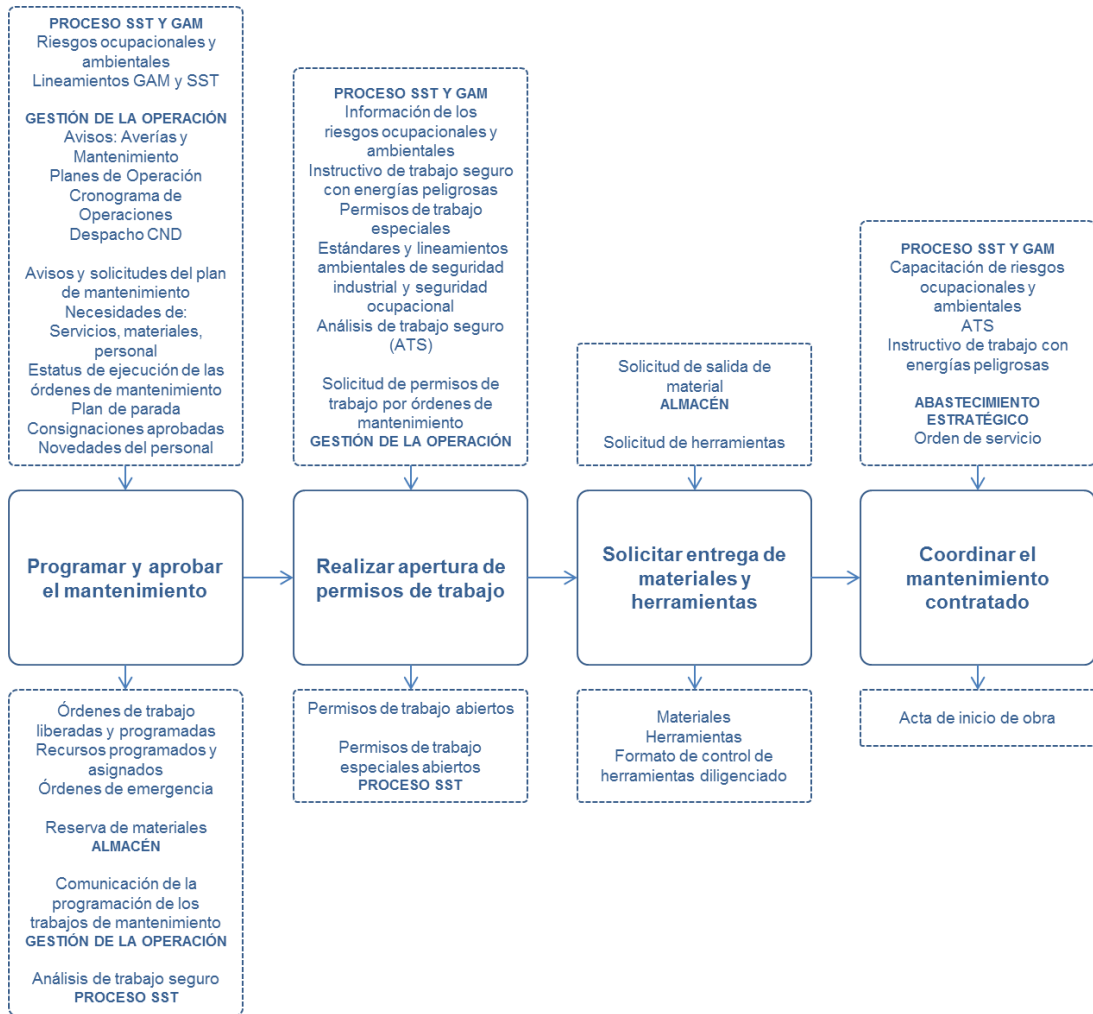


Figura 22. Entradas y salidas de las actividades de Mantenimiento III

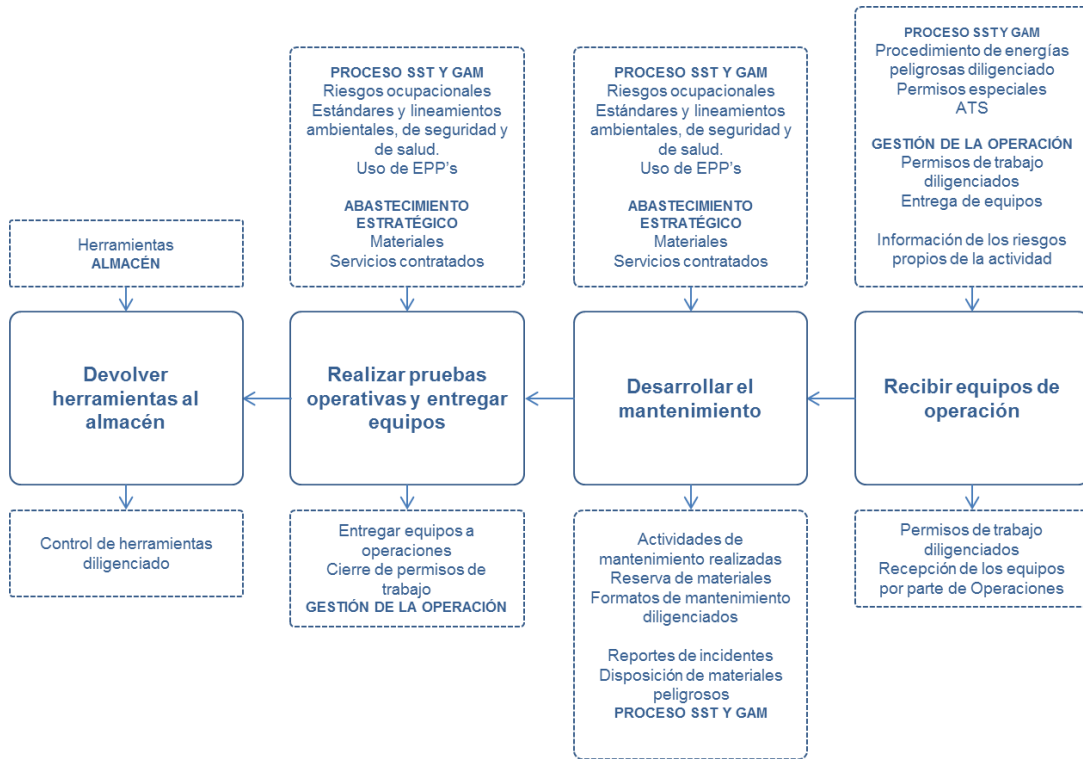


Figura 23. Entradas y salidas de las actividades de Mantenimiento IV

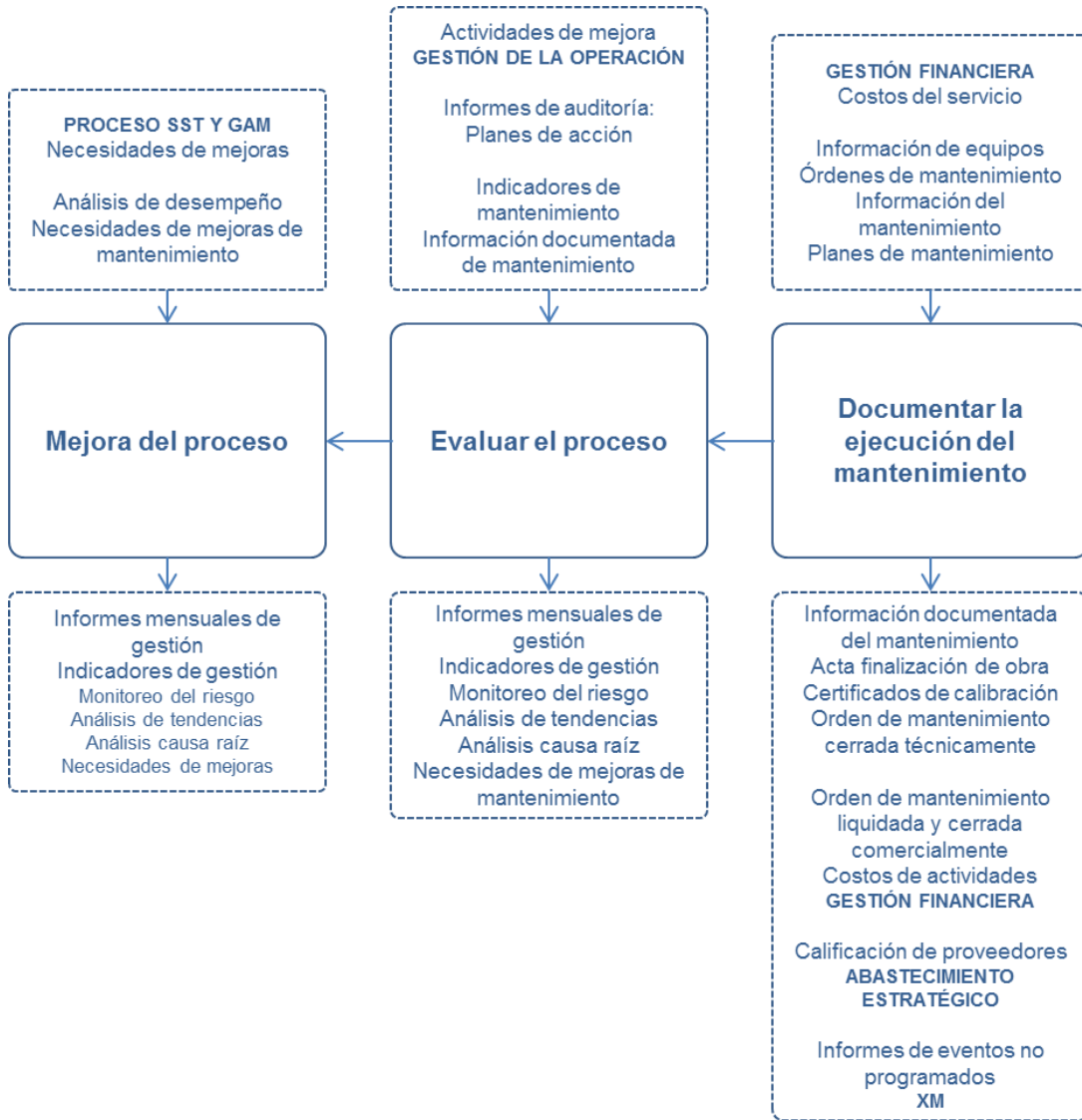
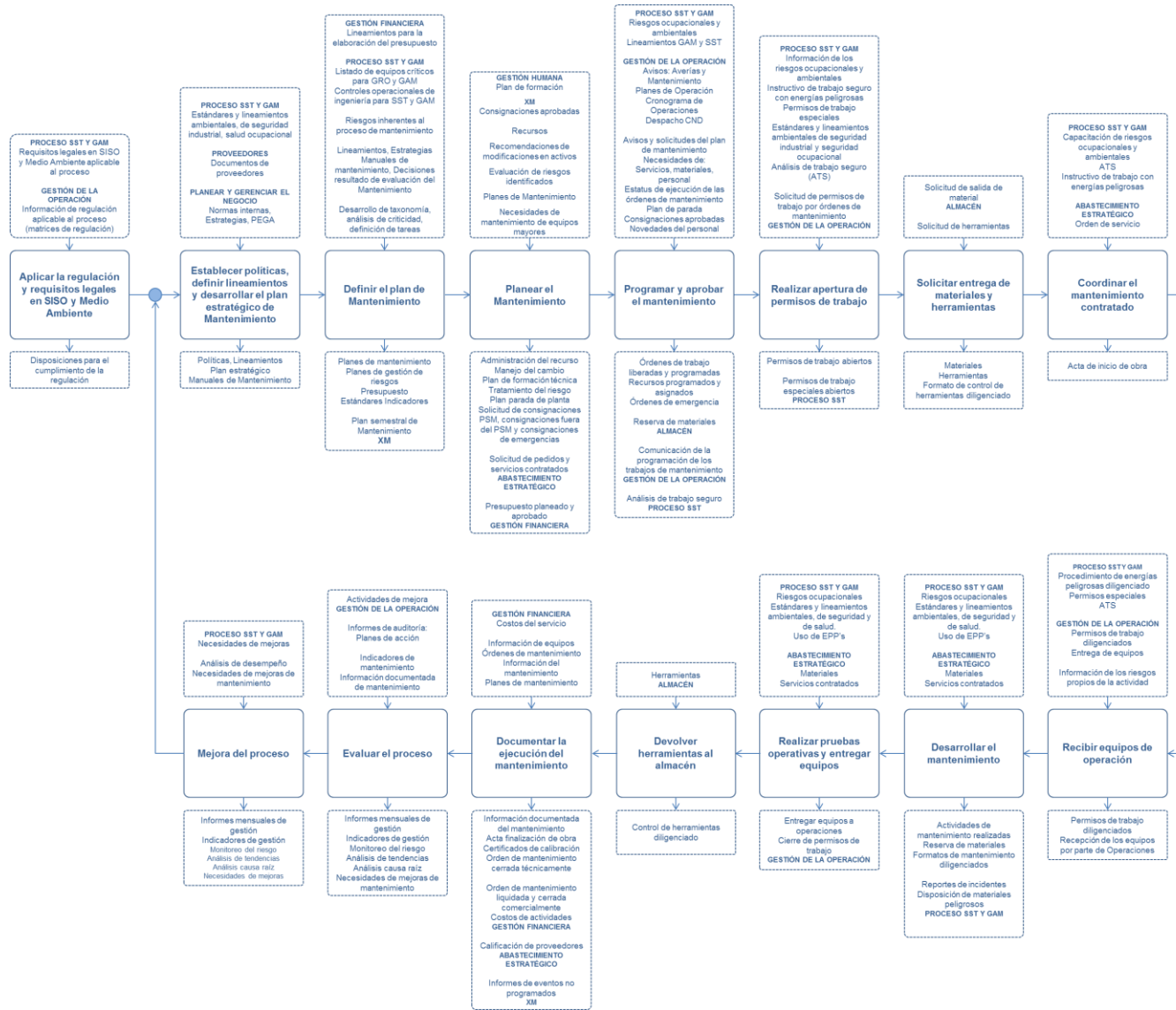


Figura 24. Caracterización del proceso de mantenimiento



Con respecto al Desacople Acertado, en este caso no aplica debido a que ningún activo se dio de baja durante la implementación de la metodología. Sin embargo para la disposición de los activos se debe realizar un análisis del activo que se va a dar de baja dejando por escrito los porqués que llevaron a dar de baja el activo, luego de realizar el análisis se debe buscar el equipo en SAP para darlo de baja en el sistema. De acuerdo al tipo de activo a dar de baja se debe recolectar con el contratista que disponga el activo los registros de disposición final pertinentes, adicionalmente se asigna al proceso de Medio Ambiente para verificar la disposición final del activo, el siguiente formato es una muestra para dar de baja un activo:

Tabla 12. Formato para dar de baja un activo

Activos para dar de baja								
Activo	Marca	Modelo	Serie	# SAP	Cantidad	# Embalaje	Foto	Registros de disposición final

La Administración Acertada para este ejercicio se centra en el equipo de trabajo que se necesita para las actividades a realizar para las bombas AC de lubricación y AC y DC de sellos.

Como se dijo anteriormente por la criticidad de estas bombas se realiza un mantenimiento periódico de vibraciones y termografía que dan como resultado el cambio o no de piezas en las bombas.

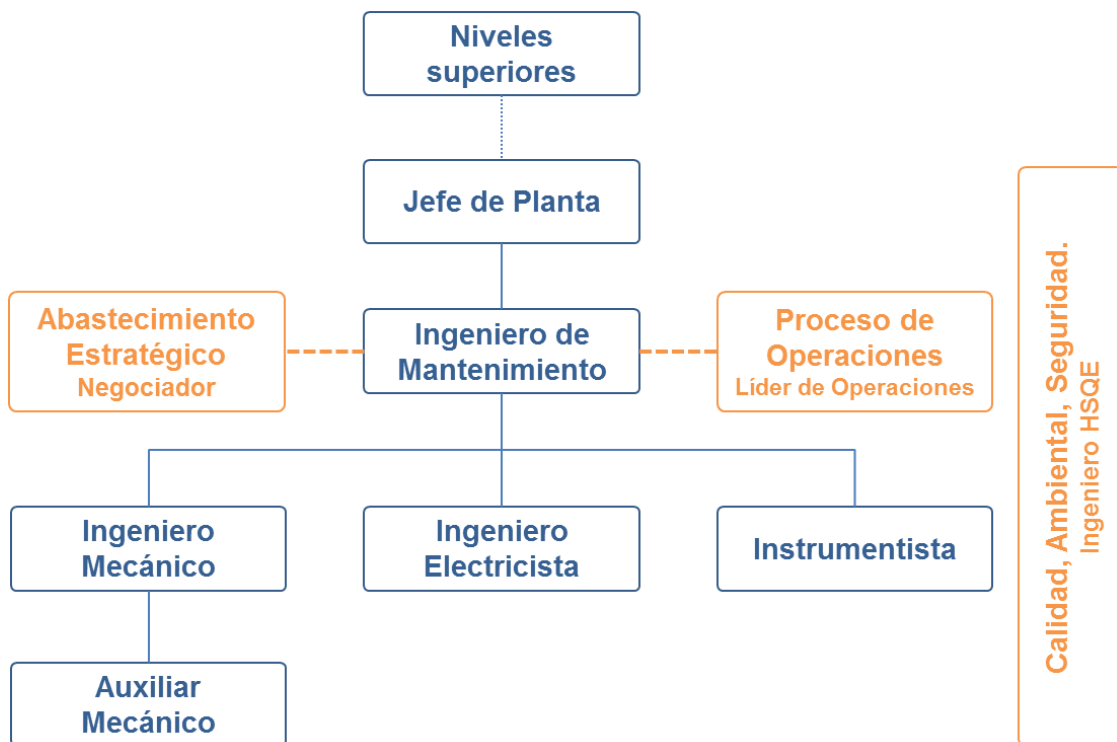
Las siguientes son las sugerencias para el equipo de mantenimiento asociado con el mantenimiento de estos equipos:

- Este mantenimiento basado en condición es realizado por un contratista y debe ser contratado por el Ingeniero de Mantenimiento quien también realiza la planeación de las actividades de mantenimiento, el acompañamiento para la toma de muestras de vibraciones y termografía es realizado por el Ingeniero Mecánico, el cual también está encargado del cambio de las piezas requeridas de acuerdo con los resultados que arrojen las pruebas, los cambio de las piezas, la alineación y balanceo de las bombas serán acompañadas por un técnico mecánico que cumplirá con el rol de Auxiliar Mecánico.
- La interacción con el proceso de compras, en Celsia llamado Abastecimiento Estratégico con una persona en planta llamado Negociador, se realiza por medio del Ingeniero de Mantenimiento quien con el Ingeniero Mecánico y el Auxiliar Mecánico deben reunir los requerimientos para la contratación de los servicios de vibraciones y termografía.
- En cuanto al análisis de consumos de energía, éste es realizado por el proceso de operaciones, pues son ellos quienes tienen los históricos de consumos de energía de la planta; la interacción entre los procesos de Operaciones y Mantenimiento se realiza entre el Ingeniero de Mantenimiento y el Líder de Operaciones.
- Adicionalmente para la toma de lecturas de amperaje de las bombas se realiza por el Ingeniero Electricista.
- La lógica cableada que realice la conmutación entre bombas en caso de fallas se realiza por el Instrumentista.
- Para la disposición de equipos, aceites y repuestos se realiza con el Ingeniero Ambiental, se propone un Ingeniero que abarque todos los

temas relacionados con los sistemas de gestión de la planta, calidad, ambiental y seguridad.

La propuesta del equipo de mantenimiento para éste ejercicio se muestra a continuación:

Figura 25. Propuesta para la estructura del Proceso de Mantenimiento



7. CONCLUSIONES

- Se desarrolló una metodología donde se relaciona el plan estratégico de una compañía con los objetivos de la gestión del mantenimiento. Esto se desarrolló alineando los objetivos de la organización con los objetivos del proceso de mantenimiento.
- La metodología propuesta se ha desarrollado aplicando como guía las normas de gestión de activos ISO-55002, ISO-55001 e ISO55002. La terminología utilizada en el documento está basada en estas normas.
- Se identificaron las relaciones entre el proceso de mantenimiento y los demás procesos que están asociados con la gestión de activos. Estas relaciones muestran que su interacción es fundamental para mejorar los costos del ciclo de vida de un activo.
- Se enmarcó el ciclo de vida de un activo dentro de 10 etapas claves para el desarrollo de la metodología del mantenimiento en la gestión de activos. Estas 10 etapas fueron desarrolladas teniendo en cuenta el activo como generador de valor para la compañía.
- Se desarrollaron los roles que tiene el proceso de mantenimiento dentro de las 10 etapas del ciclo de vida de un activo. Estos roles cumplen funciones específicas en cada una de las 10 etapas y ayudan a disminuir los costos del ciclo de vida de un activo siempre y cuando se encuentren alineados los objetivos de la organización y los objetivos del proceso de mantenimiento. Las funciones específicas para estos roles van dirigidas a

procesos específicos dentro de una organización independientemente del nombre que el proceso tenga dentro de la misma organización, esto ayuda a que tanto los roles como las funciones sean de fácil aplicabilidad independientemente de los cargos que se desempeñen en la organización.

- Se realizó la implementación de la metodología propuesta para un componente del sistema de aceite de sellos de la planta Merilétrica la cual pertenece a la empresa Celsia S.A. E.S.P. Esta implementación se desarrolló aprovechando los elementos existentes en planta y mejorando el costo del ciclo de vida de las bombas AC de lubricación tomando como base los objetivos de mantenimiento los cuales están alineados con los objetivos de la gestión de activos.
- La mejora en el costo del ciclo de vida de las bombas AC de lubricación generan valor a la compañía, en este caso se demostró el ahorro en el consumo de energía en un 38% con respecto al consumo anterior.
- Uno de los puntos clave en la implementación de un sistema de gestión de activos es la toma de decisiones acertadas basados de datos; dentro del análisis de riesgos realizado para tomar la decisión del uso de una bomba AC más pequeña y por lo tanto más sostenible para la organización, se observó cómo el consumo de energía se disminuía así como las horas de operación de la bomba AC de lubricación.
- Se observó que los indicadores del proceso de mantenimiento no cuentan con los indicadores de clase mundial, entre ellos Mantenibilidad y Confiabilidad de un activo o un sistema de activos, debido esto a que no se llevan históricos de las horas en falla de las bombas AC de lubricación

y AC de sellos. Se sugiere crear un log para llevar estas horas y realizar la creación de los indicadores de Mantenibilidad y Confiabilidad.

- Con los indicadores expuestos en la sección 4.9 se espera que la toma de decisiones acertadas basadas en datos, se tomen basadas en el costo del ciclo de vida de un activo y no en la inversión hecha en el activo.
- Sin embargo es importante que en el momento de crear los indicadores de cada organización que se tenga en cuenta los objetivos de la gestión de activos y alinear los indicadores con base en estos objetivos.
- El diagnóstico realizado en la sección 4.1 muestra que normalmente el personal de planta tiende a sobrevalorar los sistemas de gestión, esto ocurrió por la falta de información o información errada producto de comentarios asilados, todo esto debido a que culturalmente todavía se necesita mejorar en la manera como se baja la información a los diferentes procesos de una organización.

BIBLIOGRAFÍA

ALTMANN, Carolina. El Mantenimiento y la Eficiencia Energética [En línea]. ReliabilityWeb. 2017. (Recuperado en 15 de julio de 2017.) Disponible en <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-mantenimiento-y-la-eficiencia-energetica>

AMENDOLA, Luis. Análisis de GAP en la Gestión de Activos Físicos para lograr la Sustentabilidad. Noviembre de 2012. Global Asset Management Iberoamérica [En línea]. 2012. (Recuperado en 10 de junio de 2017.) Disponible en <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/AssessmentPAS55.pdf>

AMENDOLA, Luis. ¿Cómo es posible implementar una estrategia de gestión de activos? ¿Cuáles son los ingredientes? [En línea] Reportero Industrial. 2015. (Recuperado en 21 de julio de 2017.) Disponible en <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Como-es-posible-implementar-una-estrategia-de-gestion-de-activos-Cuales-son-los-ingredientes+104570>

AMENDOLA, Luis. Confiabilidad en la Etapa de Definición y Desarrollo. [En línea]. MailxMail, Cursos para compartir lo que sabes. 2011. (Recuperado en 12 de mayo de 2017.) Disponible en <http://www.mailxmail.com/curso-confiabilidad-fase-diseno-2/confiabilidad-etapa-definicion-desarrollo>

AMENDOLA, Luis. ISO 55000 HA SIDO PUBLICADA-Claves para su Entendimiento e Implementación Energética. [En línea]. ReliabilityWeb. 2017. (Recuperado en 15 de julio de 2017.) Disponible en <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/iso-55000-ha-sido-publicada-claves-para-su-entendimiento-e-implementacion>

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Gestión de la confiabilidad. Parte 3-14: Guía de aplicación. Mantenimiento y logística de mantenimiento. UNE-EN 60300-3-14:2007. 1 ed. Madrid, España: AENOR, 28 de noviembre de 2007. p. 19.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Gestión de la confiabilidad. Parte 3-3: Cálculo del coste de del ciclo de vida. UNE-EN 60300-3-3:2009. 2 ed. Madrid, España: AENOR, Mayo de 2009. p. 09-11

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Gestión de la confiabilidad. Parte 3-14: Guía de aplicación. Mantenimiento y logística de mantenimiento. UNE-EN 60300-3-14:2007. 1 ed. Madrid, España: AENOR, 28 de noviembre de 2007. p. 23-41.

CELSIA. Caracterización: Gestión del Mantenimiento. Celsia, 25 de julio de 2016.

CELSIA. Procedimiento: Gestión del Mantenimiento. Celsia, 25 de julio de 2016.

CELSIA. Política de Gestión de Activos. Celsia, 13 de febrero de 2014.

DURÁN, José; SOJO, Luis. Implementando un plan de gestión de activos en el tiempo de vida con el estándar PAS55. [En línea]. Mantenimiento Mundial. 2015. (Recuperado en 05 de junio de 2017). Disponible en <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Plan-Gestion-Activos.pdf>

FIGUEROA, Octavio. Definición de Plan de Mantenimiento Optimo para Equipos Críticos de una Planta de Laminación. [En línea]. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Mecánica. 2015. (Recuperado en 29 de mayo de 2017) Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132720/Definicion-de-plan-de-mantenimiento-optimo-para-equipos-criticos-de-una-planta....pdf?sequence=1>

GESTIÓN DE ACTIVOS Y CICLO DE VIDA [Anónimo]. [En línea] Reliability Web 2015. (Recuperado en 11 de junio de 2017.) Disponible en <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/gestion-de-activos-y-ciclo-de-vida>.

GULATI, Ramesh. La gestión de activos es la ciencia de tomar decisiones acertadas y optimizar la entrega de valor. [En línea]. Reliability Web. 2017. (Recuperado en 09 de mayo de 2017.) Disponible en <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/asset-management-buzzword-or-value-creator>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC-ISO55000:2015, Gestión de activos – Aspectos generales, Principios y Terminología.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC-ISO55001:2015, Gestión de activos – Requisitos.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC-ISO55002:2015, Gestión de activos – Directrices para la aplicación de la ISO 55001.

MEDINA, Robinson. La Gestión de Activos, su Historia y Definiciones, Aspectos Claves para Entender su Alcance. [En línea]. LinkedIn. 2016. (Recuperado en 03 de agosto de 2017.) Disponible en <https://es.linkedin.com/pulse/la-gestion-de-activos-su-historia-y-definiciones-para-medina-cmrp>

MOORE, Ron. ¿Gestión de Activos? O Más Bien, ¿Gestión del Mantenimiento con otro nombre?. [En línea]. Reliability Web. 2017. (Recuperado en 15 de agosto de 2017.) Disponible en <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/gestion-de-activos-o-mas-bien-gestion-del-mantenimiento-con-otro-nombre>

MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. 1 ed. [En línea]. 2009. SlidePlayer. Envigado, Colombia: COLDI, 2009. p. 38. ISBN 978-958-98902-0-2. (Recuperado en 15 de julio de 2017.) Disponible en <http://slideplayer.es/slide/5393489/>

MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. 2 ed. Asheville, Estados Unidos, 2004.

NORWEGIAN TECHNOLOGY STANDARDS INSTITUTION. Risk based maintenance & consequence classification. NORSOK Z-008:2010. 3 ed. Lysaker, Noruega: Standards Norway, diciembre de 2010. p 44.

PARRA MÁRQUEZ, Carlos Alberto. Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos. [En línea]. eBook de Google. 2012. (Recuperador en 18 de abril de 2017.) Disponible en https://books.google.com.co/books/about/Ingenier%C3%ADa_de_Mantenimiento_y_Fiabilida.html?id=8xsnQ1aMg2gC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

PÉREZ JARAMILLO, Carlos Mario. Los Modelos de Gestión Integral de Activos. [En línea]. Reliability Web. 2017. (Recuperado en 01 de junio de 2017.) Disponible en <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/los-modelos-de-gestion-integral-de-activos>

ROMERO, Daniel. Conceptos básicos de Mantenimiento Productivo Total. [En línea]. 2015. (Recuperado en 12 de junio de 2017.) Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=g0rsmX8qThQ>

RUBY, Mark. Developing Asset Management Plans. [En línea]. 2017. Reliabilityweb. (Recuperado en 12 de junio de 2017) Disponible en https://reliabilityweb.com/articles/entry/developing_asset_management_plans

SMITH, Tracy. Systematizing Your Asset Management Operation. [En línea]. Reliability Web. 2017. (Recuperado en 09 de junio de 2017.) Disponible en <https://reliabilityweb.com/articles/entry/systematizing-your-asset-management-operation>

TAVARES, Lourival. Gestión de Activos para el Mantenimiento. [En línea]. Mantenimiento Mundial. 2015. (Recuperado en 29 de mayo de 2017.) Disponible en <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/gestionactivos.pdf>

Anexo A: Diagnóstico.xlsx

Diagnóstico de la condición de la compañía con respecto a la gestión de activos y el mantenimiento

El diagnóstico inicial no se ha iniciado

4 Contexto de la organización	
Comprensión de la organización y su contexto	
Con base en los objetivos de la organización puede responder	
4.1	1 No conoce los objetivos de la organización asociados con la gestión de activos
	2 Conoce los objetivos de la organización asociados con la gestión de activos
	3 Fue consultado por parte de la dirección para la elaboración de los objetivos de gestión de activos
	4 Ocasionalmente se reúnen para evaluar los objetivos de la gestión de activos
	5 Existe un programa de seguimiento que evalúe periódicamente los objetivos de la gestión de activos
Con base en las partes interesadas asociadas con el proceso de mantenimiento	
4.2	1 No conoce las partes interesadas asociadas con el proceso de mantenimiento
	2 Existe un listado de las partes interesadas asociadas con el proceso de mantenimiento
	3 Conoce y existe un listado de las expectativas y necesidades asociadas con el proceso de mantenimiento
	4 Conoce los criterios con los cuales se toman decisiones asociadas a las partes interesadas
	5 Tiene claro y toma decisiones relacionadas con los activos basado en los criterios de la organización
Determinación del alcance del sistema de gestión de activos	
Con base en el alcance del sistema de gestión de activos	
4.3	1 No conoce el alcance del sistema de gestión de activos
	2 Conoce el alcance de la organización y los límites cubiertos por el sistema de gestión de activos para el proceso de mantenimiento
	3 Existe y conoce el PEGA y cuál es el alcance asociado con el proceso de mantenimiento
	4 Conoce algunas de la interacciones del proceso de mantenimiento con otras partes del sistema de gestión de activos

	5	Conoce todas las interacciones del proceso de mantenimiento con otras partes del sistema de gestión de activos	
	Sistema de gestión de activos		
	Con base en el sistema de gestión de activos		
4.4	1	No conoce que la organización tenga un sistema de gestión de activos	
	2	El proceso de mantenimiento hace parte del sistema de gestión de activos.	
	3	Conoce todos los requisitos del sistema de gestión de activos	
	4	Conoce todos los requisitos del sistema de gestión de activos y como interactúa el proceso de mantenimiento con el sistema	
	5	Conoce cómo interactúa el proceso de mantenimiento con los otros procesos asociados al sistema de gestión de activos	

5 Liderazgo			
	Liderazgo y compromiso		
	Con base en las acciones tomadas por los líderes para el sistema de gestión de activos		
5.1	1	No conoce quien/quienes lideran el sistema de gestión de activos	
	2	Conoce quien/quienes lideran el sistema de gestión de activos	
	3	Conoce las comunicaciones enviadas por los líderes de la organización con respecto a la gestión de activos	
	4	Identifica que los objetivos de la gestión de activos están alineados con los objetivos de la organización	
	5	Identifica los requisitos de la gestión de activos dentro del proceso de mantenimiento y los procesos con los cuales interactúa	
	Política		
	Con base en la política de la gestión de activos		
5.2	1	No existe una política de gestión de activos en la compañía	
	2	Existe una política de gestión de activos y tiene conocimiento de ella	
	3	Conoce los compromisos y las expectativas de la política de gestión de activos asociadas con el proceso de mantenimiento	
	4	Conoce de antemano la planeación del mantenimiento de la compañía y cómo está integrada con los demás procesos	
	5	Conoce los criterios para toma de decisiones basados en los costos del ciclo de vida, los riesgos y beneficios del activo	
	Roles, responsabilidades y autoridades en la organizaciones		
	Con base en el rol dentro de la organización		
5.3	1	Conoce su rol dentro de la organización	
	2	Conoce qué rol es responsable de qué actividad dentro de la organización	
	3	Ha sido capacitado para desarrollar el rol/roles designados asociados al mantenimiento dentro del marco de la gestión de	

	activos	
4	Asiste a cursos de actualización asociados con su rol/roles asociados al mantenimiento dentro del marco de la gestión de activos	
5	Conoce qué rol es responsable de qué actividad dentro de la organización cuando a contratación de terceros se trata	

6 Planificación		
Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades		
Con base en las acciones de mejora desarrolladas en la compañía		
6.1	1	No se realizan acciones de mejora, o si las realizan no quedan documentadas
	2	Se tiene un sistema de gestión donde se documentan las acciones correctivas, preventivas y de mejora basadas en el riesgo
	3	La organización evalúa la eficacia de las acciones tomadas para gestionar los riesgos identificados en el proceso de mantenimiento
	4	Dentro de la toma de decisiones en el proceso de mantenimiento se tienen definidos los criterios con base en la gestión del riesgo
	5	Está el enfoque de gestión del riesgo de la organización alineado con el enfoque de gestión del riesgo del proceso de mantenimiento
Objetivos para la gestión de activos y planificación para lograrlos		
Con base en los objetivos del proceso de mantenimiento frente a la gestión de activos		
6.2	1	No se tienen objetivos de gestión de activos
	2	Los planes para alcanzar los objetivos de la gestión de activos no han sido eficaces
	3	Los objetivos de la gestión de activos asociados al proceso de mantenimiento están alineados con los objetivos de la organización
	4	Los planes de mantenimiento están alineados con los objetivos de la gestión de activos y el ciclo de vida de un activo
	5	Dentro de la revisión de los planes de mantenimiento se tienen en cuenta soluciones que no requieran activos adicionales

7 Apoyo		
Recursos		
Con base en los recursos para la implementación de la gestión de activos		
7.1	1	No se destinan recursos específicos para la gestión de activos en el proceso de mantenimiento
	2	Se destinan recursos sin realizar la planificación adecuada

	3	Se destinan los recursos de acuerdo con las actividades planificadas en el proceso de mantenimiento	
	4	La organización es consciente de la necesidad de la redistribución de la carga laboral asociada con el sistema de gestión de activos	
	5	Se realizan evaluaciones periódicas asociadas con la eficiencia de los recursos disponibles para la gestión de activos	
	Competencia		
	Con base en las competencias asociadas a los roles en el proceso de mantenimiento		
7.2	1	No se tiene una lista de las competencias de acuerdo al rol en el proceso de mantenimiento	
	2	Se tiene una lista de las competencias de acuerdo al rol en el proceso de mantenimiento	
	3	Se tiene la correspondencia entre las competencias actuales y las competencias requeridas para los roles del proceso	
	4	Se crean planes de acción para cerrar las brechas creadas entre las competencias actuales y las competencias requeridas	
	5	Se realizan evaluaciones periódicas para demostrar competencia en tareas específicas de gestión de activos	
	Toma de conciencia		
	Las personas que trabajan para la organización (Usted)		
7.3	1	No conocen la causa por la cual es importante implementar un sistema de gestión de activos	
	2	Conocen la causa por la cual la gestión de activos es importante para la organización	
	3	Conocen de acuerdo a su rol la necesidad de toma de conciencia	
	4	Conocen sus roles, responsabilidades y su contribución para el logro de los requisitos del sistema de gestión de activos	
	5	Conocen el grado de desempeño de la organización en el logro de sus objetivos	
	Comunicación		
	Con respecto a la comunicación del sistema de gestión de activos		
7.4	1	Los medios de comunicación en la organización son de poco alcance	
	2	Existen medios de comunicación que comunican periódicamente las actividades de gestión de activos	
	3	La comunicación es periódica y hay un plan de desarrollo para informar e influenciar el impacto de cada rol dentro de la gestión	
	4	El plan de comunicaciones informa de los beneficios de la implementación de activos y su impacto en la cartera de activos	
	5	Incluye un esquema de mejoras en el proceso de mantenimiento y las personas que estarán involucradas en estas actividades	
	Requisitos de información		
7.5	Con respecto a las necesidades de información de los activos de la compañía		
	1	El personal de mantenimiento no tiene conocimiento de dónde se lleva la información documentada de la compañía	

	2	El personal conoce la información documentada de mantenimiento pero no maneja completamente esta información	
	3	Existe un sitio digital con toda la información documentada de la compañía y segregada de acuerdo con los procesos de la misma	
	4	La información de la compañía ha sido normalizada en todas las áreas de tal forma que existe una terminología común en todos los procesos.	
	5	La información financiera de los activos refleja la realidad técnica y operacional de los activos.	
Información documentada			
Con respecto a la información documentada en el proceso de mantenimiento			
7.6	1	No se tiene un control de la documentación que debe ser documentada y almacenada	
	2	Se tienen documentos y registros almacenados de acuerdo a los controles establecidos	
	3	Se tienen documentos que registran el control de cambios de la información documentada	
	4	Se tiene claro por parte de la organización la información que debe ser documentada y los periodos en los cuales se debe revisar y actualizar el control de registros y documentos del proceso de mantenimiento	
	5	Cuando la información es actualizada todo el personal de proceso de mantenimiento se entera inmediatamente	

8 Operación			
Planificación y control operacional			
Con respecto al control operacional en el proceso de mantenimiento			
8.1	1	No se realiza control sobre las actividades que se realizan en el proceso de mantenimiento	
	2	Se tienen claros los roles y responsabilidades del personal, así como los procedimientos a desarrollar por cada uno de ellos.	
	3	Se realiza seguimiento y trazabilidad de inicio a fin a los trabajos realizados por el personal de mantenimiento	
	4	Se realiza periódicamente un análisis del riesgo de los trabajos realizados por el personal de mantenimiento	
	5	Se realizan ejercicios que involucren un análisis entre el costo, el riesgo y el desempeño con base en las metas propuestas por la organización en el proceso de mantenimiento	
Gestión del cambio			
Con respecto a los cambios que se realizan en el proceso de mantenimiento			
8.2	1	No se lleva registro de los cambios realizados en el proceso de mantenimiento	
	2	Se lleva registro de los cambios realizados en el proceso de mantenimiento	

	3	Se generan cambios y se toman decisiones en el proceso de mantenimiento basados en evidencias que demuestran la necesidad de un cambio	
	4	Todo el personal de mantenimiento es informado de los cambios realizado en proceso de mantenimiento	
	5	Se realiza un análisis de impactos/riesgos en la organización cuando se pretende realizar algún cambio en el proceso de mantenimiento	
Contratación a terceros			
Cuando se realiza contratación de terceros para realizar actividades asociadas con el proceso de mantenimiento			
8.3	1	Se realiza la contratación sin la revisión de términos de referencia por el personal de mantenimiento correspondiente	
	2	Se realizan términos de referencia los cuales han sido creados por el personal de mantenimiento correspondiente	
	3	Se realiza una contratación de terceros donde se estipula alcance y límites del trabajo, calidad y cronogramas de actividades, financiamiento y retroalimentación de las actividades realizadas.	
	4	Cuando se realiza la contratación de terceros se contratan teniendo en cuenta que sus objetivos se encuentren alineados con los objetivos de la organización y los del proceso de mantenimiento	
	5	Cuando se contrata a terceros se realiza un análisis de los riesgos/impactos que puede tener la realización de las actividades dentro de la organización	

9 Evaluación del desempeño			
Seguimiento, medición, análisis y evaluación			
Con respecto al proceso de mantenimiento			
9.1	1	Se realiza seguimiento de las mediciones de desempeño del proceso	
	2	Se tiene un conjunto de indicadores que evalúan el desempeño del proceso	
	3	Los indicadores de desempeño del proceso están alineados con la política de gestión de activos y su medición se realiza periódicamente con base en la identificación de patrones encontrados durante la medición de estos indicadores	
	4	Con base en el desempeño de los activos en el proceso mantenimiento se realizan análisis para realimentar a la dirección con el fin de reorientar la estrategia y los objetivos de la organización.	
	5	Existe coherencia y trazabilidad entre la información técnica de los activos y los registros financieros	
Auditoría interna			
9.2	Para el proceso de mantenimiento		
	1	Se realizan auditorías internas periódicas	

	2	Se realizan auditorías con base en resultados de auditorías anteriores	
	3	Se corrigen o previenen no conformidades específicas como parte de la mejora continua	
	4	Se tiene claro por parte del personal de mantenimiento que las auditorías están enfocadas en el desempeño del proceso y no en el desempeño de las personas dentro del proceso	
	5	Se realiza una autoevaluación por parte del personal del proceso de mantenimiento y con base en ésta autoevaluación de realizan mejoras en el proceso de mantenimiento	
Revisión por la dirección			
Sabe usted si:			
9.3	1	La alta dirección no realiza revisión del sistema de gestión de activos	
	2	La alta dirección realiza la revisión del sistema de gestión de activos y se publican los cambios de acuerdo con la eficacia del sistema	
	3	La revisión por la dirección tiene en cuenta el proceso de mantenimiento para realizar o considerar cambios en la política de gestión de activos.	
	4	Con base en las no conformidades del proceso de manteniendo, se realizan evaluaciones de desempeño del proceso	
	5	Con base en la eficacia de las acciones tomadas debido a las no conformidades, la alta dirección realiza una evaluación del desempeño del proceso de mantenimiento para adecuar sus políticas y objetivos	

10 Mejora			
No conformidad y acciones correctivas			
Cuando ocurre una no conformidad o incidente en los activos			
10.1	1	Se realizan cambios cuando ocurren fallas en los activos	
	2	Se toman acciones para controlar la no conformidad y corregirla	
	3	Se evalúa la necesidad de tomar acción para eliminar la causa de la no conformidad	
	4	Se implementan las acciones necesarias para la eliminación de la no conformidad	
	5	Se tiene documentada cada una de las no conformidades e incidentes y su acción correctiva	
Acciones preventivas			
En el proceso de mantenimiento			
10.2	1	No se realizan acciones preventivas	
	2	Se realiza acciones preventivas identificando la causa raíz de fallos potenciales	

	3	Se realizan acciones predictivas con el fin de evitar incidentes y se realiza la identificación de la causa raíz de fallos potenciales	
	4	Se realiza una evaluación de la eficacia de las acciones preventivas y predictivas	
	5	Se divulga e informa de las acciones preventivas y predictivas tomadas a todo el personal	
	Mejora continua		
	En el proceso de mantenimiento		
10.3	1	No se tiene un programa de mejora continua	
	2	Se realizan mejoras en el proceso con base en los resultados de evaluaciones de seguimiento	
	3	Se considera la mejora continua como una actividad iterativa con el propósito último de lograr los objetivos de la organización	
	4	Se realiza una evaluación de la eficacia de la mejora continua	
	5	El proceso de mantenimiento investiga nuevas tecnologías y prácticas relacionadas con la gestión de activos y su implementación en el proceso de mantenimiento con el fin de potenciar la organización	

Anexo B: Matriz de criticidad

FORMAS DE EXPRESAR LA PROBABILIDAD DE FALLA DEL ACTIVO FÍSICO			
Afectación del servicio, la integridad de los activos y/o la imagen pública de la compañía		Afectación de SST y/o Medio Ambiente	Probabilidad
A partir de bases de datos de fallas o de estándares	En caso contrario	Tiempo de exposición	
0.1 < P ≤ 1	Ocurre una o más veces al año en la compañía	> 1795	Extremadamente probable
0.01 < P ≤ 0.1	Ha ocurrido alguna vez en la compañía	> 1346	Altamente probable
0.001 < P ≤ 0.01	Ha ocurrido en otras compañías del sector	> 897	Probable
0.0001 < P ≤ 0.001	Ha ocurrido en otros sectores industriales	> 448	Posible
P ≤ 0.0001	No se conoce que haya ocurrido	≤ 448	Raro

CONSECUENCIA DE LA FALLA FUNCIONAL DEL ACTIVO FÍSICO	Seguridad y salud de las personas
	Medio Ambiente
	Calidad del servicio (pérdidas por incumplimientos en la prestación del servicio incluyendo el lucro cesante)
	Pérdidas por afectación de los activos físicos propios y de terceros (incluyendo costos de la reparación o sustitución del activo físico averiado)
	Imagen pública
CRITICIDAD DEL ACTIVO FÍSICO	

PRIORIDAD DE LA ACCIÓN A REALIZAR				
Prioridad baja	Prioridad media	Prioridad alta	Prioridad muy alta	Prioridad muy alta
Prioridad baja	Prioridad media	Prioridad alta	Prioridad muy alta	Prioridad muy alta
Prioridad baja	Prioridad baja	Prioridad media	Prioridad alta	Prioridad muy alta
Prioridad baja	Prioridad baja	Prioridad media	Prioridad media	Prioridad alta
Prioridad baja	Prioridad baja	Prioridad baja	Prioridad media	Prioridad alta

Leve (poco dañina)	Menor (ligeramente dañina)	Alta (dañina)	Muy alta (muy dañina)	Catastrófica (extremadamente dañina)
- No produce efectos permanentes en la salud. No causa incapacidad.	- Efectos reversibles con incapacidad < 15 días. Corresponde a trastornos menores en la salud, que son reversibles en un lapso inferior a dos semanas.	- Efectos severos reversibles con tratamiento requerido para la recuperación (incapacidad ≥ 15 días).	- Efectos irreversibles en la salud (inhabilitación permanente). - Cambia el estilo de vida para adaptarse a la discapacidad, por ejemplo: hipoacusia, síndrome de túnel del carpo, amputaciones, invalidez parcial.	- Lesiones fatales. - Enfermedades laborales con potencial pérdida de la vida.
- El evento no alcanza a generar efectos adversos directamente sobre ningún recurso natural. La recuperación del recurso es inmediata	- El efecto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la central, sin exceder los límites del área, sin embargo no hay o no puede haber contacto directo con algún recurso natural y no alcanza a ser percibido por la comunidad.	- El efecto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la central, sin exceder los límites del área, sin embargo hay o puede haber contacto directo con algún recurso natural y/o alcanza a ser percibido por la comunidad. - La alteración generada es recuperable	- El efecto tiene efecto fuera de los límites de la sede, sin afectar infraestructura comunitaria. - La alteración generada sobre el componente ambiental es mitigable o compensable en el largo plazo.	- El efecto tiene una gran extensión, afectando infraestructura comunitaria (ej. acueductos, vías municipales, sistemas de riego, etc.). - La alteración generada sobre el componente ambiental es irrecuperable (ej. agotamiento de fuentes hídricas, extinción de especies protegidas, etc.)
- Eventos en activos físicos no relacionados a la generación de energía eléctrica	- Eventos en activos físicos de los procesos de generación y transmisión de energía eléctrica sin impacto directo sobre estos procesos	- Disparo o arranques fallidos de las unidades de generación - Limitación de la generación - Indisponibilidad de las unidades de generación < 1 día	- Indisponibilidad de las unidades de generación 1 día y < 45 días	- Indisponibilidad de las unidades de generación > 45 días
- Daños leves (menos de 10 millones de COP)	- Daños ≥ 10 y < 100 millones de COP	- Daños ≥ 100 y < 1000 millones de COP	- Daños ≥ 1000 y < 3000 millones de COP	- Daños ≥ 3000 millones de COP
- Sin afectación de la reputación	- Afectación leve de la reputación	- Pérdida de reputación ante la comunidad y/o a nivel local	- Pérdida de reputación a nivel nacional	- Pérdida de reputación a nivel internacional
C - Criticidad baja		B - Criticidad media	A - Criticidad alta	

Nota: Para elementos de protección y elementos redundantes se deben considerar las consecuencias de las fallas múltiples.

Anexo C: Características de la bomba de lubricación

Lube oil pumping applications demand a pump that provides reliability and extended service life with a minimum of maintenance. The typical Lube Oil pump must also be capable of operation over a wide range of temperature and liquid viscosity conditions. The VCRE family of pumps is designed specifically with these requirements in mind.

The VCRE Lube Oil pump is a vertically submerged pump that utilizes an ANSI standard hydraulic construction, enclosed bearing housing, and welded piping construction which eliminates the inherent maintenance and leakage problems associated with other pumps. During operation, axial and radial thrust loads are controlled by Buffalo's exclusive modified casing volute and impeller design.

Buffalo Pumps is backed by over 50 years of field-proven experience in designing pumps to handle most any lube oil application. This experience also provides flexibility in assisting OEMs, contractors and end-users in designing a sound installation that ensures maximum life.

DESIGN FEATURES

- Impellers for the VCRE were designed specifically to provide low axial thrust to provide long life bearings.
- Thrust bearing life is maximized through casing, impeller, and impeller balance chamber design to reduce axial forces on the bearing. Impeller position within the casing is maintained in a specific location.
- Bearings can be either grease or oil lubricated. Radial bearing life is maximized through our special casing design to reduce radial hydraulic thrust.
- Our shafts are designed such that the first critical speed is a minimum of 20% higher than the operating speed. This rigid shaft design provides worry-free operation.
- Close tolerance machined and rabbeted fits are utilized on all major components. This facilitates the ability to rebuild the original pump assembly in the field.
- Coverplates are a minimum of 7/8" thick to provide a rigid, flat and leakproof connection to lube oil tanks. Coverplate dimensions can be customized to fit customer requirements.
- Motor stands are designed to allow most motors to be shipped mounted to the pump. All pump/motor assemblies are factory aligned to ensure field alignment.

ENGINEERING ASSISTANCE

Buffalo Pumps' Sales Engineers have the training and practical field experience necessary for the correct selection and application of Lube Oil pumps. In addition, they have the full support of Buffalo Pumps' Research and Engineering personnel. This in-depth engineering service is invaluable in assuring proper pump application and installation.

AVAILABILITY

Buffalo Pumps is dedicated to providing first class service to customers from initial contact to the supply of spare parts after installation. Therefore, Buffalo Pumps maintains extensive stock for Lube Oil pumps and is committed to servicing the market delivery demands. In addition, a complete Repair Parts Department stands ready to service your ordinary maintenance and emergency breakdown needs.

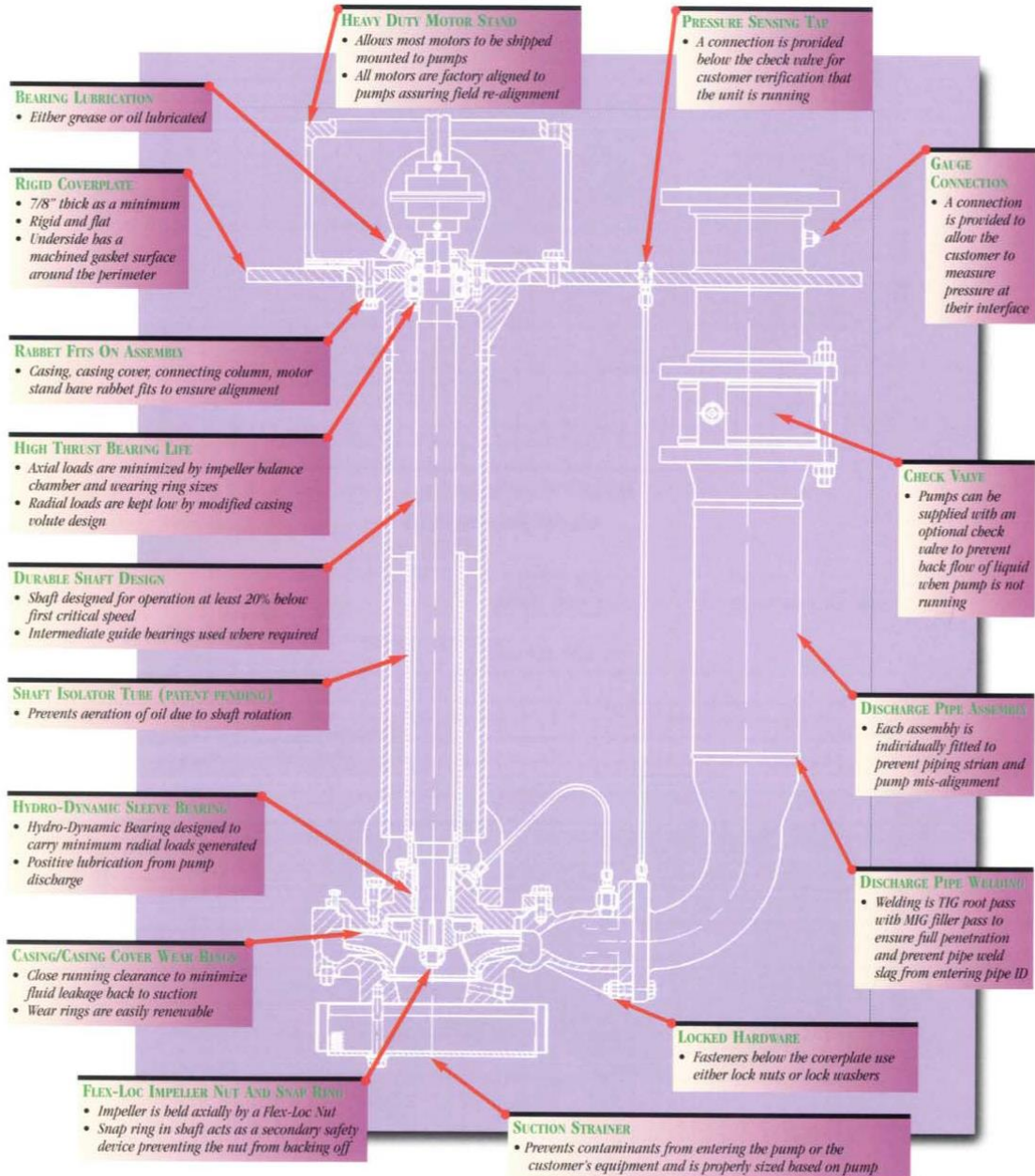
GENERAL SPECIFICATIONS

Capacityto 4500 GPM
Headto 700 Feet
RPM1450, 1750, 2900 & 3500

- Working pressures as standard to 235 psi and up to 400 psi for higher-pressure applications.
- Temperature range from -40°F to 200°F with standard product. Through the use of special materials of construction the VCRE pump can be applied down to -65°F.
- Standard materials of construction include a ductile iron casing and a cast iron or bronze impeller. Carbon and alloy steel materials are also available.

VERTICAL LUBE OIL PUMP

MODEL VCRE



PERFORMANCE DATA:



Anexo D: Política de gestión del riesgo

El objetivo de la Política de Gestión de Riesgos, es establecer los elementos y el marco general de actuación para la gestión integral de los riesgos de toda naturaleza a los que se enfrenta la compañía; hace parte del Sistema de Gestión de Riesgos, y se desarrolla y complementa con las políticas específicas de control de riesgos que puedan establecerse en relación a los negocios en que participa.

La gestión de riesgos es la implementación sistemática de un conjunto de acciones tendientes al manejo óptimo de los riesgos que puedan afectar la estrategia, los procesos, los proyectos o las nuevas inversiones, de tal forma que pueda garantizarse razonablemente el logro de los objetivos del negocio. El ciclo de la gestión integral de riesgos comprende actividades de identificación, medición, control, monitoreo, comunicación y divulgación de los riesgos del grupo, así como las acciones de control establecidas para administrarlos.

Se deben gestionar los riesgos garantizando:

La adopción de una metodología de general aceptación para la gestión de riesgos.

La identificación de los riesgos relevantes, atendiendo a su posible incidencia sobre los objetivos estratégicos, el gobierno corporativo, la sostenibilidad y la continuidad de operaciones, incluyendo el análisis de la cadena de valor, para asegurar que se han identificado los grupos de interés más críticos y los riesgos a los que la compañía podría estar expuesta indirectamente.

El análisis de dichos riesgos, tanto en cada uno de los negocios o funciones corporativas, en particular, el análisis de los riesgos asociados a las nuevas inversiones, como elemento esencial en la toma de decisiones en función de rentabilidad y de riesgo.

Anexo E: Instructivos y procedimientos

Rotación diaria del eje de la turbina

OBJETIVO Y ALCANCE

Rotación cada 12 horas del eje de la turbina a 180°, para prevenir la deflexión del rotor y disminuir la vibración del eje durante el arranque.

REQUISITOS OPERACIONALES

Sistema de lubricación en servicio.

Retirar Lockout / Tagout al Breaker del Turning Gear.

REQUISITOS DE SEGURIDAD

Uso de los elementos de protección personal básicos (casco, gafas, guantes, protección auditiva y ropa de trabajo).

El personal encargado del trabajo debe conocer los procedimientos de seguridad y medioambiente necesarios en caso de una emergencia.

Todos los demás temas que se estimen pertinentes durante la realización del procedimiento.

1. Verificar alineación de los siguientes equipos del sistema de lubricación:
 - Lube oil Pump No. 1 en ON.
 - Lube oil Pump No. 1 en ON / AUTO.
 - Emergency Lube Oil Pump en ON / AUTO.
2. Arranque el Turning Gear durante cinco (5) segundos Aproximadamente y observe que el eje quede girado 180° respecto a su posición anterior.
3. Seleccione el totalizador del Turning Gear en OFF y coloque nuevamente el Lockout / Tagout del Breaker.
4. Si el sistema de Lubricación debe permanecer en línea de por finalizado este instructivo.

Puesta en servicio bomba AC aceite de sellos

OBJETIVO Y ALCANCE

- Puesta en Servicio de la Bomba AC de aceite de sellos.
- Sacar de forma segura el sistema de lubricación.

REQUISITOS OPERACIONALES

- Turning gear fuera de servicio asegurado con su respectivo candado con procedimiento de energías peligrosas.

REQUISITOS DE SEGURIDAD

- Uso de los elementos de protección personal básicos (casco, gafas, guantes, protección auditiva y ropa de trabajo).
- El personal encargado del trabajo debe conocer los procedimientos de seguridad y medioambiente necesarios en caso de una emergencia.
- Todos los demás temas que se estimen pertinentes durante la realización del procedimiento.

1. Verificar alineación de las siguientes equipos estén en ON/AUTO:

- Lube Oil Pump No. 1 ; 2 (una en servicio).
- Emergency Seal Oil Pump Emergency.
- Lube Oil Pump (uno en servicio).
- Seal Oil Vapor Extractor No.1 ; 2 (uno en servicio).
- Lube Oil Vapor Extractor No. 1 ; 2 (uno en servicio).

2. Cierre la válvula de venteo de hidrogeno (#7), en el gabinete del PS&G de hidrógeno.

3. Seleccione en el control de cada equipo listado, la posición indicada:

- Emergency Lube Oil Pump en OFF.
- Seal Oil Vapor Extractor No.1 ; 2 (uno en servicio) en ON/MANUAL.
- Lube Oil Vapor Extractor No. 1 ; 2 (uno en servicio) en ON/MANUAL.

4. Coloque en servicio la bomba AC de Aceite de Sellos, seleccionando en "MANUAL" el control de la bomba. Reposicione los codillos de la alarma por falla en Bomba AC de Sellos en "ON".

5. Verifique en el skid de aceite de sellos que la presión en el indicador PI34604, sea mayor en seis (6) psi, a la presión del hidrogeno dentro del generador.

6. Seleccione el control de Lube Oil Pump No. 1 y 2 en OFF.

Normalización del sistema de lubricación

OBJETIVO Y ALCANCE

- Puesta en servicio del sistema de lubricación principal bombas AC de Lube Oil.
- Sacar de forma segura las bombas de aceite de sellos.

REQUISITOS OPERACIONALES:

- Turning gear fuera de servicio asegurado con su respectivo candado con procedimiento de energías peligrosas.

REQUISITOS DE SEGURIDAD:

- Uso de los elementos de protección personal básicos (casco, gafas, guantes, protección auditiva y ropa de trabajo).
- El personal encargado del trabajo debe conocer los procedimientos de seguridad y medioambiente necesarios en caso de una emergencia.
- Todos los demás temas que se estimen pertinentes durante la realización del procedimiento.

1. Verificar alineación de los siguientes equipos:

- Seal Oil Pump AC en ON.
- Emergency Seal Oil Pump Emergency en AUTO.
- Lube Oil Pump 1 y 2 en OFF.
- Emergency Lube Oil Pump en OFF.
- Lube Oil Vapor Extractor No. 1 ; 2 (uno en servicio) en MANUAL.
- Seal Oil Vapor Extractor No. 1 ; 2 (uno en servicio) en MANUAL.

2. Coloque en servicio una de las dos bombas principales de lubricación, posicionando en ON/AUTO el control de las bombas iniciando por la seleccionada como principal. Verifique la bomba en servicio físicamente, su funcionamiento, las variables operativas de presión, temperatura y diferencial del filtro en línea del sistema.

3. Posicione los 2 codillos de la alarma Bomba AC de Aceite de Sellos en OFF.

4. Saque de servicio la Bomba AC de Aceite de Sellos, seleccionado el control de la bomba en OFF. Verifique en el patín de sello que hay normalidad en las variables de Presión.

5. Posicione el control de la Bomba de Emergencia DC de Aceite de Lubricación en AUTO.

6. Verifique el control de la Bomba de Emergencia DC de Sello en AUTO.

7. Normalice los Extractores de Aceite de Sellos, posicionando el control de ambos extractores en AUTO iniciando por el seleccionado como principal. Verifique un (1) solo extractor en servicio y en campo el valor de vacío operativo en el correspondiente indicador.

8. Normalice los Extractores de Aceite de lubricación, posicionando el control de ambos extractores en AUTO iniciando por el seleccionado como principal. Verifique un (1) solo extractor en servicio y en campo el valor de vacío operativo en el correspondiente indicador.

Prueba rutinaria de conmutación de las bombas de aceite de lubricación

OBJETIVO Y ALCANCE

- Verificar la operación automática de las bombas del sistema de lubricación.
- Aplica para confirmar la disponibilidad y la conmutación automática de las bombas del sistema de lubricación.

REQUISITOS OPERACIONALES

- Temperaturas de disc cavity de la turbina, menores que 150 °F.
- Las maniobras se deben coordinar y realizar localmente entre 2 personas.
- Equipos del sistema disponibles, sin permisos de trabajo pendientes.

- Instrumentación del sistema habilitada, sin permisos de trabajo pendientes.
- Tanque de aceite con nivel normal.

REQUISITOS DE SEGURIDAD

- Uso de los elementos de protección personal básicos (casco, gafas, guantes, protección auditiva, y ropa de trabajo).

PROCEDIMIENTO

1. Colocar o verificar que se encuentre fuera de servicio el giro lento de la turbina (selector en "OFF").
2. Seleccionar o verificar que se encuentre seleccionada la bomba # 1 como bomba principal (selector "P1-P2" en posición "P1").
3. Colocar o verificar que las bombas del sistema de aceite de lubricación se encuentren en el siguiente estado:
 - Bomba # 1 en servicio con el breaker en "ON" y el selector en "AUTO".
 - Bomba # 2 fuera de servicio con el breaker en "ON" y el selector en "AUTO".
 - Bomba DC fuera de servicio con el breaker en "ON" y el selector en "AUTO".

PRUEBA DE LA BOMBA DE RESPALDO (BOMBA # 2)

4. Colocar fuera de servicio la bomba DC (selector en "OFF").
5. Colocar fuera de servicio la bomba # 1 (selector en "OFF").
6. Verificar localmente (PS&G) que la bomba # 2 entre en servicio cuando la presión en el cabezal de aceite caiga hasta ± 90 psig.

PRUEBA DE LA BOMBA DC

Colocar en "AUTO" el selector de la bomba DC.

8. Colocar fuera de servicio la bomba # 2 (selector en "OFF").
9. Verificar localmente (PS&G) que la bomba DC entre en servicio cuando la presión en el cabezal de aceite caiga hasta ± 80 psig y/o la presión de aceite a cojinetes alcance $11 \text{ psig} \pm 0.5 \text{ psig}$.

PRUEBA DE LA BOMBA PRINCIPAL (BOMBA # 1)

10. Colocar en servicio la bomba # 2 (selector en "AUTO") y verificar que entre en servicio.
11. Colocar fuera de servicio la bomba DC (selector en "OFF").
12. Seleccionar la bomba # 2 como bomba principal (selector "P1-P2" en posición "P2").
13. Colocar en "AUTO" el selector de la bomba # 1.
14. Colocar fuera de servicio la bomba # 2 (selector en "OFF").
15. Verificar localmente (PS&G) que la bomba # 1 entre en servicio cuando la presión en el cabezal de aceite caiga hasta ± 90 psig.

Pruebas rutinarias bombas DC

OBJETIVO Y ALCANCE

- Verificar la operación de las bombas de emergencia de corriente continua.
- Aplica para confirmar la disponibilidad de las bombas de emergencia de corriente continua de la planta.

REQUISITOS OPERACIONALES

- La prueba puede ser realizada con el TG en servicio pero se recomienda TG off.
- Bombas DC disponibles, sin trabajos pendientes.
- Instrumentación de control de las bombas DC habilitada, sin permisos de trabajo pendientes.
- En el OVATION la unidad debe estar NOT READY TO START.

REQUISITOS DE SEGURIDAD

- Uso de los elementos de protección personal básicos (casco, gafas, guantes, protección auditiva, y ropa de trabajo).

1. Colocar en servicio la bomba desde la consola de operación.
2. Verificar que la unidad se encuentre NOT READY TO START.
3. En el Ovation seleccionar TURBINE START
4. Verificar y registrar la presión de descarga en el manómetro local y en la consola de operación de acuerdo a los siguientes valores:

PRUEBA DE BOMBAS DC				
Bomba	Presión local (psig)		Presión consola (psig)	
	Referencia	Valor	Referencia	Valor
CT	20 ± 1		20	
Ac.Sello	64 ± 1		N/A	

5. Verificar que la bomba permanezca 10 segundos en servicio.
6. Verificar las alarmas presentes en la consola y su normalización.

Inspección Mensual del Sistema de Aceite de Lubricación

PROPÓSITO

- Verificar Funcionamiento de equipos, Inspección de Instrumentos, Válvulas de regulación, Extractores, Bombas, Ventiladores, Enfriador y Tuberías del sistema en busca de fugas y estado físico.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD:

- Elaborar el permiso de trabajo con la Orden de SAP respectiva.
- No debe haber ningún escape de Aceite. Si se encuentra cualquier escape, deberá ser corregido inmediatamente.
- La persona que desarrolle las actividades de esta inspección debe conocer todas las normas de seguridad de la planta.

HERRAMIENTAS Y MATERIALES:

Limpiones, detergente en polvo, esponjillas, agua.

DESCRIPCIÓN

El ejecutor del trabajo marcará la casilla correspondiente a medida que se desarrollen las actividades, si encuentra algún problema notifique a su superior inmediatamente.

Esta Inspección consiste en un chequeo operativo, visual y auditivo del equipo para asegurar su correcto funcionamiento y disponibilidad cuando se requiera.

Inspeccione cada uno de los instrumentos listados, revisando el estado físico, vidrios rotos, fugas de aceite, válvulas en posiciones correctas.

Tag.	Rango	Inspecciones				Observaciones
		A	B	C	D	
FG34122	----					
FG34123	----					
FG34124	----					
LJ34118	----					
PDIS34105	0-30 psid					
PI34101	0-200 psi					
PS34101	----	----		----		
PI34102	0-200 psi					
PS34102	----	----		----		
PI34103	0-30 psi					
PS34103	----	----		----		
PI34104	0-200 psi					
PS34104	----	----		----		
PI34106	0-200 psi					
PI34107	0-200 psi					
PI34109	0-30 psi					
PS34109A	----	----		----		
PS34109B	----	----		----		
PS34110	----	----		----		

CONVENCIONES: B: BUENO R: REGULAR M: MALO

A: VISOR

B: ASPECTO FÍSICO

C: VÁLVULA DE CORTE ABIERTA

D: FUGAS

INSPECCIÓN DE BOMBAS Y EXTRACTORES

Realice cada una de las siguientes inspecciones en los equipos listados:

<i>Equipo</i>	<i>Inspecciones</i>			<i>Observaciones</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	
Extractor de Vapor #1		----		
Extractor de Vapor #2		----		
Bomba #1				
Bomba #2				
Bomba de Emergencia				

A. Observe que los tornillos de anclaje el equipo, estén debidamente asegurados a la base.

B. Que no halla fugas de aceite en los equipos.

C. Toque el equipo y sienta si existe calentamiento, vibración o ruido excesivo.

INSPECCIÓN DE TUBERÍAS Y VÁLVULAS

- Inspeccione los vástagos de todas las válvulas de corte, en busca de fugas.
- Busque señales de filtración en los empaques a través de las bridas de las tuberías.
- Revise si se presenta oxidación en el sistema.
- Remueva cualquier presencia de aceite o mugre de los componentes del sistema, para que en la próxima inspección se pueda investigar fácilmente por fugas.
- Revise que por el tubo de venteo del eliminador de niebla no esté goteando aceite.

Inspección Mensual del Sistema de Aceite de Sellos

PROPÓSITO

Verificar Funcionamiento de equipos, inspección de Instrumentos, Tanques, Bombas, Válvulas y Tuberías del sistema en busca de fugas y estado físico.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD:

1. Elaborar el permiso de trabajo con la Orden de SAP respectiva.
2. No debe haber ningún escape de Aceite o Hidrógeno. Si se encuentra cualquier escape, deberá ser corregido inmediatamente.
3. El Hidrogeno es muy inflamable, por ello es necesario tomar precauciones para asegurarse de tener un área libre de riesgos durante el desarrollo de esta inspección.
4. La persona que desarrolle las actividades de esta inspección debe conocer todos los procedimientos de seguridad de la planta.

HERRAMIENTAS Y MATERIALES:

Detector de gas H2, limpiones, detergente en polvo, esponjillas, agua.

DESCRIPCIÓN

El ejecutor del trabajo marcará la casilla correspondiente a medida que se desarrollen las actividades, si encuentra algún problema notifique a su superior inmediatamente.

INSPECCIÓN DE INSTRUMENTOS

Inspeccione cada uno de los instrumentos listados, revisando el estado físico, vidrios rotos, fugas de aceite, válvulas en posiciones correctas.

En los instrumentos PDS34603A, PDS34603B, PDT34603, PDCV34602, adicionalmente verifique con el detector de gases si hay presencia de fugas en el instrumento y compruebe con una solución de agua jabonosa la ubicación de la fuga. Limpie las Superficies después de la prueba.

Tag.	Rango	Inspecciones				Observaciones
		A	B	C	D	
PI34607	0-150 psig			----		
PI34608	0-150 psig			----		
LS34609	----	----		----		
LS34610	----	----		----		
LS34612	----	----		----		
PI34604	0-60 psig					
PDS34603A	----					
PDS34603B	----					
PDT34603	----					
TI34606	0-100 °C			----		
PI34614	-30"+30" H ₂ O					
PS34614	----					
PI34601	0-140 psig					
PS34601	----					
PS34615	----					
PS34616	----					
LI34613	10-40"					
PDCV34602	----	----				

CONVENCIONES: B: BUENO R: REGULAR M: MALO

A: VISOR.

B: ASPECTO FÍSICO

C: VÁLVULA DE CORTE ABIERTA

D: FUGAS

INSPECCIÓN DE BOMBAS Y EXTRACTORES

Equipo	Inspecciones				Observaciones
	A	B	C	D	
Extractor de Vapor #1		----			
Extractor de Vapor #2		----			
Bomba AC					
Bomba DC					

CONVENCIONES: B: BUENO. R: REGULAR. M: MALO

- A. Observe que los tornillos de anclaje el equipo, estén debidamente asegurados a la base.
- B. Que la guarda del acople este en su lugar y asegurada correctamente.
- C. Que no halla fugas de aceite en los equipos.
- D. Toque el equipo y sienta si existe calentamiento, vibración o ruido excesivo.

INSPECCIÓN DE TUBERÍAS Y VÁLVULAS

Inspeccione los vástagos de todas las válvulas de corte, en busca de fugas.

Busque señales de filtración en los empaques a través de las bridas de las tuberías.

Revise si se presenta Oxidación en el sistema.

Remueva cualquier presencia de aceite o mugre de los componentes del sistema, para que en la próxima inspección se pueda investigar fácilmente por fugas.

Revise que por tubo de venteo del eliminador de niebla no esté goteando aceite.

Anexo F: Formato para la requisición de activos individuales

D1: Formato principal

Ramo (CHAR) (1)	Tipo Material	Centro	Almacén	Nombre			Und. Medida Base	Nro. Antiguo del material	Grupo Artículo	Jerarquía de productos	
RMMG1-MBRSH	RMMG1-MTART	RMMG1-WERKS	RMMG1-LGORT	MAKT-MAKTX			MARA-MEINS	MARA-BISMT	MARA-MATKL	MARA-PRDHA	
Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio			Obligatorio	Opcional	Obligatorio	Obligatorio	
Datos adicionales				Perfil Indicador MP	Documento (Cod.Plano)	Relevante Medio ambiente	Clase Material	Marca	Número de serie	Verificación de disponibilidad	Unid. Medida de Pedido (CHAR) (3)
DRAW-DOKAR				MARA-PROFL	MARA-ZEINR	MARA-KZUMW				MARC-MTVFP	MARA-BSTME
Opcional				Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Obligatorio	Opcional
Grupo de Compras	Iden. impuesto mat (0-1) (CHAR) (1)	Parte Crítica	Número pieza fabricante	Fabricante	Sujeto a Lote (CHAR) (1)	Caract. Planific. (CHAR) (2)	Punto de Pedido	Planificador de Necesidades	Tiempo de tratamiento de EM	Plazo de Entrega Previsto (DEC) (3)	
MARC-EKGRP	MG03STEUMM-TAXM	MARC-KZKRI	MARA-MFRPN	MARA-MFRNR	MARA-XCHPF	MARC-DISMM	MARC-MINBE	DISPO	MARC-WEBAZ	MARC-PLIFZ	
Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Opcional	Obligatorio	
Verificación de Disponibilidad (CHAR) (2)	Ubicación (WM)(CHAR) (10)	Condición de almacenaje	Perfil número de serie	Utilización de número de serie	Centro de Beneficio	Tipo de Valoración	Clase de Valoración	Categoría de Valoración	Control de Precios (S-V) (CHAR) (1)	Precio (NUM)(11,2)	
MARC-MTVFP	MARD-LGPBE	MARA-RAUBE	MARC-SERNP	MARA-SERLV	MARC-PRCTR	MBEW-BWTTY	RMMG1-BWTAR	MBEW-BKLAS	MBEW-VPRSV	MBEW-VERPR	
Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Opcional	Opcional	Obligatorio	Opcional	Opcional	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	

D2: Tipo de material

TIPO DE MATERIAL	Denominación tipo de mat.	Ejemplo	Numeración Inicial	Numeración Final
ZGEN	10-Repuestos de Generación	Solo colocar aquí los grandes repuestos de turbina, y generador, ej: alabes fijos y móviles, canastas, toberas, transiciones, diafragmas	100000	199999
ZEST	20-Repuestos Estratégicos	Hardware, aisladores, herrajes, cables, elementos filtrantes, abrazaderas, tarjetas electrónicas, manómetros, indicadores, tuberías, fusibles, tarjetas electrónicas, ,TORNILLERIA, etc.	200000	299999
ZAUX	30-Activos de Auxiliares	SOLO ACTIVOS: TURBINAS, GENERADORES COMPLETOS, COMPUTADORES	300000	399999
ZCON	40-Consumibles administrativos	Papelería, cafetería, aseo, toners, salud ocupacional, pinturas para reparaciones locativas, etc.	400000	499999
ZNCO	50-Generales no consumibles	Pueden ser activos o no. Son elementos devolutivos: Herramientas, equipos de inspección, muebles y elementos de oficina no consumibles, elementos de TI, eslingas, escaleras devolutivas, lámparas de inspección , etc.	500000	599999
ZCOM	60-Consumibles y Químicos - Es	ACPM, carbón para máquinas y motores de emergencias, hidrógeno, lubricantes, químicos, soldadura, empaques, cordones, cintas eléctricas Elementos de seg. Industrial (mascarillas, cascos, dotación, guantes, gafas, vidrios de soldar,, etc),	600000	699999
ZPUB	70- Estrategia y Mercadeo	Artículos exclusivos de publicidad y mercadeo	700000	799999
ZENG	80-Energía y Gas	Gas y energía que se transa en la bolsas y en los contratos.	800000	899999
ZFAC	90-Conceptos Facturación	Agua desmineralizada para vender, etc	900000	999999
ZLTP	78 - LTP	Materiales de LTP	780000	799999

D3: Centro de Costos

CODIGO	CENTRO
1001	Medellín
1002	Jericó (Rio Piedras)
1003	Hidromontañas
1004	Barrancabermeja
2001	Barranquilla (Termoflores)

D4: Almacenes

CÓDIGO CENTRO	CENTRO	CÓDIGO ALMACÉN	ALMACÉN
1001	Compañía Colombiana de Inversiones	Z01	Bienes y Servicios
		Z02	Energía y Gas
		Z03	Combustibles de Generación
		Z04	Merchandising
1002	Rio Piedras	Z01	Bienes y Servicios
		Z02	Energía y Gas
1003	Hidromontañas	Z01	Bienes y Servicios
		Z02	Energía y Gas
1004	Meriléctrica	Z01	Bienes y Servicios
		Z02	Energía y Gas
		Z04	Aceites y Químicos
2001	Termoflores	Z01	Bienes y Servicios
		Z02	Energía y Gas
		Z03	Combustibles de Generación
		Z04	Merchandising
		Z05	Químicos

D5: Unidad de medida

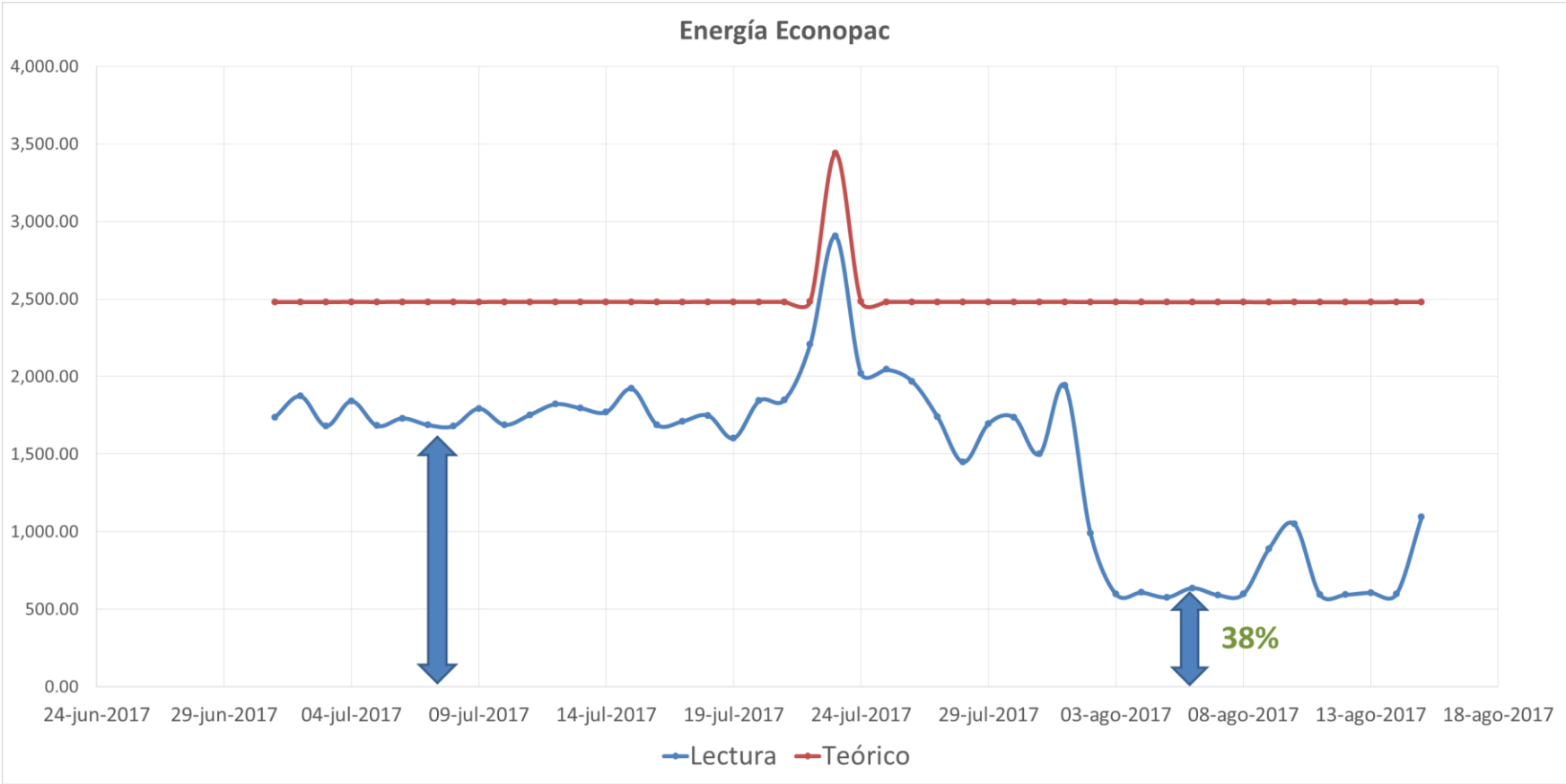
SIGLA	UNIDAD	SIGLA	UNIDAD	SIGLA	UNIDAD
%	Porcentaje	CEB	Participación en grupo en %	CAR	Cartón
%O	Tanto por mil	CJ	Caja	DM3	Decímetro cúbico
0	Metro/Minuto	CL	Centilitro	DOC	Docena
AA	Resistencia eléctrica espec.	CM	Centímetros	DÍA	Días
ACR	Acre	CM2	Centímetro cuadrado	EML	Unidades enzimas/Milímetro
BID	Bidón	CM3	Centímetro cúbico	G	Gramo
BOL	Bolsa	CMS	Centímetro/Segundo	G/L	Gramo aditivo/Litro
BTO	Bulto	CO	Milifaradio	GAU	Gramo oro
BTU	BTU	CTO	Cuarto galón, EE.UU., líquido	GJ	Gigajulio
C/U	cada uno	D	Días	GLI	Gramo/Litro
C3S	Centímetro cúbico/Segundo	DEG	Grado	GLN	Galón (EE.UU.)
CA	Caja	DM	Decímetro	GM	Gramo/Mol
GM2	Gramo/Metro cuadrado	H	Hora	KG	Kilogramo
GM3	Gramo/Metro cúbico	HA	Hectárea	KGM	Kilogramo/Mol
GOH	Gigaohmio	HL	Hectolitro	KGP	Kilogramo principio activo
GPA	Gramo principio activo	HRA	Horas	KGS	Kilogramo/Segundo
GPH	Galones por hora (EE.UU)	JHR	Años (annum)	KGV	Kilogramo/Metro cúbico
GPM	Galones por milla (EE.UU)	JKG	Julio/Kilogramo	KJK	Kilojulio/Kilogramo
GRD	Grande	JKK	Capac. térmica espec.	KJM	Kilojulio/Mol
KD3	Kilogramo/Decímetro cúbico	JMO	Julio/Mol	KM	Kilómetro
KMH	Kilómetro/Hora	KWD	Kilovatio Hora Dia	M	Metro
KML	Kilomol	KWH	Kilovatio-hora	M-2	1 / Metro cuadrado
KMN	Kelvin/Minuto	KWK	Kg principio activo/kg	M/L	Mol por litro
KMS	Kelvin/Segundo	KWa	Kilovatio hora año	M/M	Mol por metro cúbico
KN	Kilonewton	L	Litro	M/S	Metro/Segundo
KPA	Kilopascal	LB	Libra (pound)	M2	Metro cuadrado
KPC	Kilo pie cúbico	LC	Botella	M2S	Metro cuadrado/Segundo
KT	Kilotoneladas	LCK	Litro por 100 km	M3	Metro cúbico
KVA	Kilovoltioamperio	LMI	Litro/Minuto	M3H	Metro cúbico/Hora
KW	Kilovatio	LMS	Litro/Molécula-segundo	M3S	Metro cúbico/Segundo
LPH	Litro por hora	MEJ	Megajulio	MG	Miligramo
MGV	Miligramo/Metro cúbico	MGO	Megaohmio	MGL	Miligramo/Litro
MIN	Minuto	MH	Metro/Hora	MLF	Milímetro por litro
MIS	Microsegundo	MI	Milla	MLG	Millas por galón (EEUU)
ML	Mililitro	MI2	Milla cuadrada	MLW	Mililitro principio activo
MM	Milímetro	MNM	Milínewton/Metro	NS	Nanosegundo
MM2	Milímetro cuadrado	MON	Meses	OCM	Resistencia eléctrica espec.
MM3	Milímetro cúbico	MPS	Milipascal por segundo	OZ	Onza
MN	Meganewton	MS	Milisegundo	OZL	Onza líquida EE.UU.
MS2	Metro/Segundo al cuadrado	N/M	Newton/Metro	P	Puntos
MSC	Microsiemens por centímetro	NAM	Nanometro	PAA	Par
MVA	Megavoltioamperio	NF	Nanofaradio	PAL	Paleta
MWH	Megavatio/Hora	NMM	Newton/Milímetro cuadrado	PAS	Pascal-segundo
MWT	Megavatio	NMP	Megavoltio	PF	Picofaradio
MWa	Megavatio hora año	NR	Nanoamperio	PI2	Pie cuadrado
MBT	MegaBTU	PMI	1/minuto	PI3	Pie cúbico
PMR	Grado de permeación SI	PS	Picosegundo	RHO	Gramos/Centímetro cúbico
PPB	Partes por billón	PT	Pinta EE.UU., líquido	ROL	Rollos
PPM	Parts per million	PUL	Pulgada	RS	Unidades enzimas
PPT	Partes por trillón	S/M	Siemens por metro	TOM	Tonelada/Metro cúbico
PRM	Grado de permeación	T	Tonelada	TON	Tonelada EE.UU.
PRS	Número de personas	TF	Pie	TR	Tambor
VA	Voltioamperio	TS	Miles	WCH	Semanas
VAL	Artículo de valor	UN	Unidad	WMK	Conductibilidad del calor
WAT	Vatio	UP	Unidad de potencia	WTL	Velocidad de evaporación
YD2	Yarda cuadrada	Wh	Vatio hora	µF	Microfaradio
YD3	Yarda cúbica	Wha	Vatio hora año	µGL	Microgramo/Litro
µA	Microamperio	YD	Yarda	µGV	Microgramo/Metro cúbico
µL	Microlitro	µM	Micrometro	JG	JUEGO

D6: Condiciones de almacenamiento

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

SIGLA	DESCRIPCIÓN
Z1	CONDICIONES NORMALES - NO INTEMPERIE
Z2	CONDICIONES NORMALES - INTEMPERIE
Z3	ALTA TEMPERATURA
Z4	BAJA TEMPERATURA
Z5	REFRIGERADO
Z6	CILINDROS
Z7	CONDICION ESPECIAL - CONSULTAR MSDS

Anexo G: Tendencia de consumo de energía



Anexo H: Análisis de vibraciones

MÁQUINA: MOTOR BOMBA PRINCIPAL ACEITE LUBRICACIÓN #2

MAQ: 9

COD PTA:

CONDIC: ESPECIAL

PLAZO: 30

O MED:

ANLST: CAGS



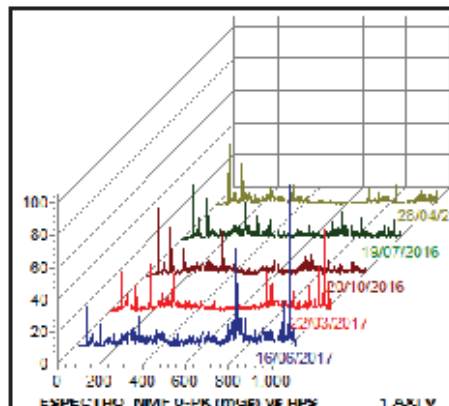
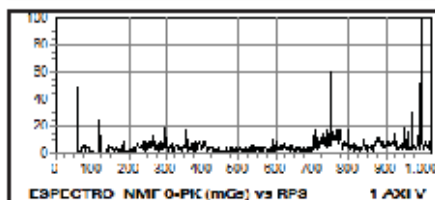
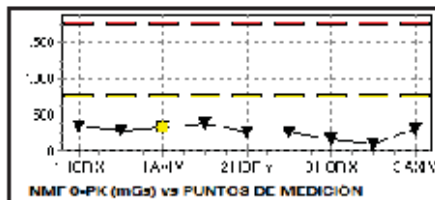
PUNTOS MÁS REPRESENTATIVOS:

PUNTO : 1 AXI V

UBICACIÓN :MOTOR EXTREMO LIBRE

CAUSA : NIVEL MEDIAS FRECUENCIAS

FALLA : DEFECTO DE LUBRICACIÓN



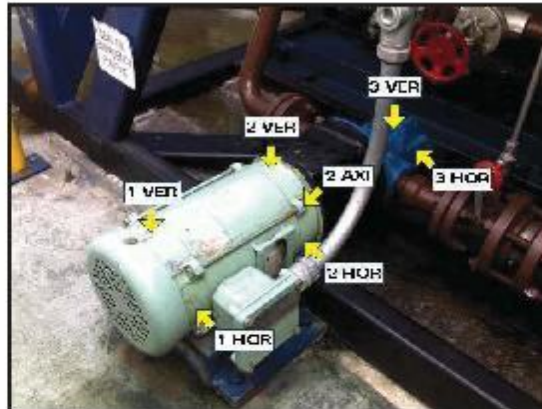
POSIBLES CAUSAS Y COMENTARIOS:

Se observa en espectros de media frecuencia presencia de patrones de defecto de lubricación por fricción abrasiva en los rodamientos del motor.

RECOMENDACIONES:

LUBRICACIÓN: Se recomienda lubricar los rodamientos de la bomba dentro de los próximos 30 días de operación.

MÁQUINA: MOTOR BOMBA EMERGENCIA ACEITE SELLOS AC MAQ: 21
 COD PTA:
 CONDIC: PRONTA ATENCIÓN PLAZO: 15 O MED: ANLST: CAGS



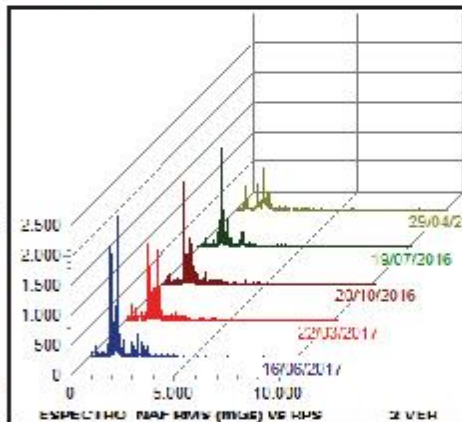
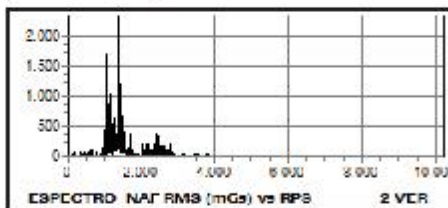
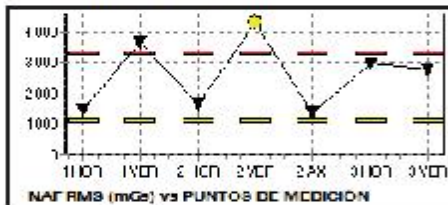
PUNTOS MÁS REPRESENTATIVOS:

PUNTO : 2 VER

UBICACIÓN :MOTOR LADO ACOPLÉ

CAUSA : NIVEL ALTAS FRECUENCIAS

FALLA:



POSIBLES CAUSAS Y COMENTARIOS:

Continua observandose en espectros de alta frecuencia presencia de golpes intermitentes a 30 Hz en la bomba indicando que se esta presentando condición de desajuste/desgaste. En los rodamientos del motor el nivel se incrementó significativamente por lo que se presume esten sufriendo desgaste.

RECOMENDACIONES:

REVISIÓN: Se recomienda revisar los ajustes de la bomba y revisar el estado de los rodamientos del motor con gran probabilidad de cambio. Realizar estas actividades dentro de los proximos 15 días de operación.