

## TÉCNICAS DE AUDITORÍA PARA LOS PROCESOS DE: MANTENIMIENTO, FIABILIDAD OPERACIONAL Y GESTIÓN DE ACTIVOS (AMORMS & AMS-ISO 55001)

Carlos Parra M. (\*), Pablo Viveros G. (\*\*), Fredy Kristjanpoller (\*\*), Adolfo Crespo Márquez (\*), Vicente González-Prida (\*), Juan Francisco Gómez Fernández (\*)

(\*) Universidad de Sevilla. Escuela Superior de Ingeniería. Dpto de Organización y Gestión de Empresas. Avda. Camino de los Descubrimientos, s/n. Isla de la Cartuja, Sevilla, España

[parrac@ingecon.net.in](mailto:parrac@ingecon.net.in) [adolfo@us.es](mailto:adolfo@us.es) [vicente.gonzalezprida@gdels.com](mailto:vicente.gonzalezprida@gdels.com) [juan.gomez@iies.es](mailto:juan.gomez@iies.es)

(\*\*) Universidad Técnica Federico Santa María. Departamento. de Industrias. Valparaíso, Chile.

[pablo.viveros@usm.cl](mailto:pablo.viveros@usm.cl) [fredy.kristjanpoller@usm.cl](mailto:fredy.kristjanpoller@usm.cl)

### *AUDIT PROPOSAL FOR MAINTENANCE, RELIABILITY AND ASSET MANAGEMENT PROCESS (AMORMS & AMS-ISO 55001)*

#### **RESUMEN:**

La eficacia de la gestión de las asistencias técnicas a los procesos relacionados con el mantenimiento y la gestión de activos, puede ser evaluada y medida mediante el análisis exhaustivo de una amplia variedad de factores. Estos factores en su conjunto, constituyen la aportación de tales asistencias técnicas al sistema de producción. El procedimiento de evaluación denominado como auditoría, puede definirse como una "revisión sistemática de una actividad o de una situación para evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos a que aquellas deben someterse". Es importante señalar, que no hay fórmulas simples para "medir" los diversos procesos de gestión, ni tampoco reglas fijas o inmutables con validez permanente y para todos los casos. Los resultados de las técnicas de auditorías aplicadas al diagnóstico de la eficacia del mantenimiento y de la gestión de activos (sean estas tareas de mantenimiento o acciones para maximizar el valor de los activos), deben ayudar a mejorar la rentabilidad del sistema de producción y a disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones del propio proceso de gestión. El presente artículo describe la importancia de los procesos de auditoría en las áreas de mantenimiento y gestión de activos, presentando dos técnicas integrales de diagnóstico, la primera herramienta se denomina AMORMS: Asset Management, Operational Reliability and Maintenance Survey, la cual está basada en el Modelo de Gestión de Mantenimiento (MGM), desarrollado por INGEMAN y la segunda herramienta, se denomina AMS-ISO 55001: Asset Management Survey – ISO 55001, herramienta basada en los requerimientos de la norma de Gestión de Activos ISO 55001.

**Palabras clave:** Asistencia Técnica, Auditoría, Gestión de Activos, Mantenimiento Industrial, Fiabilidad

## **1.- INTRODUCCIÓN A LOS PROCESOS DE AUDITORÍA**

La eficacia de los procesos de mantenimiento y de la gestión de activos sólo puede ser evaluada y medida por el análisis exhaustivo de una amplia variedad de factores que, en su conjunto, aportan propuestas de mejoras a un sistema integral de producción. Este procedimiento de evaluación se denomina con el término de auditoría, que puede evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos a que aquellas deben someterse" [1]. El proceso de implantación de una auditoría debe pasar por un conjunto de etapas siguiendo un orden lógico específico, en la Figura 1, se presenta un procedimiento básico de implantación de una auditoría [2]. Es importante señalar, que no hay fórmulas simples para "medir" los diversos procesos que afectan al mantenimiento y a la gestión de activos, tampoco hay reglas fijas o inmutables con validez para siempre y en todos los casos. Los resultados de las técnicas de auditorías aplicadas al diagnóstico de los procesos de mantenimiento y gestión de activos, deben ayudar a mejorar aspectos técnicos que permitan maximizar la rentabilidad de los activos a lo largo de su ciclo de vida [1], [3].

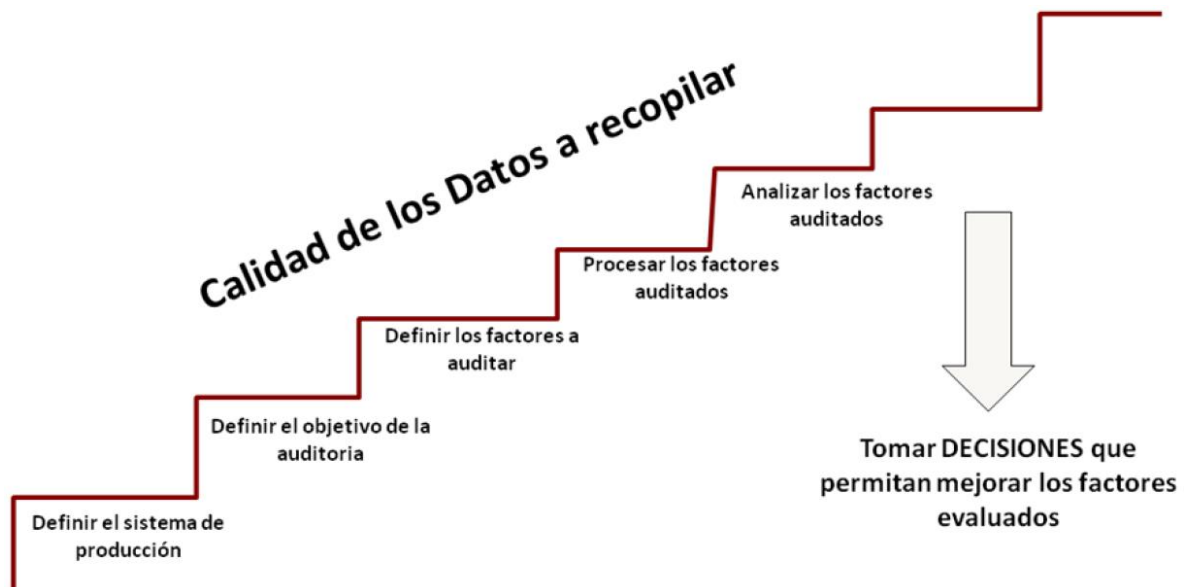


Fig. 1. Procedimiento general de implantación de una auditoría

Las auditorías de mantenimiento y gestión de activos, deben tener como objetivo principal el evaluar los procesos más importantes de la propia gestión. Por ello, uno de los aspectos de mayor relevancia en el desarrollo de este tipo de auditorías está relacionado con la definición de los propios objetivos claves a ser auditados. A continuación se citan como ejemplo, algunos de los objetivos claves más comunes de estas áreas [4], [5]:

- Garantizar valores aceptables de riesgo operacional de los activos de producción, reduciendo la probabilidad de presencia de fallos (mejorando la fiabilidad), y/o minimizando las consecuencias de los fallos sobre las operaciones, la seguridad y el ambiente.
- Recuperar de forma rápida y eficiente la tolerabilidad de los sistemas, una vez que se ha producido la interrupción de la función (mejorando la mantenibilidad).
- Optimizar la continuidad operacional (mejorando la disponibilidad), con el objetivo de maximizar el desempeño económico de los activos a lo largo de su ciclo de vida útil (mejorando el nivel de costes).
- Ampliar los canales de comunicación entre cliente y fabricante, y también entre los diferentes departamentos de la empresa, asegurando que están abiertos para transmitir incidencias, decisiones, órdenes, etc., con objeto de asegurar un servicio de alta calidad al usuario.

Una vez determinados los objetivos claves del proceso de gestión en las asistencias técnicas tanto de mantenimiento como de garantía, las organizaciones deben identificar las áreas de mayor oportunidad a ser evaluadas dentro de la auditoría desarrollada. En términos generales los factores a ser evaluados dentro de una auditoría de mantenimiento se citan a continuación [6]:

- Recursos Gerenciales
- Sistemas de manejo de la información (GMAO)
- Tecnologías aplicadas al mantenimiento preventivo y predictivo
- Procesos de planificación y estimación
- Control de calidad en mantenimiento
- Procesos de soporte (logística, inventarios)
- Planificación de paradas de plantas
- Integración entre Mantenimiento y Producción
- Metodologías de Ingeniería de Fiabilidad

- Aspectos de motivación y comunicación,
- Servicio postventa, etc.

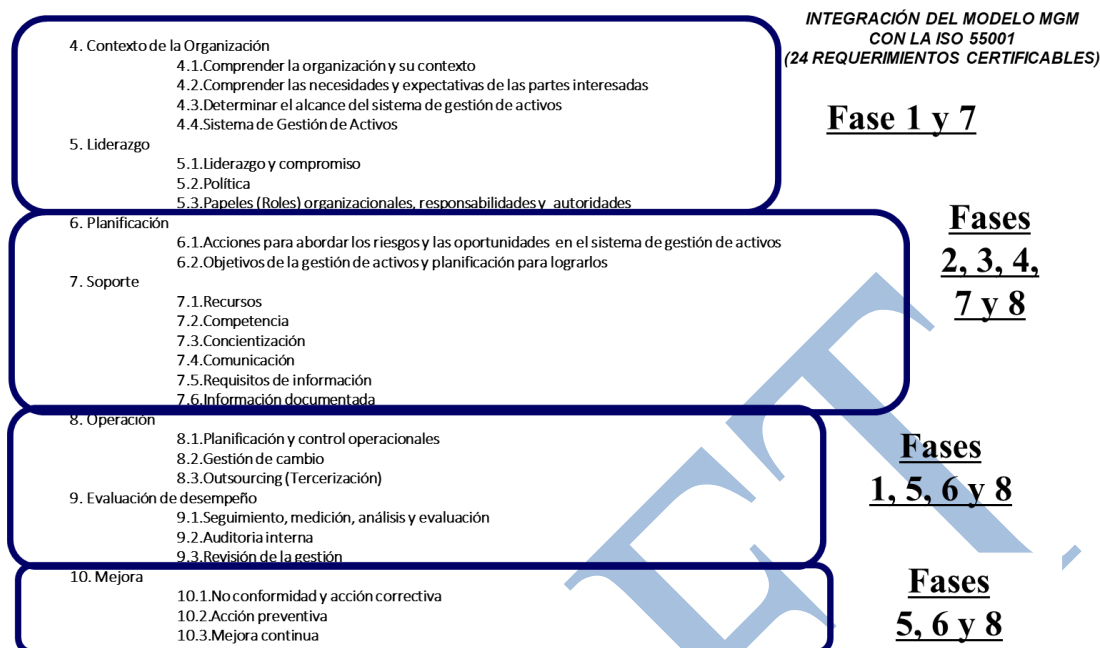
En resumen, las características más importantes que debe tener una auditoría orientada a evaluar los diversos procesos de mantenimiento y garantía, se presentan a continuación [7]:

- Deben ser capaces de permitir que se tomen decisiones con datos cualitativos y/o datos cuantitativos
- Deben ser capaces de evaluar los factores que agreguen el mayor valor agregado al negocio
- Deben combinar el lenguaje de económico (finanzas) con el lenguaje técnico (ingeniería)
- Su aplicación ha de ser rápida y de fácil implantación
- Las complicaciones matemáticas han de manejarlas los ordenadores
- Los resultados del análisis de los factores auditados, deben generar acciones que permitan conseguir los objetivos estratégicos del negocio y maximizar la rentabilidad de los activos de producción

Tomando como referencia las 8 fases del Modelo de Gestión del Mantenimiento (MMM) [7], [8], [9], [10], en la siguiente sección del documento se presentan dos modelos integrales de auditoría que permiten evaluar las diferentes fases del MMM propuestas en la Figura 1 y los requerimientos de la norma de Gestión de Activos ISO 55001 (Figura 2).



Fig. 2. Modelo del proceso de gestión del mantenimiento [7]



20

Fig. 3. Requerimientos certificables de la norma ISO 55001

En las secciones siguientes, se presentan los procedimientos de aplicación de algunas de las técnicas de auditoría utilizadas para evaluar los diversos procesos de gestión de activos y del mantenimiento, incluyendo la auditoría al proceso integral de Gestión del Mantenimiento mostrado en la figura 2.

### 3.- TÉCNICAS DE AUDITORÍAS DESARROLLADAS PARA LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO, FIABILIDAD Y GESTIÓN DE ACTIVOS

A continuación, se van a analizar brevemente dos técnicas desarrolladas para auditar procesos mantenimiento y los requerimientos certificables de la gestión de activos según la norma ISO 55001.

#### 3.1.- Técnica de Auditoría denominada AMORMS: Asset Management, Operational, Reliability & Maintenance Survey

Esta auditoría denominada AMORMS (Asset Management, Operational, Reliability & Maintenance Survey [11], [12], [13], permite evaluar las 8 fases del modelo de Gestión de Mantenimiento propuestas en la figura 2. El proceso de aplicación de esta auditoría se debe realizar desde el nivel de supervisores, a ingenieros, superintendentes hasta gerentes. El proceso de análisis de las 8 áreas a diagnosticar se realiza a partir de un cuestionario guía de 150 preguntas (el cuestionario guía se presenta más adelante en la Tabla 3). Cada participante evalúa cada una de las preguntas propuestas, asignando puntuaciones del 1 a 5, en función de la siguiente escala:

1. Proceso muy deficiente
2. Proceso debajo del promedio
3. Proceso estándar promedio
4. Proceso con muy buenas prácticas
5. Proceso a nivel de Clase Mundial

Los resultados de la auditoría se presentan en un formato tipo Radar (ver figura 4).

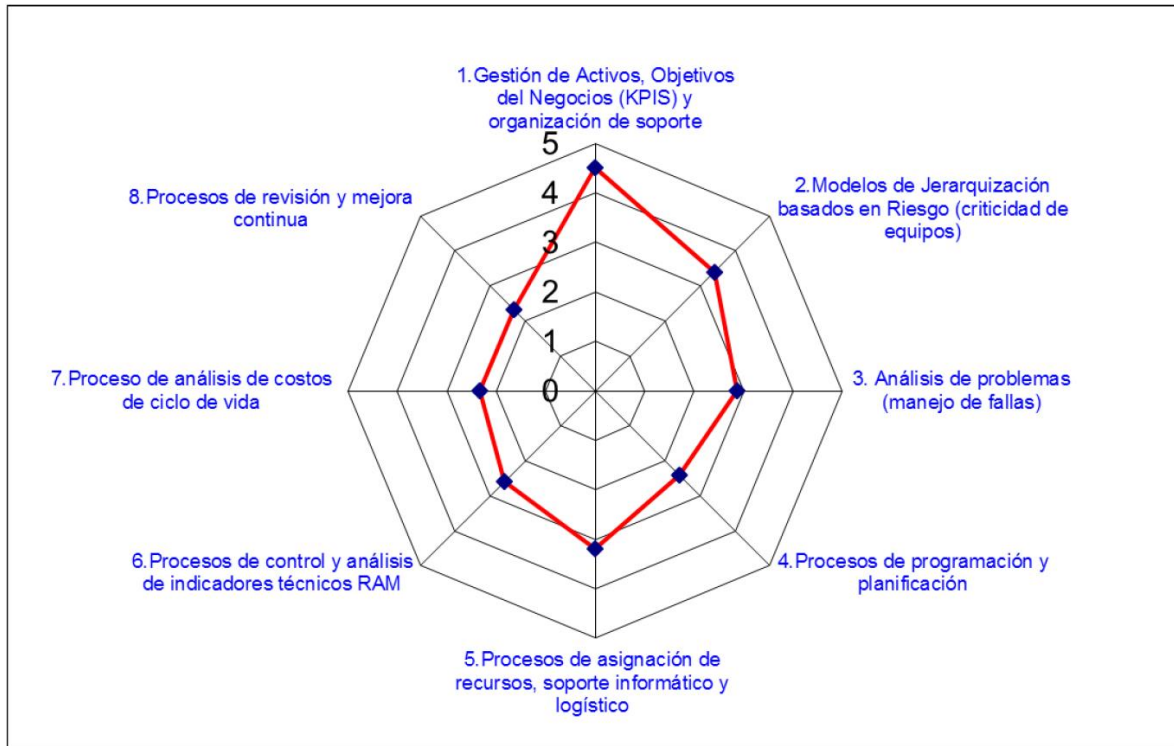


Fig. 4. Ejemplo de resultados de la auditoría: AMORMS

A continuación se presenta los aspectos destacables a evaluar de las 8 fases del MGM (Tabla 2) y el cuestionario guía completo para la realización de la auditoría AMORMS (Tabla 3):

<b>1</b>	<b>GESTIÓN DE ACTIVOS, OBJETIVOS DEL NEGOCIO (KPIS) Y ORGANIZACIÓN DE SOPORTE</b>
1.1	Visión Gerencial & Liderazgo
1.2	Plan Integral de Gestión de Activos
1.3	Políticas Integrales de Mantenimiento (Gerencial)
1.4	Estructura Organizacional
1.5	Control Financiero (KPIS claves del negocio)
<b>2</b>	<b>MODELOS DE JERARQUIZACIÓN BASADOS EN RIESGO (CRITICIDAD DE ACTIVOS)</b>
2.1	Gestión de Riesgos
2.2	Priorización de equipos
2.3	Gestión de los procesos de Seguridad, Salud y Ambiente
<b>3</b>	<b>PROCESO DE ANÁLISIS DE PROBLEMAS (ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ)</b>
3.1	Gestión de las fallas
3.2	Equipos multidisciplinares de optimización
3.3	Métodos de Análisis de Fallas
<b>4</b>	<b>PROCESOS DE PROGRAMACIÓN, PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO, INSPECCIÓN Y OPERACIONES</b>
4.1	Programación y planificación
4.2	Procedimientos e instructivos de trabajos
4.3	Planes de Mantenimiento por Condición (técnicas predictivas)
4.4	Técnicas de optimización en las áreas de Confiabilidad, Mantenimiento y Operaciones
<b>5</b>	<b>PROCESOS DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS, SOPORTE INFORMÁTICO Y SOPORTE LOGÍSTICO A LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD</b>
5.1	Sistema de soporte informático de mantenimiento (software de mantenimiento)
5.2	Sistema de control de documentos
5.3	Manejo de repuestos, materiales (logística)

5.4	Procesos de administración de la bodegas e inventarios
<b>6</b>	<b>PROCESOS DE CONTROL Y ANÁLISIS DE INDICADORES TÉCNICOS DEL NEGOCIO (RAM)</b>
6.1	Indicadores de desempeño técnico
6.2	Programas de revisión de los planes de mantenimiento
6.3	Procesos de control de las operaciones
6.4	Control de contratistas
6.5	Gestión de talleres
<b>7</b>	<b>PROCESOS DE ANÁLISIS DE COSTOS DE CICLO DE VIDA</b>
7.1	Asset Life Cycle Cost Management
7.2	Manejo de información en el Ciclo de Vida del Activo
7.3	Mantenimientos especiales (paradas de plantas, overhauls...)
<b>8</b>	<b>PROCESO DE REVISIÓN Y MEJORA CONTINUA</b>
8.1	Control de Calidad
8.2	Programas de mejora continua
8.3	Programas de desarrollo de personal

