

# MAN TENI MIEN TO

---

BOLETÍN N° 82 - NOVIEMBRE 2025

# CALENDARIO

## MANTENIMIENTO

### CURSO CHI KUNG - TAICHI

**Instructor:** Ing. Julio Carvajal Brenes 

**Modalidad:** presencial

**Fechas del evento:** 18 y 25 de noviembre      2 y 9 de diciembre

**Hora:** de 8:30 a. m. a 9:45 a. m.. - GMT-6 Costa Rica

MÁS INFORMACIÓN



LA JORNADA TÉCNICA:

NUEVAS TECNOLOGÍAS  
CONTRA INCENDIOS  
Y SEGURIDAD ELÉCTRICA

Lugar

Hotel Radisson

8:00 a. m. - 6:30 p. m.  
Formato presencial

LA PREVENCIÓN  
LIMITADO

INFORMACIÓN

GT ARTE PRODUCCIONES  
WhatsApp: (506) 8628-8482

### JORNADA TÉCNICA: IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y SEGURIDAD ELÉCTRICA

**Instructores:** varios panelistas

**Modalidad:** presencial

**Fechas del evento:** 24 de noviembre

**Hora:** de 8:00 a. m. a 7:00 p. m. - GMT-6 Costa Rica

INSCRIBASE AQUÍ


**Tel:** (+506) 8852 2462 | (+506) 2103 2457 **Correo:** cursosyeventos@acimacr.com



# CALENDARIO

## MANTENIMIENTO

### CURSO: DISEÑO HIDRÁULICO EN EDIFICACIONES

**Instructor:** M.Eng. Ing. José Antonio Navarro Redondo 

**Modalidad:** virtual

**Fechas del evento:** 25, 26 y 27 de noviembre      2 y 3 de diciembre

**Hora:** de 5:00 p.m. a 9:00 p.m. - GMT-6 Costa Rica

MÁS INFORMACIÓN



### WEBINAR GRATUITO: GEMELOS DIGITALES EN PROCESOS PRODUCTIVOS: LA CONVERGENCIA ENTRE LO FÍSICO Y LO VIRTUAL

**Instructor:** Ing. Herberth Córdoba Álvarez 

**Modalidad:** virtual

**Fechas del evento:** 25 de noviembre

**Hora:** de 6:00 p. m. a 7:00 p. m. - GMT-6 Costa Rica



INSCRÍBASE AQUÍ

**Tel:** (+506) 8852 2462 | (+506) 2103 2457    **Correo:** [cursosyeventos@acimacr.com](mailto:cursosyeventos@acimacr.com)



# CALENDARIO

## MANTENIMIENTO

### CURSO RECAPDEE: PROPAGACIÓN DE ARMÓNICAS EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

**Instructor:** Dr. Manuel Madrigal Martínez  **Modalidad:** virtual

**Fechas del evento:** 2 y 3 de diciembre      4 y 9 de diciembre      10 y 11 de diciembre

**Hora:** de 5:00 p.m. a 9:00 p.m. - GMT-6 Costa Rica

MÁS INFORMACIÓN



### CURSO CAP GPL M-2: NORMA NFPA1 CÓDIGO DE INCENDIOS

**Instructor:** CFPS. Efraín Villalobos Arias  **Modalidad:** virtual

**Fechas del evento:** 8 y 9 de diciembre      15 y 16 de diciembre

**Hora:** de 5:00 p.m. a 9:00 p.m. - GMT-6 Costa Rica

MÁS INFORMACIÓN



**Tel:** (+506) 8852 2462 | (+506) 2103 2457 **Correo:** [cursosyeventos@acimacr.com](mailto:cursosyeventos@acimacr.com)







## Participe en la Jornada Técnica

Actividad gratuita previa inscripción

# IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS Y SEGURIDAD ELÉCTRICA

## CONFERENCIAS

Instalación de Sistemas Estacionarios de Almacenamiento de Energía, acorde a NFPA 855

Panelista:  
Ing. Marco Saavedra



Vehículos modernos y sus riesgos de Incendio

Panelista:  
Ing. Debora Arjona



Medición de Calidad de Energía y Seguridad Eléctrica

Panelista:  
Ing. Marvin D Arley Castro



Instalación de equipos de detección y alerta de gases combustibles basado en NFPA 715

Panelista:  
Ing. Juan Pablo Arias Cartín



¿Cómo impacta la seguridad eléctrica la continuidad del negocio?

Panelista:  
Ing. Raúl Álvarez Castillo



Rociadores Electrónicos ¿de qué hablamos?

Panelista:  
Ing. Domenico Braca



Seguridad en los sistemas eléctricos. Nuevas tecnologías, pero revisemos antes de implementarlas

Panelista:  
Ing. José Eduardo Arce Ureña



El rol de Costa Rica en la seguridad humana y la protección contra incendios en Latinoamérica

Panelista:  
CFPS. Efraín Villalobos Arias



**Mesa Redonda Técnica:**  
La historia de la seguridad humana y la protección contra incendios en Costa Rica

LUNES  
**24**  
NOVIEMBRE 2025

LUGAR  
**Hotel Radisson**  
8:00 a. m. - 6:30 p. m.  
Formato presencial

## PATROCINAN



## INSCRIPCIONES E INFORMACIÓN

ACIMA  
WHATSAPP: (506) 8852-2462

GT ARTE PRODUCCIONES  
WHATSAPP: (506) 8628-8482

**AL DÍA CON ACIMA**

**ING. OSCAR MEZA GUZMÁN**  
PRESIDENTE ACIMA

El pasado 20 de octubre, en el auditorio del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA), se celebró la Asamblea del Colegio de Ingenieros Tecnólogos (CITEC), un evento de gran importancia para nuestro Colegio en donde año a año se eligen a los miembros de Junta Directiva que estarán durante 2 años con la tarea de dirigir de forma eficiente y transparente los hilos del CITEC.

Este tipo de espacios en donde prevalecen las formalidades administrativas, también deben a la vez convertirse en un espacio de encuentro, análisis y visión compartida. Cada intervención, cada propuesta y cada decisión debería reflejar el compromiso de los ingenieros tecnólogos con su Colegio y con la necesidad de fortalecer la unión entre las distintas disciplinas que componen nuestro CITEC. Esta unidad, más que un ideal, es una condición necesaria para afrontar los retos tecnológicos, ambientales y sociales del presente y del futuro.

El ejercicio profesional de la ingeniería en Costa Rica ha evolucionado significativamente en las últimas décadas. Hoy, más que nunca, la ingeniería requiere una visión integradora, donde cada especialidad aporte su conocimiento en sinergia con las demás. Mantenimiento, Construcción, Agrícola, Diseño Industrial, Ambiental, Electrónica, Seguridad Ocupacional, Producción Industrial, Física, Mecatrónica, Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, no deben verse como caminos paralelos, sino como ejes que convergen hacia un mismo propósito: mejorar la calidad de vida de la sociedad costarricense a través del conocimiento técnico, la responsabilidad y la ética.

Durante la Asamblea del CITEC, se esperaría la evidencia de un renovado espíritu de participación por parte de los colegiados. Conjuntando en la sesión la rendición de informes y la elección de autoridades, con un espacio de oportunidad para reafirmar el sentido de pertenencia y el compromiso con la excelencia profesional. Cada palabra que se comparta, cada propuesta debatida, debería reflejar la convicción de que el colegio debe ser un espacio vivo, dinámico y representativo de los intereses y aspiraciones de los todos los ingenieros y carreras que conformamos CITEC.



Uno de los temas relevantes por abordar en este tipo de espacio es la integración real entre las diferentes carreras de ingenierías adscritas al CITEC. En un mundo donde la complejidad de los sistemas técnicos crece exponencialmente, resulta imposible abordar los desafíos modernos desde una sola perspectiva. La colaboración interdisciplinaria se convierte, entonces, en un requisito indispensable para la innovación y la eficiencia.

La ética profesional es otro de los ejes fundamentales a mencionar. En un contexto donde la tecnología avanza a ritmos acelerados, la responsabilidad moral de quienes proponen, diseñan, operan y mantienen sistemas, infraestructuras y maquinas se vuelve aún más relevante. La ingeniería no puede reducirse a la mera aplicación de fórmulas o normas; implica decisiones que afectan vidas humanas, entornos naturales y recursos públicos. Por tanto, es deber de cada ingeniero actuar con integridad, transparencia y compromiso con el bien común.

En este sentido, el CITEC, junto con asociaciones y los diferentes equipos de trabajo, tiene la responsabilidad de mantener vivos los principios éticos que sustentan la práctica profesional. La confianza social en la ingeniería se construye a través del cumplimiento de estándares técnicos, pero también, y sobre todo, mediante la coherencia entre lo que decimos y lo que hacemos. Ser ingeniero significa ser garante de la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad en cada obra, instalación o proyecto que emprendemos.



El simbolismo de la Asamblea CITEC debe ser, sin duda, trascendental. Representando la consolidación de un gremio que se reconoce diverso pero unido, que valora la experiencia y el conocimiento de sus miembros y que entiende que el futuro de la ingeniería depende de la cooperación entre sus ramas. La integración no es un discurso vacío; es una estrategia de desarrollo que permite aprovechar las fortalezas colectivas y enfrentar, con una visión más amplia, los desafíos tecnológicos y humanos que enfrenta nuestro país.

Es importante también destacar la importancia del relevo generacional. Las nuevas generaciones de ingenieros tecnólogos deben aportar energía, creatividad y una mirada renovada sobre los retos actuales. Sin embargo, ese ímpetu debe complementarse con la experiencia de los profesionales que durante años han contribuido al crecimiento del CITEC y al fortalecimiento del sector tecnológico y en su comportamiento debe prevalecer la política como arte y ciencia, esa política que busca el bien común, el bien de la mayoría y no intereses individuales o vanaglorias vacías y cargadas de egoísmo. Solo a través del diálogo intergeneracional podremos asegurar una continuidad sólida en los valores que nos definen: el respeto, la excelencia y la vocación de servicio.

Otro aspecto relevante que se debe buscar y destacar es la proyección institucional del CITEC hacia la sociedad. En un contexto global donde la tecnología define el ritmo del progreso, los colegios profesionales deben ser actores proactivos en la construcción de políticas públicas, normativas técnicas y estrategias de desarrollo sostenible. El CITEC no puede limitarse a ser un ente regulador; debe convertirse en un centro de pensamiento, innovación y formación continua. En esta línea, los equipos de trabajo, como brazo ejecutor del CITEC tienen el compromiso de contribuir activamente con propuestas que impulsen la modernización y el fortalecimiento del ejercicio ingenieril en Costa Rica.

La Asamblea del CITEC debe representar un acto de reafirmación del compromiso ético de los Ingenieros Tecnólogos. Cada participante debe ser testigo de cómo la unión gremial se convierte en una fuerza transformadora. No basta con ser buenos profesionales desde lo técnico; debemos ser, ante todo, ciudadanos comprometidos con la justicia, la equidad y el bienestar común.

En estos espacios es importante también recordar la relevancia de preservar la identidad profesional. En un entorno cada vez más globalizado, donde las fronteras del conocimiento se desdibujan, mantener viva la esencia de la Ingeniería TEC es un desafío constante. Debemos equilibrar la adopción de tecnologías emergentes con la defensa de los valores que nos han caracterizado históricamente: la ética, la excelencia y el compromiso social.

La ingeniería del presente y futuro es más digital, más automatizada e interconectada, pero nunca podrá prescindir del factor humano. Los ingenieros seguiremos siendo el puente entre el conocimiento científico y las necesidades reales de las personas. Por eso, más allá de los avances técnicos, nuestro mayor desafío es mantener viva la sensibilidad humana en cada decisión, proyecto y diseño.

El llamado hoy es claro: como Ingenieros TEC debemos intentar seguir construyendo juntos una comunidad profesional sólida, transparente e inclusiva. La participación de cada miembro del CITEC es fundamental para lograrlo. Cada profesional y cada equipo de trabajo,

debe extender la mano a todas las ramas de la ingeniería para continuar forjando una alianza basada en el respeto, la cooperación y la búsqueda de la excelencia. El futuro de la ingeniería costarricense depende de nuestra capacidad de mantenernos unidos, éticos y comprometidos con el bienestar de nuestra nación. Y bajo esta línea cada candidato, cada miembro electo en Junta Directiva está llamado a ser consecuente en este actuar, dejando de lado banderas o intereses personales o particulares y priorizando los intereses del colectivo.

Deseo que cada asamblea sea recordada no solo como un evento institucional, sino como un espacio de propuestas científicas, inteligentes y sostenibles que generen un punto de inflexión hacia una ingeniería más humana, más solidaria, ética y consciente de su papel transformador en la sociedad costarricense.

Saludos cordiales.





**SEMBLANZA IMI's****Ing. Randall Mauricio Mora Delgado**

Soy Randall Mauricio Mora Delgado, nacido en Hatillo #1 y el menor de siete hermanos, hijo de Víctor Manuel Mora Santamaría y Flory Delgado Altamirano. Soy esposo, padre y abuelo de un varón de cuatro años. Desde mi infancia, siempre he sentido una profunda fascinación por el diseño de piezas y la electricidad. Recuerdo con cariño a mi tío, que tenía una panadería y me enseñaba sobre diversos mecanismos electromecánicos, lo cual, con el tiempo y mi formación profesional, me ayudó a comprender el porqué de mi interés en los sistemas electromecánicos. También un buen amigo de la familia me introdujo a la mecánica automotriz. Recuerdo aquellos momentos en los que, impulsado por una curiosidad insaciable, desarmaba juguetes y realizaba experimentos. Una Navidad en particular se destaca en mi memoria: mis padres, esforzándose por regalarme una radiopatrulla a batería, se dieron cuenta de que la desarmé el mismo día que me la regalaron, simplemente para entender cómo funcionaba. Esa temprana pasión me llevó a darme cuenta de que mi vocación era la ingeniería, inicialmente enfocada en el diseño industrial.



Comencé mi formación académica en la escuela Juan Rudín y luego pasé cinco años en el Liceo de Costa Rica. En un principio, aspiraba a estudiar diseño industrial en el TEC, pero la vida tenía otros planes para mí. Fue un amigo quien, al enterarse de mis intereses, me orientó hacia mi verdadera vocación: la Ingeniería en Mantenimiento Industrial. Esta carrera me permitió profundizar en el diseño, así como en áreas eléctricas, mecánicas y administrativas. Posteriormente, también obtuve una maestría en Administración de Empresas en el TEC, adquiriendo dos énfasis: finanzas y mercadeo y ventas.

Al graduarme, tuve la oportunidad de trabajar en MATRA, en la división de vehículos International, y luego pasé a LOCTITE de Centroamérica, donde logré una gran inserción en un mercado que pocos profesionales han explorado. También formé parte del equipo de TM1, donde el propietario era un ingeniero austriaco de gran renombre en el desarrollo de montajes y desmontajes en la industria. Más adelante, aproveché otra oportunidad en una empresa pública, específicamente en INCOP; sin embargo, tras haber estado en transnacionales, esa experiencia no cumplió con mis expectativas profesionales. Siempre admiré a mi padre por haber desarrollado su propio negocio, MOTORIX, lo que me llevó, hace 30 años, a fundar mi propia compañía: Ingeniería Tecnología Mundial ITM, Ltda. A través de ITM, he atendido a clientes en diversas áreas y, en los últimos años, nos hemos especializado en GLP, abarcando desde la inspección hasta la instalación de sistemas de gas.



Desde el año de mi graduación, formo parte del CFIA a través del CITEC y ACIMA, y he participado en diversas comisiones que hoy son referentes para el desarrollo profesional y del país. También he sido miembro de las Juntas Directivas tanto del CITEC como de ACIMA.

Además, disfruto del canto lírico, mi hobby favorito, que practico regularmente.



### 1.- ¿Qué aportes relevantes le dio la carrera de ingeniería en mantenimiento industrial a su vida laboral?

La carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial me brindó una base sólida y un conocimiento profundo en áreas eléctrica, mecánica y administrativa. Esta formación integral me permitió abordar problemas desde diferentes perspectivas, desarrollar habilidades para resolver problemas complejos y gestionar proyectos de manera eficiente. Comprender y optimizar procesos, así como tener una visión del mantenimiento industrial, los cuales fueron clave para mi éxito, tanto en mis empleos anteriores, como en la creación



y desarrollo de ITM. La instrucción universitaria y el incipiente desarrollo profesional de mis inicios, me facilitaron la versatilidad necesaria para adaptarme a diferentes roles: desde asistente de ingeniería hasta empresario.

## 2.- ¿Qué recomendaría usted para ser un profesional exitoso?

Para alcanzar el éxito profesional, considero dos aspectos fundamentales. Primero, es esencial tener pasión por lo que uno hace. Cuando disfrutamos de nuestro trabajo y estamos motivados el éxito se presenta de manera más fluida. Al dedicarnos a lo que amamos, la entrega y el esfuerzo se manifiestan de forma natural. En segundo lugar, es vital ser adaptable y mantener una búsqueda continua de aprendizaje, ya que el entorno profesional cambia constantemente. También, es importante estar abierto a adquirir nuevas habilidades y ajustarse a los cambios. No debemos cerrarnos a nuevas oportunidades, porque a menudo son las desviaciones inesperadas las que conducen a los éxitos más grandes.

## 3.- ¿Qué aconseja a los estudiantes jóvenes que estudian ingeniería en mantenimiento industrial?

A los jóvenes estudiantes de Ingeniería en Mantenimiento Industrial les aconsejo que aprovechen al máximo la amplitud de su carrera. No se limiten únicamente a la teoría; busquen experiencias prácticas a través de pasantías, proyectos y voluntariado. Desarrollen habilidades en todas las áreas de la ingeniería: eléctrica, mecánica y administrativa, ya que esa versatilidad será su mayor fortaleza. Es fundamental trabajar día a día en las habilidades blandas, pues la parte diplomática de las relaciones juega un rol clave en la aceptación del profesional en el mercado. Cultiven su curiosidad y capacidad de resolución de problemas, y no teman cometer errores, ya que son oportunidades de aprendizaje. Asimismo, construyan una red de contactos con compañeros y profesores, pues esas relaciones serán invaluable en su futuro profesional.

Tengo la suerte de haber formado un grupo de compañeros que nos reunimos cada diciembre para fortalecer nuestros lazos, tanto personales como profesionales.



#### 4.- ¿Qué recomendaciones le haces a todas los estudiantes de ingeniería?

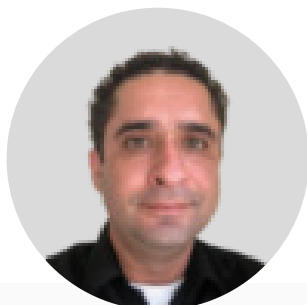
A todos los estudiantes de ingeniería, les doy las siguientes recomendaciones:

- Confíen en su potencial y no permitan que los estereotipos los intimiden. La ingeniería es un ámbito abierto a mentes brillantes y creativas, sin distinción de género. Su perspectiva única tiene un valor significativo.
- Busquen mentores y modelos a seguir. Conectar con ingenieros que han tenido éxito puede ser una gran fuente de inspiración y apoyo, ayudándolos a visualizar su propio recorrido.
- Cultiven su confianza y no duden en expresar sus ideas. Lo que tienen que ofrecer es valioso y merece ser escuchado. La autoconfianza es fundamental para liderar y tomar decisiones.
- Concéntrense en desarrollar sus habilidades y conocimientos. La esencia de la ingeniería se basa en resolver problemas y crear soluciones, y su capacidad para lograrlo es lo que realmente importa.
- Fortalezcan lazos entre ustedes. La comunidad y el apoyo mutuo entre hombres y mujeres en ingeniería son vitales para enfrentar desafíos y celebrar logros.



## **ARTÍCULO**

### **La aplicación de la inteligencia artificial en el mantenimiento: foco en la gestión de costos**



Ing. Franklin Nonato, M.Sc.  
Con especialización en el uso  
de herramientas de la Industria 4.0  
Frank.silvaes@gmail.com



Ing. Lourival Augusto Tavares  
Ex presidente COPIMAN y  
delegado de Brasil en este Comité  
l.tavares@mandic.com.br

Desde los orígenes del pensamiento occidental, el cambio ha sido visto como el latido. La gestión de costos es una de las funciones vitales dentro de una empresa y, sin duda, fue una de las primeras actividades en surgir con la propia evolución de la gestión empresarial, ya que ninguna organización sobrevive sin un control preciso del balance entre los gastos operativos y los ingresos generados. Las empresas que alcanzan los mejores resultados financieros del mercado ya han identificado que el área de mantenimiento no es solamente un centro de costos, sino un sector estratégico. Esta afirmación se ve respaldada por diversos estudios, artículos científicos y literatura de referencia en el ámbito de la gestión empresarial. La gestión de costos de mantenimiento es una actividad crucial para cualquier organización que busque maximizar su eficiencia operativa y reducir gastos (GULATI, 2012).

Tradicionalmente, los procesos de mantenimiento implican mantenimiento predictivo, inspecciones periódicas, reparaciones preventivas y correctivas y, a menudo, un enfoque reactivo que puede generar costos altos e impredecibles. Sin embargo, con el avance de la tecnología y la aparición de la inteligencia artificial (IA), han surgido nuevas oportunidades para transformar la forma en que se gestiona el mantenimiento.

La Industria 4.0, también conocida como la cuarta revolución industrial, comenzó en Alemania a mediados de 2010 y se extendió a muchos otros países, en un movimiento disruptivo de empresas que intensificaron el uso de la automatización, la informática e internet para desarrollar herramientas que revolucionaron la forma en que se gestionan las empresas en el mundo. A partir de este momento, la evolución tecnológica ha ido aumentando exponencialmente y actualmente (2025) vemos una explosión en el uso de recursos que utilizan internet en su funcionamiento. Además de la tecnología, cabe reafirmar que a partir de este periodo se fomentó en las empresas la innovación (simplemente realizar mejoras en los procesos y no siempre utilizar ordenadores). El estímulo al desarrollo de la innovación es la mayor marca de esta nueva revolución industrial, que incluso ha permitido crear empresas gigantescas con un producto final totalmente intelectual, como Meta, Google, Microsoft, Apple y Amazon.

En esta nueva era que vivimos, en la cuarta revolución industrial, la posibilidad de trabajar con una gran cantidad de datos se ha vuelto mucho más fácil. La cantidad de números que se generan en una empresa se transforman fácilmente en información fundamental para la toma de decisiones. Gestionar los costos de una empresa implica utilizar los datos de manera estratégica, siendo esto normal en la rutina, desde la era Taylor. Hoy en día, con la herramienta de software que simula la mentalidad de los especialistas, la Inteligencia Artificial, se ha facilitado la realización de análisis de una manera nunca antes vista, lo que hace que esta revolución sea tan relevante. Trabajar con datos para transformarlos en información, hacer pronósticos futuros del mercado, control de inventario, monitoreo de la condición de los equipos, interacción con proveedores y clientes se ha vuelto mucho más fácil.

El uso estratégico de los datos en la gestión de costos implica varios conceptos, metodologías y procesos. Las buenas prácticas involucran no solo los conceptos básicos de control con seguimiento de indicadores de costos OPEX (gastos incurridos para mantener los activos en funcionamiento dentro de su vida útil planificada) y costos de CAPEX (desembolso de capital para la adquisición, construcción o mejora de activos fijos tangibles o intangibles); pero también metodologías de gestión de proyectos, como FEL - Front End Loading - que es muy utilizada para garantizar la correcta continuidad del proceso; el control y seguimiento detallado del uso de equipos con procesos bien definidos basados en LCC - Coste del Ciclo de Vida -; entre otras muchas actividades. La gestión eficaz de los costos de una empresa implica varios conceptos y necesita muchas herramientas para apoyar la búsqueda de resultados óptimos.



El mantenimiento adecuado de los equipos y la infraestructura es fundamental para garantizar la continuidad de las operaciones y evitar fallos inesperados de los equipos críticos, lo que puede provocar tiempo de inactividad y pérdidas financieras significativas. Los costos de mantenimiento incluyen no solo los gastos de reparación, sino también los costos indirectos relacionados con la pérdida de productividad (empresas de procesos) o de calidad (empresas de servicios) durante el tiempo de inactividad. Sin embargo, es importante recalcar que las buenas prácticas deben estar totalmente dirigidas a los equipos críticos y semicríticos, ya que la aplicación del mantenimiento en equipos no críticos genera costos de mantenimiento innecesarios.

Con el uso de estos métodos y procesos, también deben utilizarse para desarrollar un presupuesto más preciso, optimizado y confiable. Los presupuestos de una empresa no pueden seguir una rutina ineficaz de "recortar" un porcentaje para ajustarse a la facturación. Un presupuesto bien hecho, basado en métodos bien estructurados, como el presupuesto base cero, puede garantizar un resultado sostenible para las empresas.

Este es el enfoque de este artículo, aportar nuevos conceptos de gestión de costos en la cuarta revolución industrial, la Industria 4.0. El uso de conceptos actualizados de gestión de costos, con un enfoque en el área de mantenimiento, con el uso de los recursos actualizados disponibles en la Industria 4.0.

## Gestión estratégica

El término estrategia está siendo utilizado deliberadamente por los gerentes actuales, a pesar de que ha sido estudiado durante mucho tiempo, y se ha convertido en un punto culminante en la rutina de los ejecutivos (MINTZBERG, 2009). Sin embargo, existe una evolución del pensamiento estratégico, pasando de las prescripciones deliberadas al análisis en la búsqueda de la ventaja competitiva, tal como lo describe Michael Porter (2004), quien posteriormente englobó los conceptos de generación de valor a partir de los recursos de la organización para proporcionar sostenibilidad. Michael Porter señala que "la esencia de la formulación de una estrategia competitiva es relacionar una empresa con su entorno", lo que incluye comprender sus costos. Afirma que "la búsqueda del liderazgo en costos requiere una atención vigorosa a los costos, la evaluación comparativa y la reingeniería constante". Porter señala que "las empresas fracasan estratégicamente cuando no eligen entre el liderazgo en costos, la diferenciación o el enfoque". La estrategia debe ser un comportamiento coherente que se lleve a cabo a lo largo del tiempo. Con esta idea, puede ser evidente que una estrategia exitosa debe estar arraigada en la cultura de la empresa y ser valorada por todos (MINTZBERG, 2009).

## Desafíos en la gestión del mantenimiento

El sector de mantenimiento fue visto únicamente como un centro de costos durante mucho tiempo y se puede estimar que este pensamiento prevaleció hasta el comienzo de la tercera revolución industrial. Con la evolución de la gestión y el uso del pensamiento estratégico en el ámbito del mantenimiento, el sector se ha convertido en un área fundamental para el negocio.

Una valoración crítica que pocos hacen y que fundamenta el argumento de que el mantenimiento es uno de los sectores más estratégicos para mejorar los resultados en la empresa es la siguiente: el coste de producción implica básicamente la suma de los costos

de las materias primas + los costos de uso de las máquinas (servicios públicos, como el agua, la energía y los gases, por ejemplo) + los costos de mano de obra + los costos de mantenimiento + los costos logísticos, ¿seguro? De estos, los costos de mantenimiento y mano de obra son los menos afectados por interferencia externa y solo dependen directamente de la gestión interna. Por lo tanto, el sector del mantenimiento puede ser la mejor manera de reducir los costos de producción del producto y mejorar los márgenes rentables de la empresa.

Sin embargo, poder optimizar el mantenimiento no es una misión fácil, al contrario, implica realizar actividades de gran complejidad y resolver muchos problemas. Algunos de los principales retos a los que se enfrenta la gestión del mantenimiento son:

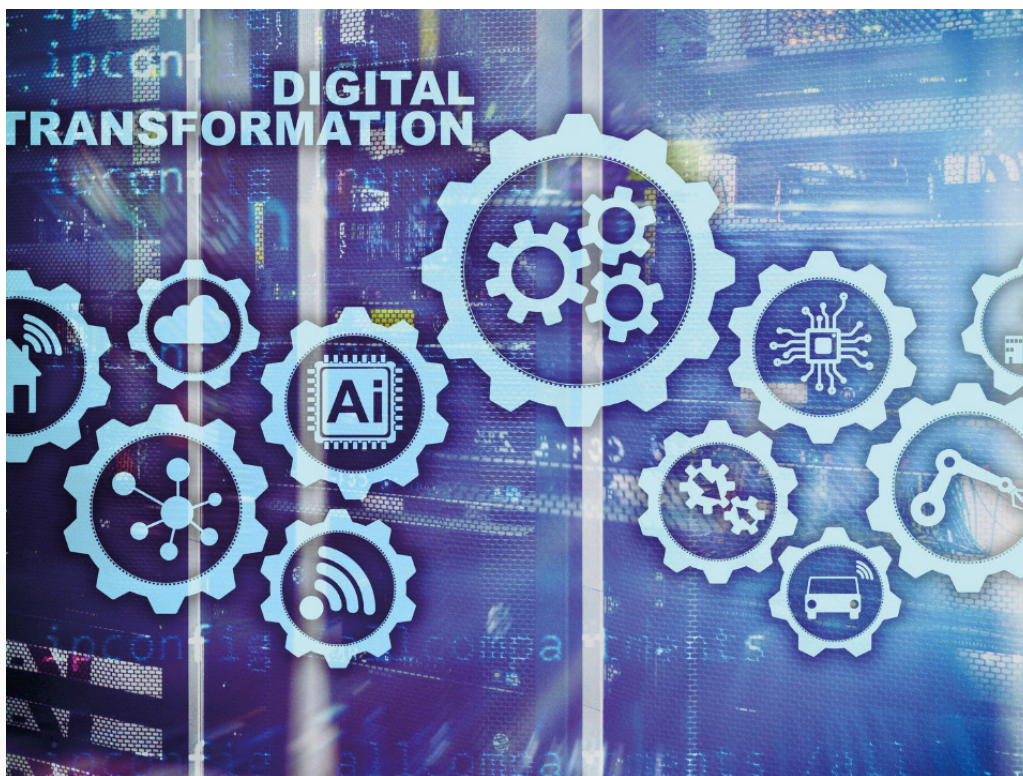
- Prevenir fallos en equipos críticos y semicríticos: Identificar cuándo un equipo está a punto de fallar puede ser difícil sin datos históricos y un análisis adecuado. La identificación de defectos con anticipación permite actuar de manera planificada para restablecer la condición normal en el mejor momento para no afectar la producción y generar pérdidas.
- Planificación del mantenimiento: Determinar el momento óptimo para realizar el mantenimiento preventivo por tiempo o por condición, en equipos críticos y semicríticos, puede ser un desafío, especialmente en entornos complejos.
- Altos costos: El mantenimiento reactivo de equipos críticos y semicríticos puede resultar en altos costos debido a la urgencia de las reparaciones y la necesidad de piezas de reemplazo inmediatas.

## El papel de la inteligencia artificial en la gestión del mantenimiento

La inteligencia artificial ofrece una serie de herramientas y técnicas que pueden revolucionar la gestión de los costos de mantenimiento. Utilizando algoritmos avanzados y análisis de datos, la IA puede ayudar a predecir fallos, optimizar los programas de mantenimiento y reducir los costos generales.

La transformación digital y el auge de la Industria 4.0 han redefinido la forma en que las organizaciones ven la gestión de activos y el mantenimiento industrial. Como señala Michael Porter (1985), la estrategia competitiva requiere que las empresas alineen sus procesos internos con los cambios tecnológicos y del mercado, buscando ventajas sostenibles y esto incluye el uso intensivo de datos. En este escenario, la Inteligencia Artificial (IA) emerge como un poderoso aliado en la gestión del mantenimiento, promoviendo la transición de modelos reactivos y preventivos a enfoques predictivos y prescriptivos. Autores como Ramesh Gulati (2012) y John Moubray (1997) ya han reforzado que la fiabilidad de los activos está directamente relacionada con la capacidad de tomar decisiones basadas en datos, riesgo y rendimiento, pero la IA amplía exponencialmente esta capacidad, atravesando millones de puntos de datos en tiempo real, algo antes inalcanzable. Nosotros (Guerra, Nonato y Tavares) sostenemos que el mantenimiento eficiente está intrínsecamente ligado a la gestión estratégica de los costos, la productividad y la disponibilidad, premisas que se vuelven aún más robustas cuando se apoyan en algoritmos avanzados.





La base de este movimiento tecnológico descansa en los avances de la IA moderna, fuertemente descritos por expertos como Ian Goodfellow, Yoshua Bengio y Aaron Courville (2016), quienes estructuraron los cimientos del Deep Learning. Estos modelos de aprendizaje profundo, aplicados al mantenimiento, son capaces de interpretar señales complejas de sensores, vibración, temperatura, ruido e imágenes, permitiendo no solo predecir fallos, sino también prescribir acciones con un alto grado de asertividad. Klaus Schwab (2016), al conceptualizar la Industria 4.0, refuerza que la integración de sistemas ciberfísicos, big data e IA cambia profundamente los modelos operativos y de negocio. En la práctica, las empresas que combinan las enseñanzas clásicas de la fiabilidad, la gestión de costos y las estrategias competitivas con la IA no solo están aumentando su eficiencia, sino que también están creando sólidas barreras competitivas, transformando los datos de mantenimiento en activos estratégicos. Así, el mantenimiento, antes visto como un centro de costos, se reposiciona como un vector de generación de valor, innovación y sostenibilidad dentro de la nueva economía digital e industrial.

### Predicción de fallos y mantenimiento predictivo

Con las capacidades de la Industria 4.0, el mantenimiento predictivo tiene un enfoque que utiliza no solo datos recopilados manualmente, sino principalmente datos en tiempo real adquiridos de sensores y sistemas de monitoreo para predecir cuándo un equipo está a punto de fallar. Con la IA, estos datos se pueden analizar para identificar patrones y signos de desgaste que son imperceptibles a simple vista. Los algoritmos de aprendizaje automático, como las redes neuronales artificiales y los modelos de regresión, se pueden entrenar con grandes volúmenes de datos históricos para identificar anomalías y predecir fallos en los equipos de la línea de producción.



## Optimización de los programas de mantenimiento

Además de la predicción de fallos, la IA puede utilizarse para optimizar los programas de mantenimiento. Mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático, es posible analizar los datos históricos y las condiciones de funcionamiento para determinar el momento óptimo para realizar el mantenimiento preventivo. El software de IA avanzado, Machine Learning, utiliza técnicas de aprendizaje supervisado y no supervisado y algoritmos de aprendizaje de refuerzo sobre bases de datos para ser aplicados en la creación de programaciones más eficientes, minimizando la interferencia en las operaciones diarias y maximizando la vida útil de los equipos.

## Reducción de costos

La implementación de la IA en la gestión del mantenimiento puede suponer un importante ahorro de costos. Al predecir fallos y optimizar los horarios, las organizaciones pueden minimizar los gastos en reparaciones urgentes y piezas de repuesto. Además, el enfoque proactivo del mantenimiento predictivo reduce el tiempo de inactividad, aumentando la productividad y minimizando las pérdidas financieras.

## Ejemplos de implementación de la IA en el mantenimiento

Varias organizaciones de todo el mundo han adoptado la inteligencia artificial para mejorar la gestión de los costos de mantenimiento. Algunos ejemplos de éxito son:

- **Industrias manufactureras:** Las empresas manufactureras han estado utilizando sensores inteligentes e IA para monitorear máquinas y predecir fallas. Los sensores de vibración, temperatura y presión pueden proporcionar datos en tiempo real, que son analizados por sistemas de IA para identificar patrones de funcionamiento anormales. Estas empresas han implementado la IA para monitorear los equipos y realizar un mantenimiento predictivo. Los sensores instalados en las máquinas proporcionan datos sobre vibración, temperatura y presión, que son analizados por sistemas de IA para identificar signos de desgaste y predecir fallos, lo que garantiza la seguridad operativa y reduce los costos de mantenimiento. Esto se traduce en menos tiempo de inactividad y una mayor eficiencia operativa.
- **Sector energético:** Las empresas energéticas han estado adoptando la IA para supervisar las redes eléctricas y predecir fallos en los transformadores y otras infraestructuras críticas. Los sistemas de IA pueden analizar datos sobre el consumo de energía, la temperatura y las condiciones ambientales para predecir fallos y optimizar la distribución de energía.
- **Industria ferroviaria:** Las empresas ferroviarias utilizan la IA para supervisar el estado de las vías férreas y el material rodante. Los sensores y cámaras instalados en las vías y en los vagones recopilan datos que se analizan para identificar el desgaste y los daños. Los algoritmos de visión artificial pueden detectar grietas y deformaciones en las vías, lo que permite realizar reparaciones antes de que ocurra una falla.

- **Hospitales:** Las instituciones sanitarias están adoptando la IA para supervisar y mantener los equipos médicos críticos. Los sensores instalados en equipos como ventiladores y monitores cardíacos proporcionan datos en tiempo real que son analizados por sistemas de IA para identificar signos de mal funcionamiento y predecir la necesidad de mantenimiento, lo que garantiza la continuidad de la atención a los pacientes.

## Gestión de costos de mantenimiento apoyada en Inteligencia Artificial

La gestión de costos de mantenimiento respaldada por inteligencia artificial representa un enfoque innovador que puede transformar la forma en que las organizaciones manejan el mantenimiento de sus equipos e infraestructura. Con la capacidad de predecir fallos, optimizar horarios y reducir costos, la IA ofrece una poderosa solución para maximizar la eficiencia operativa y garantizar la continuidad de las operaciones. A medida que la tecnología continúa evolucionando, es probable que veamos aún más avances y aplicaciones de la IA en la gestión del mantenimiento, beneficiando a una amplia gama de sectores e industrias.

## Referencias

GULATI, Ramesh. Maintenance and Reliability Best Practices. 2. ed. New York: Industrial Press, 2012.

KELLY, Anthony. Maintenance Planning and Control. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.

MOUDBRAY, John. Reliability-Centered Maintenance (RCM II): The New Illustrated Guide to Reliability-Centered Maintenance. 2. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.

PORTER, Michael E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: Free Press, 1985.

SCHWAB, Klaus. A Quarta Revolução Industrial. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2016.

GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. Deep Learning. Cambridge: MIT Press, 2016.

## ACIMA representada en Congreso peruano

La Asociación Costarricense de Ingeniería de Mantenimiento (ACIMA) estuvo representada en el 25 Congreso Peruano Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, uno de los encuentros más destacados de la región en esta disciplina.

Raquel Delgadillo, ingeniera en Mantenimiento Industrial y Master en Administración de Empresas con énfasis en Dirección de Operaciones, con amplia experiencia en comunicación estratégica, participó como ponente con la conferencia titulada "Del lenguaje técnico al lenguaje estratégico: comunicar resultados de la gestión del mantenimiento con apoyo de herramientas digitales".

Su exposición condujo al público a través de una historia que ilustra cómo los profesionales del mantenimiento pueden evolucionar de ejecutores técnicos a líderes que influyen y comunican con impacto, mediante una estrategia de cuatro pasos y el uso inteligente de herramientas digitales para respaldar la gestión con datos claros y decisiones de valor.

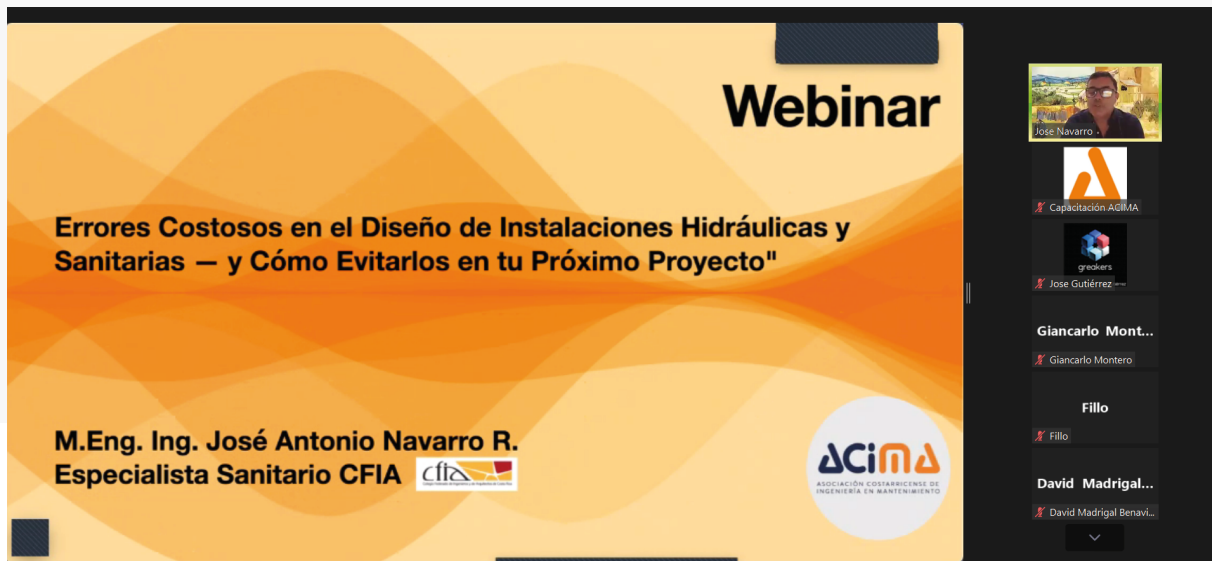
El congreso destacó por su ambiente de colaboración y aprendizaje entre más de los 1500 profesionales de distintos países, así como el interés genuino de los asistentes por fortalecer sus competencias. Perú, país donde la ingeniera Delgadillo residió anteriormente, por medio del Instituto Peruano de Mantenimiento (IPEMAN) fomenta y fortalece el crecimiento de la ingeniería en Latinoamérica.







## ACTIVIDADES EJECUTADAS POR ACIMA EN OCTUBRE 2025



**Webinar**

**Errores Costosos en el Diseño de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias — y Cómo Evitarlos en tu Próximo Proyecto"**

**M.Eng. Ing. José Antonio Navarro R.**  
Especialista Sanitario CFIA

**ACIMA**  
ASOCIACIÓN COSTARRICENSE DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO

Participants listed on the right:

- Jose Navarro
- Capacitación ACIMA
- Jose Gutierrez
- Giancarlo Mont...
- Giancarlo Montero
- Fillo
- David Madrigal...
- David Madrigal Benav...

*Webinar Gratuito:  
Errores costosos en el diseño de instalaciones hidráulicas.  
Cómo evitarlos en tu próximo proyecto*



*Curso: Chi Kung - Tai Chi*



**Director:**

Julio Carvajal Brenes

**Consejo Editorial:**

Luis Gómez Gutiérrez

José Guillermo Marín Rosales

Gabriela Mora Delgado

Pablo Salas Cerdas

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



