

# Mantenimiento

## BOLETIN

Nº 26 - Marzo 2021



**ACINA**<sup>®</sup>  
ASOCIACIÓN COSTARRICENSE DE  
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO



## Calendario de Actividades

**CURSO**  
Criterios para instalación y protección de tanques de almacenamiento  
basado en la Norma NFPA 30 y legislación nacional

**Instructor:**  
Ing. Juan Pablo Arias Cartín

**Horario**  
Viernes: 5:00 p.m. - 9:00 p.m.  
Sábados: 8:00 a.m. - 12:00 m.d.  
Costa Rica GMT-6  
Modalidad Virtual

**Fechas**  
19, 20, 26 y 27 marzo 2021

**INFORMES:**  
ACIMA: 2061-2103-3400  
GT Arte Producciones: 2061-2103-3400  
FINANCIAMIENTO A 3 MESES

MAS INFORMACION  
CLICK AQUI

### Curso Criterios para instalación y protección de tanques de almacenamiento, basado en la Norma NFPA30 y legislación nacional

**Instructor:** Ing. Juan Pablo Arias Cartín  
**Modalidad:** Virtual - lecciones sincrónicas  
**Fechas:** 19, 20, 26 y 27 de marzo 2021  
**Horario:** viernes de 5:00 p.m. a 9:00 p.m.  
sábado de 8:00 a.m. a 12:00 m.d.  
Costa Rica GMT-6

### Curso CAPDEE-M7: Requerimientos de instalación, canalización, conductores, equipos y accesorios en las instalaciones eléctricas

**Instructor:** Ing. Jesse Porras Borloz  
**Modalidad:** Virtual - lecciones sincrónicas y asincrónicas  
**Fechas:** Del 23 de marzo al 13 de abril de 2021  
**Horario:** Martes de 9:00 a.m. a 3:00 p.m.  
Costa Rica GMT-6

**CAPDEE - Módulo 7**  
Requerimientos de instalación, canalización, conductores, equipos y accesorios en las instalaciones eléctricas

**Instructor:**  
Ing. Jesse Porras Borloz

**Modalidad Virtual**

**Fechas:**  
Inicio: 23 de marzo 2021  
Finaliza: 13 de abril 2021

**Horario:**  
Lecciones sincrónicas y asincrónicas  
Martes 9:00 a.m. - 3:00 p.m.

**INFORMES:**  
ACIMA: 2061-2103-3400  
GT Arte Producciones: 2061-2103-3400  
FINANCIAMIENTO A 3 MESES

MAS INFORMACION  
CLICK AQUI

**CAPGLP - Módulo 6**  
Modalidad Virtual

**Protecciones activas para prevención de incendios**  
(Normas NFPA asociadas)

**Instructor:**  
CEPI. Efraín Villalobos Arias

**INFORMES:**  
ACIMA: 2061-2103-3400  
GT Arte Producciones: 2061-2103-3400  
FINANCIAMIENTO A 3 MESES

MAS INFORMACION  
CLICK AQUI

### Curso CAPGLP M-6: Protecciones activas para prevención de incendios (Normas NFPA asociadas)

**Instructor:** CEPI. Efraín Villalobos Arias  
**Modalidad:** Virtual - lecciones sincrónicas y asincrónicas  
**Fechas:** del 5 al 21 de abril de 2021  
**Horario:** lunes y miércoles de 5:00 p.m. a 9:00 p.m.  
Costa Rica GMT-6

**Contáctenos:** [cursosyeventos@acimacr.com](mailto:cursosyeventos@acimacr.com)

La apertura de nuestras capacitaciones se encuentra sujeta a alcanzar el cupo mínimo de participantes.



## XIV Congreso Internacional de Ingeniería en Mantenimiento

*Dedicado a los 23 fundadores de ACIMA*

7 al 10 junio 2021

### Formato:

Virtual - plataforma 

### Horario:

De 5:00 p.m. a 9:00 p.m.  
Costa Rica GMT-6

### Inversión:

**GRATUITO**

(En caso de solicitar memoria en formato PDF y certificado de participación, US\$50 por participante).

### INFORMES E INSCRIPCIONES:

#### ACIMA:

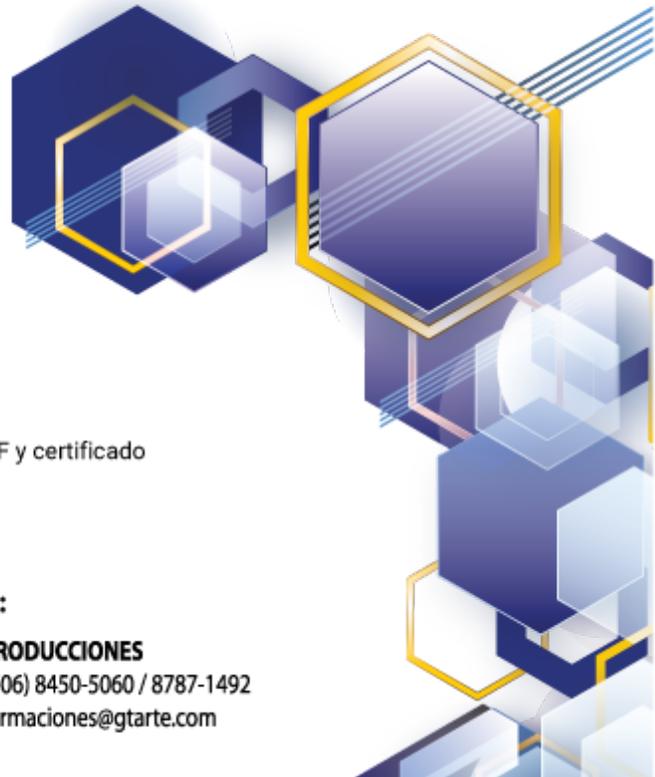
Teléfono: (506) 2103-2450

email: [cursosyeventos@acimacr.com](mailto:cursosyeventos@acimacr.com)

#### GT ARTE PRODUCCIONES

Teléfono: (506) 8450-5060 / 8787-1492

email: [confirmaciones@gtarte.com](mailto:confirmaciones@gtarte.com)



**Contáctenos:** [cursosyeventos@acimacr.com](mailto:cursosyeventos@acimacr.com)

La apertura de nuestras capacitaciones se encuentra sujeta a alcanzar el cupo mínimo de participantes.



*Ing. Geisel Madrigal Morales*  
Presidenta ACIMA

Este es un año muy especial para nosotros, ya que la Asociación cumple 30 años de estar al servicio de la ingeniería del país.

Como parte de las actividades programadas para realizar en el marco de nuestro 30 Aniversario, y como lo hemos venido haciendo desde 1993, hemos programado la XIV Edición del Congreso Internacional de Ingeniería de Mantenimiento – Costa Rica 2021, el cual se va a llevar a cabo del 07 al 10 de junio.

Entre las particularidades de esta actividad es que será gratuito (con un costo en caso de requerirse el certificado y/o el material), en modalidad virtual-sincrónico y en un horario vespertino, a fin de que la mayor cantidad de colegas se vean beneficiados con los conocimientos en los temas que se impartirán en las conferencias, ya que contamos con conferencistas expertos tanto nacionales como internacionales.

Cada congreso realizado por ACIMA, define un dedicado especial, para rendir homenaje a su destacado ejercicio profesional en la ingeniería en mantenimiento industrial, y este año no ha sido la excepción, sólo que la Junta Directiva ha decidido no dedicar a uno, sino a 23 ingenieros, que gracias a su visión y compromiso un 09 de mayo de 1993, fundaron la Asociación Costarricense de Ingeniería en Mantenimiento Industrial (ACIMA), para enfocarse en los intereses de los ingenieros en mantenimiento: su ejercicio profesional, la educación continua, la difusión de sus trabajos, entre otros.

Es un honor presentarles a los ingenieros dedicados de la XIV Edición del Congreso Internacional de Ingeniería de Mantenimiento – Costa Rica 2021:



Carlos Alberto Acosta Nassar  
Ricardo Acosta Ruiz  
Rolando Aguilar Mora  
Maynor Gerardo Alfaro Solano  
Eric Gerardo Arce Rodríguez  
Roy Barboza Portuguez  
José Alberto Benavides Porras  
Jorge Isaac Cabezas Aguilar  
Julio Carvajal Brenes  
José Francisco Castro Guevara  
Luis Antonio Cerdas Barquero  
Rogelio Cordero Carrillo  
Rafael Ángel Chinchilla Segura  
Ricardo Antonio León Villalobos  
José Guillermo Marín Rosales  
Dennis Mora Mora<sup>†</sup>  
Guillermo Naranjo Calvo  
Marco Vinicio Ramírez Barrantes  
Reiner Ramírez Miranda  
Arnoldo Ramírez Quirós<sup>†</sup>  
Guillermo Rodríguez Zúñiga<sup>†</sup>  
Feneyer Vallejo Cordero  
Jafeth Vargas Garita

Para ACIMA, el Congreso siempre es un hito importante en la gestión de la Asociación ya que creemos fielmente en la importancia de la actualización profesional en el gremio de ingeniería en mantenimiento industrial, y la experiencia nos ha demostrado que abrir espacios para reunir especialistas, investigadores y profesionales en general, y que compartan sus trabajos y experiencias, es una de las formas más beneficiosas y rápidas para cumplir dicho propósito.



La nueva realidad nos hizo reinventar la modalidad bajo la cual se habían desarrollado las 13 ediciones anteriores, y gracias al trabajo de la Junta Directiva, pero en especial del equipo que conforma el comité organizador, que lleva trabajando desde finales del 2019, no ponemos en duda que el evento mantendrá la calidad que nos caracteriza y que, dado a la virtualidad, podremos llegar a mayor cantidad de profesionales.

Si quiere conocer un poco más del congreso o está interesado en exponer su marca dentro del mismo, lo invitamos a que nos siga en Facebook e Instagram, o bien nos puede escribir a [cursosyeventos@acimacr.com](mailto:cursosyeventos@acimacr.com)

# Transformación hacia una cultura de confiabilidad de activos

---

Ing. Alejandro Jiménez Fuentes  
Máster en Confiabilidad, Mantenibilidad y Riesgo Industrial  
alejandro.jimenez@pdmconsultores.com  
www.pdmconsultores.com



---

La gestión de la confiabilidad ha estado presente en el diseño de sistemas técnicos desde hace bastantes años. A principios del siglo XX, el término “reliability” estuvo ligado comúnmente a la aplicación de control estadístico de procesos para la mejora de la calidad de productos<sup>(1)</sup>. Aportes de muchos estudios sobre la resistencia al fallo, fueron hechos en esa primera mitad de la centuria, como por ejemplo el modelo probabilístico desarrollado por Walodi Weibull para la predicción de procesos de fatiga. Como se ve, el análisis de confiabilidad estuvo estrechamente ligado a la gestión de la calidad y al diseño de componentes o sistemas técnicos.

Podría argumentarse que la gestión del mantenimiento estuvo desconectada de los conocimientos que se crearon, a partir de tales aprendizajes y desarrollos, en ese tiempo. Según Wikipedia (que aunque desprestigiada por algunos, sigue siendo una fuente que resiste cierta verificación sobre los datos que aporta), el uso moderno del término “confiabilidad” fue establecido por las fuerzas armadas de los Estados Unidos de América como la probabilidad de funcionamiento correcto durante un período de tiempo específico. Esa es la definición que más se suele ofrecer hoy en día.



La gestión de la confiabilidad, sin embargo, implica un conjunto de actividades en distintos momentos de la vida de un producto o activo. Abarca todas aquellas tareas de planificación, previsión, aprovisionamiento, instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de un activo, en procura de obtener el desempeño deseado por el negocio, acorde con sus objetivos estratégicos y tomando en cuenta las restricciones y riesgos impuestos por un contexto operacional determinado.

Puede decirse que lo que se entiende hoy en día por “confiabilidad” es mucho más que una probabilidad de funcionamiento correcto. Gestionar la confiabilidad es aplicar una serie de técnicas de adquisición y análisis de datos, aplicar criterios y prácticas, orientadas a controlar el riesgo de fallo del activo, con la menor cantidad de recursos posibles. Monitoreo de condición, análisis estadístico de datos de fallo, analítica predictiva, análisis de modos de fallo, determinación de políticas de gestión de fallos, análisis de causa raíz, mantenimiento de precisión, cuidado proactivo, eliminación de defectos y mejora continua son algunas de las filosofías y metodologías comúnmente asociadas con la gestión de la confiabilidad.

Ahora bien, la implementación de tales metodologías y prácticas, en muchas instalaciones industriales modernas, sigue siendo un desafío mayúsculo, y no son pocas las organizaciones que fracasan en sus iniciativas. “Fracaso” es una palabra fuerte, pero resulta adecuada al presentarse alguna de estas situaciones:

- La organización invierte grandes sumas de dinero en sistemas de monitoreo o herramientas de adquisición de datos, pero tales tecnologías no llegan a ser aprovechadas por el personal.
- Se efectúan cursos de capacitación en técnicas como RCM, FMEA, RCA entre otras, pero los conocimientos no llegan a ser aplicados de forma consistente en la organización.
- Se implementan programas de monitoreo de condición, y se obtienen algunos beneficios puntuales, pero con el tiempo las tareas se abandonan debido a cambios en las prioridades o en el personal o cualquier otra razón.
- Se desarrolla un plan piloto de TPM o RCM y al cabo del tiempo no se convocan a reuniones de análisis.

La pregunta del día es: ¿Cuáles son las razones que explican esos resultados? ¿Fallan las metodologías? ¿Es utópico pensar que se puede contrarrestar la cantidad de tareas no planificadas, emergencias, eventualidades y errores humanos que se presentan en nuestras instalaciones industriales, y se puede llegar a obtener los resultados flamantemente pregonados en los libros de texto, congresos y charlas sobre gestión de la confiabilidad?



## ¿Es la mejora de la confiabilidad un desafío eminentemente técnico?

De acuerdo con Jason Tranter, fundador y director de Mobius Institute<sup>(2)</sup>, los enfoques para la optimización de la confiabilidad de activos han sido errados durante mucho tiempo, y muy pocas organizaciones han encontrado el camino al éxito, debido a que la premisa en la que han basado sus esfuerzos es falsa. Una rápida investigación de fuentes de información sobre métodos, técnicas, tecnologías y capacitación para la mejora de la confiabilidad brinda de plano una idea equivocada de lo qué se trata todo esto. La razón del amplio margen de fracaso se basa en que se tiende a creer que el desafío de la mejora de confiabilidad es técnico, ingenieril, y por lo tanto puede ser llevado a cabo mediante la sola implementación de soluciones, tecnologías, técnicas de análisis, cálculos, programas de software o sistemas de monitoreo. ¡La mejora de la confiabilidad es un desafío principalmente humano! Sí, es cierto que durante la implementación se detectará la necesidad de gestionar información, medir y tomar decisiones basadas en datos y evidencia.

Sin embargo, solamente cuando la organización tenga la capacidad de motivar un comportamiento confiable en las personas que gestionan los activos, podrán ser vistas mejoras sustanciales en la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, OEE y demás indicadores relevantes que describen los resultados de la producción industrial o la gestión del activo productivo. Sí, gestionar la confiabilidad es hacer análisis de vibraciones, monitoreo de parámetros de proceso, análisis de causa raíz, y muchas otras metodologías, pero primero hay que garantizar un entorno en el que los operadores sigan procedimientos estándar de operación; los técnicos sigan procedimientos estandarizados de mantenimiento; los repuestos y materiales son almacenados y conservados en perfectas condiciones en el almacén de repuestos, libres de polvo, humedad, vibración, en el estante correcto, y acorde con la base de datos de repuestos. Acorde con el estudio de Nowlan y Heap<sup>(3)</sup>, hasta un 68% de los fallos en aviones al momento de su estudio están asociados con mortalidad infantil. En el contexto industrial, esa realidad al día de hoy, no es muy distinta. La mortalidad infantil tiene sus causas en las siguientes situaciones, entre otras:

- Se diseña sin tomar en cuenta todas las variables del contexto operacional.
- Se compra el producto más barato, con baja confiabilidad inherente, sin tomar en cuenta el costo total de propiedad (costo de operación, mantenimiento y coste de los fallos producto de la baja confiabilidad).
- No se definen especificaciones claras al proveedor de tecnología, partes, o materiales.
- No hay control de calidad de las partes y materiales.
- Almacenamiento inadecuado en ambientes sucios o húmedos.
- No se realizan pruebas de aceptación dentro de los protocolos de la puesta en marcha de equipos o sistemas.
- No hay protocolos de operación y mantenimiento escritos.
- El personal no está debidamente capacitado para tomar las mejores decisiones ante situaciones no contempladas por los protocolos escritos.



Como puede verse, el error humano, la falta de capacitación, procedimientos y controles, así como un liderazgo que no orienta hacia los resultados a largo plazo, basado en la construcción de conocimiento y competencias sólidas en su equipo humano de trabajo, es el principal detonante de la mortalidad infantil: es el factor que más contribuye a la baja confiabilidad en los activos. No hay tecnología, sistema de monitoreo, o software que controle esa fuente de pérdidas en su organización.

### ¿Cómo implementamos una “cultura confiable” en nuestra planta?

No hay respuesta fácil a esa pregunta, y por supuesto que ella debería estar planteada con base en un profundo diagnóstico de la situación en una organización particular. Sin embargo, hay elementos obvios que deben señalarse, además de las ya mencionadas tecnologías y soluciones de ingeniería, que sin duda tendrán un importante aporte en tal proyecto. Para describir algunos de esos elementos, me apoyaré aquí en el modelo ART® de Mobius Institute, desarrollado después de muchos años de recopilar, confrontar y consensuar propuestas de muchas personas, altamente calificadas y experimentadas, muchas de ellas, participantes de comités técnicos de ISO relacionados con el tema.

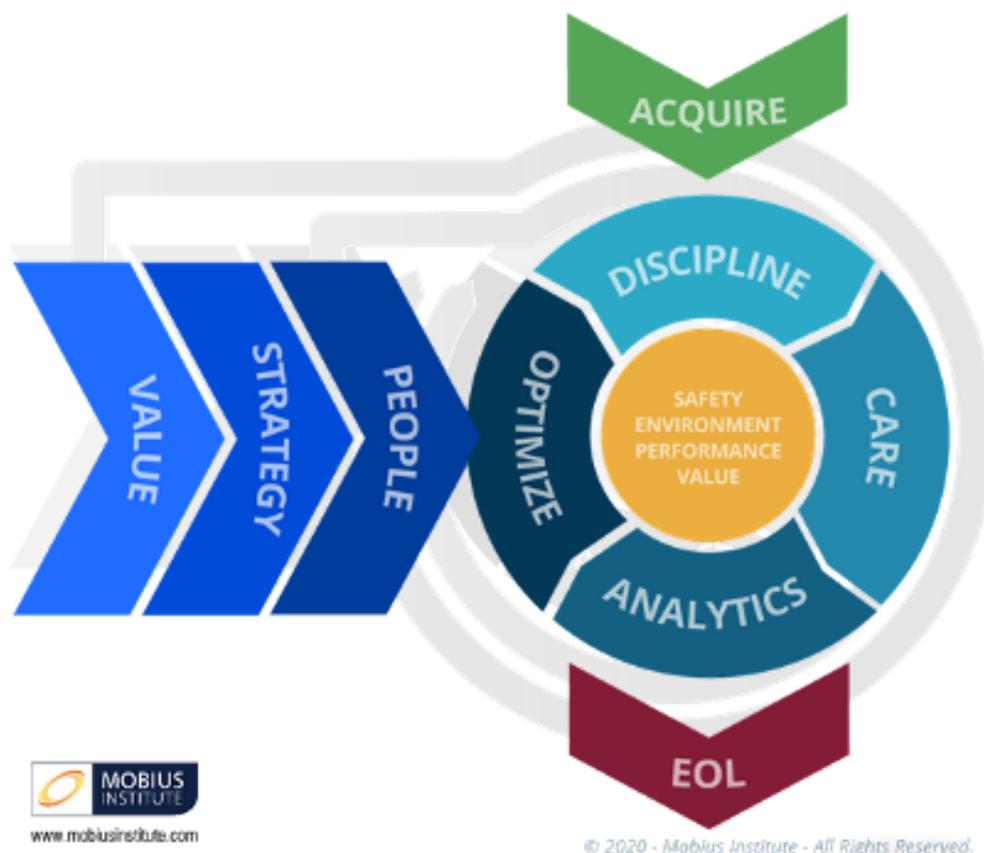


Figura 1. Modelo "Asset Reliability Transformation" desarrollado por Mobius Institute, alineado con ISO 55000



## **1. “Descubrir” el valor de la confiabilidad**

Un programa consistente de mejora de la confiabilidad nace en los niveles de gerencia o de dirección del negocio, con la identificación y estimación del costo de la baja confiabilidad en el presente. Visibilizar las consecuencias y/o riesgos, ya sea económicos, ambientales o de seguridad (y/o de cualquier otra índole), asociados al fallo de los activos de una instalación es crítico para garantizar el soporte de las gerencias y el aprovisionamiento de los recursos necesarios para el programa. Un técnico o un ingeniero, haciendo esfuerzos de superhéroe por hacer progresos sustanciales en este tema, sin el apoyo de sus gerencias, es como una gota de agua en el océano. Toda inversión requiere una justificación, y en este caso esa justificación debe ser formulada a partir del costo de la baja confiabilidad presente.

## **2. Definir una estrategia.**

Es cierto, cualquier esfuerzo suma. Sin embargo, si los esfuerzos se planifican, se sincronizan, y se anticipan las amenazas, las probabilidades de éxito se disparan tremendamente. Una iniciativa seria debe estar planificada bajo una estrategia probada y dirigida por personas calificadas y experimentadas. Es muy probable que tenga que recurrir a un asesor externo a su organización, pero si encuentra la persona correcta, la inversión valdrá la pena. El asesor, junto con un comité director del proyecto, deberá diseñar una estrategia de implementación que cubra los elementos que su organización requiere, y que identifique los recursos y herramientas necesarios, ni más ni menos.

## **3. Involucrar a las personas.**

Este es probablemente el elemento más complejo de todo el plan. Las personas asumirán una “cultura confiable” solo si están convencidas del beneficio de esta visión. Las personas no pueden programarse como si fueran robots, el comportamiento confiable aparecerá con la adecuada capacitación, actividades de sensibilización, seguimiento y control sobre los esfuerzos, así como la visibilización de los progresos. El asesor externo debe ayudarle a identificar a los líderes positivos y a los observadores. Algunos pocos se resistirán al cambio. El asesor, junto con el comité director, deberá definir estrategias para lidiar con los resistentes.

La capacitación juega un papel fundamental aquí. Numerosas experiencias exitosas se basan en el fortalecimiento del conocimiento y las competencias del personal a todo nivel, incluyendo gerencias y personal de planta. Todos tienen que familiarizarse con la gestión de confiabilidad. La mejora de la confiabilidad no es un asunto solamente para ingenieros; todos tienen un rol que cumplir.



#### 4. Implementar la estrategia.

La implementación debe hacerse acorde con los hitos definidos por el plan. El progreso debe medirse y análisis deben ser realizados sobre los avances para tomar decisiones tempranas en caso de que sean necesarios ajustes al plan original. La implementación incluirá, como ya se dijo, no solamente la aplicación de tecnologías y métodos de análisis, también la supervisión y soporte a la ejecución de tareas bajo un enfoque del comportamiento confiable.

Como muestra el modelo ART® el programa deberá incluir otros elementos, tales como:

- Procedimientos estándar de operación y mantenimiento
- Procesos de diseño, procura para confiabilidad y aseguramiento de calidad de partes y materiales
- Cuido proactivo y mantenimiento dirigido por el operador
- Monitoreo de condición y analítica de datos
- Análisis de resultados, análisis de causa raíz de fallos
- Programas de disposición responsable

La construcción de la estrategia que permita esa transición hacia una cultura de confiabilidad evidentemente debe considerar aspectos muy específicos derivados de las complejidades de cada tipo de activos. Aquí es donde la ingeniería, la adquisición y analítica de datos tiene su lugar.

El ingeniero de confiabilidad es un profesional con una sólida comprensión sobre la naturaleza de los procesos de fallo, las causas asociadas a cada tipo o perfil de fallos y las metodologías de análisis que mejor se ajustan a cada problema. El Análisis de Causa Raíz de Fallos (RCFA), Análisis de modos y efectos de fallo (FMEA), Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), Análisis Weibull, Modelos de simulación de Monte Carlo, Diagramas de Bloques de Confiabilidad y muchos otros métodos requieren una sólida capacitación y formación de competencias.

Servicios de capacitación y certificación están disponibles en el mercado y acceder a este tipo de formación, si bien es cierto requiere una inversión importante, no es difícil. Entidades como SMRP, AMP o Mobius Institute tienen una sólida oferta en este sentido. Sin embargo, es absolutamente indispensable destacar que implementar métodos de análisis de confiabilidad sin un plan estratégico que tome en cuenta el elemento humano (tanto a nivel de planta como a nivel gerencial) probablemente desembocará en una iniciativa más que fracasa.



Empresas exitosas en la optimización del desempeño de sus activos a nivel internacional han probado este enfoque. Los casos de éxito discutidos en congresos o en libros de texto pertenecen a implementaciones que han respetado la mayoría de los principios mencionados en este artículo. Las empresas que se enfocaron en convencer y sensibilizar a sus líderes para que brindaran su apoyo y destinaran los recursos necesarios y justificables, y a la gente de planta para que comprendieran su rol dentro de la mejora de la confiabilidad han obtenido resultados consistentes y sostenibles en el tiempo.

---

REFERENCIAS:

- (1) Juran, Joseph and Gryna, Frank, Quality Control Handbook, Fourth Edition, McGraw-Hill, New York, 1988, p.24.3
- (2) Trent, Jason. “Asset Reliability Practitioner – Reliability Engineer”, Instruction Manual. Mobius Institute, Australia, p.33
- (3) F. Stanley Nowlan y Howard F. Heap. “Reliability Centered Maintenance”. December 29, 1978, U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, p. 45

# Mantenimiento

Director:  
Julio Carvajal Brenes

Consejo Editorial:  
Luis Gómez Gutiérrez  
José Guillermo Marín Rosales  
Gabriela Mora Delgado

Toda reproducción debe citar la fuente.  
Los autores de los artículos, los entrevistados y los anunciantes  
son los responsables de sus opiniones.

San José, Costa Rica

## CONTACTENOS

 (506) 8450-5080 / 8787-1492

 julio@conexionmantenimiento.com