*Tabla 2: Aspectos relevantes del cuestionario para la auditoría AMORMS*

<b>CUESTIONARIO GUÍA DE LA AUDITORÍA AMORMS (150 PREGUNTAS)</b>	
<b>1</b>	<b>GESTIÓN DE ACTIVOS, OBJETIVOS DEL NEGOCIO (KPIS) Y ORGANIZACIÓN DE SOPORTE</b>
<b>1.1</b>	<b>Visión Gerencial &amp; Liderazgo</b>
1.1.1	Existen Directrices Corporativas sobre el proceso de Gestión de Activos?
1.1.2	Existe Conciencia de la Gestión de Activos y su Administración? (Roles/Alcances/Responsabilidades)
1.1.3	Existe un Control detallado sobre los objetivos del negocio desde la Gerencia Corporativa?
1.1.4	Tiene la Gerencia Corporativa un liderazgo integral y sostenible sobre el negocio? (Control Sostenible)
1.1.5	La Gerencia Corporativa, las gerencias intermedias y los niveles técnicos y de ejecución comparten de forma eficiente el liderazgo del negocio? (Empoderamiento)
<b>1.2</b>	<b>Plan Integral de Gestión de Activos</b>
1.2.1	La organización cuenta con un modelo integral de gestión de activos incluida en su visión y misión?
1.2.2	Existe un plan integral diseñado para implantar los diversos procesos propuestos por el modelo de gestión de activos?
1.2.3	Existe un plan de Gestión de Activos a largo plazo y está integrado con los objetivos y metas del negocio?
1.2.4	Las técnicas de ingeniería de confiabilidad y mantenimiento están vinculadas con los procesos propuestos por el modelo de gestión de activos?
1.2.5	Se tiene definido un proceso integral de auditoría y mejora continua del modelo de gestión de activos a ser implementado?
<b>1.3</b>	<b>Políticas Integrales de Mantenimiento (Gerencial)</b>
1.3.1	Existe una política de mantenimiento integrada con la Gestión Corporativa del negocio?
1.3.2	Las políticas de mantenimiento de corto, mediano y largo plazo, están ajustadas a la realidad del negocio?
1.3.3	La política de mantenimiento ha sido creada de acuerdo con las políticas estratégicas del negocio?
1.3.4	Las políticas de operación y mantenimiento están vinculadas e integradas con los objetivos y metas del negocio?
1.3.5	Las políticas de Mantenimiento y Confiabilidad están integradas con la visión y misión del negocio?
<b>1.4</b>	<b>Estructura Organizacional</b>
1.4.1	Existe de forma general una estructura organizacional bien definida?
1.4.2	Existe una estructura organizacional eficiente para gestionar los procesos de mantenimiento y confiabilidad (están claras las responsabilidades de los grupos de confiabilidad)?
1.4.3	Existe una estructura organizacional eficiente para gestionar las operaciones?
1.4.4	La Organización tiene grupos específicos relacionados con la implantación de técnicas en las áreas de Confiabilidad y Mantenimiento?
1.4.5	La Organización tiene una estructura administrativa y técnica, orientada a soportar el proceso integral de Gestión de Activos?
<b>1.5</b>	<b>Control Financiero (KPIS claves del negocio)</b>
1.5.1	Existe un procedimiento bien desarrollado para gestionar el control financiero (KPIS claves del negocio)?
1.5.2	Los procesos de control financiero se aplican a partir del análisis de los KPIS claves de forma continua y no de forma eventual?
1.5.3	El sistema de control financiero es monitoreado y auditado de forma eficiente?
1.5.4	El control financiero está totalmente vinculado con las metas y objetivos de la organización?
1.5.5	El proceso de control de los KPIS financieros están integrado con los procesos indicadores técnicos y económicos de las áreas de mantenimiento y confiabilidad?
<b>2</b>	<b>MODELOS DE JERARQUIZACIÓN BASADOS EN RIESGO (CRITICIDAD DE ACTIVOS)</b>
<b>2.1</b>	<b>Gestión de Riesgos</b>
2.1.1	Está definida de forma clara la política integral de gestión de Riesgos alineada con el modelo de Gestión de Activos?
2.1.2	Existe un proceso integral de gestión para el control del riesgo en las áreas de mantenimiento y confiabilidad?

2.1.3	Existe un proceso eficiente para comunicar los diferentes niveles de riesgos que están expuestos los integrantes de las áreas de mantenimiento y confiabilidad?
2.1.4	Los riesgos en los procesos de mantenimiento y confiabilidad, son analizados, revisados y actualizados en forma regular?
2.1.5	La organización utiliza modelos de gestión de riesgo como base para la toma de decisiones en las áreas de mantenimiento y confiabilidad?
<b>2.2</b>	<b>Priorización de equipos</b>
2.2.1	La organización ha desarrollado un modelo de criticidad de equipos basados en Riesgo
2.2.2	El modelo de Riesgo priorización de equipos está alineado con los objetivos del negocio
2.2.3	La información utilizada para estimar la frecuencia y la de las fallas es tomada de una fuente confiable y veraz
2.2.4	El modelo de priorización de equipos es un modelo estándar para toda la organización y es utilizado en todas las áreas operacionales de la organización
2.2.5	Los resultados de jerarquización de equipos se utilizan para tomar decisiones de mejora en la operación y mantenimiento de los activos
<b>2.3</b>	<b>Gestión de los procesos de Seguridad, Salud y Ambiente</b>
2.3.1	Existe un plan eficiente de emergencias y contingencias en la organización?
2.3.2	Se ha comunicado al personal sobre las potenciales consecuencias sobre los eventos que pueden afectar seguridad, la salud y el ambiente?
2.3.3	Se tiene desarrollada una política de emergencias y seguridad bien documentada y comunicada?
2.3.4	Los planes de emergencias y seguridad son revisados, mejorados y actualizados de forma continua?
2.3.5	Los planes de emergencias están certificados por organizaciones locales e internacionales reconocidas?
<b>3</b>	<b>PROCESO DE ANÁLISIS DE PROBLEMAS (ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ)</b>
<b>3.1</b>	<b>Gestión de las fallas</b>
3.1.1	Existe un procedimiento estándar para gestionar las fallas en toda la organización?
3.1.2	El procedimiento de análisis de fallas es de fácil aplicación y es aceptado por toda la organización?
3.1.3	Existe un proceso eficiente sobre la información recopilada en los análisis de fallas (proceso eficiente de documentación y registro)?
3.1.4	El proceso de análisis de fallas es llevado a cabo por equipos interdisciplinarios que permitan validar con hechos reales las causas encontradas?
3.1.5	El proceso de gestión de fallas tiene indicadores previamente definidos y analizados, que permitan medir la eficiencia y la efectividad de las recomendaciones emitidas (el proceso de análisis de fallas está incorporado a un proceso de mejoramiento continuo)?
<b>3.2</b>	<b>Equipos multidisciplinarios de optimización</b>
3.2.1	Los trabajadores están bien organizados y motivados para el logro de los objetivos del negocio?
3.2.2	El ambiente de trabajo es propicio para realizar análisis que promuevan cambios y procesos de mejora?
3.2.3	Existe un proceso eficiente de comunicación entre la gerencia de la organización y el resto de los niveles administrativos?
3.2.4	La estructura organizacional de los trabajadores está orientada a soportar el proceso integral de gestión de activos?
3.2.5	Existe un proceso estándar que promueva a los trabajadores a participar en equipos multidisciplinarios?
<b>3.3</b>	<b>Métodos de Análisis de Fallas</b>
3.3.1	La organización utiliza un método estándar de análisis de fallas para toda la organización?
3.3.2	La metodología de Análisis de Fallas permite identificar el área de oportunidad en función de nivel de Riesgo provocado por los modos de fallas?
3.3.3	La metodología de Análisis de Fallas propone un procedimiento que permita validar de forma eficiente las hipótesis planteadas (validación con hechos reales)?
3.3.4	Las recomendaciones generadas de los análisis de fallas son seleccionadas a partir de un procedimiento de Análisis Costo Riesgo Beneficio?
3.3.5	Se evalúan y auditan los resultados reales de las acciones recomendadas una vez finalizados los análisis de fallas?
<b>4</b>	<b>PROCESOS DE PROGRAMACIÓN, PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO, INSPECCIÓN Y OPERACIONES</b>
<b>4.1</b>	<b>Programación y planificación</b>
4.4.1	Existe definida una estrategia a nivel gerencial de optimización del mantenimiento
4.4.2	Existe un proceso detallado y eficiente de programación y planificación del mantenimiento?
4.4.3	Se cumplen de forma eficiente las Estrategias de Planificación y Programación para el mantenimiento de los equipos?
4.4.4	Las estrategias de planificación y programación del mantenimiento están alineadas con el plan de negocio de la organización?
4.4.5	Las estrategias de planificación y programación del mantenimiento se analizan y se auditan los resultados de aplicación de estas estrategias?
<b>4.2</b>	<b>Procedimientos e instructivos de trabajos</b>
4.2.1	Existe una estructura que permita documentar los procedimientos e instructivos de trabajo?
4.2.2	Existe un marco general de referencia y soporte para generar documentación sobre los procedimientos e instructivos de trabajo?
4.2.3	Existe un sistema de control documental alineado con algún estándar local o internacional?
4.2.4	Los procedimientos de trabajo son utilizados activamente por toda la fuerza de trabajo?
4.2.5	Las mejoras a los procedimientos de trabajo son realizadas e incluidas en los planes de adiestramiento del personal?
<b>4.3</b>	<b>Planes de Mantenimiento por Condición (técnicas predictivas)</b>
4.3.1	Existe un proceso eficiente de gestión del mantenimiento por condición?

4.3.2	Se realizan actividades de mantenimiento por condición de forma organizada y continua?
4.3.3	Existe un plan de monitoreo de condiciones basado en el nivel de criticidad por Riesgo de los activos de la organización?
4.3.4	El monitoreo de condiciones es parte integral de una estrategia de optimización del mantenimiento?
4.3.5	El proceso de monitoreo de condiciones de la compañía es auditado y se le hace seguimiento a la efectividad de las recomendaciones emitidas?
<b>4.4</b>	<b>Técnicas de optimización en las áreas de Confiabilidad, Mantenimiento y Operaciones</b>
4.4.1	La organización ha desarrollado un modelo guía de implantación de las metodologías de Confiabilidad y Mantenimiento, orientado a cumplir con los objetivos del negocio?
4.4.2	La organización cuenta con un grupo de soporte encargado de administrar y facilitar las herramientas de Confiabilidad y Mantenimiento?
4.4.3	Se aplican de forma organizada y constante los diferentes métodos de Confiabilidad y Mantenimiento (RCM, RCA, TPM, RBI, Lean.....)?
4.4.4	Se miden, auditan y confirman los resultados de las aplicaciones de los métodos de Confiabilidad y Mantenimiento?
4.4.5	Se revisan y actualizan los métodos de Confiabilidad y Mantenimiento (se toman en cuenta las novedades, actualizaciones y desarrollo de nuevos métodos de optimización)?
<b>5</b>	<b>PROCESOS DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS, SOPORTE INFORMÁTICO Y SOPORTE LOGÍSTICO A LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO Y CONFIABILIDAD</b>
<b>5.1</b>	<b>Sistema de soporte informático de mantenimiento (software de mantenimiento)</b>
5.1.1	¿Existe un sistema eficiente de soporte informático para el mantenimiento?
5.1.2	El diseño de los órdenes de trabajo dentro del software es adecuado y se utiliza de forma eficiente?
5.1.3	El sistema de órdenes de trabajo ayuda a mejorar los procesos de programación y planificación del mantenimiento?
5.1.4	El software de mantenimiento es utilizado en forma extensa por toda la organización, incluyendo todos los tipos de paros (correctivos, preventivos, por condición, detenciones mayores, seguimiento de componentes de fallas, etc.)?
5.1.5	El sistema de soporte informático de mantenimiento genera de forma automática indicadores técnicos y económicos, los cuáles son ampliamente usados por toda la organización para mejorar la toma de decisiones?
<b>5.2</b>	<b>Sistema de control de documentos</b>
5.2.1	Existe un sistema general de administración de documentos técnicos de mantenimiento (planos, P&D, flujogramas de procesos, manual de operaciones, etc.)
5.2.2	Existe un sistema de administración de documentos que integre la información del mantenimiento con las otras áreas de la organización?
5.2.3	Existe un sistema de administración de documentos que cumpla con alguna norma o estándar de calidad?
5.2.4	El sistema de administración de la documentación está totalmente implementado de forma informática?
5.2.5	El sistema de administración de documentos, está en línea para toda la organización y se usa de forma amplia y eficiente?
<b>5.3</b>	<b>Manejo de repuestos, materiales (logística)</b>
5.3.1	El proceso de general de abastecimiento y logística de repuestos es eficiente?
5.3.2	El proceso de abastecimiento y planificación de materiales es organizado y tiene un flujo ordenado y bien controlado?
5.3.3	El proceso de manejo y planificación de materiales está desarrollado para toda la planta?
5.3.4	EL proceso de abastecimiento y planificación de materiales está integrado de forma eficiente con el área de mantenimiento?
5.3.5	EL proceso de Abastecimiento y planificación de materiales tiene indicadores de optimización integrados a nivel de los objetivos del negocio que son evaluados, analizados, utilizados y auditados de forma continua?
<b>5.4</b>	<b>Procesos de administración de la bodegas e inventarios</b>
5.4.1	La administración del inventario es llevada a cabo por una organización bien estructurada para esta función?
5.4.2	La administración del inventario es llevada y controlada por una herramienta de soporte informática?
5.4.3	El proceso de administración de la bodega y manejo de inventarios, incluye indicadores de optimización de repuestos utilizando técnicas de análisis de Riesgo?
5.4.4	El software de administración de los repuestos, genera de forma automática, indicadores de análisis de inventarios que son utilizados para optimizar los diversos procesos de la gestión de materiales?
5.4.5	Los procesos de administración de abastecimiento y manejo de inventarios están orientados a lograr los objetivos del proceso de Gestión de Activos?
<b>6</b>	<b>PROCESOS DE CONTROL Y ANÁLISIS DE INDICADORES TÉCNICOS DEL NEGOCIO (RAM)</b>
<b>6.1</b>	<b>Indicadores de desempeño técnico</b>
6.1.1	Existe un proceso de eficiente de registro de la información histórica de los equipos?
6.1.2	Se realizan de forma eficiente análisis de mejora sobre la información histórica de fallas y operación de los equipos?
6.1.3	Existe un programa estándar de análisis de indicadores implementado de forma eficiente?
6.1.4	Se realizan análisis sistemáticos de fallas a partir de indicadores de riesgo previamente definidos?
6.1.5	La organización evalúa y toma decisiones a partir de indicadores de mejora en confiabilidad y mantenibilidad de forma eficiente (MTTF, MTTR, Disponibilidad..., etc.)?
<b>6.2</b>	<b>Programas de revisión de los planes de mantenimiento</b>
6.2.1	Se realizan análisis de mejora sobre los diferentes tipos de mantenimientos ejecutados?
6.2.2	Se toman acciones sobre los análisis realizados a los diferentes tipos de mantenimientos ejecutados?
6.2.3	El análisis de los mantenimientos ejecutados, es realizado de forma eficiente y sistemática?
6.2.4	Las recomendaciones realizadas a partir del análisis de los mantenimientos ejecutados, son tomadas en cuenta y se auditan los resultados de las acciones emitidas?
6.2.5	Se realiza algún proceso de benchmarking en relación a los indicadores de mantenimiento y confiabilidad?



<b>6.3</b>	<b>Procesos de control de las operaciones</b>
6.3.1	Existe un procedimiento dónde se detallan los procesos operacionales?
6.3.2	Se relacionan los procesos operacionales con todas actividades de producción?
6.3.3	Se relaciona las estrategias operacionales con las estrategias del mantenimiento?
6.3.4	Están vinculadas de forma eficiente las metas operacionales con la planificación de las actividades de mantenimiento?
6.3.5	Están integradas las estrategias de operación y producción con los procesos de programación y planificación del mantenimiento?
<b>6.4</b>	<b>Control de contratistas</b>
6.4.1	El uso de contratistas es eficiente y se tienen modelos de contratos establecidos por áreas y tipos de trabajo?
6.4.2	Los contratos de corto y largo plazo están totalmente estandarizados?
6.4.3	Existe un proceso de validación y auditoría de las credenciales de las contratistas que participan en los diferentes procesos de mantenimiento y operación?
6.4.4	Existen un proceso eficiente de evaluación del desempeño real de los contratistas, que sea constantemente monitoreado y que permita tomar acciones sobre las desviaciones encontradas?
6.4.5	Los contratos de negocios establecidos con los contratistas están totalmente alineados en términos de estrategias con los objetivos y metas del negocio?
<b>6.5</b>	<b>Gestión de talleres</b>
6.5.1	La organización cuenta con un servicio eficiente: propio o contratado de talleres para actividades de mantenimiento?
6.5.2	Existe un proceso interno que permita evaluar el desempeño de los servicios prestados por los talleres?
6.5.3	Existe un modelo de contrato estándar desarrollado para todos los servicios solicitados a los talleres?
6.5.4	Existe un procedimiento específico que permita evaluar los tiempos de entrega, los costos y la calidad de ejecución de los servicios ofrecidos por los talleres?
6.5.5	Existe un modelo de auditoría y benchmarking certificado bajo una norma local o internacional, que permita evaluar los Servicios ofrecidos por los talleres?
<b>7</b>	<b>PROCESOS DE ANÁLISIS DE COSTOS DE CICLO DE VIDA</b>
<b>7.1</b>	<b>Asset Life Cycle Cost Management</b>
7.1.1	Existe un procedimiento eficiente de análisis del ciclo de vida de los activos?
7.1.2	Se analiza y se pronostica el ciclo de vida de los activos de la organización?
7.1.3	Existe un proceso de evaluación del impacto económico de la Confiabilidad en el ciclo de vida de los activos (Modelos Woodard, Willans and Scott....., etc.)?
7.1.4	El proceso de Análisis de Ciclo de vida de los activos es llevado a cabo por equipo multidisciplinario de toda la organización en dónde participan los grupos de operaciones y mantenimiento?
7.1.5	Se documenta de forma eficiente la información del ciclo de vida de los activos y se auditan los resultados de Ciclo de Vida de los equipos seleccionados?
<b>7.2</b>	<b>Manejo de información en el Ciclo de Vida del Activo</b>
7.2.1	¿La administración de la organización revisa regularmente los factores claves de su sistema de gestión de activos (incluyendo política de gestión de activos, estrategia, objetivos, y planes) para asegurar su eficacia, adecuación y conveniencia a lo largo de todo el Ciclo de Vida?
7.2.2	¿La información económica y técnica (factores claves de la gestión de activos) es considerada para la revisión, seguimiento y sustitución de los equipos?
7.2.3	¿La organización usa la información económica y técnica para mejorar continuamente su sistema de gestión de activos global a lo largo de todo el Ciclo de Vida?
7.2.4	¿La organización asegura que los resultados de las revisiones realizadas a los factores claves de la gestión de activos, esté disponible, para que la alta dirección tome en cuenta los resultados obtenidos, durante el análisis y la revisión de los planes estratégicos de la organización a lo largo de todo el Ciclo de Vida?
7.2.5	¿La organización mantiene los registros de las revisiones de los factores claves de la gestión de activos y comunica información relevante a los empleados, proveedores de servicios contratados u otras áreas relacionadas (interesadas - stakeholders) con el proceso de gestión de activos a lo largo de todo el Ciclo de Vida?
<b>7.3</b>	<b>Mantenimientos especiales (paradas de plantas, overhauls...)</b>
7.3.1	Las detenciones mayores son implementadas en forma ordenada bajo un modelo de gestión de grandes paradas de plantas?
7.3.2	Las detenciones mayores son implementadas por grupos a dedicación exclusiva?
7.3.3	Las detenciones mayores son programadas, planificadas y ejecutadas bajo el uso de herramientas de optimización de confiabilidad y riesgo?
7.3.4	Existe un proceso de registro de las detenciones mayores que permita recopilar las lecciones aprendidas y todas las actividades son especificadas y estandarizadas?
7.3.5	Existe una estrategia de integral de optimización de los procesos paradas de plantas, se auditan y se realizan análisis de benchmarking y de mejora continua?
<b>8</b>	<b>PROCESO DE REVISIÓN Y MEJORA CONTINUA</b>
<b>8.1</b>	<b>Control de Calidad</b>
8.1.1	Existe un modelo eficiente de gestión de la calidad dentro del área de mantenimiento?
8.1.2	Existe el conocimiento de que la calidad contribuye a la mejora del desempeño de los procesos de mantenimiento y confiabilidad?
8.1.3	La organización del mantenimiento está alineada con los programas de mejoramiento de la calidad?
8.1.4	La organización de mantenimiento ha sido acreditada en alguna norma relacionada con la calidad?

8.1.5	La compañía está acreditada en alguna norma de la calidad y se ha incorporado el proceso de gestión de la calidad dentro del mantenimiento?
<b>8.2</b>	<b>Programas de mejora continua</b>
8.2.1	Las mejoras en los procesos de mantenimiento y confiabilidad son llevadas de forma ordenada y actualizadas bajo un modelo específico?
8.2.2	Existe un marco de referencia para incluir mejoras en los procesos de mantenimiento y confiabilidad?
8.2.3	Existe un programa de seguimiento a las propuestas de mejoras en las áreas de mantenimiento y confiabilidad?
8.2.4	El proceso de Mejora continua es una práctica común en las áreas de mantenimiento y confiabilidad?
8.2.5	El proceso de mejora continua es una práctica estándar de todos los negocios que conforman el proceso industrial analizado?
<b>8.3</b>	<b>Programas de desarrollo de personal</b>
8.3.1	La organización cuenta con un departamento que se encargue del proceso de adiestramiento formal al personal de toda la organización?
8.3.2	Se provee de adiestramiento eficiente al personal nuevo de la organización?
8.3.3	Existe un plan de entrenamiento específico y ajustado a todo el ciclo de vida del trabajador?
8.3.4	El programa de adiestramiento de todo el personal está adecuado al puesto de trabajo y está orientado a lograr los objetivos del negocio?
8.3.5	El programa de entrenamiento incluye formación en las áreas de técnicas modernas de mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos?

*Tabla 3: Cuestionario detallado para la ejecución de la auditoría AMORMS*

### 3.2.- Técnica de Auditoría denominada AMS-ISO 55001: ASSET MANAGEMENT SURVEY-ISO 55001

La metodología de diagnóstico AMS-ISO 55001 [14], [15], [16], permite evaluar de forma eficaz los requerimientos de la ISO 55001 y determinar las desviaciones (brechas) que tiene la organización con respecto a los requerimientos de la norma. A continuación se citan, los requerimientos certificables de la norma ISO 55001:

4. Contexto de la Organización
  - 4.1. Comprender la organización y su contexto
  - 4.2. Comprender las necesidades y expectativas de las partes interesadas
  - 4.3. Determinar el alcance del sistema de gestión de activos
  - 4.4. Sistema de Gestión de Activos
5. Liderazgo
  - 5.1. Liderazgo y compromiso
  - 5.2. Política
  - 5.3. Papeles (Roles) organizacionales, responsabilidades y autoridades
6. Planificación
  - 6.1. Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades en el sistema de gestión de activos
  - 6.2. Objetivos de la gestión de activos y planificación para lograrlos
7. Soporte
  - 7.1. Recursos
  - 7.2. Competencia
  - 7.3. Concientización
  - 7.4. Comunicación
  - 7.5. Requisitos de información
  - 7.6. Información documentada
8. Operación
  - 8.1. Planificación y control operacionales
  - 8.2. Gestión de cambio
  - 8.3. Outsourcing (Tercerización)
9. Evaluación de desempeño
  - 9.1. Seguimiento, medición, análisis y evaluación
  - 9.2. Auditoría interna

- 9.3.Revisión de la gestión
- 10. Mejora
  - 10.1.No conformidad y acción correctiva
  - 10.2.Acción preventiva
  - 10.3.Mejora continua

La auditoría AMS-ISO 55001 [16], [17], propone la utilización de un cuestionario guía que permite cuantificar las áreas de oportunidad. A continuación se presenta el cuestionario guía (94 preguntas):

**4. Contexto de la Organización**

4.1	<b>Comprensión de la Organización y su contexto</b>	1	# 1. ¿La empresa ha establecido los objetivos organizacionales? Los objetivos organizacionales son aquellos que fijan de forma estratégica el contexto y la dirección de las actividades principales de una empresa.
		2	# 2 ¿La empresa cuenta con un plan organizacional? El plan organizacional es aquella información documentada que especifica los programas para alcanzar los objetivos organizacionales de una empresa.
		3	# 3¿Se han establecido los compromisos para la implementación de la gestión de activos de forma integral en todas las unidades de gestión? Las políticas son la expresión formal de la alta dirección para expresar sus intenciones y dirección de la organización. La gestión de activos se define como la actividad coordinada de una organización para obtener valor a partir de los activos
		4	# 4:Se ha realizado un análisis interno y externo de las unidades claves del negocio? El análisis interno y externo de la organización consiste en examinar los factores que puedan afectar el control y el futuro desarrollo de una organización.
		5	# 5 ¿La organización cuenta con un PEGA? El Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) debe presentar de forma documentada la relación entre los objetivos estratégicos de la organización y los objetivos de las diferentes unidades de gestión (técnicas y administrativas), definiendo qué se necesita para alcanzar dichos objetivos.
		6	# 6:Se ha determinado los factores internos y externos más relevantes que puedan afectar los resultados propuestos para la Gestión de Activos?
4.2.	<b>Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas</b>	7	# 7¿Se tienen identificadas las partes interesadas internas y externas que afectan a la Gestión de activos? Las partes interesadas son personas u organizaciones que pueden afectar a la organización o ser afectadas por la misma, debido a una decisión o actividad.
		8	# 8¿Se han identificado los requisitos de las partes interesadas a la Gestión de Activos? Los requisitos son considerados como las necesidades y expectativas que tiene una persona u organización interesada en la Gestión de Activos.
4.3.	<b>Determinación del alcance del sistema de gestión de activos</b>	9	# 9¿Se ha declarado el alcance del Sistema de Gestión de Activos, en la cual se identificó los activos principales para el sistema (portafolio)? En el alcance de un Sistema de Gestión de Activos se incluyen los límites y la cobertura del sistema.
4.4	<b>Sistema de gestión de activos</b>	10	# 3¿Se han establecido los compromisos para la implementación de la gestión de activos de forma integral en todas las unidades de gestión? Las políticas son la expresión formal de la alta dirección para expresar sus intenciones y dirección de la organización. La gestión de activos se define como la actividad coordinada de una organización para obtener valor a partir de los activos
		11	# 10¿Se han definido y especificado los procesos para el Sistema de Gestión de Activos de Unidad de negocio? Un sistema es un conjunto de procesos. Los procesos para la gestión de activos deben definirse y especificarse partiendo del análisis de los procesos existentes en la organización respecto a si satisfacen algún requisito de la norma ISO 55001.

## 5. Liderazgo

5.1	Liderazgo y Compromiso	12	# 1. ¿La empresa ha establecido los objetivos organizacionales? Los objetivos organizacionales son aquellos que fijan de forma estratégica el contexto y la dirección de las actividades principales de una empresa.
		13	# 2 ¿La empresa cuenta con plan organizacional? El plan organizacional es aquella información documentada que especifica los programas para alcanzar los objetivos organizacionales de una empresa.
		14	# 3¿Se han establecido los compromisos para la implementación de la gestión de activos en la unidad de gestión? Las políticas son la expresión formal de la alta dirección para expresar sus intenciones y dirección de la organización. La gestión de activos se define como la actividad coordinada de una organización para obtener valor a partir de los activos
		15	# 5 ¿La unidad de negocio cuenta con un PEGA? El Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) debe presentar de forma documentada la relación entre los objetivos de la organización y los objetivos de la gestión de activos, definiendo qué se necesita para alcanzar dichos objetivos.
		16	# 11¿Se ha designado al equipo de trabajo que se encarga del Sistema de Gestión de Activos y que reporte a la alta dirección? Es importante que la alta dirección designe a una persona para que supervise el desarrollo, la implementación, la operación y la mejora continua de un sistema de gestión de activos.
		17	# 12¿La alta dirección expresa su compromiso a través de documentos difundidos o en reuniones de comunicaciones? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
		18	# 13¿La alta dirección se involucra para establecer los objetivos de Unidad de negocio, asegurando que estos estén relacionados con los objetivos de la organización? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
		19	# 14¿El presupuesto otorgado para el logro de los objetivos es el adecuado y su planificación de dicho presupuesto es eficiente? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
		20	# 15¿Se monitorea el desempeño del Sistema de Gestión de Activos en la unidad de negocio? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
		21	# 16¿Se abordan los riesgos relacionados a los activos físicos de Unidad de negocio, estos son incorporados al proceso de gestión de riesgos de la unidad de negocio? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
5.2.	Política	22	# 3¿Se han establecido los compromisos para la implementación de la gestión de activos de forma integral en todas las unidades de gestión? Las políticas son la expresión formal de la alta dirección para expresar sus intenciones y dirección de la organización. La gestión de activos se define como la actividad coordinada de una organización para obtener valor a partir de los activos
		23	# 17¿Usted cree que los sistemas de gestión u otras prácticas de la organización se encuentran alineadas a la gestión de activos? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
5.3.	Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	24	# 11 ¿Se ha designado al equipo de trabajo que se encarga del Sistema de Gestión de Activos y que reporte a la alta dirección? Es importante que la alta dirección designe a una persona para que supervise el desarrollo, la implementación, la operación y la mejora continua de un sistema de gestión de activos.
		25	# 18¿Se han establecido los roles, responsabilidades y autoridad a la estructura orgánica (equipo de trabajo) que se encarga del Sistema de Gestión de Activos? La alta dirección debe asegurar que la responsabilidad y autoridad de los roles pertinentes se asigne y comunique dentro de la organización.

## 6. Planificación

6.1	Acciones para hacer frente a riesgos y oportunidades para el sistema de gestión de activos	26	# 14¿El presupuesto otorgado para el logro de los objetivos es el adecuado y su planificación de dicho presupuesto es eficiente? Es importante que la alta dirección demuestre su compromiso con la gestión de activos.
		27	# 19¿Existen procedimientos para la identificación, evaluación, respuesta y establecimiento de actividades para abordar dichos riesgos y oportunidades? La organización debe determinar los riesgos y las oportunidades que necesitan tratarse.
		28	# 20¿Existe monitoreo y control de las acciones establecidas para minimizar el impacto de los riesgos identificados? La organización debe determinar los riesgos y las oportunidades que necesitan tratarse.
		29	# 31 Para su trabajo de control ¿Ud. considera en sus actividades de trabajo, los riesgos asociados y las oportunidades y cómo se relacionan el uno con el otro?
		30	# 38¿La Unidad de negocio planifica, implementa y controla los procesos para cumplir con los requisitos de la norma mediante el tratamiento y seguimiento de los riesgos?
		31	# 39¿Ante cualquier cambio planificado, permanente o temporal que puede tener un impacto en el logro de los objetivos de Gestión de activos, la organización se asegura que los riesgos asociados se evalúan antes de implementarse dicho cambio?
		32	# 40 ¿La organización se asegura de que los riesgos asociados a los cambios, se gestionen de acuerdo con las acciones, oportunidades y objetivos de la Gestión de activos?
		33	# 66¿La revisión por la alta dirección considera los cambios en el perfil de riesgos y oportunidades?
6.2	Objetivos de gestión de activos y planificación para lograrlos	34	# 5 ¿La unidad de negocio cuenta con un PEGA? El Plan Estratégico de Gestión de Activos (PEGA) debe presentar de forma documentada la relación entre los objetivos de la organización y los objetivos de la gestión de activos, definiendo qué se necesita para alcanzar dichos objetivos.
		35	# 21¿Se han establecido objetivos de Gestión de Activos que sean específicos, medibles, alcanzables, realistas y acotados en el tiempo en funciones y niveles relevantes?

## 7. Soporte

7.1	Recursos	36	# 22¿La organización determina y proporciona los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua del Sistema de Gestión de Activos?
		37	# 23¿En la unidad de negocio se proporciona los recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos de la Gestión de Activos y para la ej
7.2	Competencias	38	# 24¿En la unidad de negocio se determinan las competencias necesarias de las personas que hacen el trabajo bajo su control que afecta al rendimiento de los activos, Gestión de Activos y al Sistema de Gestión de Activos?
		39	# 25¿La alta dirección de la Unidad de negocio asegura que las personas que hacen el trabajo que afecta a los activos, Gestión de Activos y Sistema de Gestión de Activos sean competentes sobre la base de una educación adecuada, capacitación o experiencia?
		40	# 26¿La alta dirección de Unidad de negocio toma acciones para adquirir las competencias necesarias y evaluar la efectividad de las acciones tomadas?
		41	# 27¿En la Unidad de negocio se conserva apropiadamente la información documentada como prueba de las competencias del personal?
		42	# 28¿En Unidad de negocio se revisa periódicamente las necesidades de competencias y requisitos actuales y futuros?
7.3	Toma de conciencia	43	# 29 Para su trabajo de gestión ¿Ud. considera la política Gestión de Activos?
		44	# 30 En sus actividades de gestión ¿Ud. contribuye a la eficacia del Sistema de Gestión de Activos?
		45	# 31 Para su trabajo de gestión ¿Ud. considera sus actividades de trabajo, los riesgos asociados y las oportunidades y cómo se relacionan el uno con el otro?
		46	# 32 Para su trabajo de gestión ¿Ud. considera las consecuencias que implica el no ajustarse a los requisitos del Sistema de Gestión de Activos?
7.4	Comunicación	47	# 33¿La Unidad de negocio cuenta con un plan de comunicación donde se establece que se debe comunicar, cuando se debe comunicar, con quien se debe comunicar y los medios de cómo comunicarse?
7.5		Requisitos de información	48
	49		# 35¿En la Unidad de negocio se cuenta con un Sistema de Gestión de la información que permita administrar y documentar de forma eficiente: — la información en la forma requerida por esta Norma Internacional; — la información para los requisitos legales y reglamentarios que sean aplicables; — la información que la organización determine que es necesaria para asegurar la eficacia del sistema de gestión de activos; El sistema de gestión documental debe ser capaz de crear y actualizar la información documentada de la organización asegurando la pertinencia en: la identificación y descripción, el formato y los medios (tales como: papel y dispositivos electrónicos); la revisión y aprobación de la conveniencia y de la adecuación.

## 8. Operación

8.1	Planificación y control operacional	50	# 36¿Unidad de negocio planifica, implementa y controla los procesos para cumplir con los requisitos de la Estándar mediante el establecimiento de criterios (funciones, responsabilidades, procedimientos, asignación de recursos y desarrollo de competencias)?
		51	# 37¿La Unidad de negocio planifica, implementa y controla los procesos para cumplir con los requisitos de la norma mediante la aplicación de mecanismos de control como medidas de desempeño para sus procesos y acciones?
		52	# 38¿Unidad de negocio planifica, implementa y controla los procesos para cumplir con los requisitos de la norma mediante el mantenimiento de la información documentada a la medida necesaria para tener confianza y evidencia de que los procesos han sido llevados a cabo como estaba previsto?
		53	# 39 ¿La Unidad de negocio planifica, implementa y controla los procesos para cumplir con los requisitos de la norma mediante el tratamiento y seguimiento de los riesgos?
8.2	Gestión del cambio	54	# 40¿Ante cualquier cambio planificado, permanente o temporal que puede tener un impacto en el logro de los objetivos de Gestión de activos,
		55	# 41¿La organización se asegura de que los riesgos asociados a los cambios, se gestionen de acuerdo con las acciones, oportunidades y objetivos de la Gestión de activos?
		56	# 42¿La organización controla los cambios planificados, revisa las consecuencias no deseadas de cambios y la adopción de medidas para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario?
		57	# 63¿La revisión por la alta dirección considera los cambios en los problemas externos e internos que son relevantes para el sistema de Gestión de activos?
		58	# 67 ¿La revisión por la alta dirección considera los cambios en el perfil de riesgos y oportunidades?
		59	# 72 ¿De ser necesario, la organización establece directrices para realizar cambios al Sistema de Gestión de Activos, debido a una no conformidad o incidente?
		60	# 75¿Cuándo se identifica un evento potencial en la organización, se realizan los cambios necesarios?
8.3	Contratación a Terceros	61	# 43¿La organización determina los procesos y actividades que han de subcontratar (incluyendo el alcance y límites de los procesos y subcontratadas)?
		62	# 44¿La organización determina las responsabilidades y autoridades dentro de la organización para la gestión de procesos y actividades subcontratadas?
		63	# 45¿La organización determina los procesos y alcance para el intercambio de conocimientos e información entre la organización y su proveedor(es)?

Rev. 2 del 9/Febrero/2021

Parra C., Viveros P., Kristjanpoller F., González-Prida V., Crespo A., Gómez J.F.

## 9. Evaluación de desempeño

9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	64	# 46;La organización determina lo que requiere de monitoreo y medición?
		65	# 47;La organización determina los mecanismos para la observación, medición, análisis y evaluación?
		66	# 48;La organización determina en qué momento debe realizarse el seguimiento y la medición?
		67	# 49;La organización determina cuándo deben analizarse y evaluarse los resultados de la observación y medición?
		68	# 50;La organización evalúa e informa sobre el rendimiento de los activos?
		69	# 51;La organización evalúa e informa el desempeño de la Gestión de Activos, incluidos rendimientos financieros y no financieros?
		70	# 52;La organización evalúa e informa la eficacia del Sistema de Gestión de Activos?
		71	# 53;La organización evalúa y reporta sobre la eficacia de los procesos de gestión de riesgos y oportunidades?
9.2	Auditoría Interna	72	# 54;Se realizan auditorías internas a intervalos planificados con el fin de proporcionar información que ayude en la determinación de si el
		73	# 55;El proceso de auditoría para la Gestión de activos se ha implementado y se mantiene de manera eficaz?
		74	# 56;La organización planifica, establece, implementa y mantiene un programa(s) de auditoría, el cual incluya la frecuencia, métodos,
		75	# 57;La organización ha definido los criterios de auditoría y las posibilidades de cada una?
		76	# 58;La organización selecciona los auditores y las auditorías a realizar para asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría?
		77	# 59;La organización garantiza que los resultados de las auditorías se informen a la dirección correspondiente?
		78	# 60;La organización conserva la información documentada como pruebas de los resultados de la aplicación del programa de auditoría y los resultados de la misma?
9.3	Revisión por la dirección	79	# 61;La alta dirección revisa el sistema de Gestión de activos de la organización, a intervalos planificados, para asegurar su continua conveniencia, adecuación y eficacia?
		80	# 62;La revisión por la alta dirección incluye el estado de anteriores revisiones?
		81	# 63;La revisión por la alta dirección considera los cambios en los problemas externos e internos que son relevantes para el sistema de Gestión de activos?
		82	# 64;La revisión por la alta dirección considera la Información sobre el rendimiento de la Gestión de activos, incluyendo las tendencias en no conformidades y acciones correctivas, seguimiento y resultados de la auditoría?
		83	# 65;La revisión por la alta dirección considera la actividad de Gestión de activos?
		84	# 66;La revisión por la alta dirección considera las oportunidades para la mejora continua?
		85	# 67;La revisión por la alta dirección considera los cambios en el perfil de riesgos y oportunidades?

## 10. Mejora

10.1	No conformidades y acciones correctivas	86	# 68;La organización reacciona a las no conformidades o incidentes, toma medidas para controlar y corregir y hacer frente a las consecuencias
		87	# 69;La organización evalúa la necesidad de adoptar medidas para eliminar las causas de la no conformidad o incidente, a fin de que no se produzcan o reaparezcan en otra parte?
		88	# 70;La organización realiza cualquier acción necesaria para abordar las no conformidades o incidentes?
		89	# 71;La organización revisa la eficacia de cualquier medida correctiva adoptada para abordar las no conformidades o incidentes?
		90	# 72;De ser necesario, la organización establece directrices para realizar cambios al Sistema de Gestión de Activos, debido a una no conformidad o incidente?
		91	# 73;Las acciones correctivas están sustentadas por referentes que aseguren su efectividad, a los efectos de las no conformidades o incidentes encontrados?
10.2	Acciones preventivas	92	# 74;La organización establece procesos para identificar de forma proactiva los posibles fallos en el rendimiento de los activos y evalúa la necesidad de acciones preventivas?
		93	# 75;Cuándo se identifica un evento potencial en la organización, se realizan los cambios necesarios?
10.3	Mejora continua	94	# 76;La organización mejora continuamente la conveniencia, adecuación y eficacia de su Gestión de activos y del sistema de Gestión de activos?

Tabla 4: Cuestionario detallado para la ejecución de la auditoría AMS-ISO 55001

Posteriormente, se selecciona un grupo de personas (mínimo de 10 personas) de las distintas áreas de la organización para que evalúen de forma objetiva las 94 preguntas de la auditoría AMS-ISO 55001. La evaluación se realiza tomando como referencia las siguientes escalas de calificación existencia/aplicación (escala de nivel de madurez de la Gestión de Activos, desarrollada por el IAM: Institute of Asset Management). La evaluación se realiza a dos niveles:

**1- Escala de existencia del requerimiento**

- 0 Inocente - Proceso inexistente**
- 1 Consciente - Proceso muy deficiente**
- 2 Desarrollando - Proceso debajo del promedio**
- 3 Competente - Proceso estándar promedio**
- 4 Optimizado - Proceso con muy buenas prácticas**
- 5 Excelente - Proceso a nivel de Clase Mundial**

**2- Escala de aplicación del requerimiento**

- 0% Proceso inexistente**
- 20% Proceso muy deficiente**
- 40% Proceso debajo del promedio**
- 60% Proceso estándar promedio**
- 80% Proceso con muy buenas prácticas**
- 100% Proceso a nivel de Clase Mundial**

Puntuación		Escala de existencia del requerimiento	
0	Proceso inexistente	Inocente	0-0.5
1	Proceso muy deficiente	Consciente	0.6-1.5
2	Proceso debajo del promedio	Desarrollando	1.6-2.5
3	Proceso estándar promedio	Competente	2.6-3.5
4	Proceso con muy buenas prácticas	Optimizado	3.6-4.5
5	Proceso a nivel de Clase Mundial	Excelente	4.6-5
Puntuación		Escala de aplicación del requerimiento	
0%	Proceso Inexistente	Inocente	0-10%
20%	Proceso muy deficiente	Consciente	11-20%
40%	Proceso debajo del promedio	Desarrollando	21-40%
60%	Proceso estándar promedio	Competente	41-60%
80%	Proceso con muy buenas prácticas	Optimizado	61-80%
100%	Proceso a nivel de Clase Mundial	Excelente	81-100%

Posteriormente, se obtienen como resultados los radares, ver figura 5:

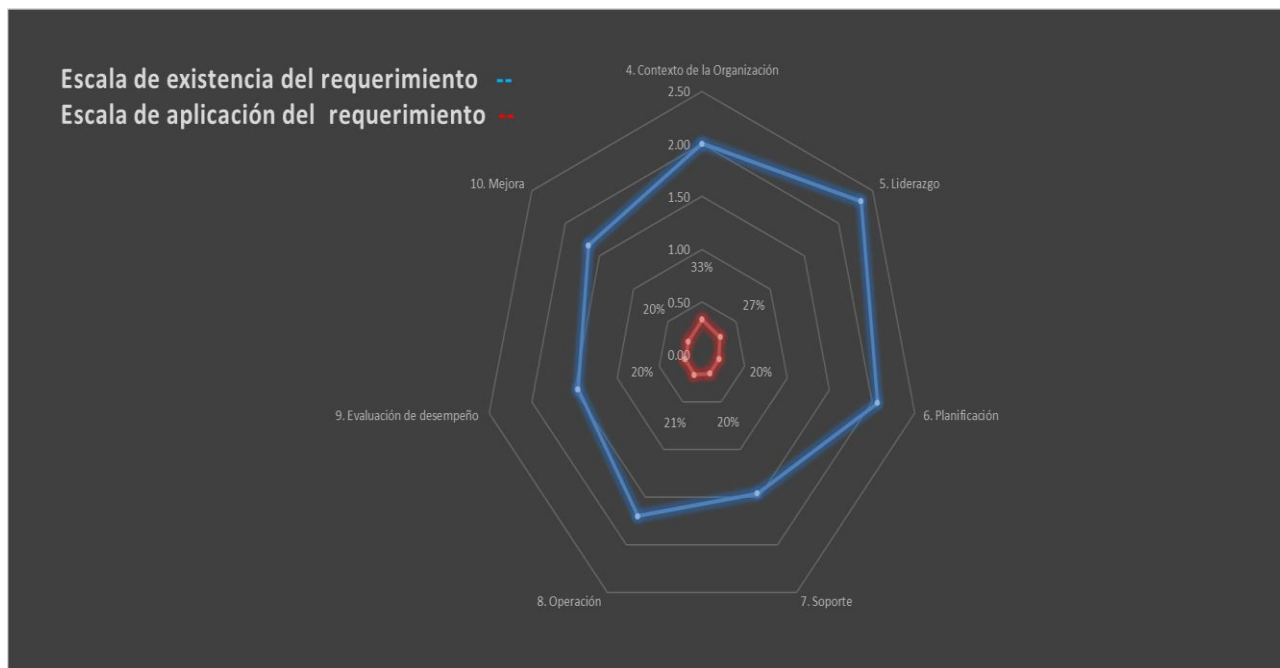


Figura 5. Resultados gráficos de la auditoría AMS-ISO55001 (Escala de existencia del requerimiento / Escala de aplicación del requerimiento). Parra et al, 2020

Finalmente se define el nivel de Madurez de la organización con respecto a los requerimientos de la ISO 55001 (ver Figura 6)

**Niveles mínimos aceptables (nivel 3):**

- **Escala de existencia del requerimiento: 3**
- **Escala de aplicación del requerimiento: 60%**



Escala	Descripción	Definición	Características de Madurez
0	Inocente	La organización no ha reconocido la necesidad de este requisito y/o no hay evidencia de compromiso para ponerlo en práctica.	---
1	Consciente	La organización ha identificado la necesidad de este requisito y existe evidencia de intentos para progresar en ello.	Las propuestas están en desarrollo y algunos requerimientos pueden estar implementados. Los procesos están débilmente controlados, son reactivos y su desempeño es impredecible.
2	Desarrollando	La organización ha identificado los medios para alcanzar sistemática y consistentemente los requisitos y puede demostrar que se está progresando con planes creíbles y con recursos establecidos.	Los procesos se planifican, documentan (cuando es necesario), aplican y controlan a nivel local o dentro de los departamentos funcionales; a menudo de manera reactiva, pero podrían lograr los resultados esperados de manera repetitiva. Los procesos están insuficientemente integrados, con una coherencia o coordinación limitada en la organización.
3	Competente	La organización puede demostrar que cumple de manera sistemática y consistente con los requisitos establecidos en NCH-ISO 55001.	Este nivel involucra un sistema de gestión de activos documentado formalmente e incorporado en la organización. Se mide, revisa y mejora continuamente el desempeño de los elementos del sistema de gestión de activos con el fin de alcanzar los objetivos de la gestión de activos.
4	Optimizado	La organización puede demostrar que está optimizando sistemática y consistentemente su práctica de gestión de activos, alineada con los objetivos corporativos y su contexto operativo.	Las características de este nivel incluyen las siguientes: Monitoreo y evaluación del desempeño; resolución del balance entre metas competitivas en una estructura ágil de toma de decisiones; innovación es un estilo de vida, la mejora continua puede demostrarse ampliamente con evidencia de resultados; el referenciamiento es empleado para identificar oportunidades de mejora adicionales y el sistema de gestión es más integrado y efectivo.
5	Excelente	La organización puede demostrar que emplea prácticas de punta y que alcanza el máximo valor con la gestión de sus activos, alineadas con los objetivos corporativos y el contexto operativo.	Este es un estado dinámico y sensible al contexto, por lo que la evidencia debe incluir la demostración de la conciencia de las posiciones de evaluación comparativa frente a las mejores organizaciones similares en su clase y que, tanto en las prácticas de gestión de activos como en los resultados de gestión de activos (generación de valor) no hay mejoras conocidas que aún no se hayan implementado.

Figura 6. Niveles de Madurez de la organización con respecto a los requerimientos de la ISO 55001. Escala de apreciación y niveles de madurez de la Gestión de Activos (Metodología IAM: Institute of Asset Management)

## 4.- CONSIDERACIONES FINALES SOBRE LAS TÉCNICAS DE AUDITORÍA

En términos generales, las organizaciones en las cuales se desarrollen auditorías deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Evitar sobrecargarse con iniciativas simultáneas de procesos de auditoría, para esto es necesario tener bien claro los factores a evaluar (mejorar).
- Tener presente que no hay una metodología única de auditoría del mantenimiento y que tratar de tomar decisiones sólo con una gran cantidad de datos cuantitativos, requiere de esfuerzos muy grandes en tiempo y recursos económicos.
- Entender el factor de insensibilidad del proceso de captura del dato. Normalmente, se recopilan más datos de los que en realidad se necesitan.
- Diseñar técnicas de auditoría de mantenimiento que permitan evaluar tanto aspectos técnicos como económicos.
- Comprender que las auditorías cualitativas/cuantitativas sólo reflejan parte de la realidad, hasta estos momentos, no existe ningún modelo de auditoría que permita simular de forma perfecta, la complejidad de los diversos procesos industriales. Las auditorías sólo ayudan de forma parcial a disminuir la incertidumbre en los procesos de toma de decisiones.
- Tener en cuenta, que la falta de dominio de las distintas técnicas de auditoría, puede conducir a las organizaciones a que se abstengan de aprovechar herramientas útiles, o a que se generen expectativas poco fundadas sobre el alcance de las auditorías.
- El éxito de la implantación de un proceso de auditoría depende en gran parte del recurso humano involucrado en el desarrollo de esta.

Las auditorías de diagnóstico de los procesos de gestión están diseñadas para hacer a las compañías cada vez más rentables dentro de los escenarios de alta competitividad existentes. Las auditorías identifican de manera detallada y objetiva el estado de madurez y capacidad de una compañía en el manejo de sus activos físicos sin importar su tamaño o su actividad económica, convirtiéndose en una ventaja y en una herramienta estratégica que define el éxito de una empresa. Las auditorías contemplan un amplio conjunto de elementos medibles utilizados para evaluar la aplicación de las mejores prácticas de gestión, donde se identifican las oportunidades de mejora y se conforma la línea base para la implementación de técnicas de soporte de ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad. Cualquiera que sea el objetivo de la organización deberá auditar su nivel desempeño en los aspectos claves de la gestión del mantenimiento soportado en las normas, estándares y mejores prácticas aplicadas en la industria, que darán como resultado las acciones a seguir y los recursos óptimos necesarios para desarrollarlas acordes a los objetivos establecidos. Este conjunto de acciones se debe priorizar y consolidar en un plan de trabajo enmarcado en el ciclo de mejoramiento continuo, que trae además de beneficios económicos, un enfoque que permite a las organizaciones a direccionar sus esfuerzos de mejora en los aspectos críticos del negocio [18].

Para concluir este artículo, es importante mencionar que sólo se ha hecho referencia a dos métodos de auditoría, específicamente se han mostrado las metodologías: AMORMS (Asset Management, Operational, Reliability & Maintenance Survey) y AMS-ISO 55001 (Asset Management Survey-ISO 55001). No obstante, en la literatura existente sobre el tema de auditorías, se pueden conseguir una cantidad importante de métodos de auditoría adicionales a los presentados en este artículo y adaptables igualmente a los procesos de mantenimiento y gestión de activos, que servirán también para evaluar y diagnosticar los diversos procesos claves de gestión en cualquier área industrial. En términos generales, las organizaciones en las cuales se desarrollen auditorías de gestión deben tener en cuenta los siguientes aspectos [19]:

- Evitar sobrecargarse con iniciativas simultáneas de procesos de auditoría, para esto es necesario tener bien claro los factores a evaluar o mejorar.
- Tener presente que no hay una metodología única de auditoría y que tratar de tomar decisiones sólo con una gran cantidad de datos cuantitativos, requiere de esfuerzos muy grandes en tiempo y recursos económicos.
- Entender el factor de insensibilidad del proceso de captura del dato. Normalmente, se recopilan más datos de los que en realidad se necesitan.
- Diseñar técnicas de auditoría de las asistencias técnicas que permitan evaluar tanto aspectos técnicos como económicos.

- Comprender que las auditorías cualitativas/cuantitativas sólo reflejan parte de la realidad. Hasta ahora, no existe ningún modelo de auditoría que permita simular de forma perfecta, la complejidad de los diversos procesos industriales. Las auditorías sólo ayudan de forma parcial a disminuir la incertidumbre en los procesos de toma de decisiones.
- Tener en cuenta, que la falta de dominio de las distintas técnicas de auditoría, puede conducir a las organizaciones a que se abstengan de aprovechar herramientas útiles, o a que se generen expectativas poco fundadas sobre el alcance de las auditorías.
- El éxito de la implantación de un proceso de auditoría depende en gran parte del recurso humano involucrado en el desarrollo de esta.

Finalmente, no se debe limitar la justificación de aplicación de las auditorías a simples modas pasajeras, la organización debe convertir estas técnicas de control en prácticas normales de trabajo, es decir, en un proceso de mejora continua que ayude a optimizar la toma de decisiones a lo largo de todo el ciclo de vida útil de los activos.

## 5.- BIBLIOGRAFÍA

- [1] González J. (2004). Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión. Fundación Confemetal, Madrid, España.
- [2] Parra C. (2008). Implantación piloto de la Auditoría MES: Maintenance Effectiveness Survey, en el Campo Petrolero Guando - Empresas PETROBAS. Informe técnico INGECON: SN-08-10-COL, Bogotá, Colombia.
- [3] Woodhouse J. (1996). Managing Industrial Risk. Chapman Hill Inc, London.
- [4] González-Prida V., Parra C., Gómez J.F., Crespo A. (2012). Audit to a specific study scenario according to a reference framework for the improvement of the warranty management. *Advances in Safety, Reliability and Risk Management* – Bérenguer, Grall & Guedes Soares (eds).
- [5] Crespo A. (2007). The maintenance management framework. Models and methods for complex systems maintenance. London: Springer Verlag.
- [6] Gonzalez-Prida V., Crespo A. (2014). After-sales Service of Engineering Industrial Assets. A Reference Framework for Warranty Management. London: Springer Verlag.
- [7] Parra, C., Crespo, A. (2015). Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos. Desarrollo y aplicación práctica de un Modelo de Gestión del Mantenimiento (MGM). Segunda Edición. Editado por INGEMAN, Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Sevilla, España. DOI: [10.13140/RG.2.2.29363.66083](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29363.66083)
- [8] Parra, Carlos y Crespo, Adolfo, «Nota técnica 5: Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos,» de Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos, Sevilla, España, 2012. DOI: [10.13140/RG.2.2.16765.38884](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16765.38884)
- [9] Parra C y Omaña C, 2001. Ponencia: Técnica cualitativa de Auditoría de la Gestión de Mantenimiento para el sector Refinación. VII Congreso de Ingeniería de Mantenimiento de Petróleos de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- [10] González-Prida V., Parra C, Gómez J.F., Crespo A. (2010). Audit to a specific study scenario according to a proposed reference framework for the improvement of the warranty management. ESREL/ESRA Rhodes (Greece).
- [11] A. Crespo Márquez, P. Moreu de León, J.F. Gómez Fernández, C. Parra Márquez and M. López Campos (2009). The maintenance management framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 15(2):167-178 DOI: [10.1108/13552510910961110](https://doi.org/10.1108/13552510910961110)

Rev. 2 del 9/Febrero/2021

Parra C., Viveros P., Kristjanpoller F., González-Prida V., Crespo A., Gómez J.F.

- [12] Parra, Carlos. & Crespo, Adolfo, «Nota técnica 4: Técnicas de Auditoría aplicadas en los procesos de Gestión del Mantenimiento,» de *Introducción a la Gestión de Activos Integración con las Técnicas de Ingeniería de Confiabilidad y Mantenimiento*, University of Seville, Ingeman, 2018, p. 33. DOI: [10.13140/RG.2.2.10169.60003](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10169.60003)
- [13] Parra, Carlos. & Crespo, Adolfo, «Nota técnica 6: Optimización de planes de Mantenimiento: Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (MCF) Reliability Centered Maintenance (RCM),» de *Introducción a la Gestión de Activos Integración con las Técnicas de Ingeniería de Confiabilidad y Mantenimiento*, University of Seville, Spain, Ingeman, 2015, p. 40. DOI: [10.13140/RG.2.2.25027.63524](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25027.63524)
- [14] Parra, C., y Crespo, A. 2020. Nota técnica 1: Introducción a un modelo integral de Gestión del Mantenimiento (MGM)“.Editado por INGEMAN, Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Sevilla, España. DOI: [10.13140/RG.2.2.13046.63049](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13046.63049)
- [15] Viveros-Gunckel, P., Kristjanpoller-Rodríguez, F., Parra-Márquez, C., Crespo-Márquez, A., González-Prida-Díaz, V. (2020). AUDIT MODELS FOR ASSET MANAGEMENT, MAINTENANCE AND RELIABILITY PROCESSES. CASE STUDY: ELECTRICITY TRANSMISSION SECTOR. DYNA Management, 8(1). [14 p.]. DOI: <https://doi.org/10.6036/MN9826>
- [16] Parra C., González-Prida V., Candón E., De la Fuente A., Martínez-Galán P., Crespo A. (2020) Integration of Asset Management Standard ISO55000 with a Maintenance Management Model. In: Crespo Márquez A., Komljenovic D., Amadi-Echendu J. (eds) 14th WCEAM Proceedings. WCEAM 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-64228-0\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-64228-0_17)
- [17] Corimaya, J. y Valdiviezo, J., 2019. “Propuesta de un plan de trabajo para minimizar las brechas identificadas de la gestión de activos físicos de una refinería de petróleo del departamento de Piura”. Tesis de Grado, Universidad César Vallejo, Escuela de Ingeniería Industrial, Piura, Perú.
- [18] Parra, C. y Crespo, A, 2020. “Introducción al Modelo Integral de Gestión del Mantenimiento y de la Confiabilidad alineado con el enfoque de la norma: UNE 16646 (Mantenimiento en la Gestión de Activos Físicos)” Editado por INGEMAN, Universidad de Sevilla, España. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.13046.63049>
- [19] Parra Carlos, Tino Giovanni, Parra Jorge, Crespo Adolfo, Viveros Pablo, Kristjanpoller Fredy, González-Prida Vicente. 2021. METODOLOGÍA BÁSICA DE ANÁLISIS DE RIESGO PARA EVALUAR LA CRITICIDAD DE ACTIVOS INDUSTRIALES. CASO DE ESTUDIO: LÍNEA DE MANUFACTURA DE ENVASES BIODEGRADABLES. Edita INGEMAN, Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Sevilla, España <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.10422.52802/2>

**Autor correspondiente:**

PhD. MSc. Eng. Carlos Parra Márquez (Venezuela)\*\*

\*\*Email: [parrac@ingecon.net.in](mailto:parrac@ingecon.net.in)[www.linkedin.com/in/carlos-parra-6808201b](https://www.linkedin.com/in/carlos-parra-6808201b)

\*\*Gerente General de IngeCon (PhD. MSc. Eng.)

(Asesoría Integral en Ingeniería de Confiabilidad)

Gerente Técnico de INGEMAN Latinoamérica

[www.linkedin.com/in/carlos-parra-6808201b](https://www.linkedin.com/in/carlos-parra-6808201b)

Grupo de Ingeniería de Confiabilidad Operacional

<https://www.linkedin.com/groups/4134220><https://www.youtube.com/c/CarlosParralIngecon><https://ingeman.net/?op=profesores><https://ingeconvirtual.com/> [www.ingeman.net](http://www.ingeman.net)

Universidad de Sevilla, Escuela Superior de Ingenieros

Doctorado en Ingeniería de Organización Industrial

[www.ingeman.net](http://www.ingeman.net) <https://ingeman.net/?op=profesores>