



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



GESTIÓN DE ALARMAS COMO PILAR FUNDAMENTAL PARA LA CONFIABILIDAD Y EFICIENCIA EN EL MANTENIMIENTO 4.0

Oscar Amaury Rojas

E-mails: orojas@unicauca.edu.co

Universidad del Cauca

Palabras Clave—Sistemas de Gestión de Alarmas, Mantenimiento 4.0, Confiabilidad, Transformación Digital Industrial.

I. Introducción

La evolución hacia el Mantenimiento 4.0, caracterizada por la integración de IIoT, Inteligencia Artificial y la implementación de gemelos digitales, promete una confiabilidad sin precedentes y una eficiencia operacional máxima. Sin embargo, esta promesa se ve comprometida si los fundamentos de la operación, específicamente la gestión de alarmas, no están sólidamente establecidos. Este artículo técnico demuestra que la aplicación de buenas prácticas de gestión de alarmas, basadas en el estándar ISA-18.2, no es solo complementaria, sino un pilar fundamental para el éxito del Mantenimiento 4.0.

Un Sistema de Gestión de Alarmas (SGA) efectivo actúa como el sistema nervioso central que filtra, prioriza y contextualiza el flujo masivo de datos proveniente de los activos. Al erradicar las alarmas molestas y la fatiga del operador, el SGA transforma datos brutos en información accionable y confiable. Esta calidad de datos es el combustible indispensable para que los algoritmos de mantenimiento predictivo y prescriptivo generen alertas precisas, evitando paradas no programadas y optimizando las intervenciones.

El impacto se traduce en beneficios tangibles: se incrementa el MTBF al detectar anomalías de manera temprana, se reduce el MTTR al proporcionar contexto claro al personal de mantenimiento, y se maximiza la disponibilidad (OEE) al minimizar las interrupciones. En esencia, la gestión de alarmas cierra la brecha crítica entre la recolección de datos y la ejecución inteligente del trabajo, permitiendo que las estrategias del

Mantenimiento 4.0 alcancen su máximo potencial de rentabilidad y confiabilidad.

II. Análisis y consideraciones claves del Estándar ISA-18.2 en los retos del Mantenimiento 4.0

Lejos de ser solo un marco normativo o regulatorio, el estándar ISA-18.2 propone claramente las buenas prácticas para obtener un Sistema de Gestión de Alarmas eficiente que es clave como un pilar estratégico para el Mantenimiento 4.0.

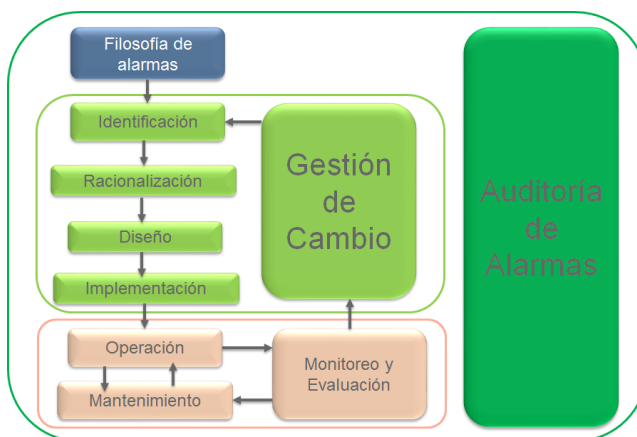


Fig. 1. Ciclo de vida ISA-18.2.

A continuación se analizan algunos aspectos de su ciclo de vida para consolidar la base metodológica para garantizar datos de calidad, contextualizados y accionables. Estos datos son el combustible esencial para los ecosistemas de IIoT, Sistemas de toma de decisiones y gemelos digitales, permitiendo que los algoritmos transformen información bruta en predicciones confiables y decisiones prescriptivas efectivas.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

2.1 Filosofía de la Gestión de Alarmas

El estándar ISA-18.2 establece una Filosofía de Alarmas que trasciende su función operativa para ser la base de la gobernanza de datos en el Mantenimiento 4.0. Este documento define estratégicamente qué eventos se clasifican como "alarma", identificando así los datos críticos para alimentar modelos de análisis predictivo.

La filosofía limita las alarmas válidas a situaciones que requieren acción inmediata para corregir desviaciones en seguridad, ambiente, eficiencia o calidad. Esto genera un historial de datos con alto valor semántico, óptimo para entrenar modelos de clasificación y predicción de fallas. De igual manera, impone un proceso de racionalización donde cada punto potencial de alarma debe justificarse contra los objetivos de negocio. ¿Requiere acción? ¿Cuál es su prioridad? Esto reduce drásticamente el volumen de eventos críticos, transformando una avalancha de datos en un flujo de información con contexto, que es la única entrada viable para un sistema de Mantenimiento 4.0 eficiente.

Por lo tanto, la filosofía de alarmas del ISA-18.2 deja de ser un documento estático para convertirse en el algoritmo maestro de filtrado y contextualización en tiempo real. Es el primer y más crítico paso de transformación de dato crudo (IIoT) en conocimiento estructurado, sin el cual las capas superiores de inteligencia del Mantenimiento 4.0 se construyen sobre cimientos de arena. En esencia, es la gobernanza que convierte los datos en un activo confiable, permitiendo que la tecnología 4.0 alcance su verdadero potencial de predicción y prescripción.

2.2 Identificación de Alarmas

La etapa de Identificación del estándar ISA-18.2 es el filtro crítico que, en el Mantenimiento 4.0, actúa como gobernanza de datos. Define qué señales tienen valor analítico real y justifican el despliegue de recursos de atención y cómputo.

Este proceso garantiza que solo los datos con significado operacional alcancen los sistemas de análisis. Es esencial para evitar que las soluciones predictivas se saturen con información irrelevante o ruidosa, permitiendo que se concentren en transformar señales significativas en acciones prescriptivas precisas. Sin esta disciplina, el Mantenimiento 4.0 procesa "datos basura", comprometiendo la confiabilidad de sus recomendaciones automatizadas.

2.3 Racionalización de Alarmas

La Racionalización es la etapa que define qué señales activarán una alarma o alerta. Refina sus parámetros —límites, retardos y prioridades— para transformarlas en instrumentos estratégicos y manejables.

En el Mantenimiento 4.0, este proceso supera la mera "limpieza" y se convierte en la ingeniería de datos que calibra la base de información para los sistemas de toma de decisiones y prescripción. Su objetivo dual es eliminar el ruido, la redundancia y los falsos positivos que corromperían los algoritmos de aprendizaje, y concentrar los recursos en las correlaciones verdaderamente significativas que anteceden a fallos, ineficiencias o riesgos operacionales.

2.4 Diseño e Implementación de Alarmas

Las etapas de Diseño e Implementación del estándar ISA-18.2 constituyen la cristalización técnica y operativa de los principios definidos en la Filosofía y la Racionalización. Es en esta fase donde la estrategia conceptual se transforma en arquitectura funcional, traduciendo decisiones de ingeniería en configuraciones precisas dentro de los sistemas de control, supervisión y gestión de datos.

En el paradigma del Mantenimiento 4.0, la trascendencia de estas etapas se amplía exponencialmente: representan el punto crítico donde se construye y despliega la arquitectura de interoperabilidad entre el plano físico-operativo y



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



el ecosistema digital-analítico. El objetivo del diseño ya no se circunscribe únicamente a optimizar la interfaz hombre-máquina, sino que debe expandirse para definir y habilitar la interfaz máquina-algoritmo. Este es el momento fundacional donde se diseñan y despliegan los protocolos y estructuras de datos inteligentes que permitirán el flujo contextualizado, confiable y automatizado de información, sentando así las bases técnicas indispensables para la autonomía, la prescripción y la inteligencia operacional avanzada.

2.5 Consideraciones de operación y mantenimiento del sistema de alarmas.

Las etapas de Operación y Mantenimiento del Sistema de Gestión de Alarmas (SGA) constituyen la fase vital y dinámica del ciclo ISA-18.2, donde el sistema teórico se materializa en la práctica diaria.

La gestión continua del SGA trasciende su función tradicional de supervisión para convertirse en el proceso fundamental de retroalimentación y aprendizaje continuo que nutre, calibra y optimiza los ecosistemas del Mantenimiento 4.0. Este ciclo operativo garantiza que el sistema nervioso digital de la planta no sea una entidad estática, sino un organismo adaptativo que co-evoluciona con los activos, internaliza la experiencia operacional y mantiene una agudeza perceptual constante, asegurando así que la capa de toma de decisiones reciba un flujo de información depurada, contextualizada y representativa de la realidad física en tiempo real.

III. La Sinergia Estratégica: El Sistema de Gestión de Alarmas como Catalizador del Mantenimiento 4.0

La promesa del Mantenimiento 4.0 reside en crear un ciclo virtuoso entre la detección inteligente y la ejecución eficaz. Para materializar esta visión, es crucial entender cómo sus componentes se

integran en la arquitectura de información empresarial. Aquí, la sinergia entre el Sistema de Gestión de Alarmas (SGA) basado en ISA-18.2 y el modelo de actividades de mantenimiento del estándar ISA-95.3 proporciona el marco estructural perfecto. El SGA actúa como el sistema nervioso sensorial y de alerta dentro de la Pirámide de Automatización ISA-95, mientras que el modelo de actividades define el sistema motor de ejecución. Juntos, catalizan el flujo de trabajo del Mantenimiento 4.0, transformando datos en órdenes de trabajo inteligentes de extremo a extremo.

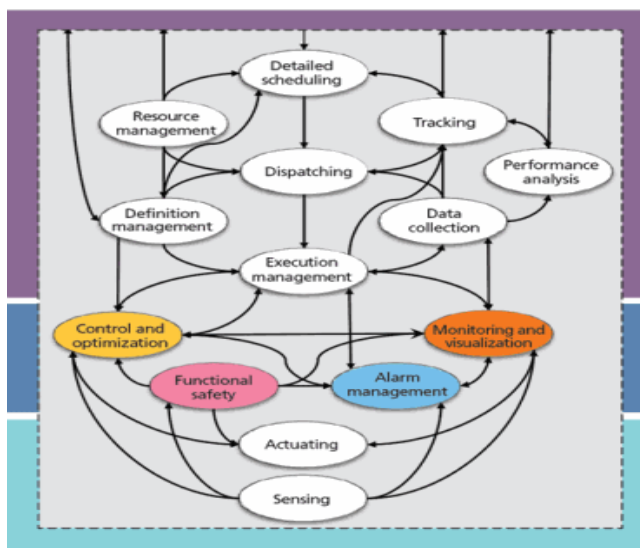


Fig. 2. Articulación del Sistema de Alarmas con la gestión de operaciones de mantenimiento.

El estándar ISA-95 proporciona el marco arquitectónico fundamental para la integración entre la empresa y los sistemas de control, definiendo una pirámide de automatización con niveles claramente delimitados. En particular, la parte 3 del estándar (ISA-95.3) se centra en modelar las actividades de gestión de las operaciones de manufactura, donde el mantenimiento encuentra su espacio definido para la planificación, ejecución y seguimiento. Es



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

precisamente en el Nivel 3 donde las estrategias del Mantenimiento 4.0 despliegan su verdadero potencial analítico, aprovechando plataformas de gemelos digitales, análisis avanzado y sistemas de gestión (CMMS/EAM) para transformar datos en decisiones prescriptivas.

El Nivel 2 contiene el Sistema de Gestión de Alarmas (SGA) basado en ISA-18.2, que monitoriza, filtra y prioriza eventos anómalos en tiempo real. La integración efectiva entre este nivel y el Nivel 3 es el puente operacional crítico. Sin este enlace, las alarmas del Nivel 2 se quedan como meras indicaciones en un panel, y las prescripciones inteligentes del Nivel 3 carecen de un mecanismo de activación automática. Es esta conexión la que permite que un evento ya racionalizado por el SGA desencadene de manera fluida el ciclo de mantenimiento definido en ISA-95.3, materializando un mantenimiento predictivo y autónomo.

El Sistema de Gestión de Alarmas (SGA, ISA-18.2) automatiza el ciclo de mantenimiento ISA-95.3. Al activarse una alarma, genera un paquete de datos estructurado (activo, prioridad, contexto) que inicia el proceso como una solicitud de trabajo contextualizada. Este paquete alimenta la plataforma de Mantenimiento 4.0, donde el gemelo digital simula la falla y los algoritmos analizan patrones de degradación. El resultado es una orden de trabajo prescriptiva generada automáticamente en el CMMS.

Tras la ejecución, el CMMS retroalimenta al SGA con la causa raíz confirmada. Este cierre valida la lógica de la alarma, reentrena los modelos de decisión y actualiza el gemelo digital, estableciendo un ciclo continuo de aprendizaje para un mantenimiento predictivo y autónomo.

El Sistema de Gestión de Alarmas (ISA-18.2) y el modelo de actividades de mantenimiento (ISA-95.3) son componentes complementarios de una arquitectura de integración digital. Su integración cohesiva construye un sistema unificado donde el SGA detecta y diagnostica con precisión, mientras

el modelo de actividades planifica y ejecuta con eficiencia. Un ciclo cerrado de retroalimentación asegura el aprendizaje continuo. Esta unión estratégica permite que el Mantenimiento 4.0 trascienda del análisis de datos hacia la orquestación inteligente del trabajo, transformando la información en disponibilidad operacional y ventaja competitiva tangible.

IV. Hoja de Ruta para la Integración: Del Concepto a la Implementación

Una vez establecido el fundamento teórico y arquitectónico que vincula el SGA con el Mantenimiento 4.0 a través de los estándares ISA-18.2 e ISA-95.3, se hace imperativo transitar de la conceptualización a la materialización práctica. Este capítulo propone una hoja de ruta estratégica y por etapas para integrar de manera efectiva y sostenible un Sistema de Gestión de Alarmas robusto como el núcleo catalizador de una iniciativa de Mantenimiento 4.0.

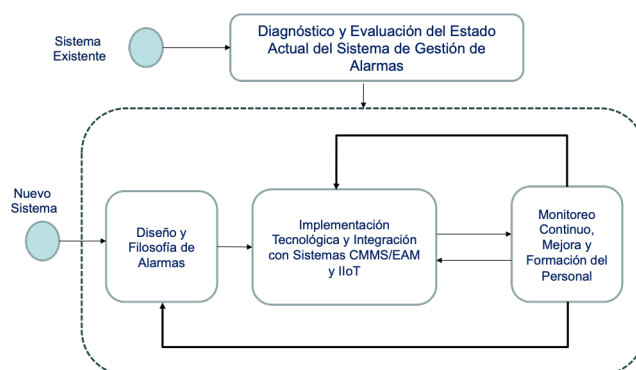


Fig. 3. Hoja de ruta propuesta para la iniciativa de Mantenimiento 4.0 desde el SGA.

La ruta propuesta no solo abordará la secuencia técnica de implementación, sino que también considerará los aspectos críticos de gestión del cambio, capacitación, gobernanza de datos y medición del retorno de inversión, asegurando que la transformación digital se consolide desde el piso de producción hasta la estrategia corporativa,



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

cerrando así la brecha entre el potencial teórico y los resultados operativos y económicos tangibles.

4.1. Fase 1: Diagnóstico y Evaluación del Estado Actual del Sistema de Gestión de Alarmas (Benchmarking)

La primera y fundamental etapa de la hoja de ruta consiste en realizar un diagnóstico riguroso y objetivo del estado actual del sistema de alarmas. Esta fase, que actúa como un *benchmarking* interno, tiene como propósito establecer una línea base cuantificable que revele la brecha existente entre la operación actual y los estándares de excelencia definidos por ISA-18.2 y requeridos para sustentar el Mantenimiento 4.0. Su objetivo principal no es señalar deficiencias, sino obtener una radiografía precisa que identifique oportunidades de mejora concretas y priorizables. Para ello, la evaluación debe estructurarse en tres dimensiones clave:

La evaluación técnica y de desempeño analiza KPIs objetivos del sistema actual. Se miden indicadores como carga de alarmas (por operador/turno), calidad de alarmas (porcentaje de "nuisance" y "chattering"), comportamiento del operador (tiempo de respuesta, reconocimiento) y el estado de la documentación de la Filosofía de Alarmas.

La evaluación de procesos y gobernanza examina la madurez del ciclo de vida de alarmas conforme a las 10 etapas del ISA-18.2. Incluye la existencia de procesos estructurados para racionalización, gestión de cambios, auditoría periódica y definición clara de roles entre dueños de alarmas, ingeniería y operaciones.

La evaluación de la integración tecnológica analiza la capacidad del Sistema de Gestión de Alarmas para soportar el Mantenimiento 4.0. Se valora su robustez en tiempo real, integración con CMMS/EAM y otras plataformas, funcionalidad para metadatos enriquecidos y lógicas avanzadas, y la calidad de sus datos para alimentar analítica avanzada, gemelos digitales y sistemas

prescriptivos. Esta fase sienta las bases para toda la hoja de ruta, garantizando que los esfuerzos y recursos de las siguientes etapas se inviertan en abordar las debilidades más críticas y en potenciar las capacidades con mayor impacto en el viaje hacia el Mantenimiento 4.0.

4.2. Fase 2: Diseño y Filosofía de Alarmas

Basándose en el diagnóstico detallado de la Fase 1, la segunda fase se centra en la definición conceptual y estratégica que guiará toda la transformación del Sistema de Gestión de Alarmas. Esta etapa no aborda aún la implementación técnica, sino que establece los principios, reglas y prioridades fundamentales que alinearán el sistema con los objetivos del negocio y lo prepararán para ser el catalizador del Mantenimiento 4.0.

El objetivo principal de esta fase es desarrollar y documentar una Filosofía de Alarmas integral y formalmente aprobada que funcione como la "constitución" o documento rector del Sistema de Gestión de Alarmas (SGA). Este documento maestro establece los principios, reglas y criterios estratégicos fundamentales que definirán todas las acciones posteriores, sentando las bases sólidas y alineadas con el negocio para la racionalización de alarmas, el diseño técnico detallado del sistema y, de manera crítica, para la integración futura con las plataformas y flujos de trabajo del Mantenimiento 4.0.

La Filosofía de Alarmas es el documento rector del sistema. Define su propósito (vinculado a seguridad, OEE y confiabilidad), establece qué es una alarma (una condición anormal que requiere acción) según el estándar ISA-18.2, y especifica los principios de diseño, priorización por riesgo y objetivos de rendimiento.

De igual manera, se debe obtener la definición del Modelo de Gobernanza el cual institucionaliza el ciclo de vida del sistema, definiendo roles clave (Dueño de la Filosofía, Comité, Dueños por área) y documentando los procesos esenciales —gestión



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

de cambios, racionalización y auditorías— para garantizar su sostenibilidad y mejora continua.

La filosofía requiere especificaciones de integración 4.0. Estas exigen metadatos obligatorios por alarma, criterios explícitos de calidad de datos y la formalización de interfaces máquina-máquina. Así, el SGA genera y transmite automáticamente paquetes de eventos enriquecidos al CMMS y a las plataformas analíticas, cerrando el ciclo de automatización inteligente.

4.3. Fase 3: Implementación Tecnológica y Integración con Sistemas CMMS/EAM y IIoT

Con una Filosofía de Alarmas sólida y aprobada, la hoja de ruta avanza hacia su materialización técnica. La Fase 3 se centra en la ejecución de los cambios en el sistema, la modernización de la infraestructura donde sea necesario, y la construcción de los puentes de integración digital que conectarán el SGA con el ecosistema de Mantenimiento 4.0. Esta fase transforma los principios de diseño en funcionalidad operativa, cerrando la brecha entre el concepto estratégico y la capacidad técnica real.

El objetivo principal de esta fase es configurar, desarrollar e integrar técnicamente el SGA bajo la nueva filosofía y establece conexiones automatizadas con el CMMS y las plataformas analíticas. Así, se construye un canal de datos unificado que lleva eventos enriquecidos desde producción hasta los sistemas de decisión, creando la infraestructura del Mantenimiento 4.0.

Para obtener este resultado, es necesario ejecutar una Racionalización Técnica para aplicar la nueva Filosofía de Alarmas al sistema existente, limpiando y optimizando su base de datos. Mediante un proyecto formal, se revisa cada alarma para: eliminar las redundantes e innecesarias, modificar sus parámetros según los nuevos estándares, y documentar todas las justificaciones en un sistema de gestión de cambios que garantice trazabilidad y gobierno.

Esta fase prepara los datos del SGA para su integración automatizada mediante dos acciones: la Estructuración de Datos, que configura y valida los metadatos obligatorios en la base interna y los flujos de salida; y el Desarrollo de "Paquetes de Eventos Enriquecidos", creando un formato estándar de mensajería que transmite automáticamente toda la información contextual necesaria para una integración fluida con los sistemas de Nivel 3.

Finalmente se materializa la integración mediante tres conectores clave: una interfaz SGA→CMMS que genera órdenes de trabajo automáticas, un flujo SGA→Plataforma Analítica que alimenta dashboards y modelos predictivos, y una conexión inversa CMMS→SGA que cierra el ciclo al retroalimentar las causas raíz confirmadas para el aprendizaje continuo del sistema.

4.4. Fase 4: Monitoreo Continuo, Mejora y Formación del Personal

La implementación técnica no es el final del viaje, sino el inicio de un nuevo ciclo operativo sostenible. La Fase 4 se enfoca en garantizar que el SGA recién integrado no solo se despliegue, sino que se adopte, mantenga y evolucione dentro de la cultura organizacional. Esta fase es crucial para capitalizar la inversión realizada y asegurar el ROI continuo del Mantenimiento 4.0, transformando una iniciativa de proyecto en una capacidad operativa permanente. Combina la disciplina del monitoreo, la rigurosidad de la mejora continua y la inversión en el talento humano.

El objetivo principal de esta fase es establecer un régimen operativo integral de monitoreo continuo del desempeño, mejora adaptativa y capacitación permanente del personal, diseñado para garantizar la adopción efectiva y sostenida del sistema, su optimización progresiva en el tiempo y su alineación dinámica con los objetivos de negocio en constante evolución.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

En primera instancia se debe establecer el régimen de monitoreo y seguimiento de KPIs para operacionalizar las métricas definidas en la filosofía con el objetivo de gestionar el sistema de manera proactiva y basada en datos. Esto se logra mediante tres componentes clave: la implementación de Dashboards accesibles, que muestre en tiempo real o en línea de los KPIs críticos del SGA —como la carga de alarmas, el porcentaje de alarmas molestas, el tiempo de respuesta y el estado de las integraciones—, sirviendo como el "pulmón" de gestión para supervisores y el comité de alarmas; la institucionalización de Informes Periódicos y Revisión Formal, estableciendo un ciclo regular (por ejemplo, mensual o trimestral) en el que el Comité analice estos indicadores, identifique tendencias, desvíos y tome decisiones correctivas; y el Monitoreo de Salud de las Integraciones, que implica configurar alertas técnicas para notificar de inmediato cualquier falla en los flujos de datos críticos (SGA→CMMS, SGA→Plataforma Analítica), garantizando así la confiabilidad continua del canal de datos que sustenta las iniciativas del Mantenimiento 4.0.

De igual manera, se deben implementar actividades de Mejora Continua y Optimización Adaptativa busca institucionalizar la evolución permanente del sistema, fundamentándola en datos objetivos y experiencia operacional acumulada. Este ciclo se sostiene sobre tres pilares: la realización de Auditorías Periódicas de Cumplimiento para verificar que la operación diaria se ajuste estrictamente a la Filosofía de Alarmas y los procedimientos establecidos; un Proceso de Mejora Basada en Datos que, aprovechando el análisis de KPIs y la retroalimentación del cierre de órdenes de trabajo, identifique de manera proactiva nuevas oportunidades de racionalización (por ejemplo, patrones de alarmas molestas recurrentes que señalen la necesidad de ajustar un setpoint o implementar una nueva lógica de supresión); y la

Revisión y Actualización Formal de la Filosofía, reconociendo que este documento es un ente vivo, para lo cual se establece un proceso programado (por ejemplo, anual) que permita su actualización frente a cambios en la estrategia del negocio, la incorporación de nuevos activos, lecciones aprendidas o el despliegue de nuevas capacidades dentro del ecosistema del Mantenimiento 4.0.

Finalmente se deben implementar estrategias de Capacitación y Cambio Cultural para abordar la brecha crítica entre la implementación tecnológica y su adopción efectiva, reconociendo que el sistema más avanzado falla sin la competencia y el compromiso del personal. Esto se logra mediante una Capacitación Diferenciada por Rol: para los Operadores, se enfoca en la nueva filosofía de respuesta, la interpretación de alarmas priorizadas y contextualizadas, y el uso de nuevas interfaces, transmitiendo el "qué hacer" y el "por qué es importante"; para el Personal de Mantenimiento, el entrenamiento se centra en interpretar y ejecutar las órdenes de trabajo enriquecidas generadas automáticamente, y en la importancia crítica de retroalimentar el sistema con causas raíces precisas; y para Ingenieros y Supervisores, la capacitación abarca la gestión del ciclo de vida del SGA (procesos de cambio, racionalización), el análisis de KPIs y los principios de integración 4.0. Complementariamente, se desarrolla una campaña de Comunicación y Gestión del Cambio continua, que explica los beneficios del sistema, celebra los éxitos (como la reducción de la carga de alarmas) y vincula el trabajo diario con los objetivos estratégicos de confiabilidad y Mantenimiento 4.0, fomentando así una cultura de adopción proactiva.

Conclusiones

La evolución hacia el Mantenimiento 4.0, impulsada por la analítica de datos, el IIoT y los gemelos digitales, representa una transformación profunda en la gestión de activos. Sin embargo, este artículo ha demostrado que su éxito no depende únicamente de la adopción de tecnologías



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

avanzadas, sino de la solidez de sus fundamentos operativos. Un Sistema de Gestión de Alarmas (SGA) robusto, basado en el estándar ISA-18.2, emerge no como un complemento, sino como el pilar catalizador indispensable para dicha transformación. Al actuar como el sistema nervioso central que filtra, contextualiza y prioriza el flujo masivo de datos, el SGA provee la materia prima de alta calidad —información accionable y confiable— que los algoritmos predictivos y prescriptivos requieren para generar valor real. Sin este filtro inteligente, el diluvio de datos se convierte en ruido, y la promesa de la IA se diluye en falsas alertas y diagnósticos erróneos.

La integración estratégica del SGA dentro de la arquitectura de información empresarial, particularmente su alineación con el modelo de actividades de mantenimiento del estándar ISA-95.3, cierra el ciclo crítico entre la detección y la ejecución. Esta sinergia convierte al SGA en el iniciador automatizado de un flujo de trabajo inteligente: desde la detección enriquecida de una anomalía, pasando por la generación prescriptiva de una orden de trabajo contextualizada en el CMMS, hasta la retroalimentación que permite el aprendizaje continuo de los modelos. La hoja de ruta presentada —que abarca desde el diagnóstico y la filosofía hasta la implementación tecnológica y el monitoreo continuo— proporciona un camino pragmático para materializar esta integración, asegurando que la iniciativa sea sostenible, escalable y esté alineada con los objetivos del negocio.

En última instancia, la máxima eficiencia del Mantenimiento 4.0 se construye sobre una base de datos impecable y procesos operativos disciplinados. Invertir en la excelencia de la gestión de alarmas no es un desvío del camino hacia la digitalización, sino la ruta más directa y segura para alcanzarla. Las organizaciones que reconozcan y actúen sobre esta premisa no solo evitarán costosas decepciones tecnológicas, sino que desbloquearán el potencial completo de sus

activos, traduciendo la información en una ventaja competitiva tangible: una confiabilidad sin precedentes, una disponibilidad maximizada y una rentabilidad sustentable en la era de la industria conectada.

REFERENCIAS

- [1] Industria 4.0: Hacia una manufactura más inteligente. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Informe técnico. 2021.
- [2] ISA-18.2. Standard ISA-18.02: Management of Alarm Systems for the Process Industries. International Society of Automation - ISA. 2016.
- [3] Alarm systems Guide to design, management and procurement. The Engineering Equipment and Materials Users Association - EEMUA. 2024.
- [4] Alarm management a comprehensive guide. Second Edition. International Society of Automation – ISA. 2011.
- [5] ISA-95.03. Enterprise-Control System Integration Part 3: Activity Models Manufacturing Operations Management. International Society of Automation - ISA. 2006.

Oscar Amaury Rojas

Ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, especialista en informática industrial, magíster en electrónica y estudios de doctorado en automatización industrial. Profesor titular e investigador del grupo de I+D en Automática industrial de la Universidad del Cauca. Consultor en transformación digital industrial. Sus áreas de interés son: Sistemas de Gestión de Alarmas, Transformación Digital Industrial, MOM/MES, Integración Empresarial.

Oscar Amaury Rojas

+ 57 301 251 5162

orojas@unicauca.edu.co

Calle 31N #14-01 Valle Robledo Reservado Casa 10, Popayán, Colombia



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros