MANTENIMIENTO

BOLETÍN N° 78 - JULIO 2025

GTArte Producciones
UPADI COPIMAN
ACIMA
ASOCIACIÓN COSTARRICENSE DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO

CALENDARIO
MANTENIMIENTO

CURSO: CHI KUNG - TAI CHI

Instructor: Ing. Julio Carvajal Brenes **Modalidad:** presencial

Fechas del evento: 15 de julio, 22 de julio, 29 de julio, 5 de agosto

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

MÁS INFORMACIÓN

WEBINAR GRATUITO: EL TPM EN LA PRÁCTICA

Instructor: Ing. Nelson Cuello Ramírez **Modalidad:** virtual

Fechas del evento: 17 de julio

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

INSCRIBIRSE AQUÍ

CALENDARIO
MANTENIMIENTO

CURSO: FUNDAMENTOS DE LA NORMA NFPA 70E Y 70B

Instructor: Ing. José Eduardo Arce Ureña

Modalidad: virtual

Fechas del evento: 21,23, 28 y 29 de julio — 4, 6, 11 y 12 de agosto

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

MÁS INFORMACIÓN

CURSO RECAPDEE: INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN ÁREAS CLASIFICADAS COMO PELIGROSAS

Instructor: Ing. Pablo Jiménez Mora

Modalidad: virtual

Fechas del evento: 22 de julio, 23 de julio, 24 de julio, 29 de julio, 30 de julio, 31 de julio

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

MÁS INFORMACIÓN

CALENDARIO
MANTENIMIENTO

WEBINAR GRATUITO: CIBERSEGURIDAD INDUSTRIAL TEORÍA VERSUS REALIDAD

Instructor: Ing. Marcelo Martorano Camargo **Modalidad:** virtual

Fechas del evento: 31 de julio

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

INSCRIBIRSE AQUÍ

WEBINAR GRATUITO: PROTECCIÓN ELECTRÓNICA DE MOTORES DE INDUCCIÓN SEGÚN IEEE C37.96.

Instructor: Ing. Andrés Astua Chavarría **Modalidad:** virtual

Fechas del evento: 14 de agosto

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

INSCRIBIRSE AQUÍ

CALENDARIO
MANTENIMIENTO

CURSO INTERNACIONAL: PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN PARA SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO

Instructor: Ing. Gustavo Suárez Orta **Modalidad:** virtual

Fechas del evento: 18 de agosto, 19 de agosto, 20 de agosto, 25 de agosto, 26 de agosto, 27 de agosto

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

MÁS INFORMACIÓN

CURSO: INGLÉS TÉCNICO PARA INGENIEROS

Instructora: Lic. Laura Piedra Cordero **Modalidad:** virtual

Fechas del evento: 23, 30 de agosto, 6, 13, 20, 27 de setiembre, 4, 11, 18, 25 de octubre, 1 y 8 de noviembre

Hora: de 8:30 a.m. a 10:30 a.m. - GMT-6 Costa Rica

MÁS INFORMACIÓN

CALENDARIO
MANTENIMIENTO

XXXII EDICIÓN PREMIO ACIMA ING. DENNIS MORA MORA

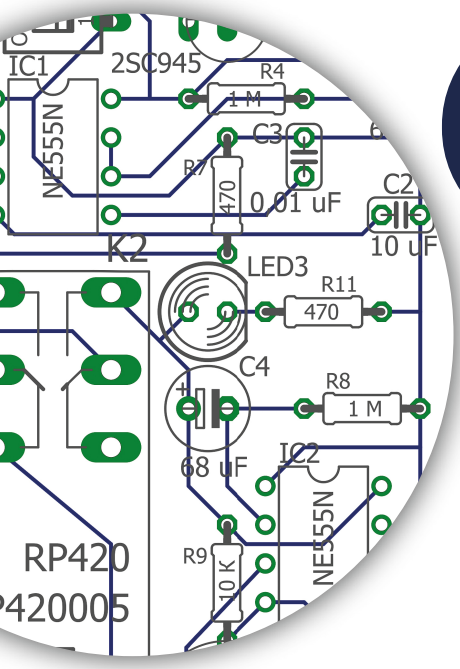
Instructor: Junta Directiva ACIMA

Modalidad: presencial

Fechas del evento: 27 de agosto

Hora: de 6:00 p.m. a 10:00 p.m. - GMT-6 Costa Rica

INSCRIBIRSE AQUÍ



CURSO CAPDEE M-3: CRITERIOS DE DISEÑO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Instructor: Ing. José Eduardo Arce Ureña

Modalidad: virtual

Fechas del evento: 27 y 28 de agosto; 3, 4, 10 y 11 de setiembre

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

MÁS INFORMACIÓN

AL DÍA CON ACIMA

ING. CLAUDIA SANABRIA RIVERA
VOCAL I ACIMA

Impulsando la excelencia profesional: el compromiso de ACIMA con la capacitación y el desarrollo del gremio

En el dinámico mundo de la industria, donde la tecnología evoluciona con rapidez y las exigencias del entorno se intensifican, la formación continua se convierte en un pilar esencial para el crecimiento de los profesionales en mantenimiento industrial. En ACIMA, entendemos que la calidad depende en gran medida de la preparación, la visión estratégica y la capacidad de adaptación de los ingenieros que conforman nuestro gremio.

Por eso, la capacitación es parte integral de nuestra misión. Durante los primeros ocho meses del año 2025, ACIMA ha realizado un esfuerzo estratégico en esta línea, con la ejecución de 38 actividades de formación, incluyendo 15 cursos especializados, 12 webinars, 6 publicaciones técnicas, además de una jornada técnica y una mesa redonda. Este esfuerzo no surge al azar: es el resultado de una planificación estratégica alineada con una escucha activa y constante de las necesidades de nuestros socios y del entorno profesional.

Los resultados son claros: más de 1.550 personas capacitadas y 286 horas de formación acumuladas, en modalidades presenciales y virtuales.

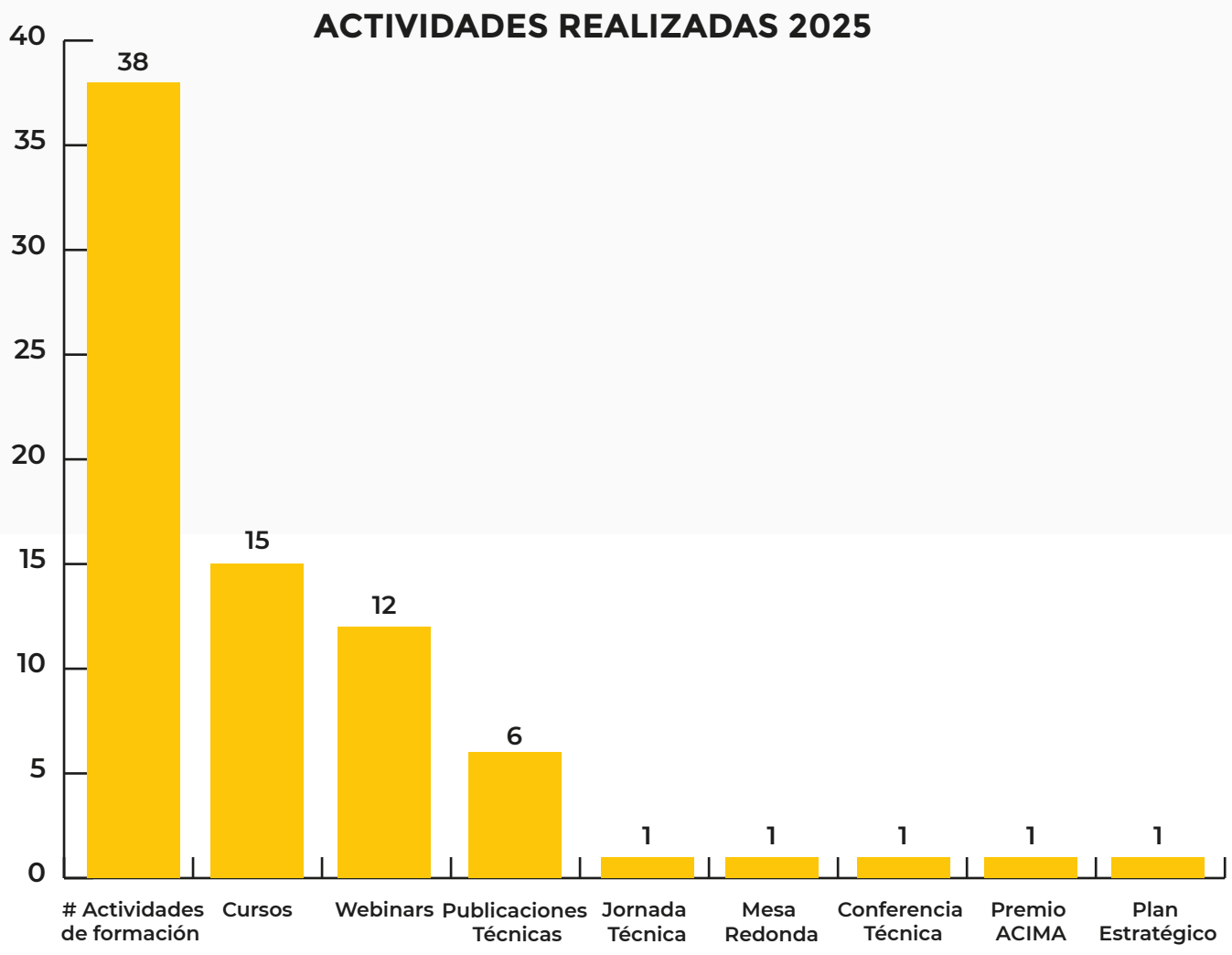
Los contenidos han sido cuidadosamente seleccionados para cubrir tanto temas técnicos como estratégicos, incluyendo normativa eléctrica, inteligencia artificial, resolución de problemas, diseño de sistemas, liderazgo y confiabilidad. Esta diversidad refleja nuestra convicción de que la ingeniería de mantenimiento exige no solo conocimiento técnico, sino también visión, creatividad y capacidad de adaptación.

Más allá de los números, en ACIMA creemos en el poder de las alianzas estratégicas como motor de transformación. Cada capacitación, cada encuentro y cada alianza representa una oportunidad para fortalecer los lazos entre profesionales, compartir experiencias reales del campo y construir conocimiento colectivo. Nos llena de orgullo ver cómo nuestros socios no

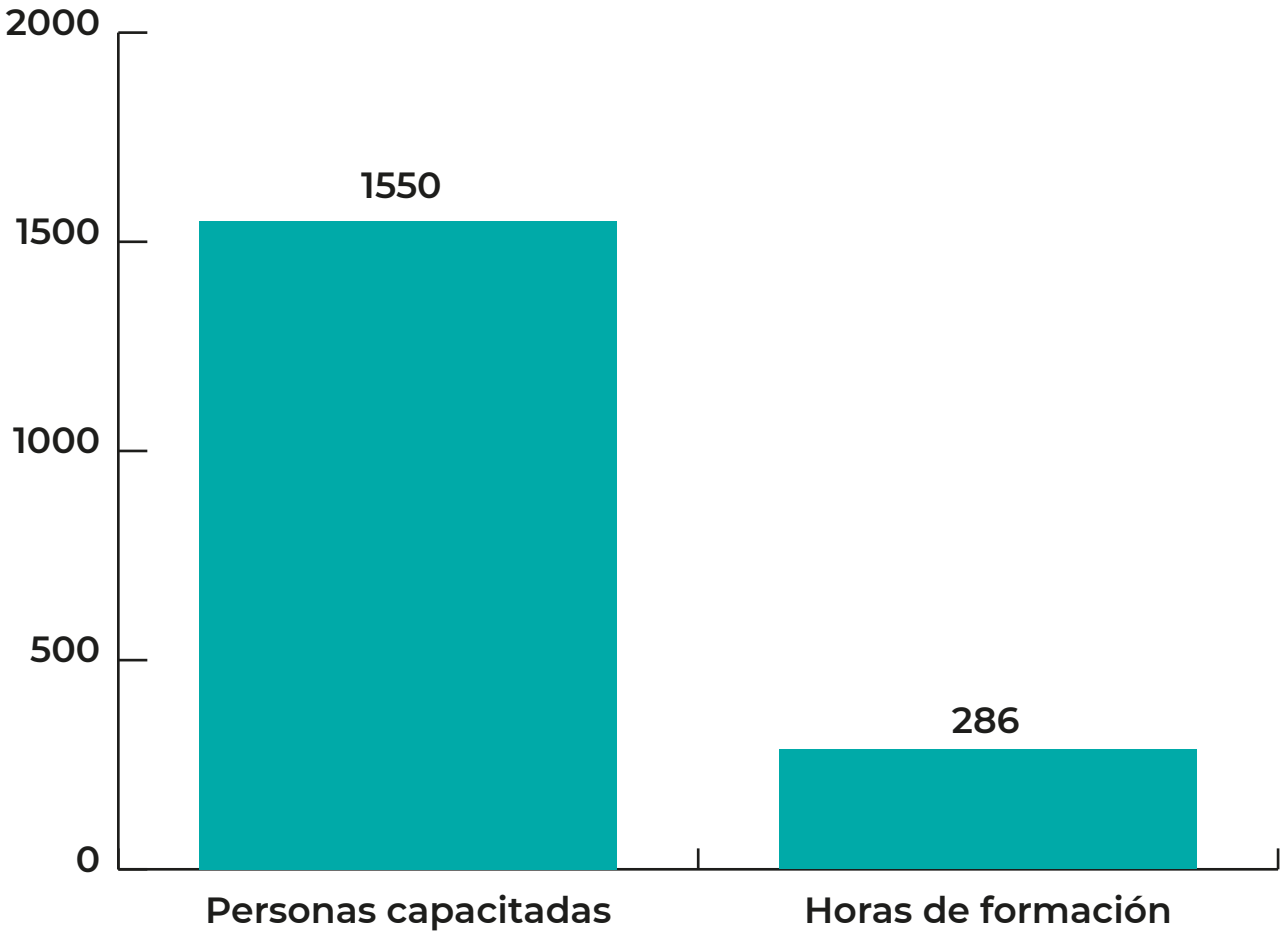
solo se actualizan, sino que también asumen roles de liderazgo, comparten su experticia y se convierten en referentes en sus organizaciones. Este sentido de pertenencia y compromiso es lo que nos impulsa a seguir innovando, a mirar hacia el futuro con entusiasmo, y a seguir escribiendo juntos la historia del mantenimiento industrial en Costa Rica.

Ahora bien, fieles a nuestro compromiso de satisfacer las necesidades reales de nuestros socios, hemos dado un paso más allá. Sabemos que el profesional de hoy no solo busca capacitarse, sino también cuidar su salud, mejorar sus habilidades personales y contar con beneficios que impacten positivamente su vida cotidiana. En ese espíritu, estamos trabajando activamente en convenios con empresas que ofrecen servicios complementarios de gran valor.

En ACIMA, renovamos nuestro compromiso de seguir siendo un referente en el fortalecimiento profesional del sector. Sabemos que el desarrollo de un país también se construye desde el conocimiento técnico, la ética profesional y la comunidad. Por eso, seguiremos trabajando con visión, constancia y pasión para que cada acción formativa sea un paso más hacia la excelencia colectiva.



CAPACITACIÓN EN 2025



SEMBLANZA IMI's

Ing. Walter Eduardo Astorga Alvarado

Mi nombre es Walter Eduardo Astorga Alvarado, nací en Cartago el 6 de enero del año 1977, soy el hijo del medio, del matrimonio formado por Víctor Astorga Pérez y María Antonieta Alvarado Sánchez. Tengo una hermana mayor llamada Paulina y una hermana menor llamada Catalina.

A los cuatro años de edad, nos trasladamos a vivir a Tilarán, por asuntos laborales de mi papá, y ahí estuvimos hasta mis seis años.

Posteriormente nos trasladamos a vivir a Limón, y ahí cursé el kínder y la primaria hasta tercer grado, en la escuela San Marcos.

Luego de eso, volvimos a vivir en Cartago donde terminé el sexto grado en la escuela Jesús Jiménez. La secundaria completa la cursé en el colegio San Luis Gonzaga.

Desde que estaba en el colegio, me llamó la atención las ciencias exactas, y por eso decidí estudiar ingeniería. Mi papá me ayudó a decidir cuál ingeniería estudiar. Hice los exámenes de admisión del Instituto Tecnológico de Costa Rica y de la Universidad de Costa Rica, pues sentía atracción por la ingeniería en mantenimiento industrial y por la ingeniería mecánica. Finalmente me incliné por estudiar mantenimiento industrial en el Tecnológico, y creo que fue la mejor decisión que pude haber tomado.

Ingresé al Tec en el año 1995, y ahí concluí la carrera en el año 1999, la práctica profesional para graduarme la hice en Saret Metalmecánica.

Mi primer trabajo fue en la empresa Trimpot Electrónicas, industria de manufactura de componentes electrónicos, ahí estuve seis años, trabajando en el departamento de proyectos, diseñando equipos para automatizar líneas de producción.

Luego de eso, estuve trabajando con mi papá, en el negocio de la construcción de casas para la venta, hasta el año 2009.

Del año 2010 al 2014, estuve trabajando en varias empresas de diseño electromecánico, y a luego decidí trabajar como profesional independiente, principalmente en proyectos de diseño eléctrico. En el año 2018 formamos una empresa familiar, llamada GREENgineering S.A. en la cual trabajo actualmente.

Me incorporé al CFIA desde el año 2009, pero por falta de tiempo no he participado activamente en comisiones.

También soy profesor en la Universidad Fidélitas y en la Universidad Hispanoamericana.

Mi vida laboral la complemento con la aviación, la cual al igual que la ingeniería electromecánica, es mi pasión. Trabajo como piloto desde el año 2014 para la empresa Sansa, en la cual soy capitán de Cessna 208B.

Con respecto a mi familia, tengo una hija de 7 años, llamada Sara, la cual es la persona más importante en mi vida, junto con mis padres y mis hermanas.

Siempre me han gustado mucho los deportes, soy súper aficionado al Club Sport Cartaginés, y en algún momento de mi vida practiqué moto enduro. Hoy practico cada vez que puedo ciclismo de ruta y de montaña, atletismo y natación.

La carrera de ingeniería en mantenimiento industrial me ha dado las herramientas para poder desempeñarme en el área eléctrica y mecánica, y también los fundamentos y la motivación para convertirse en emprendedor.

Considero que para convertirse en un profesional exitoso, hay que mantenerse actualizado, llevando cursos en diferentes campos de la ingeniería.

Para la gente joven que estudia nuestra carrera, deben aprovechar toda lo amplio de la ingeniería eléctrica, mecánica y la administración, para ejercer en cualquier de esos nichos de mercado. El prestigio del TEC hace que todos los egresados, tengamos muy buenas oportunidades laborales.

ARTÍCULO

MTBF o MTTF*

Ing. José Contreras Márquez
Mantenimiento eficiente.com
mantenimientoeficiente@gmail.com

Un problema muy frecuente es la confusión entre el tiempo medio entre fallas (MTBF: Mean Time Between Failures) y el tiempo medio para fallar (MTTF: Mean Time To Failure). Ambos conceptos se originan como parte del desarrollo del análisis RAM.

El MTBF se utiliza para equipos reparables, es decir, es típicamente parte de un modelo que asume que el equipo que ha fallado se repara inmediatamente (el tiempo de reparación es cero) como parte de un proceso de renovación. En cambio, el MTTF se utiliza para equipos no reparables, es decir, mide el tiempo medio entre fallas con la suposición de un modelo en que el sistema que ha fallado no se repara.

Para un análisis RAM, ambos conceptos, MTBF y MTTF, representan una misma variable que evalúa el tiempo promedio entre fallas, cuyo valor inverso representa la tasa de fallas que es un indicador directo de la confiabilidad.

Ahora bien, cuando se desea evaluar la confiabilidad, no como una variable de un modelo estadístico para obtener un pronóstico, sino para mostrar el desempeño de los activos, debemos considerar los tiempos reales de operación hasta la falla y expresar estos resultados como un indicador de gestión o KPI. Aquí está el verdadero origen de esa gran confusión que existe respecto a la interpretación del MTBF como indicador de la confiabilidad.

La mayoría de las publicaciones sobre indicadores de mantenimiento calculan el MTBF utilizando la siguiente expresión:

$$\textbf{MTBF} = \frac{\textit{Tiempo total disponible-Tiempo de inactividad}}{\textit{Número de fallas}}$$

El tiempo total disponible es el total de horas en las que la máquina debería haber estado operando, el tiempo de inactividad es el número de horas en las que estuvo parada y el número de fallas corresponde al número de paradas ocasionadas por eventos de falla que requirieron una actividad de mantenimiento correctivo.

Básicamente, esto significa tomar los datos del período que se quiere calcular, por ejemplo, seis meses, un año o varios años, y dividir el tiempo total de actividad en ese período entre el número de fallas. Por ejemplo, supongamos que estamos evaluando un período de 120 horas y que hubo un tiempo de inactividad de 20 horas por 4 incidentes por fallas distintos. Lo primero que salta a la vista es que, si durante un período de 120 horas ocurrieron 4 fallas, no sería un error decir que el tiempo medio entre fallas (MTBF) durante ese período fue de 30 horas. Sin embargo, en muchas publicaciones se indica lo que se mencionó anteriormente, es decir, se resta el tiempo durante el cual la máquina estuvo parada. En este caso el tiempo total de actividad es de 100 horas, dividido entre 4 incidentes, resulta un MTBF es de 25 horas. Calculado de esta forma, el MTBF indica el tiempo operativo hasta la falla y no el tiempo entre fallas, sin embargo, este es el significado que se le da en muchas empresas al MTBF.

Ahora, si se analiza detenidamente la expresión “tiempo entre fallas”, desde el punto de vista lingüístico, claramente se puede interpretar literalmente como el tiempo que transcurre desde el momento exacto en que ocurre una falla y el momento exacto en que transcurre la siguiente falla y el tiempo medio entre fallas o MTBF es la media aritmética de varios valores de “tiempo entre fallas”. Esto es lo que se muestra en la figura 1, en la cual se indica que el MTBF es el tiempo medio entre dos fallas que incluye al tiempo medio para reparar o MTTR, razón por la cual, no es un indicador de confiabilidad como generalmente es considerado en gran parte de la literatura dedicada a este tema.

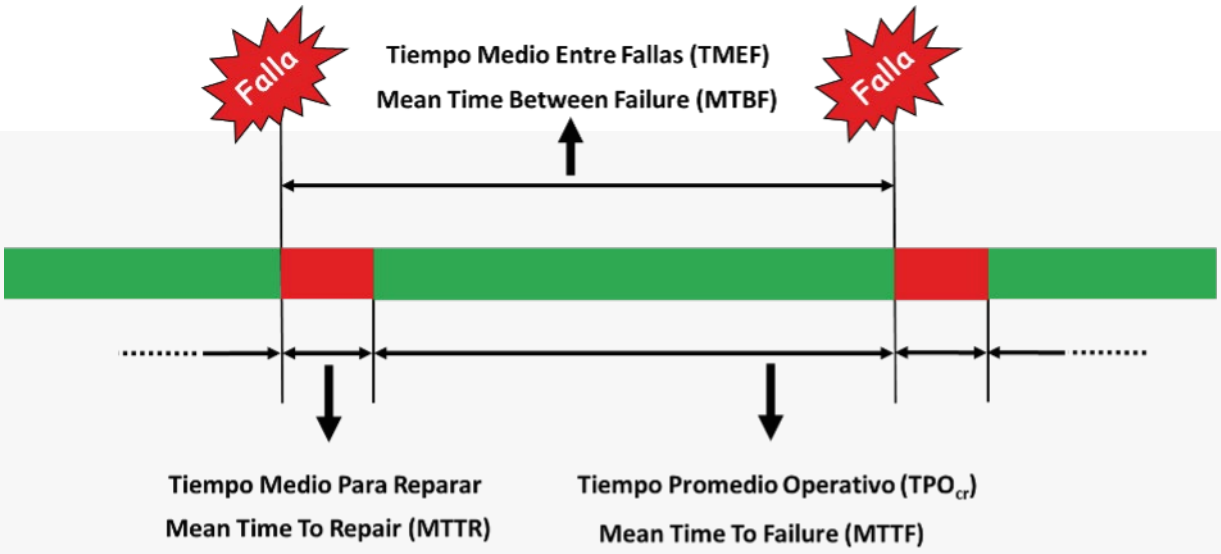


Figura 1. Relación entre MTTF, MTTR Y MTBR

Para reforzar esta forma de interpretar el MTBF, veamos la figura 2 en la que se representan tres casos con iguales tiempos entre dos fallas, pero con diferentes tiempos para reparar y diferentes tiempos hasta la falla. En los tres casos la primera falla ocurre exactamente en el mismo momento, pero el tiempo para reparar difiere, por lo cual, el inicio del tiempo operativo también difiere. También se observa que la segunda falla también ocurre exactamente en el mismo momento para los tres casos, esto hace que los tiempos operativos también difieran, pero el tiempo entre fallas es exactamente el mismo para los tres casos, como se indicó anteriormente.

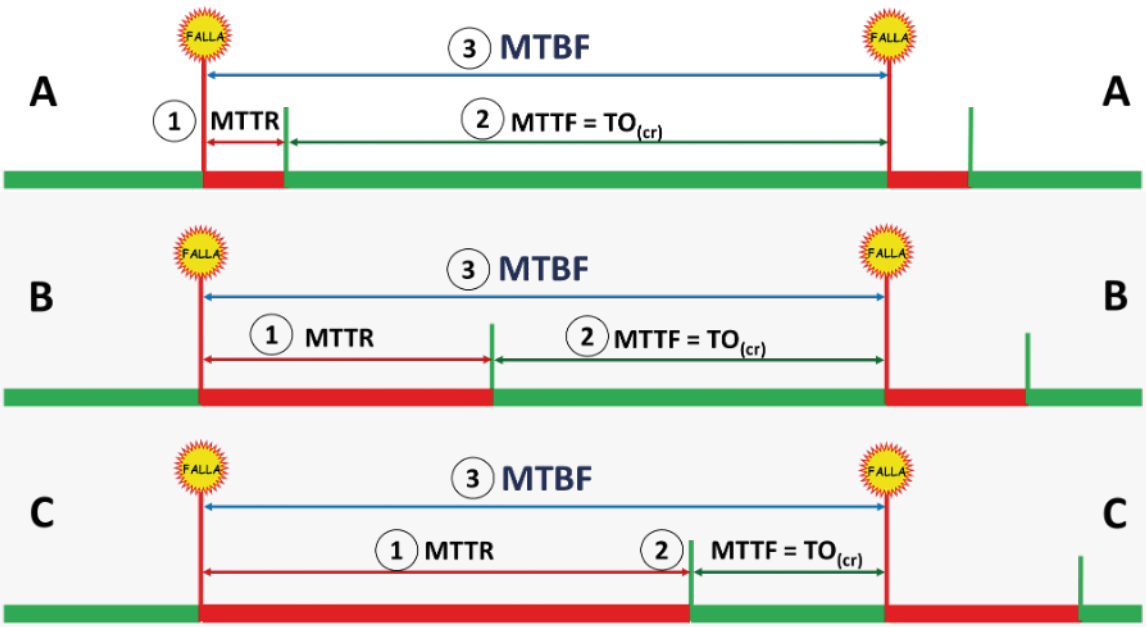


Figura 2. Interpretación del MTBF

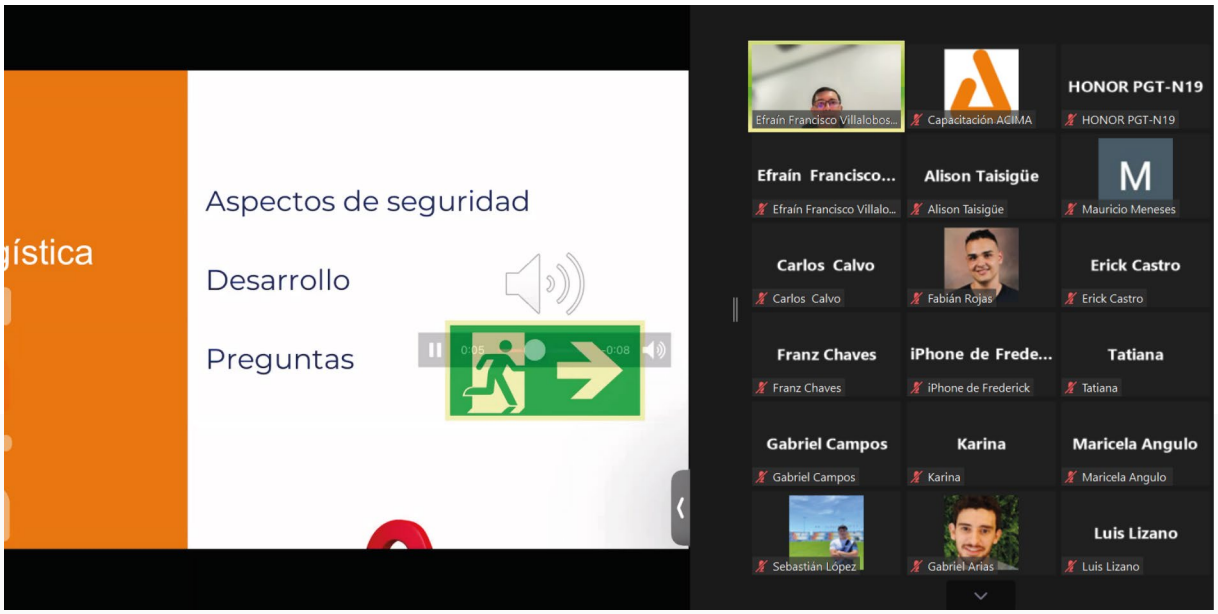
La conclusión más importante de esta representación gráfica es que tres casos con diferente confiabilidad y diferente mantenibilidad tienen el mismo tiempo medio entre fallas.

De esta forma se explica la gran confusión que existe respecto a la interpretación del MTBF como un indicador de confiabilidad, que para el análisis RAM funciona perfectamente como diferenciador del MTTF, pero como indicador de gestión, su utilización muestra una inconsistencia que fue solventada por varios autores considerando que el tiempo entre falla y falla es el tiempo hasta la falla, a sabiendas de que esto no es cierto.

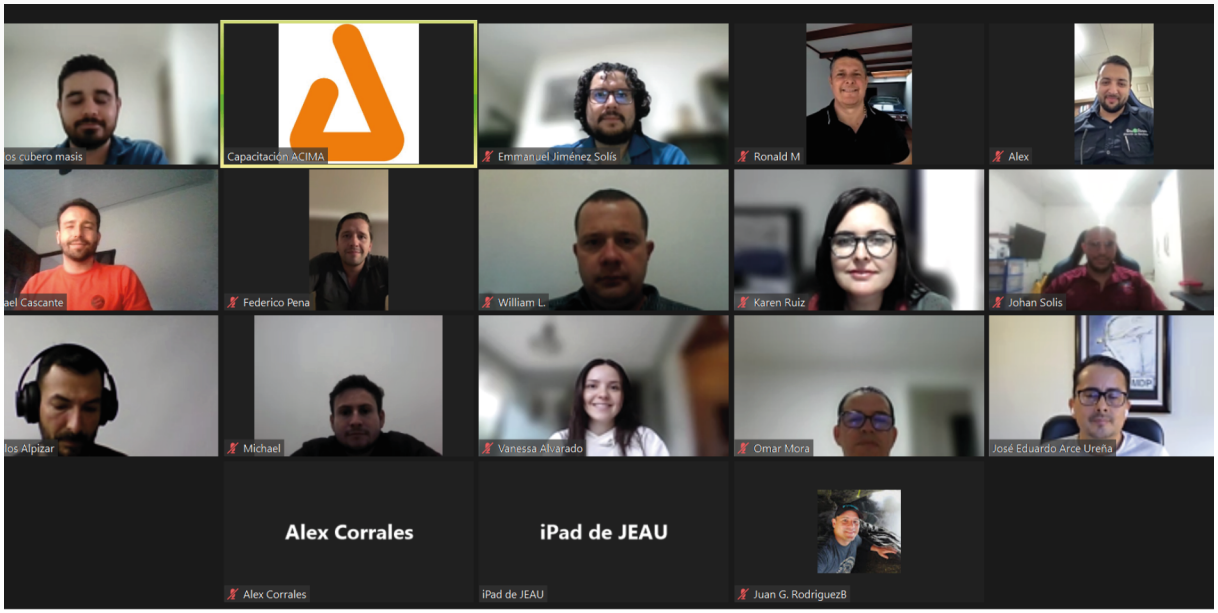
Así es que si usted quiere pronosticar el desempeño futuro utilizando modelos estadísticos para calcular las probabilidades de que un activo no falle (confiabilidad) y que un activo sea reparado (mantenibilidad) durante unos tiempos predeterminados, entonces realice formalmente un análisis RAM, pero si lo usted quiere es calcular los indicadores "confiabilidad y mantenibilidad" como resultado del desempeño alcanzado por sus decisiones propias de la gestión del mantenimiento, entonces debe medir separadamente los tiempos operativos hasta la falla y los tiempos empleados para ejecutar los trabajos de reparación.

* **Contreras M. J**. *Sistemas de Indicadores de Gestión (KPI) para evaluar la Gestión del Mantenimiento. Capítulo 6. Páginas 189-192 (2025)*

ACTIVIDADES EJECUTADAS POR ACIMA EN JUNIO 2025

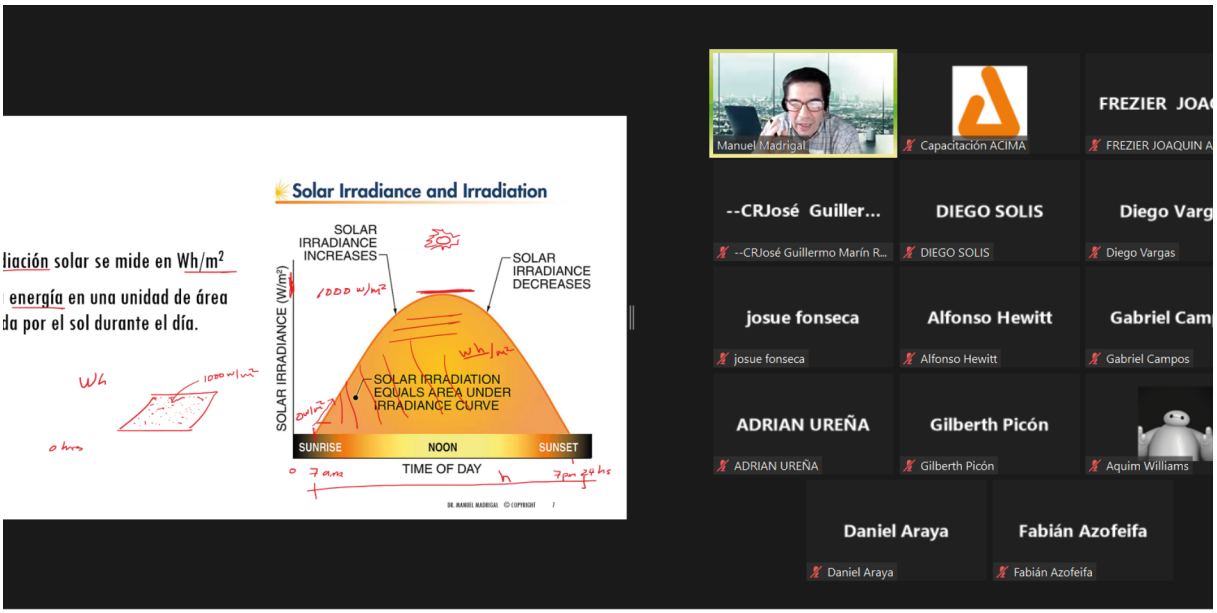


Webinar gratuito: Comisionamiento de Proyectos de Seguridad Humana y Protección Contra Incendios

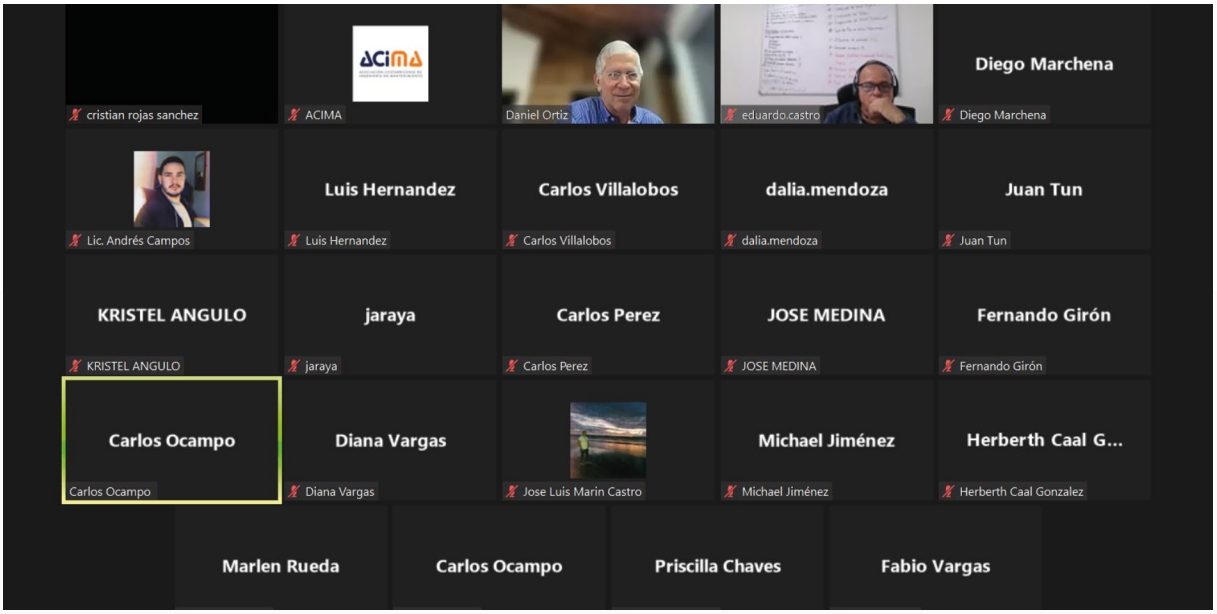


Curso CAPDEE M-2: Diseño eléctrico residencial, comercial e industrial

ACTIVIDADES EJECUTADAS POR ACIMA EN JUNIO 2025



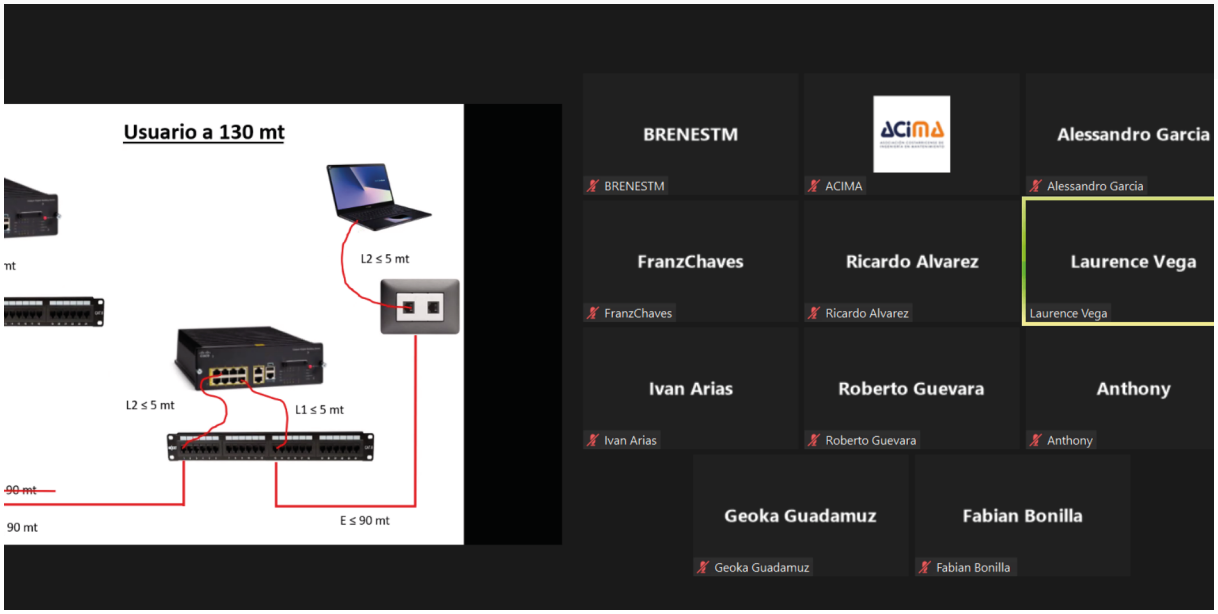
Curso RECAPDEE: Sistemas fotovoltaicos aislados e interconectados a las redes eléctricas



Curso Internacional Planeación y programación de mantenimiento

ACTIVIDADES EJECUTADAS POR ACIMA EN JUNIO 2025

Webinar gratuito: Análisis y fuentes de datos en mantenimiento



Curso CAPDEE M-8: Cableado estructurado

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

GTArte Producciones

UPADI COPIMAN

ACIMA
ASOCIACIÓN COSTARRICENSE DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO