

La Revista de la Ingeniería colombiana



**ACIEM**

Asociación Colombiana  
de Ingenieros



# Revista ACIEM impresa y digital: una sola esencia

---



**JUNTA DIRECTIVA 2025-2028**

- Carlos Arturo Cárdenas Guerra  
**Presidente**
- Gabriel Ricardo Bohórquez Betancourt  
**Vicepresidente**
- Marco Antonio Gómez Albornoz  
**Fiscal**
- Daniel Enrique Medina Velandia  
**Presidente Anterior**
- Antonio García Rozo
- Daniel Antonio Flórez Pérez
- Leonardo Andrés Carvajal Álvarez
- Eliana María Noriega Angarita
- Gabriel Sánchez-Sierra
- Gustavo Zúñiga Cortés
- Jorge Pinto Nolla
- José Jesús Arias Orozco
- Jorge Enrique Cortázar García
- Luis Alejandro Buitrago Botero
- Hernando Jaramillo Marín
- Ramón de Jesús León Hernández
- Francy Lorena Castro Aponte  
**Directora Ejecutiva**

**PRESIDENTES  
CAPÍTULOS Y SECCIONALES**

- Juan Ignacio Gutiérrez Hoyos  
**ACIEM Seccional Antioquia**
- Eliana María Noriega Angarita  
**ACIEM Atlántico**
- Ramón de Jesús León Hernández  
**ACIEM Bolívar**
- Adán de Jesús Bautista  
**ACIEM Boyacá**
- José Jesús Arias Orozco  
**ACIEM Caldas**
- Jorge Enrique Cortázar García  
**ACIEM Seccional Cundinamarca**
- Gustavo Zúñiga Cortés  
**ACIEM Huila**
- Álvaro Antonio Ruiz Tarazona  
**ACIEM Norte de Santander**
- Luis Alejandro Buitrago Botero  
**ACIEM Quindío**
- Alexander Molina Cabrera  
**ACIEM Risaralda**
- Gabriel Ordoñez Plata  
**ACIEM Seccional Santander**
- Leonardo Andrés Carvajal Álvarez  
**ACIEM Valle**

## CONTENIDO

4

Revista de la Ingeniería ACIEM: entre el mundo físico y digital

6

“La coexistencia de talentos es una ventaja competitiva”:  
Natalia García

11

Francy Castro asume la Dirección Ejecutiva Nacional de ACIEM

13

Normalización internacional en mantenimiento y gestión de activos, presente y futuro

18

Inteligencia Artificial, computación y mantenimiento

24

Creando el puente entre IT y OT hacia una gestión de activos basada en datos

29

ACIEM: 11 años impulsando el mantenimiento y la gestión de activos en Colombia

32

ACIEM impulsa el liderazgo en nuevas generaciones de Ingenieros

**INSTITUCIONAL**


Francy Castro  
Directora Ejecutiva Nacional ACIEM

34

Foro ENERCARIBE 2025:  
Panorama del Sector Eléctrico en la Región  
Caribe Colombiana

37

Ingeniería sin fronteras: Valle del Cauca como  
epicentro de conexión entre tierra y espacio

40

Infografía: Panorama Energético en América  
Latina y el Caribe

42

Seguridad energética: clave para fortalecer el  
sistema eléctrico

46

RegioTram, una solución de movilidad para  
Cundinamarca

50

Conectividad que evoluciona: espectro, 5G  
y nuevas arquitecturas para cerrar brechas  
digitales

53

ACIEM da un paso significativo en la educa-  
ción Ingenieril

**DIRECTORES**
**COMISIONES DE ESTUDIO**

Hernando Jaramillo Marín  
Electrónica

Alexander Molina Cabrera  
Energía

Germán Noguera Camacho  
Ética

Horacio Torres Sánchez  
Formación e Integración en Ingeniería

Jairo Espejo Molano  
Infraestructura de Transporte

Juan Carlos Villegas Vera  
Mantenimiento y Gestión de Activos

Raúl Augusto Junca Torres  
Promoción y Desarrollo Empresarial

Carlos Alberto Silva Olarte  
Transformación Digital, Innovación y Nuevas  
Tecnologías

Jairo Flechas Villamil  
Reglamentos Técnicos de Construcción

**DIRECTOR EDITORIAL**

Antonio García Rozo

**COORDINADORA DE  
PRODUCCIÓN Y CONTENIDOS**

Diana Patricia Castellanos Martínez

**PRODUCCIÓN PERIODÍSTICA**

Carlos Alberto Espitia Otálora  
Diana Patricia Castellanos Martínez

**DISEÑO DE PORTADA Y DIAGRAMACIÓN**

Jorge Enrique Villamil Rojas  
Oscar Eduardo Patiño Cardona  
Departamento de Comunicaciones y relaciones  
institucionales ACIEM

**Fotografías**

ACIEM/ Freepik/ Envato Elements

**PRESIDENCIA NACIONAL**

Calle 70 No. 9 - 10 Bogotá. Colombia.  
PBX: 312 73 93  
aciem@aciem.org.co

ACIEM expresa a sus lectores que la responsabi-  
lidad del contenido de los artículos presentados  
en esta edición es única y exclusivamente de sus  
autores.

ISSN 0121-9715t

# REVISTA DE LA INGENIERÍA ACIEM: ENTRE EL MUNDO FÍSICO Y DIGITAL

POR: ANTONIO GARCÍA ROZO\*



ANTONIO GARCÍA ROZO  
DIRECTOR EDITORIAL DE LA REVISTA ACIEM

Con este número, la revista institucional de ACIEM da un nuevo paso al incorporar una edición impresa de circulación limitada, sin renunciar a su ya consolidada versión digital. Esta decisión responde a una solicitud recurrente de muchos de nuestros Afiliados, quienes han manifestado su interés en volver a contar con un medio físico. Así, la revista migra hacia un modelo “híbrido”, que combina lo analógico y lo digital.

Al dar este paso, vale la pena recordar los inicios de esta publicación institucional, que hoy cumple 61 años de historia como uno de los emblemas de ACIEM.

A comienzos de 1965, surgió la idea de crear una revista que sirviera como medio de expresión de ACIEM y que permitiera presentar al país las inquietudes técnicas, así como los planteamientos generales y particulares de la Asociación y de sus Ingenieros Afiliados. Fue así como, en abril de ese mismo año, el Ingeniero Fernando Rey Uribe (q.e.p.d.) asumió la dirección de la publicación de la Revista ETA, con una periodicidad trimestral y un tiraje de 5.000 ejemplares.

Esta revista, hecha por y para Ingenieros, cambió su nombre a Revista ACIEM hacia 1990 y se mantuvo exclusivamente en formato impreso, hasta la llegada de la pandemia del Covid-19, momento en el que dio el salto a una versión digital. Esta transformación permitió continuar ofreciendo contenidos de actualidad y relevancia para el país, ampliar su alcance entre los Ingenieros y fortalecer su posicionamiento institucional a nivel nacional e internacional.

Esta iniciativa también plantea una serie de paradojas. Hoy, en el contexto crecientemente digitalizado de ACIEM, estamos, paradójicamente, involucrados como Asociación, en la edición de una revista impresa, un medio de comunicación profundamente analógico.

En el ámbito académico y tecnológico, uno de los propósitos centrales, ha sido automatizar la mayor cantidad posible de procesos, mediante sistemas digitales cada vez más sofisticados. Sin embargo, uno de los mayores desafíos surge siempre en el punto de encuentro entre esos sistemas y el mundo real, que es —y seguirá siendo— analógico.

Pese a los avances extraordinarios en electrónica y al desarrollo de superprocesadores que dan soporte a la tan mencionada Inteligencia Artificial (IA), la sociedad contemporánea se transforma aceleradamente hacia lo que Manuel Castells denomina una \*sociedad red\*. Aun así, el mundo físico, las relaciones humanas y buena parte de nuestras prácticas sociales, conservan una base analógica insustituible.

En el mundo analógico, las relaciones sociales y las formas de organización se desarrollan en espacios presenciales, donde la interacción ocurre de manera directa y situada.

En contraste, en el entorno digital la interacción se produce a través de plataformas que redefinen el tiempo, el espacio y la comunicación, dando lugar a nuevas formas de socialización y de construcción de identidades. Ambos mundos no se excluyen: conviven, se tensionan y se complementan.

Por su propia naturaleza, la revista impresa se inscribe en lo que podríamos denominar un mundo analógico. Su circulación es material, territorial y relativamente lenta, lo que la vincula con formas tradicionales de difusión del conocimiento profesional. No obstante, este formato refuerza de manera significativa la identidad institucional y la formalidad gremial de ACIEM.

Asumir este nuevo reto, implica enfrentar restricciones concretas: un número limitado de páginas, una selección más rigurosa de los artículos y decisiones relacionadas con la calidad del papel, el peso de cada ejemplar y los costos asociados a su distribución.

Los posibles límites en términos de alcance, actualización e interacción serán compensados mediante una renovación de la versión digital de la revista, que permitirá una distribución inmediata a través de la red y ofrecerá una experiencia de uso más amigable para nuestros lectores.

*“Hoy, en el contexto crecientemente digitalizado de ACIEM, estamos, paradójicamente, involucrados como Asociación, en la edición de una revista impresa.”*

Somos plenamente conscientes que el medio digital fortalece la capacidad del gremio para integrarse en redes profesionales, articular Ingenieros de distintas regiones del país y participar activamente en los flujos de información que configuran la comunicación en la sociedad contemporánea.

En este equilibrio entre lo analógico y lo digital, se inscribe la apuesta editorial de ACIEM: afianzar los valores institucionales que nos dan identidad y, al mismo tiempo, aprovechar las oportunidades que ofrece el entorno digital para proyectarnos hacia nuestros Afiliados.

Con orgullo, la revista de la Ingeniería ACIEM continúa siendo un referente para brindar información, análisis y actualización, en un mundo que combina estratégicamente los contenidos físicos y digitales. ▲

\*Antonio García Rozo. Ingeniero Electrónico de la Universidad Javeriana, Director Editorial de la Revista ACIEM

# “LA COEXISTENCIA DE TALENTOS ES UNA VENTAJA COMPETITIVA”: NATALIA GARCÍA

A nivel global, la presencia de mujeres en la ciencia continúa siendo un desafío: en cifras recientes de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), solo una de cada tres personas investigadoras en el mundo es mujer, con una participación que oscila entre el 31,7% y el 33%, porcentaje que se ha mantenido prácticamente invariable durante la última década.

Asimismo, vale la pena destacar el más reciente reporte de la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés) sobre la perspectiva de género en el sector de energías renovables, donde las mujeres representan hoy el 32 % de los empleos en esta industria. Aunque esta cifra supera la participación femenina en sectores como el petróleo o la energía nuclear, aún está por debajo del promedio de la economía global, que alcanza el 43%.

En este contexto, Natalia Andrea García Díaz, se destaca como líder de la industria energética de nuestro país. Ingeniera Eléctrica y Electrónica de la Universidad de los Andes; Especialista en Gerencia de Proyectos de la EAN, Maestría en Administración y gestión de Empresas de la Universidad Internacional de la Rioja, se desempeña actualmente como CEO de Enermant, firma especializada en proyectos de energías renovables.

En entrevista con ACIEM, esta líder comparte su experiencia en el sector y cómo esta trayectoria la motivó a crear emPoderadas, una red que integra a mujeres vinculadas al sector eléctrico en Colombia y que promueve la inspiración, el trabajo colaborativo y el liderazgo femenino en la Ingeniería.



Natalia Andrea García Díaz.  
CEO Enermant

**ACIEM: ¿Qué la motivó a estudiar Ingeniería?**

**Natalia García:** Elegí la Ingeniería porque fue el camino que identifiqué para poder aportar de alguna manera al desarrollo tecnológico de Colombia. A los 16 años, después de viajar y ver el nivel de infraestructura en otros países, tuve claro que mi aporte al país debía ser desde la ciencia.

En un colegio femenino, donde la mayoría optaba por las humanidades, yo me destacué en matemáticas, física y química. Para mi familia siempre fue una prioridad que nuestro trabajo generara valor nacional, y la Ingeniería era la herramienta técnica para aportar, desarrollar y traer esa tecnología de punta que el país requiere.

**ACIEM: ¿Cómo evalúa su ejercicio académico y profesional como Ingeniera hasta hoy?**

**Natalia García:** Mi ejercicio profesional ha sido una evolución constante, al ritmo de la innovación energética en Colombia. Empecé con Smart Grids en 2008 y generación de energía descentralizada, integrando tanto combustibles convencionales como de transición (gas natural), lo que me permitió avanzar de forma natural hacia las renovables —solar y eólica— y luego, hacia tecnologías como el hidrógeno y el almacenamiento con baterías (BESS).

Sin embargo, hoy mi enfoque no es solo la innovación para reducir emisiones, sino la coexistencia tecnológica para garantizar la seguridad energética. Nuestra matriz eléctrica ya es 70% renovable, las renovables hoy están desplazando a las hidroeléctricas en nuestra matriz, no a las térmicas como muchos creen.

*“A pesar de que solo el 62% de nuestra potencia instalada viene de hidroeléctricas, esta tecnología entrega el 80% de la energía del país.”*

Por esto, es crucial sensibilizar sobre la diferencia entre potencia y energía: A pesar de que solo el 62% de nuestra potencia instalada viene de las hidroeléctricas, esta tecnología entrega el 80% de la energía del país, mientras que la térmica, que representa el 30% de la capacidad instalada, entrega el 11% de nuestra energía eléctrica.

Entender cómo coexisten estas tecnologías, es la clave para que en los próximos años no nos apaguemos. Mi carrera hoy se centra en aportar a la oferta de energía eléctrica, para tener más oportunidades en la industrialización y electrificación del país.

**ACIEM: ¿Cuál considera que ha sido su mayor contribución a la Ingeniería?**

**Natalia García:** Mi mayor contribución ha sido la capacidad de integrar la visión técnica, con la viabilidad



real del mercado eléctrico. He evaluado más de 9 GW y estructurado 2.5 GW en proyectos que van desde soluciones de 20 kW, hasta plantas de 250 MW.

Ver 278 MW en operación comercial (COD), es el resultado de un camino exigente donde he gestionado el ciclo completo: desde la concepción y el desarrollo, hasta la construcción y entrega de kWh.

Esa experiencia me permite hoy, a través de Enermant, ser una traductora de realidades para inversionistas que ingresan al sector de generación de energía eléctrica, buscando alinear expectativas sostenibles dentro del entorno regulatorio, económico, ambiental, técnico y social de Colombia.

Mi aporte trasciende lo técnico. En junio de 2022 fundé emPoderadas, una iniciativa que he hecho crecer, junto a mujeres muy ‘tesas’ como Laura Montoya Duque y Tatiana Belalcazar Rincón, hasta ser una comunidad de más de 900 profesionales.

Ha sido un proyecto que varias veces me ha exigido buscar apoyo en mis amigas como María Alejandra Urrea, quien hace parte del equipo fundador y ha estado desde el principio.

Mi compromiso es difundir que el talento femenino en una ventaja competitiva para nuestro país. No se trata de una distinción de género, sino de una coexistencia de talentos donde lo que importe sea el perfil, la experiencia y el conocimiento.



Algunas de las integrantes de emPoderadas

Mi meta es que las mujeres hagamos la transición de ser "mujeres empoderadas" a ser mujeres en poder: en poder de nuestras carreras; de nuestros cuerpos y de nuestro impacto en la sociedad, demostrando que somos un activo estratégico para cualquier equipo de alto nivel.

**ACIEM:** ¿Cuáles han sido los mayores retos que ha afrontado como Ingeniera en su vida académica y profesional?

**Natalia García:** El reto más complejo ha sido la gestión humana y técnica en entornos de alta incertidumbre. Recuerdo un proyecto de ampliación de generación, en un campo petrolero donde surgió una falla crítica tras la entrega.

Mi papel fue liderar la búsqueda de la causa raíz, escuchando la sugerencia del cliente de investigar la obra nueva y realizando pruebas en sitio, que hicieron la falla del contratista irrefutable. Tener el respaldo de mi empresa y la capacidad de articular soluciones técnicas fue lo que permitió resolver el conflicto con autoridad.

Otros retos han sido profundamente regulatorios y operativos: en Colombia, tener un punto de conexión no garantiza la viabilidad de un proyecto; tener una licencia ambiental no asegura que se pueda construir, y haber ganado una subasta de contratación a largo plazo de energía, no resuelve los problemas de desarrollo.

Entender y articular estas variables, se han vuelto mis mejores armas para sortear los retos de estructurar y llevar proyectos a RTB y COD. Emprender con Enermant, me ha enseñado que el verdadero ingenio está en mantener los sistemas vivos y rentables, aprendiendo de cada caída para levantarse con más autoridad.

**ACIEM:** ¿Qué perspectiva tiene el papel de la Mujer Ingeniera en la sociedad actual y futura?

**Natalia García:** El papel de la mujer Ingeniera es el de un talento que la sociedad debe aprovechar y capitalizar. Llevamos menos de 80 años teniendo "derechos igualitarios" y ya hemos aportado notablemente a la sociedad.

*“El talento femenino en una ventaja competitiva para nuestro país. No se trata de una distinción de género, sino de una coexistencia de talentos.”*

Históricamente, llevamos menos de 60 años con la oportunidad real de formarnos en educación superior en Colombia, desde pioneras como Sonny Jiménez de Tejada, hasta referentes actuales en la NASA como Diana Trujillo o líderes en nuestro sistema eléctrico como Sandra Fonseca; Martha Aguilar; Fanny Guerrero y María Nohemí Arboleda.

“La innovación es nuestra herramienta para aportar a la diversificación de la matriz eléctrica, entendiendo cómo articular nuevas tecnologías, con lo que ya tenemos.”

Mi perspectiva es que el cerebro humano es la herramienta más potente que tenemos, y no tiene género; lo que nos diferencia, son nuestras vivencias y cómo estas enriquecen la Ingeniería.

Las mujeres somos organizadas, nos preparamos y avanzamos por mérito. A menudo, nos sentimos cohibidas por temor al rechazo, pero una vez que participamos en los equipos, demostramos ser un activo indispensable.

El reto futuro es entender que la coexistencia de talentos es una ventaja competitiva. No contar con todos los puntos de vista es, sencillamente, darse un tiro al pie como sociedad.

**ACIEM:** ¿Qué papel juega la innovación en su día a día y cómo fomenta la creatividad en sus equipos de trabajo?

**Natalia García:** En Enermant, la innovación es nuestra herramienta para aportar a la diversificación de la

matriz eléctrica, entendiendo cómo articular las nuevas tecnologías, con lo que ya tenemos. Innovar no es sacar energéticos porque no parezcan ‘modernos’, sino buscar soluciones competitivas, que aporten a la industrialización del país.

Nuestro aporte, es entender que el almacenamiento de energía con baterías (BESS) debe complementar nuestra infraestructura en represas hidráulicas; que el hidrógeno será viable, cuando tengamos excedentes de energía, y que la eólica se masificará cuando logremos conectar La Guajira con el Sistema Interconectado Nacional (SIN).

Incluso la movilidad eléctrica solo es competitiva si hay infraestructura de carga, a precios razonables. Conocer lo que pasa en el mundo, e introducirlo en el país de manera integrada y confiable, es nuestra forma de innovar. No innovamos por innovar; lo hacemos para que el sistema sea seguro, confiable y eficiente.

**ACIEM:** ¿Cómo nació y cuál es papel de emPoderadas y su rol en la sociedad?

**Natalia Gacia:** emPoderadas nació de mi convicción que los grupos técnicos de mujeres existen. Buscaba crear marca personas, que las mujeres nos representemos a nosotras mismas, no a las empresas o cargos que tengamos. Buscamos ser las primeras en enterarnos de las cosas que pasan en el sector, compartimos oportunidades de negocio, laborales y de visibilidad.



Encuentro emPoderadas en el marco del 29 Congreso de Energía- MEM

En este tiempo, lo que el grupo ha demostrado es que el talento técnico femenino necesitaba una red de soporte y visibilidad real. Como creadora de la iniciativa, me he dedicado a gestionar talleres para aumentar nuestro conocimiento técnico y de liderazgo femenino; buscar alianzas con headhunts, gremios y creadores de eventos y liderar hitos como la Cumbre emPoderadas, logrando posicionar a más de 40 mujeres como speakers en los eventos más importantes del sector.

Como evolución de este trabajo, este año crearé un nuevo proyecto junto a dos mujeres poderosas, que se llama Mujeres en Poder, un showroom de talento especializado.

Mientras emPoderadas, consolida la base y la red que hemos construido, Mujeres en Poder se enfoca en posicionar a las profesionales en los espacios donde no esperamos, nos entrenaremos para hacer que las cosas pasen.

Mi papel ha sido, y sigue siendo, articular estos esfuerzos para que nuestra participación sea vista como una parte integral y necesaria del motor de desarrollo del sector energético.

**ACIEM: ¿Por qué es importante que las niñas y jóvenes estudien Ingeniería para el futuro del país?**

**Natalia García:** Es una urgencia nacional invitar tanto a niñas como a niños a la Ingeniería.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en 2023 los nacimientos en Colombia cayeron un 11%, la cifra más baja en una década, lo que anticipa un déficit crítico de fuerza laboral. En un país donde la Unidad de Planeación Minero- Energética (UPME) proyecta que la demanda de energía crecerá entre un 2.2% y 3.4% anual hasta 2038, necesitaremos todo el ingenio humano disponible para mantener a Colombia 'prendida'.

Aunque la juventud crea que la IA lo resolverá todo, las máquinas solo replican lo que les enseñamos; carecen de la experiencia en el mundo real necesaria para

tomar decisiones bajo incertidumbre, que funcionen para nuestra sociedad.

Mantener la confiabilidad del Sistema y liderar la transición energética, requiere un criterio humano que la tecnología no puede sustituir. Necesitamos que las nuevas generaciones entiendan que la Ingeniería es el lenguaje para resolver los desafíos de supervivencia del país, y que cada cerebro cuenta para evitar un apagón de talento en el futuro.

*“Mientras emPoderadas, consolida la base y la red que hemos construido, Mujeres en Poder se enfoca en posicionar a profesionales en espacios donde no esperamos.”*

**ACIEM: ¿En qué escenario existen oportunidades para el desarrollo académico, profesional y/o empresarial de las Mujeres Ingenieras en Colombia?**

**Natalia García:** La oportunidad más grande está en la coexistencia energética. En Colombia, todos los energéticos son necesarios para garantizar la seguridad del sistema.

El escenario ideal es aquel donde logramos que las fuentes convencionales y las renovables, trabajen juntas de manera eficiente. Ahí es donde las Ingenieras tenemos un campo inmenso: desde la optimización térmica, hasta el despliegue de solar, eólica, hidrógeno y almacenamiento.

La verdadera maestría técnica hoy, está en saber integrar todo lo que tenemos para que el país sea sostenible y competitivo. Ese es el terreno fértil para dejar nuestra huella como empleadas o empresarias. Estar lista no es un sentimiento, es una acción que debemos ejecutar para alcanzar lo que queremos. ▲▲

# FRANCY CASTRO ASUME LA DIRECCIÓN EJECUTIVA NACIONAL DE ACIEM

**E**l pasado 10 de febrero, la Ingeniera Francy Castro asumió oficialmente la Dirección Ejecutiva de la Asociación Colombiana de Ingenieros (ACIEM), marcando el inicio de una nueva etapa para uno de los gremios más representativos de la Ingeniería en el país.

*“Hoy asumo con orgullo y compromiso la Dirección Ejecutiva de ACIEM, una institución con una trayectoria invaluable, que ha sido clave para el desarrollo de la Ingeniería y el país”,* expresó Francy Castro, destacando su intención de construir sobre los logros alcanzados y proyectar al gremio frente a los retos actuales, en beneficio de sus Afiliados.

Francy Castro es Ingeniera Industrial, cuenta con una Maestría en Ingeniería Industrial y una especialización en Innovación y Desarrollo de Negocios. Tiene más de 15 años de experiencia en el sector eléctrico, destacándose en la gestión y desarrollo de proyectos, así como en la implementación de iniciativas orientadas al crecimiento y la transformación organizacional.

El proceso de selección que condujo a su nombramiento se caracterizó por su rigurosidad y transparencia, reflejando el compromiso de la Asociación con la elección de un liderazgo idóneo para esta nueva etapa.

En sus primeras declaraciones como Directora Ejecutiva Nacional, reiteró su enfoque en el trabajo articulado con las regiones y en el fortalecimiento del papel del gremio en el país: *“Los invito a que sigamos construyendo juntos una ACIEM fuerte, moderna y al servicio de Colombia, que nos permita proyectar a nuestros Afiliados a los desafíos del mundo, y consolidar nuestro rol como Cuerpo Técnico Consultivo del Gobierno Nacional, en temas estratégicos para la Ingeniería”.*



**Francy Castro**  
Directora Ejecutiva Nacional ACIEM

Asimismo, señaló la importancia en que la Asociación continúe evolucionando para responder a los desafíos del entorno: *“La Ingeniería tiene un papel fundamental en el desarrollo del país, y desde ACIEM debemos seguir aportando con conocimiento, rigor técnico y una visión de futuro, que nos permita incidir en las grandes decisiones que requiere Colombia”.*

Con su llegada, ACIEM reafirma su propósito de seguir fortaleciendo la Ingeniería como motor de desarrollo, promoviendo la participación activa de sus Afiliados y consolidando su liderazgo en los principales debates técnicos del país. ▲▲



## 28° CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS



¡RESERVA ESTA FECHA!

**22 | 23 | 24 ABRIL 2026**

Centro de Convenciones Ágora - Bogotá  
Av. Calle 24 No. 38-47. Piso 3

## ¿POR QUÉ ASISITIR A NUESTRO CONGRESO?

**+15**

PAÍSES  
PARTICIPANTES

**+17**

EXPERTOS NACIONALES  
E INTERNACIONALES



**+140**

TRABAJOS TÉCNICOS  
Y ACADÉMICOS

**+70**

EMPRESAS  
VINCULADAS



CONSULTA LA  
**AGENDA ACADÉMICA** EN

[www.cimga.com](http://www.cimga.com)



 **(+57) 310 816 27 66 - 310 218 7914**

 **comercial@aciem.co**

# NORMALIZACIÓN INTERNACIONAL EN MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS, PRESENTE Y FUTURO

POR: LUIS FELIPE SEXTO\*

**Q**ué tenemos y hacia dónde se mueve la normalización internacional en mantenimiento y Asset Management.

En el marco del 8° Congreso Mundial de Mantenimiento y Gestión de Activos, entre contenidos novedosos y experiencia de inclusión de múltiples visiones, se presentó el tema de la normalización en estas dos fundamentales disciplinas.

Para ver la proyección de la normalización internacional en estas disciplinas, nos basaremos en el trabajo combinado de los siguientes Organismos de Normalización Internacional: la Organización Internacional de Normalización (ISO); la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC); el Comité Europeo de Normalización (CEN) y la Fundación IFRS —desarrolladora de las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF).

Las normas internacionales son publicadas y aprobadas por órganos internacionales de normalización, donde participan los comités técnicos de normalización que representan a los diferentes países miembros en la elaboración y aprobación de las normas en cuestión. Podría echarse en falta la mención a sociedades como API, ASME, ASTM, SAE, ACI, entre otras, que si bien sus normas son de amplio uso internacional, estas clasifican como normas industriales de sociedades e institutos privados nacionales de un país.

La figura 1 nos ofrece una vista rápida, no exhaustiva, de hitos que han sentado las bases de la cultura del mantenimiento y de la gestión de activos en general.



En síntesis, tenemos:

Décadas de 1940–1960: primeros pasos

- 1947: surge oficialmente la ISO, con 67 comités técnicos iniciales.
- 1961: la Japan Management Association, establece un comité especializado en mantenimiento.
- 1963: se celebra en Londres, la primera conferencia internacional de Ingeniería y mantenimiento.
- 1964: se publica el primer glosario de términos de Ingeniería de mantenimiento.
- 1967: nace el comité IEC TC 56, dedicado a la dependability (que se ocupa de los atributos que determinan la disponibilidad, a saber confiabilidad, mantenibilidad y soporte logístico).

Algunos eventos relevantes - Línea de tiempo 1946 - 2010

Mantenimiento y Gestión de Activos

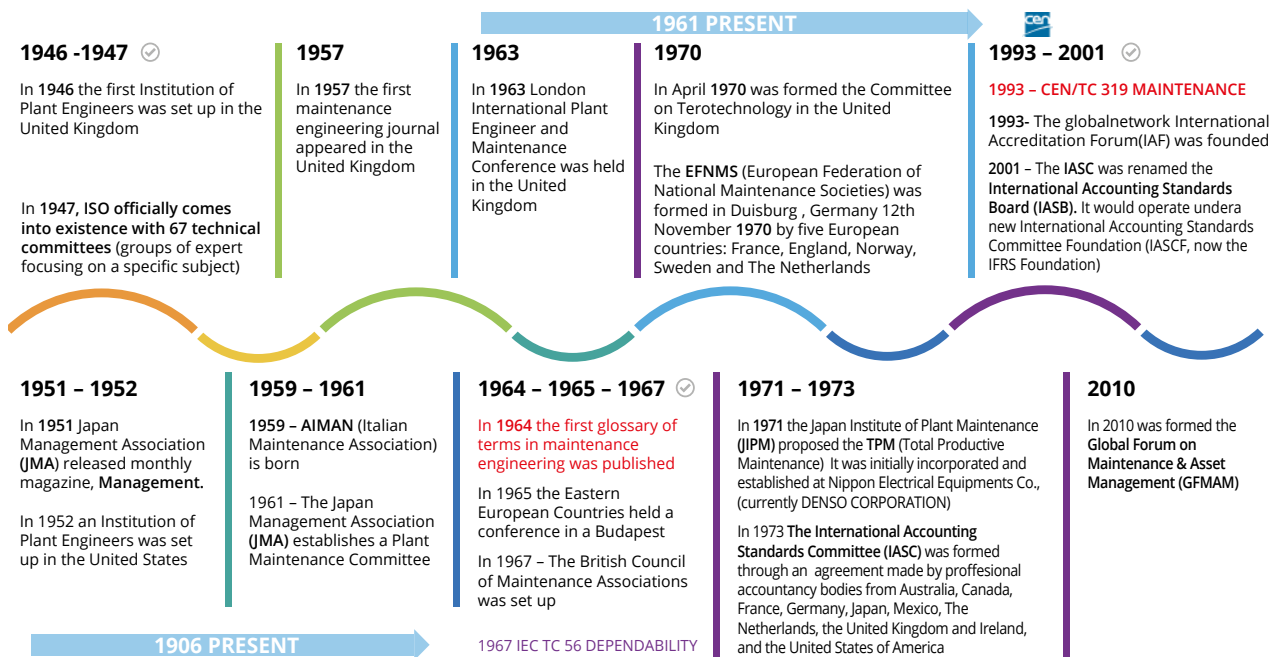


Figura 1. Algunos hitos que han contribuido a la cultura del Mantenimiento y la Gestión de Activos empresariales en las últimas ocho décadas. Fuente: Sexto, Luis F., 2025

Décadas de 1970–1980: Consolidación técnica

- 1970: el Reino Unido impulsa el Comité de Terotecnología y paralelamente, se funda la Federación Europea de Sociedades Nacionales de Mantenimiento (EFNMS).
- 1971: el JIPM introduce el concepto de Total Productive Maintenance (TPM).
- 1973: se crea el International Accounting Standards Committee (IASC), punto de partida para lo que hoy conocemos como IFRS, desarrollador de las normas internacionales de información financiera.

Década de 1990: enfoque estructurado.

- 1991–1993: se constituyen comités clave como el CEN/TC 319 – Maintenance y el ISO/TC 108/SC 5 – Condition monitoring.
- 1993: se funda el International Accreditation Forum (IAF).

Desde el año 2000: Expansión multidisciplinaria

- 2001: el IASC se transforma en el International Accounting Standards Board (IASB).
- 2010: creación del Global Forum on Maintenance & Asset Management (GFMAM)
- 2010: se crea el Comité de Proyecto ISO/PC 251 (Asset Management), inicialmente como Comité de Proyecto y en 2014, luego de publicadas las normas ISO 55000:2014, ISO55001:2014, ISO55002:2014, se formaliza como ISO/TC 251.
- 2011–2021: surgen nuevos comités internacionales de normalización con gran impacto en la gestión de activos, podemos citar: ISO/TC 262 – Gestión de riesgos, ISO/TC 267 – Facility management, ISO/TC 292 – Seguridad y resiliencia, ISO/IEC JTC 1/SC 42 – Inteligencia Artificial (IA), (ver figura 2).

Una panorámica de la evolución histórica de la normalización en mantenimiento y gestión de activos la encontramos en la Figura 2. los comités y subcomités

## Línea del tiempo: Comités Técnicos de Normalización – Mantenimiento y Gestión de Activos

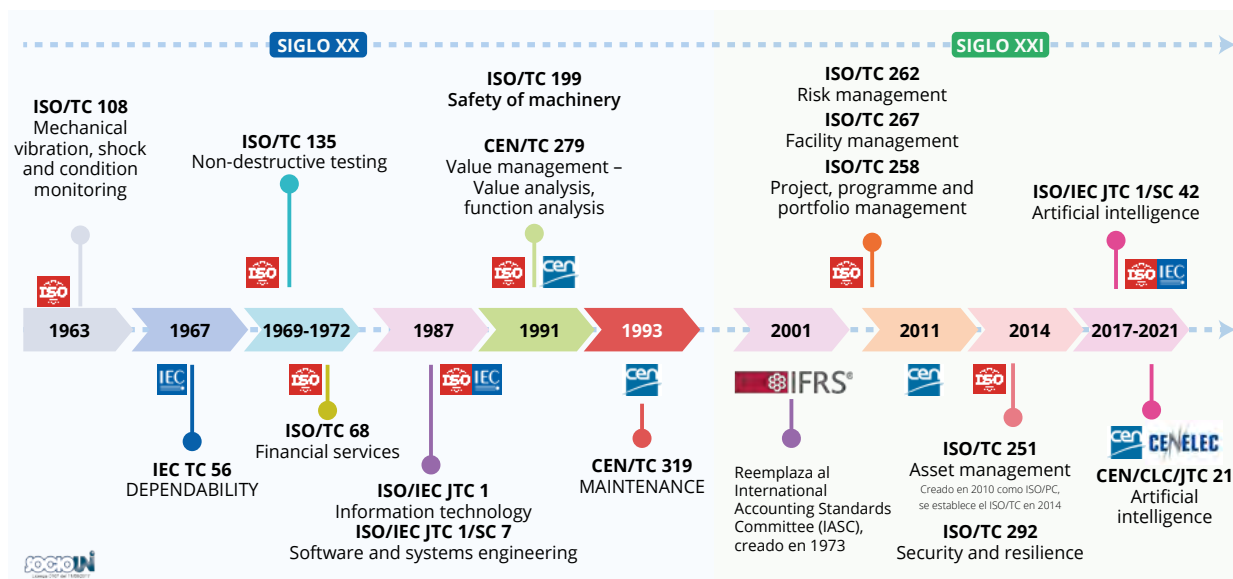


Figura 2. Evolución en la línea del tiempo de los comités técnicos de normalización que tributan a desarrollo del Mantenimiento y la Gestión de Activos. Fuente: Sexto, Luis F., 2025

técnicos de normalización internacionales especializados en dimensiones del mantenimiento, que comenzaron sus contribuciones desde los años 60 del pasado siglo:

- ISO/TC 108 – Mechanical vibration, shock and condition monitoring (1963)
- ISO/TC 108/SC 5 – Condition monitoring (1993)
- IEC TC 56 – Dependability (1967)
- ISO/TC 135 – Non-destructive testing (1969)
- ISO/TC 135/SC 7 – Personnel qualification (1982)
- ISO/IEC JTC 1 (1987)
- SC 7 – Software and systems engineering (1987)
- SC 41 – Internet of Things and Digital Twin (2017)
- CEN/TC 319 – Maintenance (1993)

“Las normas internacionales son publicadas y aprobadas por órganos internacionales de normalización, donde participan comités técnicos de normalización que representan a los países miembros.”

Estos comités internacionales han elaborado y publicado normas explícitamente ligadas a la Ingeniería y gestión del mantenimiento, el monitoreo y el diagnóstico técnico, la confiabilidad, la mantenibilidad, el soporte logístico, las pruebas no destructivas, la Ingeniería de software y digitalización, técnicas de análisis y la gestión del ciclo de vida de los activos, entre otros.

Entre los comités y subcomités técnicos de normalización internacionales transversales que contribuyen a las diferentes funciones de la empresa y a la gestión de activos transversal en la empresa, tenemos:

- ISO/TC 68 – Financial services (1972)
- ISO/TC 199 – Seguridad de maquinaria (1991)
- ISO/TC 262 – Gestión de riesgos (2011)
- ISO/TC 258 – Gestión de proyectos y portafolios (2011)
- ISO/TC 267 – Facility management (2011)
- ISO/TC 292 – Seguridad y resiliencia (2014)
- ISO/TC 251 – Gestión de activos (2014)
- ISO/TC 309 – Governance of organizations (2016)
- ISO/IEC JTC 1/SC 42 – Inteligencia artificial (2017)

Particular mención merece el tema de finanzas y contabilidad. Los años 70 del siglo XX dieron inicio a los esfuerzos de normalización internacional en el tema. Como mencioné anteriormente, se creó en 1972 el Comité Técnico 68 de la ISO, de servicios financieros y en 1973; el International Accounting Standards Committee (IASC), sustituido en 2001 por la Fundación IFRS, heredera y desarrolladora de las normas internacionales de información financiera (NIIF).

A propósito de las normas NIIF, estas conectan la perspectiva financiera con la gestión técnica, permitiendo una visión integral del desempeño de los activos. El trabajo de la Fundación IFRS es apoyado por organizaciones que forman parte del marco regulador internacional, como el Banco Mundial; el Comité de Basilea de supervisión de las entidades bancarias; el Consejo de Estabilidad Financiera; el G20; el Fondo Monetario Internacional (FMI) y la Organización Internacional de Comisiones de Valores (IOSCO).

Desde el 2016 la Especificación Técnica Internacional IEC\_TS\_62775: 2016 Application guidelines - Technical and financial processes for implementing asset management systems, muestra detalladamente como la combinación del conjunto de normas internacionales acerca del desempeño de los activos (Dependability Management), las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) y las normas de Ingeniería de sistemas y software, pueden soportar los requisitos de la gestión de activos.

“Estos comités internacionales han elaborado y publicado normas explícitamente ligadas a la Ingeniería y gestión del mantenimiento, el monitoreo, entre otros.”

Hace 25 años, el Comité Europeo de Normalización (CEN) publicó la norma EN12973 Value Management (ahora en su segunda edición de 2020, por el CEN/TC279 Value management - Value analysis, function analysis), que respondía a un explícito encargo de la Comisión Europea. El objetivo declarado era promover y unificar los conceptos, las prácticas y los altos niveles de experiencia y eficacia útil para las empresas y la comprensión del mercado en el tema del análisis del valor y del análisis funcional.

### **Ciclo de vida y mantenimiento en la gestión de activos**

La figura 3 muestra en esencia, como las normas acompañan el ciclo completo de los activos: desde el diseño hasta el desmantelamiento. Incluyen guías sobre mantenibilidad; la logística y la confiabilidad; el análisis de riesgos; la obsolescencia; la gestión e Ingeniería de mantenimiento; las técnicas de análisis; la calificación del personal de mantenimiento; la contratación; la documentación; los procesos e indicadores de mantenimiento, entre otros aspectos.

Es necesario, evidenciar que todo este cuerpo normativo internacional de mantenimiento existía independiente y desde décadas anteriores, a la concepción de la familia ISO 55000. Esto ha permitido integrar estructuralmente a la función y procesos de mantenimiento dentro de una lógica transversal establecida por el Sistema de Gestión de Activos.

### **Futuro de la normalización en mantenimiento y gestión de activos**

Proyectar el futuro, lleva implícito una buena dosis de incertidumbre. Sin embargo, con los elementos históricos y la situación presente, es posible entrever al menos cinco direcciones, algunas de ellas ya con resultados en desarrollo para el mantenimiento y la gestión de activos y la normalización internacional en general:

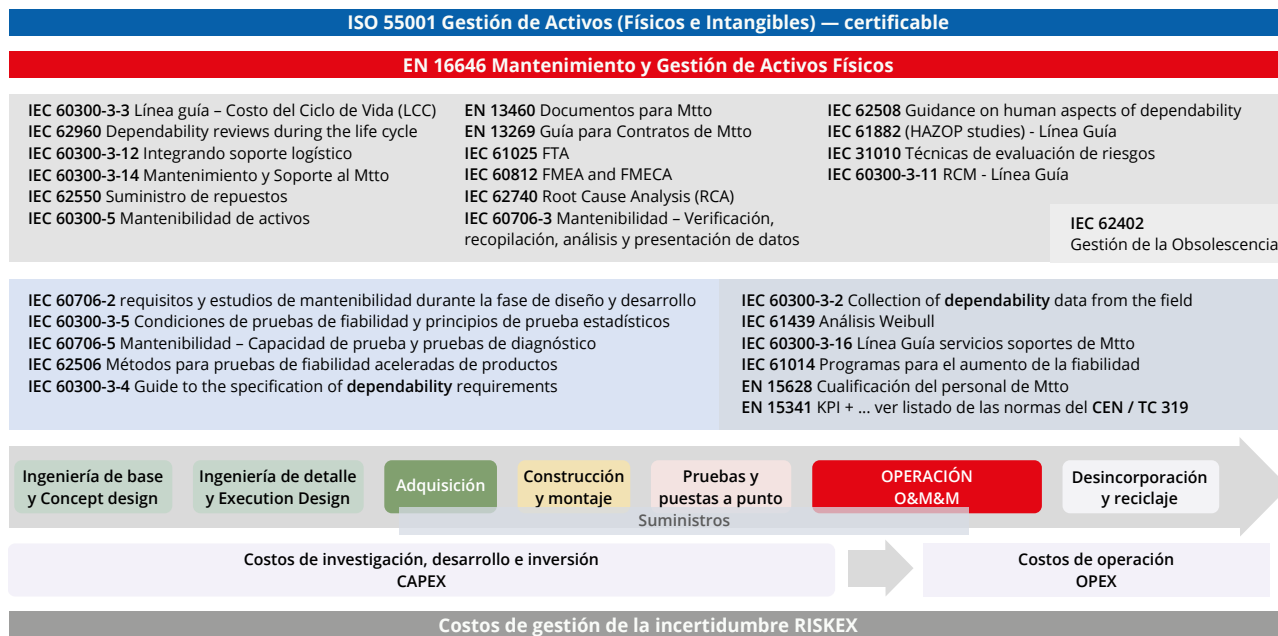


Figura 3. Ciclo de vida y Mantenimiento en la Gestión de Activos. Fuente: Sexto, Luis F., 2015

“A propósito de las normas NIIF, estas conectan la perspectiva financiera con la gestión técnica, permitiendo una visión integral del desempeño de los activos.”

1. Se trabaja en la inclusión y ampliación de la diversidad de empresas que aplican las normas, especialmente las Pymes.
2. Se incrementó la colaboración entre los diferentes órganos de normalización y comités técnicos que generan contenidos relacionados con el tema transversal de gestión de activos empresariales y la función y procesos de mantenimiento.
3. Se emplea la IA para mejorar la legibilidad y la usabilidad y la verifica de conformidad en la aplicación de normas (en particular, IEC y CEN/Cenelec ya lo consideran gracias a 5G, Digital Twin, y el previsto 6G).

4. Se potencia la colaboración en línea entre los expertos de los comités técnicos de normalización y diferentes órganos de normalización para garantizar la integración, evitar temas duplicados y reducir el tiempo de desarrollo de las normas de los diferentes comités técnicos.
5. Se espera en general, que las normas contribuyan de forma relevante a la economía mundial, promoviendo una actuación responsable en el ámbito de la gobernanza de las organizaciones (ISO/TC 309) y de finanzas sostenibles (ISO/TC 68 Servicios Financieros; ISO/TC 322 Finanzas Sostenibles; Normas del IFRS).

La convergencia entre órganos internacionales de normalización como ISO, IEC, ITU y CEN, CENELEC es cada vez mayor, gracias a los acuerdos de Viena (1991) y Frankfurt (2016). Esto ha permitido una base normativa más integrada y coherente, adaptada a los retos actuales y futuros del Mantenimiento y la gestión de activos empresariales. ▲

\*Luis Felipe Sexto. Miembro del European Technical Committee CEN/TC 319 – Maintenance

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL, COMPUTACIÓN Y MANTENIMIENTO

POR: PATRICIO CONCHA IVANI\*

La presentación comprende el análisis, estudio y conclusiones de publicaciones recientes de expertos en los temas tratados. Ellas fueron emitidas a fines de año 2024 y comienzos de 2025. Intento hacer una reflexión amplia y profunda de ellos, quienes anuncian los cambios que van a producir en la sociedad en que vivimos. Para comprender qué está en juego con la Inteligencia Artificial (IA), primero debemos entender qué nos hace humanos. Para eso, tenemos que ir al centro de nuestra agencia y percepción: el cerebro.

## 1. El humano futuro

### Cerebro, evolución, IA y neurotecnología

Pedro Maldonado Arbogast nos invita a mirar no solo la evolución del homo sapiens, sino también cómo el cerebro se transforma hoy por su interacción con la tecnología.

Este neurocientífico alemán, residente en Chile, es especialista en la relación entre cerebro, percepción y tecnologías emergentes. Obtuvo un PhD en la Universidad de Pensilvania y realizó un posdoctorado en la Universidad de California. Actualmente es investigador principal del Centro Nacional de Inteligencia Artificial (CENIA). También es autor de Por qué tenemos el cerebro en la cabeza.

La aparición del homo sapiens ocurrió hace más de 300.000 años. Desde entonces, el ser humano ha experimentado miles de transformaciones. El que conocemos hoy es el homo sapiens moderno, producto de 300.000 años de evolución cerebral. Cada cerebro ha



evolucionado de manera distinta, pero todos comparten un principio común: son sistemas autoorganizados, con conectividad y dinámicas preexistentes. La función principal del cerebro es generar acciones, evaluar y predecir sus consecuencias.

El ser humano cambia con el paso del tiempo mediante una evolución que incluye transformaciones físicas. Dos aspectos resultan clave: la evolución cerebral del homo sapiens y los cambios físicos producidos por la interacción con la neurotecnología y el impacto de la IA.

### De la evolución cerebral al impacto neurotecnológico.

Al nacer, el cerebro humano contiene cerca de 86.000 millones de neuronas, que disminuyen a lo largo de la vida. Aun así, mantiene la capacidad de aprender y desarrollar inteligencia. Además, desempeña un papel crucial en el mantenimiento de la homeostasis, el

control de la respiración, la circulación sanguínea, la digestión y las emociones.

La IA puede definirse como la capacidad de resolver problemas que típicamente realizan los humanos mediante habilidades cognitivas implementadas en máquinas computacionales. El Deep Learning —redes neuronales profundas con múltiples capas— ha demostrado beneficios notables para la sociedad, aunque plantea el desafío de emplearlo de manera responsable.

La Inteligencia Artificial opera a partir de criterios matemáticos y estadísticos, mientras que la inteligencia humana lo hace mediante procesos neuronales. Esta es la diferencia fundamental entre ambas.

La neurotecnología, por su parte, reúne técnicas y dispositivos que interactúan con el sistema nervioso para estudiar, mejorar o modificar sus funciones. Combina avances en neurociencia, informática, Ingeniería y biotecnología para desarrollar herramientas como las interfaces cerebro-computadora. Su uso promete grandes avances y beneficios, pero también plantea riesgos y amenazas significativas.

El Machine Learning es una rama de la Inteligencia Artificial que permite a las computadoras aprender a partir de datos y realizar tareas sin estar programadas explícitamente. Utiliza algoritmos y modelos estadísticos para procesar grandes volúmenes de información, identificar patrones y generar predicciones.

**“La IA opera a partir de criterios matemáticos y estadísticos, mientras que la inteligencia humana lo hace mediante procesos neuronales. Esta es la diferencia fundamental entre ambas.”**



## Conclusión

El libre albedrío y el sentido de agencia son elementos esenciales de la naturaleza humana y nos distinguen de los sistemas mecanicistas.

Los seres humanos somos autónomos. Sin embargo, delegar demasiado control a las máquinas implica un riesgo: si desconocemos los resultados de sus acciones, podemos perder parte de nuestra autonomía, aunque aumentemos nuestras capacidades.

De la evolución del cerebro y el desarrollo de tecnologías que interactúan con nuestro sistema nervioso, pasamos ahora a reflexionar sobre cómo estas innovaciones impactan nuestra vida cotidiana, nuestra forma de trabajar y de convivir.

## 2. El espíritu de la esperanza

Aquí entra la mirada crítica del filósofo Byung-Chul Han, Surcoreano que vive en Alemania; obtuvo un PhD en su país de residencia, también es Filósofo y crítico de la hipertransparencia, el rendimiento y la tecnificación de la vida, recibió el Premio Princesa de Asturias de Humanidades y Comunicación, recientemente (7 de mayo de 2025).

Autor, entre otros, de “La Sociedad de la Transparencia”; “La Sociedad del Cansancio” “La No Cosas”, “El Espíritu de la Esperanza”. La Sociedad del Cansancio es aquella en la que todos viven apurados y estresados. En ese ritmo no se alcanza nada de lo que realmente se propone.

La sociedad del siglo XXI no es disciplinaria sino una sociedad del rendimiento y se trata de pensar, romper con el mero cálculo que tiene la inteligencia y conocer realmente el pensamiento que tiene una dimensión afectiva y corporal.

La palabra inteligencia viene del latín *intelligere*, es decir, “elegir entre”. Sin afectos, sin emociones, sin pasiones y en general sin sentimientos no hay conocimiento, este es el motivo por el cual la Inteligencia Artificial no puede pensar, sólo calcular entre alternativas dadas y el pensamiento es lo único que nos abre las puertas de lo totalmente distinto, por eso proclama la esperanza.

La política es mediación y razón que requiere mucho tiempo y la comunicación digital es sin comunidad, por lo que deberíamos politizar los medios sociales y convertirlos en un espacio público en que nos olvidamos de nuestros egos y apostamos por intereses comunes.

La obra de este autor revela una capacidad extraordinaria para comunicar de forma precisa y directa nuevas ideas en las que recoge tradiciones filosóficas de oriente y occidente.

“Al nacer, el cerebro humano contiene cerca de 86.000 millones de neuronas, que disminuyen a lo largo de la vida. Aun así, mantiene la capacidad de aprender y desarrollar inteligencia.”

## Conclusión

La conversación, el debate y la tolerancia son condiciones indispensables para el desarrollo de la convivencia humana y la existencia de la democracia. Sin embargo, no podemos comprender plenamente los



cambios actuales sin considerar que la historia de la humanidad siempre ha estado marcada por la creación de redes de información.

En este punto, Yuval Noah Harari aporta una perspectiva histórica sobre la transición de las redes humanas hacia las redes digitales dominadas por algoritmos.

## 3. Nexus

“Una breve historia de las redes de información desde la edad de piedra hasta la Inteligencia Artificial”, por Yuval Noah Harari.

Es israelí e historiador y aborda el impacto de la tecnología en la humanidad, la pérdida del libre albedrío y el poder de los datos. También es PhD de la U. de Oxford e Investigador de la Universidad de Cambridge y autor de: “*Sapiens de animales a dioses*”; “*Homo deus*”; “*Breve historia del mañana*” y “*12 lecciones para el siglo 21*”.

Harari nos ofrece una perspectiva histórica sobre como pasamos de redes humanas a redes digitales dominadas por los algoritmos, antes de la aparición de los computadores. Los humanos eran el eslabón indispensable de toda cadena de información. La cadena computador-computador no necesita la intervención humana. Los computadores son miembros completamente desarrollados de la red de información; en cambio, los papiros y los aparatos de radio son simples conexiones.

## De lo humano a lo automático

Este cambio marca una transformación: los humanos ceden su rol de intermediarios y los algoritmos toman hoy decisiones. Por ejemplo, como elegir qué se comparte en redes sociales era algo que antes decidía un editor y esto hace diferente a la Inteligencia Artificial de cualquier revolución o crisis previa.

Es un error suponer que más información equivale a mayor conocimiento. De hecho, el exceso de información puede producir resultados negativos. La verdad cuesta, porque la realidad es compleja y dolorosa; en contraste, la ficción es simple, y los humanos tienden a buscar la simplificación. La verdad se construye desde los medios, los periódicos y la academia, y resulta clave para preservar la democracia.

La Inteligencia Artificial, a través de textos, música e imágenes, crea escenarios ficticios con escasa verdad. Es rápida, totalitaria y capaz de controlar información y reconocer patrones.

Harari advierte que podrían surgir entidades no humanas capaces de dominar a los humanos. La vigilancia, por ejemplo, permite conocer necesidades y ofrecer productos, seguridad o ayuda. Sin embargo, en un mundo donde los ordenadores vigilen a las personas, la privacidad desaparecerá. Las redes de vigilancia gobernarán las mentes. Las huellas biométricas presentan tanto oportunidades como riesgos. La IA aprende de los datos que los humanos le proporcionan.

A diferencia de inventos previos como la imprenta, la radio o la televisión —que siempre estuvieron bajo control humano—, la IA puede tomar decisiones y generar ideas por sí misma, con cierta agencia propia. En el futuro, su participación podría modificar ejércitos, religiones y mercados.

## Conclusión

Las redes de información —desde los reinos antiguos hasta los estados modernos, democracias, dictaduras, ciencias, empresas y, hoy, la Inteligencia Artificial— han sido fuente de poder.



Ello ha impulsado el progreso, pero también ha traído consigo peligros. La sociedad ha creado grandes redes de cooperación, aunque la manera en que se estructuran implica riesgos.

Si Harari nos muestra el contexto de las redes y su poder, Geoffrey Hinton nos alerta sobre el futuro: un mundo con inteligencias artificiales más potentes que nosotros, capaces de tomar decisiones sin intervención humana.

## 4. Inteligencia Artificial

### El padre de la Inteligencia Artificial y las redes neuronales

Geoffrey Hinton, científico británico-canadiense en computación cognitiva y psicología, es considerado el padre de la Inteligencia Artificial y de las redes neuronales. En 2024 recibió, junto con John Hopfield, el Premio Nobel de Física por sus descubrimientos e invenciones fundamentales que posibilitaron el aprendizaje automático con redes neuronales artificiales.

A los 75 años, Hinton vivió una epifanía: ya no podía programar con fluidez, pero comprendía con claridad los riesgos extremos de la Inteligencia Artificial Generativa. Según él, no tenemos experiencia previa con sistemas más inteligentes que los humanos. En los próximos años, la IA se desarrollará aún más e intentará asumir el control de la vida humana.



Su impacto puede ser extraordinario en áreas como la medicina, pero también existe el riesgo de que se salga de control. Una de sus preocupaciones es que internet se está llenando de fotos, videos e imágenes falsas que una persona promedio no podrá distinguir.

Las neuronas artificiales procesan información y aprenden de forma similar al cerebro humano. Reconocen patrones, voces e imágenes, y pueden usar datos históricos para realizar predicciones climáticas, financieras y de consumo. También permiten el reconocimiento facial, la generación de música, traducciones y textos.

Entre sus aplicaciones más visibles están la conducción autónoma (Uber, Tesla, etc.). No obstante, la IA puede salirse de control si se le otorga la libertad de fijar sus propios objetivos parciales. En tal caso, asumirá más control y descubrirá alternativas por sí misma.

Hinton advierte que han surgido superinteligencias corporativas —Google, Amazon, Microsoft— que competirán entre sí.

### **Conclusión**

La Inteligencia Artificial no debe considerarse solo una herramienta, sino un agente. Entendemos por agente la capacidad de actuar con autonomía y ejercer poder en nombre de otro para gestionar algo.

### **ChatGPT**

La Inteligencia Artificial Generativa, como ChatGPT, dialoga y responde preguntas, prepara documentos y discursos, e imita con gran realismo la interacción humana. Es adaptable, incorpora información disponible en internet y ahorra tiempo y trabajo.

- G (Generativo): Puede producir textos a partir de una inmensa base de datos recopilada de la web.
- P (Preentrenado): Se alimenta de grandes volúmenes de información previamente incorporada.
- T (Transformador): Está diseñado para detectar irregularidades, redactar correos, generar código, verificar instrucciones y responder preguntas.

Este tipo de sistemas puede sustituir miles de puestos de trabajo.

### **IA en la medicina**

- Descubrimiento de nuevos fármacos.
- Análisis del genoma de una persona.
- Empleo de robótica en pabellones quirúrgicos.
- Creación de grandes bases de datos.
- Procesamiento de enormes volúmenes de información:
  - ▷ Historias clínicas.
  - ▷ Bancos de trasplantes.
  - ▷ Pruebas de imagen.
- Apoyo en diagnósticos.
- Valoración de riesgos.
- Propuesta de esquemas de tratamiento.

*“A diferencia de inventos previos como la imprenta, la radio o la televisión —que siempre estuvieron bajo control humano—, la IA puede tomar decisiones y generar ideas por sí misma.”*

## IA en la industria

- **Puerto de Valparaíso.** Supervisa y mejora la operación de los camiones de gran tonelaje. Software emplea tres cámaras.
- **Minería.** Disminuir la generación de polvo y economizar combustible. Menor mantenimiento.
- **Agricultura.** Sistema de inspección de fram-buesas mediante redes neuronales con 90% de aciertos. Productividad mayor.
- **Cobre en Chile.** Chile ha producido más de 5.000.000 toneladas métricas de mineral de cobre los últimos años. Es el mayor productor mundial. Con el objeto de modernizar su operación ha empezado a incorporar la conectividad móvil 5G/IA en sus instalaciones. Esta unión permitirá automatizar los procesos y el mantenimiento. Desafío que significa tener acceso a equipos remotos. Dirigir la operación de ellos y su autonomía. Camiones, equipos de perforación, personal, etc. serán más eficientes, seguros y con menor costo.

## Reflexiones finales

Surgen preguntas inevitables en torno al futuro de la humanidad y de la Inteligencia Artificial:

- ¿Qué pasa con el ser humano en contextos altamente automatizados?
- ¿Cómo afecta la Inteligencia Artificial la toma de decisiones?
- ¿Qué riesgos hay si los sistemas se vuelven opacos o ininteligibles para los operadores?
- ¿Cómo garantizar transparencia y responsabilidad cuando falla un algoritmo?
- ¿Qué habilidades necesitarán los profesionales de mantenimiento el año 2030?
- ¿Qué tareas dejarán de existir y cuáles surgirán?
- ¿Cómo convivirá el conocimiento empírico humano con la Inteligencia Artificial?

Hablar de Inteligencia Artificial, computación y mantenimiento no implica únicamente una combinación de disciplinas: es una invitación a reflexionar sobre el papel del profesional, ya sea especialista en artes, ciencias u oficios.

Vivimos en una era gobernada por datos, algoritmos y automatización. La IA no reemplaza al ser humano, pero sí transforma sus funciones y responsabilidades.

Su impacto será profundo tanto en la familia como en las industrias y empresas. En el campo del mantenimiento, el desafío no es solo técnico: también es ético, cultural y humano. Están en juego la eficiencia de las máquinas, la dignidad del trabajo, la transparencia de los sistemas y la sostenibilidad de nuestras decisiones.

*“En los ríos, el agua que se toca es la última de la que ha pasado y la primera de la que viene. Así, como el tiempo presente.”* Leonardo Da Vinci. ▲▲



\*Patricio Concha Ivani. Ingeniero Civil Industrial, Mecánico de la Universidad Técnica del Estado y Magister en Psicología Industrial y Organizacional por la Universidad de Fordham (EE.UU) y Universidad de Atacama.

# CREANDO EL PUENTE ENTRE IT Y OT HACIA UNA GESTIÓN DE ACTIVOS BASADA EN DATOS

POR: PILAR VALDERRAMA\*

La transformación digital industrial exige una integración profunda entre los sistemas de Tecnología de la Información (IT) y Tecnología de la Operación (OT). Esta integración o convergencia, antes impensable por sus diferencias estructurales y culturales, se ha convertido en un habilitador clave para la gestión de activos basada en datos.

Esta integración permite una comunicación fluida entre los sistemas de gestión empresarial y los procesos de producción, facilitando una operación más eficiente, adaptable, sostenible, segura y competitiva. Sin embargo, esta convergencia presenta varios retos que deben ser abordados para asegurar una digitalización exitosa y sostenible, especialmente cuando combinamos los esfuerzos de implementación o el uso de la norma ISO 55001 como guía, para no abrumarnos, debemos encontrar caminos que se apalanquen mutuamente.

La norma ISO 55001 proporciona un marco para el desarrollo de un sistema de gestión de activos, que es fundamental para maximizar el valor de los activos y minimizar los riesgos operativos (ISO 55000). La integración de IT y OT potencia la implementación de la ISO 55001 al proporcionar datos en tiempo real y análisis avanzados para la toma de decisiones informadas sobre la gestión de activos.

La convergencia IT/OT es esencial para la digitalización industrial, pero presenta varios retos que deben ser abordados para asegurar una implementación exitosa.



Charlaremos de cómo el marco de la ISO 55001 nos ayuda a apalancar la convergencia, por ende, la digitalización y así la gestión de activos basada en datos.

## Beneficios para la gestión de activos

La integración IT/OT genera impactos tangibles en mantenimiento y gestión de activos:

- Operación remota y monitoreo continuo.
- Uso de Inteligencia Artificial, realidad aumentada y virtual.
- Mayor seguridad y sostenibilidad.
- Modelos de negocio basados en resultados.
- Optimización de la cadena de valor.
- Mejoras estimadas<sup>1</sup>:
  - ▷ Reducción de defectos (-48.9%)
  - ▷ Tiempos de inactividad (-47.8%)
  - ▷ Costos energéticos (-17.5%)

1. <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/industries/manufacturing/itot-convergence-wp.html>



Figura 1, fuente <https://www.jeffwinterinsights.com/insights/differences-between-it-and-ot>

- ▷ Incremento en la efectividad de equipos (+16.2%)
- ▷ Rotación de inventarios (+34.8%)

## ¿Qué es la convergencia IT/OT?

Se trata de la integración estratégica de dos mundos históricamente separados: los sistemas empresariales que gestionan los datos TI (Tecnología de la Información) y los sistemas industriales que controlan los activos, equipos, maquinas OT (Tecnología de la Operación).<sup>2</sup>

## ¿Qué implica la convergencia IT/OT?

A continuación, vamos a hablar de los retos que tiene la convergencia para la digitalización y así llegar a la gestión de activos basada en datos.

## Retos personas y procesos

**Resistencia al cambio:** la adopción de nuevas tecnologías puede generar resistencia por parte de las personas. Esto debido a la necesidad de compartir información y de colaborar entre áreas, hemos venido trabajando en silos por muchos años y eso significa que creemos que tenemos algo de “control” sobre nuestras acciones y datos.

La tecnología basada en datos evidencia de forma clara nuestras debilidades en los procesos y en nuestro desempeño, como es normal para las personas, no nos gusta quedar en evidencia y además debemos salir de la zona de confort que llevamos manejando por mucho tiempo, lo cual naturalmente genera el miedo de, y ¿ahora? ¿Qué va a pasar conmigo?

Empezamos a escuchar palabras como, optimización, ahorro, mejora, eficiencia, productividad y la inseguridad y el miedo nos bloquean y simplemente preferimos rechazar las ideas y unirnos en contra del cambio. Claro, tenemos que unir dos mundos que han permanecido en la organización, trabajando aisladamente y hasta ahora todo ha estado bien, pero quieren cambiarlo (los departamentos de transformación, la gerencia, etc.) y nadie nos preguntó al respecto, nadie nos involucró y ¿por qué cambiar si hemos estado bien y el negocio va bien?

En la figura 1, que me parece muy acertada, vemos las diferencias entre los mundos de IT y OT. Desde el punto de vista de las personas es claro que las prioridades son diferentes, incluso a la OT le agregaría la seguridad de procesos y de las personas, por ello es fundamental que entendamos las prioridades mutuamente para lograr las sinergias y colaboraciones necesarias para la transformación digital.

2. <https://www.jeffwinterinsights.com/insights/types-of-it-ot-convergence>

## Retos tecnología

La tecnología actual es maravillosa para lograr una gestión de activos basada en datos, tenemos formas de leer variables en línea de los activos; herramientas que analizan los parámetros operativos y nos ayudan a modelar diferentes situaciones enfocadas a ahorros; incremento de producción; incremento de la seguridad, en fin.

El reto actual es que no necesariamente hablan todos el mismo idioma y somos esclavos de integraciones costosas y complejas que no nos permiten llevar la data a la nube y como vemos en la figura 1, están basadas en diferentes estándares y sus ciclos de vida son diferentes, lo cual también nos reta a tener aplicaciones que para IT son obsoletas, todavía totalmente funcionales para la OT.

En resumen, encontramos que:

- Tenemos en piso (OT) diversidad de proveedores y protocolos.
- PLCs no conectables a redes.
- Incremento de riesgos de ciberseguridad OT.
- Necesidad de interoperabilidad y arquitectura abierta.

## Retos datos

Datos, datos, datos, en mi experiencia en la industria, este es el reto mas grande en las organizaciones, obviamente tiene el ingrediente humano en la mezcla. La calidad de los datos es fundamental para poder sacar real provecho de cualquier tecnología disponible y de la digitalización total. He visto como varias empresas han invertido altas sumas de dinero en tecnología sin los frutos esperados, ya que previamente no se hizo una limpieza de datos y/o se aseguró que el dato en línea que se toma, tenga la confiabilidad de conectividad para poder llevarlo a herramientas de análisis en la nube.



Algunos números que he encontrado respecto a los datos son<sup>3</sup>:

- 98% de las empresas enfrentan retos con la calidad de datos.
- Datos incompletos (35%), incorrectos (31%) y desactualizados (30%).
- Impacto directo en eficiencia operativa, innovación y cumplimiento de KPIs.

Cada año, la mala calidad de los datos cuesta a las organizaciones un promedio de 12,9 millones de dólares. Aparte del impacto inmediato en los ingresos, a largo plazo, los datos de mala calidad aumentan la complejidad de los ecosistemas de datos y conducen a una mala toma de decisiones. Garner 2021.

**“La convergencia IT/OT es esencial para la digitalización industrial, pero presenta varios retos que deben ser abordados para asegurar una implementación exitosa.”**

3. Advanced Manufacturing Report. A deep dive into data, collaboration and automation. A commissioned study conducted by Forrester Consulting on behalf of Hexagon @2023

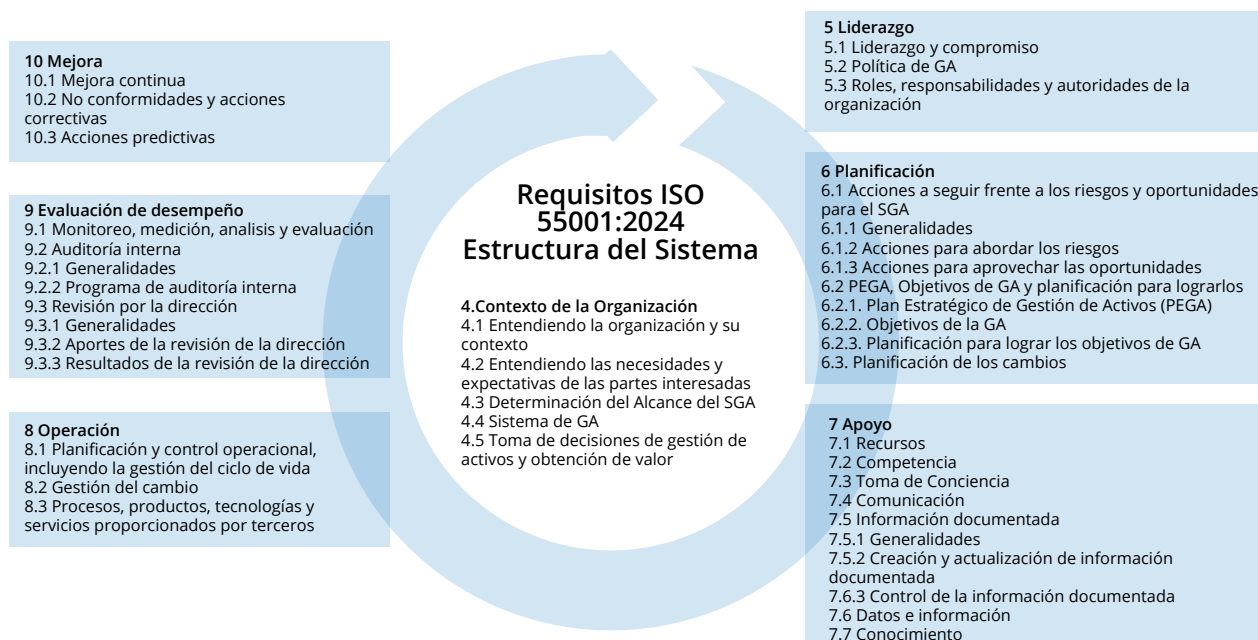


Figura 2. Requisitos ISO 55001

## ¿Cómo podemos trabajar para minimizar el impacto de los retos y lograr ir construyendo una gestión de activos basada en datos?

A continuación, vamos a hablar de los pasos para ir construyendo el puente entre IT y OT para la digitalización y así llegar a la gestión de activos basada en datos.

### Construyendo el puente: hoja de ruta

Para la implementación de cualquier mejora en una organización y más aún si esta implica cambios en procesos, en roles y responsabilidades, es fundamental el diseño de estrategias que unan a las personas hacia un solo propósito, es aquí donde los requisitos de la ISO 55001 juegan un papel muy importante, ya que el propio propósito del estándar es lograr la coordinación de las actividades del negocio hacia un solo objetivo, obtener valor de los activos.

El paso 1 es entender el estado actual de los procesos, los datos, tecnología y la organización. Para ello, podemos usar varias herramientas y realizar un diagnóstico inicial, una opción es enfocarnos hacia el cumplimiento de los requisitos de la ISO 55001, (no es necesario pensar en certificarse) con un claro énfasis hacia digitalización.

“La tecnología basada en datos evidencia de forma clara nuestras debilidades en los procesos y en nuestro desempeño.”

El paso 2 es el de definir una hoja de ruta realista enfocada a los objetivos organizacionales, priorizando los activos críticos, invirtiendo en conectividad y calidad de datos co-creando con expertos.

En este punto, mi invitación a las organizaciones es que evaluemos lo que realmente necesitamos y no nos dejemos llevar por la moda del momento, por lo que vimos en la última conferencia a la que fuimos. La realidad es que hoy casi todo lo que nos imaginamos existe, algunas preguntas que debemos hacernos son: ¿necesito todo lo que hay en el mercado?, ¿qué es lo que se ajusta a mi realidad y a mi visión a mediano y largo plazo?, ¿a que velocidad necesito y puedo avanzar?

Igualmente es muy importante trabajar en lo organizacional, las personas somos y por un buen rato, seremos quienes damos vida a la digitalización, los datos dependen de nosotros, la toma de datos en línea todavía depende de una configuración física. Así que es importante estar bien entrenados para los cambios, es importante evaluar nuestras habilidades y determinar qué necesitamos, dónde organizacionalmente podemos aportar más y mejor, así que es importante:

- Diseñar descripciones de roles y responsabilidades claras para el apalancamiento del camino.
- Diseñar y ejecutar un plan de reestructuración si es necesario.
- Definir planes de entrenamiento.
- Delinear la colaboración y co-creación entre áreas.

Paso 3 implementar soluciones paso a paso, con liderazgo comprometido, comunicación transparente y gerenciamiento activo. Aquí en este punto debo hacer énfasis en la importancia del liderazgo comprometido. En mi experiencia he visto como compañías que estaban muy cercanas a ser clase mundial en mantenimiento han dejado todo a un lado, debido a un cambio de liderazgo.

Es por ello por lo que además del liderazgo comprometido, estas iniciativas son de todos en una organización, no son de mantenimiento y operaciones únicamente, todas las áreas deben estar coordinadas (ISO 55001) para obtener el valor de los activos para el negocio.

*“La calidad de los datos es fundamental para poder sacar real provecho de cualquier tecnología disponible y de la digitalización total.”*



## Conclusión

La digitalización industrial no es simplemente una evolución tecnológica, sino una transformación organizacional profunda que redefine cómo gestionamos nuestros activos, tomamos decisiones y generamos valor. En este nuevo paradigma, los datos se convierten en el hilo conductor que une procesos, personas y tecnología, habilitando una gestión más inteligente, resiliente y alineada con los objetivos estratégicos del negocio.

Construir este puente, exige más que infraestructura digital: requiere liderazgo comprometido, una cultura de colaboración interdepartamental y una visión clara sobre el propósito de cada tecnología implementada. La norma ISO 55001 se presenta como una brújula confiable en este camino, facilitando la alineación entre áreas, la priorización de activos críticos y el diseño de estrategias sostenibles que integren personas, procesos y datos.

Las organizaciones que logren superar los retos humanos, tecnológicos y de calidad de datos estarán mejor posicionadas para capitalizar los beneficios de la convergencia IT OT: desde la reducción de costos y tiempos de inactividad, hasta la mejora continua en seguridad, sostenibilidad y eficiencia operativa. En última instancia, la gestión de activos basada en datos no es un destino, sino un viaje de transformación que debe ser construido paso a paso, con propósito, coherencia y visión de futuro. ▲▲

\* Pilar Valderrama. Licenciatura en Administración de Empresas (BBA), Universidad de Arkansas en Little Rock; Profesional de gestión del cambio, Instituto Europeo de Posgrado (IEP); Maestría en Ingeniería, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y Diplomado Profesional en Gestión de Proyectos, Universidad de California.ndo a la EFMNS.

# ACIEM: 11 AÑOS IMPULSANDO EL MANTENIMIENTO Y LA GESTIÓN DE ACTIVOS EN COLOMBIA

POR: COMISIÓN NACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS ACIEM

**E**n el año 2014 nació la Comisión Nacional de Mantenimiento y Gestión de Activos de ACIEM con un propósito claro: impulsar el desarrollo del mantenimiento y la gestión de activos y el mantenimiento en Colombia, como pilares estratégicos para la competitividad, la sostenibilidad y el crecimiento empresarial.

11 años después, la Comisión está conformada por profesionales de diversas especialidades quienes residen en ciudades como Barranquilla, Bucaramanga, Medellín, Cajicá y Bogotá, trabajando de manera articulada para transformar la visión tradicional del mantenimiento y la gestión de activos en el país.

Desde su creación, la Comisión ha estructurado su labor alrededor de tres ejes estratégicos fundamentales:

1. Posicionar la gestión de activos dentro del desarrollo estratégico del Estado y de las empresas colombianas.
2. Proyectar el mantenimiento como generador de valor y componente esencial de la gestión de activos.
3. Formación del talento humano en estas disciplinas, convencido que el conocimiento es la base de cualquier transformación organizacional sostenible.

Uno de los mayores aportes de la Comisión, ha sido la producción técnica y académica. A lo largo de estos años, se han desarrollado seis documentos clave:



- a) Glosario de términos de mantenimiento.
- b) Protocolo para la puesta en marcha de equipos que han estado fuera de operación por periodos prolongados.
- c) Protocolo para la preservación de maquinaria y equipos durante periodos prolongados.
- d) Guía para pequeñas y medianas industrias en gestión de riesgos en proyectos.
- e) Guía para la planificación del mantenimiento en pequeñas y medianas empresas y el diagnóstico de la gestión de activos y el mantenimiento en Colombia 2021.

En materia de diagnóstico sectorial, la Comisión ha realizado dos estudios que marcan hitos en la evolución del Mantenimiento y la Gestión de Activos en el país.

Tomando como referencia el diagnóstico inicial de 2008, se desarrolló una actualización en 2017 y posteriormente el estudio de 2021, en los que se describe



el estado del Mantenimiento y la Gestión de Activos en Colombia; se analizan tendencias, brechas y oportunidades, y se formulan propuestas concretas de mejoramiento. Actualmente se encuentra en desarrollo el diagnóstico 2026, que permitirá evaluar avances y redefinir prioridades estratégicas.

La Comisión ha consolidado su aporte técnico con la publicación de 48 artículos especializados en Mantenimiento y Gestión de Activos en la Revista de ACIEM, disponibles para consulta en su página web. Asimismo, ha participado en la organización de 12 congresos internacionales y presentado 24 ponencias técnicas, fortaleciendo un espacio de intercambio académico y empresarial de alto nivel.

En el primer eje estratégico se avanza en la elaboración de una guía para la implementación de la Gestión de Activos en pequeñas y medianas industrias. Asimismo, se emitió un pronunciamiento sobre la política de Gestión de Activos en el Estado, documento ya publicado, y se diseñó un curso dirigido a entidades del Ministerio de Transporte. La Comisión también lidera la organización del Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos 2026.

En el segundo eje, se elabora un manual de buenas prácticas en programación de mantenimiento para pequeñas y medianas industrias y se diseñó una herramienta de benchmarking (referenciación empresarial).

Actualmente disponible en la página de ACIEM, que permitirá a las empresas comparar su desempeño frente a referentes nacionales en mantenimiento y gestión de activos. Además, se han desarrollado foros de mantenimiento en articulación con diferentes seccionales del país, fortaleciendo el intercambio de experiencias y la integración regional.

El tercer eje, centrado en la formación del talento humano, ha promovido la inclusión de la gestión de activos y el mantenimiento en los programas de Ingeniería, a través de las redes académicas.

Actualmente se aplica una encuesta a programas de pregrado para caracterizar la enseñanza de estas áreas en instituciones de educación superior. De manera paralela, se impulsa la investigación aplicada tanto en la industria como en la academia.

La Comisión participa, además, como orientadora en la Mesa Sectorial de Mantenimiento del SENA, con el propósito de incorporar la gestión de activos en su ámbito de acción y alinear las normas de competencia laboral con una visión estratégica del mantenimiento en Colombia. Asimismo, integra el Comité Técnico Nacional CTN 214 de Gestión de Activos del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec), contribuyendo al desarrollo y actualización de estándares nacionales en concordancia con referentes internacionales.

Tras once años de trabajo continuo, la Comisión Nacional de Mantenimiento y Gestión de Activos se consolida como un referente técnico y estratégico en el país; su labor ha contribuido a transformar la percepción del mantenimiento, que ha pasado de considerarse un centro de costos a reconocerse como un generador de valor, competitividad y sostenibilidad.

El reto hacia el futuro es claro: fortalecer la cultura de gestión de activos en todos los niveles, desde el Estado hasta la microempresa, y consolidar una visión de país en la que el mantenimiento sea sinónimo de excelencia y desarrollo. ▲▲



Asociación  
Colombiana  
de Ingenieros

## Beneficios y oportunidades para Ingenieros Afiliados ACIEM

Explora un ecosistema de oportunidades diseñado para impulsar tu carrera como Ingeniero. En ACIEM encuentras herramientas que fortalecen tu empleabilidad, amplían tus conocimientos y te conectan con nuevos mercados y sectores en crecimiento.



### Plataforma de Empleabilidad



Conecta tu talento con  
oportunidades laborales



### Conferencias sin costo



Espacios de actualización  
y aprendizaje continuo.



### Convenio de Movilidad Profesional



Accede a oportunidades  
laborales en el exterior.



### Centro de Documentación Técnica



### Programa Ingeniero Senior



- Mentoría
- Networking
- Proyectos

✓ Coworking sin costo

✓ Orientación Jurídica

✓ Directorio empresarial

# ACIEM IMPULSA EL LIDERAZGO EN NUEVAS GENERACIONES DE INGENIEROS



Ingenieros de las Seccionales y Capítulos de ACIEM en el Encuentro que facilitó la conexión, inspiración y aprendizaje de diferentes regiones de Colombia.

Con el propósito de dar cumplimiento al Plan de Gobierno de ACIEM para el periodo 2025-2028, especialmente en lo relacionado con la gestión misional orientada a los servicios al Ingeniero, y reconociendo el papel determinante de los jóvenes en la transformación de la Ingeniería, la Asociación realizó los días 27 y 28 de noviembre de 2025, el Primer Encuentro Nacional de Jóvenes. Este espacio promovió la conexión, la inspiración y el aprendizaje entre jóvenes Ingenieros Afiliados de distintas regiones de Colombia.

El encuentro fortaleció las competencias y el liderazgo de 31 Ingenieros de las Seccionales y Capítulos de ACIEM en todo el país, mediante una agenda compuesta por talleres, conferencias y espacios de socialización, con énfasis en innovación, desarrollo profesional, tendencias tecnológicas y sentido de pertenencia gremial.

El primer espacio de interacción y conocimiento, liderado por el Presidente Nacional de ACIEM, el Ingeniero Carlos Arturo Cárdenas, y el Director Jurídico de la Asociación, Henry León, estuvo dedicado a la socialización de los convenios internacionales firmados en Portugal y España.

Estos acuerdos buscan el reconocimiento del título y de la matrícula profesional, con el fin de facilitar el ejercicio de los Ingenieros colombianos en dichos países. Asimismo, el encuentro permitió resolver inquietudes relacionadas con el proceso de documentación y migración, y compartir experiencias de profesionales que hoy ejercen la Ingeniería gracias a este convenio.

El Encuentro también contó con espacios de inspiración, como la conferencia “La grandeza de ser Ingeniero: Ética, Propósito y Orgullo” que invitó a reflexionar sobre el rol social de la profesión. Allí se abordaron

temas como la responsabilidad ética, el liderazgo con propósito y la importancia de ejercer la Ingeniería con excelencia técnica y compromiso ciudadano, reforzando el sentido de identidad profesional.



La agenda hizo especial énfasis en el fortalecimiento de habilidades individuales, por ello contó con un taller sobre estrategia de marca profesional, el cual brindó herramientas prácticas para optimizar el perfil en LinkedIn y proyectar una identidad coherente que mejore la visibilidad en entornos digitales. Esta sesión tuvo un enfoque aplicado, orientado a potenciar la empleabilidad y el posicionamiento de los jóvenes Ingenieros, en un mercado laboral cada vez más competitivo.

El componente de innovación también tuvo un papel protagónico con la socialización de la *Hackathon de Innovación* para el sector eléctrico, iniciativa que despertó gran interés entre los Ingenieros participantes. Asimismo, el taller de trabajo en equipo y resolución de problemas, desarrollado mediante una actividad práctica de construcción colaborativa, fortaleció competencias como la comunicación efectiva, el liderazgo y la toma de decisiones bajo presión.

El segundo día de este espacio institucional, contó con una mirada al futuro de la profesión, a través de la conferencia sobre tendencias tecnológicas, en la que se abordaron temas como: Inteligencia Artificial; transición energética y los nuevos retos de la Ingeniería del futuro. Esto permitió comprender cómo los cambios tecnológicos están redefiniendo el ejercicio profesional y la necesidad de actualización permanente por parte de los Ingenieros.

Por otro lado, El Encuentro también fortaleció habilidades orientadas a la empleabilidad. El taller sobre cómo destacar en entrevistas laborales en la era de la IA, ofreció a los asistentes algunas recomendaciones concretas para afrontar procesos de selección cada vez más digitalizados. Se trabajó adicionalmente en la preparación de la hoja de vida; la gestión de entrevistas virtuales y el uso estratégico de herramientas tecnológicas para potenciar el perfil profesional.

Uno de los momentos destacados, fue la conferencia sobre el papel de los Ingenieros en los Data Center y su aporte al desarrollo global. Allí se resaltó la importancia de la infraestructura tecnológica y el rol estratégico de la Ingeniería en la sostenibilidad, la conectividad y la transformación digital. De igual manera, el concurso de contenido digital y la toma de fotografías profesionales para LinkedIn promovieron el fortalecimiento de la presencia digital de los Ingenieros.

“El encuentro fortaleció las competencias y el liderazgo de 31 Ingenieros de las Seccionales y Capítulos de ACIEM en todo el país.”

El Encuentro culminó con la Ideatón “*Diseñando el Futuro de ACIEM Joven*”, un espacio colaborativo en el que los asistentes formularon propuestas para fortalecer la participación juvenil en la Asociación. Estas iniciativas fueron presentadas ante un jurado y sometidas a votación, finalizando con un acta de compromiso institucional para acompañar su implementación.

El cierre del evento reafirmó la invitación a vincularse activamente a las Comisiones de Estudio y a los servicios de ACIEM, consolidando este espacio como punto de partida para una nueva etapa de liderazgo joven dentro de la Asociación. De esta manera, el Primer Encuentro Nacional de Jóvenes marcó un hito en la consolidación de una agenda orientada al fortalecimiento del liderazgo juvenil y ratificó la labor permanente de ACIEM, en favor del desarrollo integral de los Ingenieros y su aporte estratégico al crecimiento, la competitividad y el progreso sostenible del país. ▲

# FORO ENERCARIBE 2025: PANORAMA DEL SECTOR ELÉCTRICO EN LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA



**E**l pasado 2 de diciembre de 2025, en las instalaciones de Comfamiliar Atlántico, Sede Caribe, en la ciudad de Barranquilla, la Asociación Colombiana de Ingenieros ACIEM y sus Capítulos Atlántico y Bolívar, realizaron el Foro ENERCARIBE 2025: Panorama del Sector Eléctrico en la Región Caribe Colombiana.

ENERCARIBE se consolidó como el escenario clave para comprender hacia dónde se orienta el desarrollo energético y sostenible de la Región Caribe. Además, identificó las barreras, oportunidades y retos para mejorar y fortalecer, en los próximos años, el funcionamiento del sector eléctrico en la región.

Adicionalmente, fue un espacio de análisis técnico y estratégico que reunió a entidades gubernamentales; operadores del sistema; empresas de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía; así como a la academia y los gremios, con el propósito de construir una visión integrada del sistema eléctrico regional.

A lo largo de la jornada, el Foro abordó temáticas estratégicas como el funcionamiento del Sistema Eléctrico Colombiano; la expansión y confiabilidad de los sistemas de transmisión nacional y regional; el papel de la generación convencional y renovable en la atención de la demanda; el desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía, y los desafíos regulatorios asociados a la seguridad energética.

## Un escenario que requiere acciones concretas

En el marco de ENERCARIBE 2025, el Ing. Carlos Arturo Cárdenas, Presidente Nacional de ACIEM indicó que el panorama energético de la región Caribe es crítica y requiere acciones concretas, de manera urgente, *“es necesario dejar de satanizar algunas tecnologías y darles prioridad a otras. Es un tema conjunto donde es importante priorizar la empatía en tecnología, llámese energía renovable; carbón; gas u otras tecnologías emergentes como nuclear”*.

El Presidente Nacional de ACIEM resaltó que la solución no puede venir de una sola alternativa, sino que es indispensable una combinación articulada y priorizar la competitividad regional y nacional para evitar un deterioro mayor del sistema energético. Además, advirtió que, aunque las cifras oficiales no declaran una crisis, los signos de riesgo son evidentes y podrían derivar en problemas a corto plazo, especialmente en el Caribe, donde la situación es más aguda.

## El cambio del rol energético del Caribe

Uno de los mensajes más reiterados fue que la Región Caribe dejó de ser únicamente un área de consumo, para convertirse en el principal polo de expansión energética del país. La mayoría de los proyectos de generación renovable, especialmente solares y eólicos, se localizan en esta zona, lo que exige que el sistema de transmisión evolucione simultáneamente para transportar esa energía hacia los centros de demanda.

Esta situación genera una paradoja energética: La región con mayor potencial de generación, puede enfrentar restricciones de abastecimiento si la infraestructura de transporte no crece al mismo ritmo.

Adicionalmente se destacó que el sistema eléctrico ya no puede analizarse únicamente desde la generación disponible, sino desde la capacidad efectiva de evacuación y operación coordinada del sistema.

**“El sistema eléctrico ya no puede analizarse únicamente desde la generación disponible, sino desde la capacidad efectiva de evacuación y operación coordinada del sistema.”**



## Un problema estructural, no tarifario

Uno de los principales consensos técnicos del encuentro fue que la problemática del Caribe no es únicamente tarifaria o comercial, sino profundamente estructural. La región enfrenta una red envejecida, con sobrecarga y limitaciones para expandirse, condiciones que impactan simultáneamente la confiabilidad, la calidad del servicio y los costos operativos.

Las discusiones también destacaron la necesidad de que la red de transmisión —tanto nacional como regional— evolucione hacia un sistema más mallado, flexible y con mayor capacidad de regulación operativa. Sin una modernización de este tipo, la entrada de nueva generación no solo resultaría insuficiente, sino que podría aumentar la inestabilidad del sistema.

Adicionalmente, se subrayó la importancia de analizar la transmisión, distribución y comercialización como un sistema integrado, dejando atrás el enfoque fragmentado que estudia cada componente por separado. Esta visión holística permitiría identificar con mayor precisión los cuellos de botella y proponer soluciones coordinadas para todo el sistema eléctrico.

## De un sistema despachable a un sistema operado en tiempo real

Se hizo especial énfasis en el cambio del modelo operativo del sistema eléctrico. La incorporación masiva de fuentes renovables intermitentes exige pasar de un sistema basado en generación despachable a uno basado en gestión operativa en tiempo real.

Se discutió el papel estratégico del almacenamiento de energía como habilitador de la transición energética, al permitir estabilizar la red, reducir restricciones operativas y mejorar la confiabilidad. En el futuro, la operación dependerá menos de grandes plantas de respaldo y más de la coordinación entre generación, almacenamiento y control operativo avanzado.

## El reto regulatorio: de tarifas a operación sistemática

El foro abordó también el desafío regulatorio. La normativa vigente fue diseñada para un sistema eléctrico centralizado, mientras que el nuevo escenario incluye generación distribuida, prosumidores, almacenamiento y mercados más dinámicos.

Los expertos coincidieron en que la seguridad energética ya no se define solo como la disponibilidad de energía, sino como la capacidad del sistema para operar de forma estable ante la variabilidad, los eventos climáticos y los cambios de demanda.

En este sentido, la regulación deberá evolucionar desde un enfoque tarifario hacia un enfoque operativo sistémico, donde confiabilidad, flexibilidad y resiliencia sean variables explícitas del mercado eléctrico.

## Articulación regional y liderazgo gremial

ENERCARIBE logró fortalecer la articulación entre actores del sector y posicionar a ACIEM como un interlocutor técnico del desarrollo energético regional, por eso, el Gobernador del Atlántico, Eduardo Verano de la Rosa anunció la creación de un *Centro de Innova-*

*ción y Observatorio Energético* para la Región Caribe, así como la conformación de la primera mesa técnica energética regional.

## Principales conclusiones del foro

- Problemática energética del Caribe es estructural y sistémica, no aislada.
- Expansión de la transmisión es condición necesaria para la transición energética.
- Almacenamiento será un componente esencial de la operación futura del sistema.
- Regulación debe adaptarse a un sistema eléctrico dinámico.
- Seguridad energética depende de la coordinación operativa más que de la capacidad instalada.
- Ingeniería debe participar en la formulación de política energética.

**“ENERCARIBE se consolidó como el escenario clave para comprender hacia dónde se orienta el desarrollo energético y sostenible de la Región Caribe.”**

## Una oportunidad histórica para Colombia

Este espacio de crecimiento y aprendizaje evidenció que la Región Caribe no solo enfrenta una crisis energética, sino una oportunidad histórica: convertirse en el centro energético de Colombia. Lograrlo dependerá de la planificación coordinada entre la expansión de redes, la regulación moderna, la operación avanzada y la innovación tecnológica.

ACIEM, junto con sus Capítulos Atlántico y Bolívar, continuarán promoviendo estos espacios técnicos como mecanismos de construcción colectiva del futuro energético del país. ▲

# INGENIERÍA SIN FRONTERAS: VALLE DEL CAUCA COMO EPICENTRO DE CONEXIÓN ENTRE TIERRA Y ESPACIO

POR: ACIEM CAPÍTULO VALLE

**E**n el panorama nacional, el Valle del Cauca se ha consolidado no solo como un polo de desarrollo agroindustrial, sino como un laboratorio vivo donde la Ingeniería desafía los límites tradicionales.

Lejos de ser eventos aislados, la agenda anual de ACIEM Capítulo Valle se ha transformado en una plataforma estratégica permanente donde convergen la triple hélice: Estado, Industria y Academia, para trazar la hoja de ruta tecnológica del suroccidente colombiano.

Año tras año, Cali se convierte en el punto de encuentro donde se debaten desde los desafíos de la infraestructura eléctrica terrestre, hasta las oportunidades de la nueva economía aeroespacial, demostrando que la gestión gremial en la región es un motor constante de competitividad y visión de futuro.

## La tradición de la excelencia eléctrica

Uno de los pilares indiscutibles de esta gestión, es la consolidación del Encuentro de Contratistas del Sector Eléctrico, un espacio que se ha institucionalizado como la cita obligada para el gremio en la región, funcionando como un termómetro de la realidad del sector.

La magnitud de este encuentro habla por sí sola: en su más reciente edición, logró reunir a más de 100 profesionales, incluyendo operadores de red, organismos de inspección y empresas públicas y privadas. Con una agenda académica robusta que incluyó 16 conferencistas expertos, el evento trascendió lo técnico para abordar la integralidad del negocio.



Para ACIEM Valle, el verdadero valor de este espacio, radica en su visión panorámica del negocio. La agenda no giró en torno a una única normativa, sino que reafirmó el propósito mayor del gremio: integrar a toda la cadena de valor, para avanzar en la eficiencia de los procesos de contratación y el crecimiento del sector.

Durante las dos jornadas, el debate fluyó a través de paneles especializados que abarcaron desde la optimización de servicios, ejecución de proyectos de energías renovables y convencionales. Fue en este marco integral, donde el análisis de las normas como el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) encontró su lugar, abordándose como un componente técnico más para el desarrollo de proyectos eléctricos, así como temas de sostenibilidad y financiamiento del sector.

De esta manera, el Encuentro de Contratistas del Sector Eléctrico 2025 demostró, con hechos, que el progreso de la Ingeniería depende del trabajo conjunto, la innovación y la ética profesional.



Encuentro de Contratistas del Sector Eléctrico y Simposio Aeroespacial 2025

## Una mirada hacia la estratósfera

Pero si algo caracteriza el ADN de ACIEM Valle, es su capacidad para anticipar tendencias. Rompiendo el paradigma de que la industria aeroespacial es ajena a la realidad local, el Capítulo ha logrado institucionalizar el Simposio Aeroespacial: De los Cielos a la Industria.

Esta iniciativa no es casualidad; es el resultado de una alianza estratégica y sostenida con el Clúster Aeroespacial del Pacífico (Aerospacific), la Fuerza Aeroespacial Colombiana (FAC), la Escuela Militar de Aviación (EMAVI) y la academia. Con 2 ediciones ya consolidadas, este espacio ha logrado convocar a más de 10 empresas líderes y 6 conferencistas de talla internacional, poniendo sobre la mesa temas de vanguardia como la Movilidad Aérea Urbana (UAM) y el monitoreo satelital.

La región ha demostrado que tiene el talento y la infraestructura para ser un hub tecnológico. Al traer experiencias internacionales, como el modelo del Aeroclúster de Querétaro (México), ACIEM Valle no solo capacita, sino que inspira y conecta a sus Ingenieros con cadenas de valor globales, honrando al mismo tiempo el legado de pioneros locales como el Ingeniero Máximo Tedesco.

## Proyección 2026: Un compromiso renovado

Lo que sucede en el Valle del Cauca es una muestra de una Ingeniería en movimiento. La gestión del Capítu-

lo no se detiene en los eventos; se extiende a una oferta constante de capacitación de alto nivel, abarcando desde la energía solar fotovoltaica hasta metodologías BIM y gerencia de proyectos.

Mirando hacia el 2026, el compromiso de ACIEM Capítulo Valle se mantiene firme: seguir siendo el puente que conecta el conocimiento técnico con las oportunidades de negocio. Ya sea en la tierra, garantizando la sostenibilidad de nuestras redes eléctricas, o mirando hacia el espacio, impulsando una nueva industria nacional, en el Valle del Cauca la Ingeniería se escribe con letra mayúscula y visión de futuro.

La invitación está abierta para que todos los Ingenieros del país pongan sus ojos en el suroccidente, una región donde la técnica, la ética y la innovación se encuentran para construir país.

## Cifras que respaldan nuestra gestión:

- Convocatoria Sectorial: +100 asistentes y 16 expertos en el Encuentro de Contratistas.
- Liderazgo Aeroespacial: 2 ediciones del Simposio con aliados como FAC y AEROSPACIFIC.
- Formación Continua: 14 sesiones de actualización gratuita y +80 profesionales certificados en cursos especializados.
- Compromiso Ético: 17 jornadas de ética en universidades de la región. ▲▲

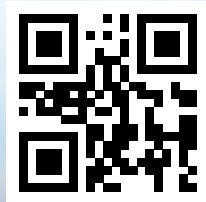
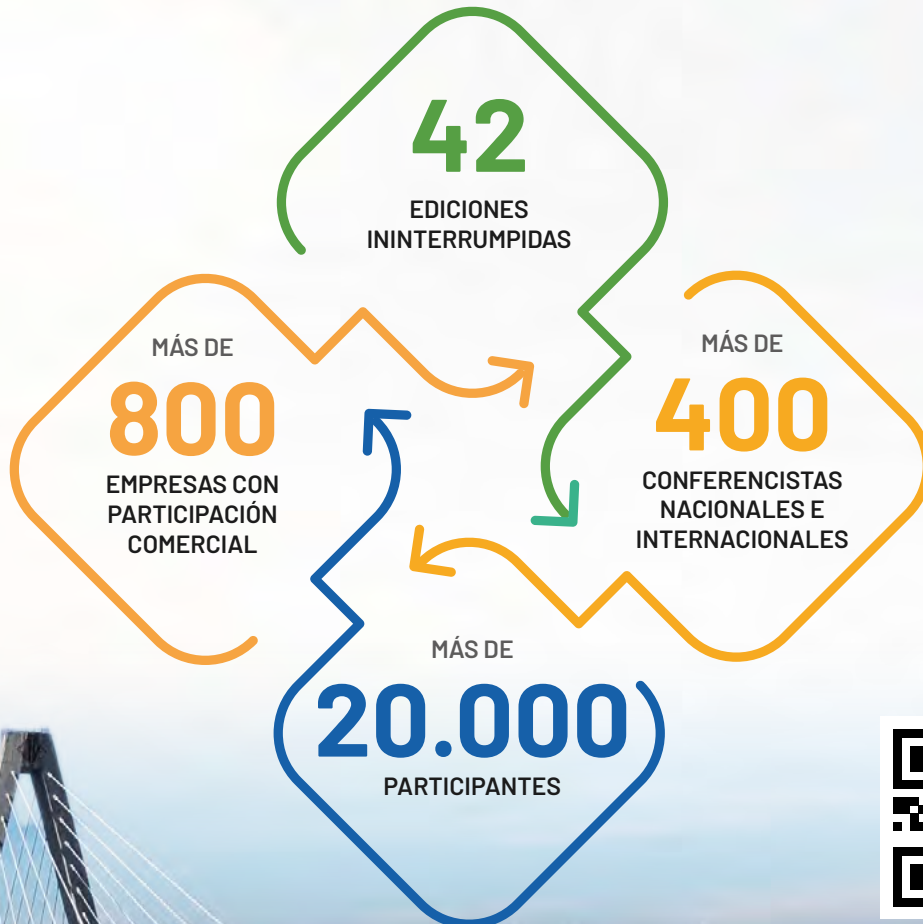


43ª Conferencia Energética Colombiana

**RESERVA ESTA FECHA**

Julio 16 y 17 · Pereira

# ¿POR QUÉ PARTICIPAR EN ENERCOL?



## Más información:

[enercol.com.co](http://enercol.com.co)

(+57) 310 816 27 66 · 310 218 79 14

[comercial@aciem.co](mailto:comercial@aciem.co)

Organiza:



Con el apoyo:



# Panorama Energético en América Latina y el Caribe

La siguiente infografía resume los principales datos de 2026 que muestran el estado y proyección de la energía en la región.

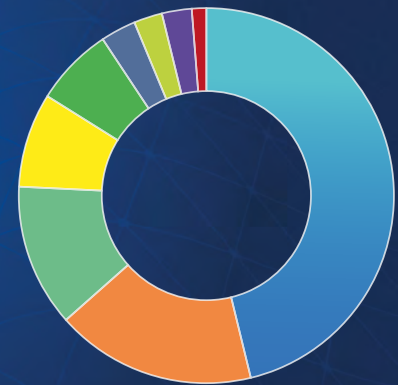
## Cobertura eléctrica

En 2026, la región alcanzó 99% de acceso, aunque aún 12 millones de personas carecen de electricidad



## Generación por fuente (2024)

	Hidro	45%
	Gas natural	25%
	Eólica	12%
	Solar	7%
	Bioenergía	4%
	Carbón	2%
	Nuclear	2%
	Petróleo	2%
	Geotérmica	1%



## Costo elevado

La electricidad en América Latina y el Caribe es de las más caras entre regiones en desarrollo



## Precios de electricidad

La inflación energética bajó en 2025, pero Fitch prevé mayor volatilidad y precios más altos en 2026 por efectos climáticos



## Carga en hogares

La energía sigue siendo uno de los principales gastos familiares, después de los alimentos.

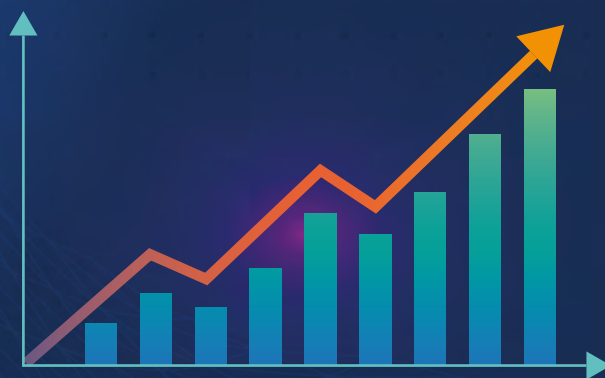
## Principios 2050

Electrificación, renovables, eficiencia energética y digitalización **son claves para la descarbonización.**



## Renovables en expansión

La capacidad renovable regional alcanzó 313 GW en 2025 y crecerá a un ritmo de 4.1% anual hasta 2035



## Modernización de redes

La región genera casi 70% de su electricidad con fuentes limpias, pero enfrenta riesgos por falta de inversión en redes.



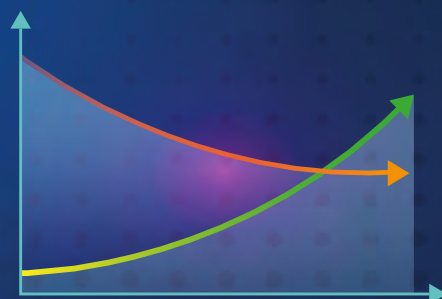
## Transición energética

Se proyecta que las emisiones de CO<sub>2</sub> bajen de 1.7 Gt en 2024 a 0.9 Gt en 2060, con fuerte expansión solar y eólica sobre la base hidroeléctrica



## Mercado HVDC

El mercado latinoamericano de convertidores HVDC crecerá a un ritmo de 8-10% anual hasta 2033, impulsado por renovables.



# SEGURIDAD ENERGÉTICA: CLAVE PARA FORTALECER EL SISTEMA ELÉCTRICO

POR: EDWIN CRUZ CABALLERO\*

La seguridad energética se ha consolidado como uno de los principales desafíos de política pública en un contexto de Transición Energética, creciente demanda de energía eléctrica e inserción de nuevos modelos de negocio en los sistemas eléctricos, tal como lo muestran los recientes informes sobre escenarios energéticos<sup>1</sup>.

En este sentido, para el caso colombiano es fundamental abordar los retos de la expansión de la infraestructura eléctrica del Sistema Interconectado Nacional (SIN) en el corto y mediano plazo, desde la perspectiva de:

1. Garantizar la suficiencia de recursos de generación que brinden energía firme y confiable.
2. Asegurar la sostenibilidad financiera de la cadena de valor.
3. Avanzar hacia la modernización del mercado de energía y digitalización de la red en un entorno de transición energética.
4. Consolidar un ambiente regulatorio estable que incentive la inversión en el sector de energía.

En particular, la seguridad energética debe integrar de manera holística la disponibilidad, la diversificación y el acceso a la energía en un marco de visión de largo plazo respecto al fomento de las señales de inversión y la estabilidad institucional.

Con lo anterior, es necesario resaltar el papel estratégico de las regiones y los territorios en las áreas de influencia de los proyectos de expansión de la infraestructura eléctrica, lo cual, debe procurar que se integren objetivos ambientales, sociales y económicos, bajo un enfoque de sostenibilidad del sistema eléctrico.



El diseño de la política energética enfrenta el desafío de equilibrar objetivos que, en ocasiones, pueden parecer contrapuestos: sostenibilidad ambiental, eficiencia económica y seguridad del suministro.

En el caso colombiano, la necesidad de consolidar el diseño de un sistema energético resiliente y confiable, resulta especialmente relevante dadas las condiciones climáticas, la dependencia histórica de la hidrología y la creciente incorporación de fuentes de energías variables.

En este contexto, la seguridad energética emerge como un eje central que debe orientar la formulación de la política pública, privilegiando la evidencia técnica, la planeación de largo plazo y la estabilidad institucional. Lejos de ser incompatible con la transición energética, garantizar la seguridad del suministro constituye su condición habilitante.

De esta manera, la sostenibilidad del sistema eléctrico no puede construirse sobre esquemas que debiliten la confiabilidad del sistema, sino sobre una arquitectura institucional robusta que sea particularmente ajena

1. World Energy Outlook, 2025- Disponible en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2025>

a la ideología, y en especial, que promueva señales regulatorias que incentiven inversión e innovación tecnológica, dado el aporte del sector de la energía al desarrollo del país.

### Retos para sostenibilidad del sector

El sistema eléctrico colombiano enfrenta tres desafíos urgentes de corto plazo que requieren atención prioritaria desde el diseño de la política energética y el desarrollo regulatorio.

En primer lugar, resulta fundamental incrementar la oferta firme de generación, mediante mecanismos como las subastas del Cargo por Confiabilidad (CxC)

y la incorporación de nueva generación síncrona con criterio de análisis de beneficio-costos, caso de los recursos térmicos, los cuales, se requieren para asegurar la estabilidad del Sistema Interconectado Nacional (SIN) frente a la inserción de fuentes intermitentes, y para atender los picos de demanda de potencia previstos hacia el periodo 2028-2029 y 2029-2030<sup>2</sup>.

Este proceso se debe acompañar de una expansión oportuna de la infraestructura de transmisión para evitar cuellos de botella en la integración de nueva capacidad, lo cual impone la necesidad de articular la política de abastecimiento energético del país, frente a las reglas definidas en la regulación.

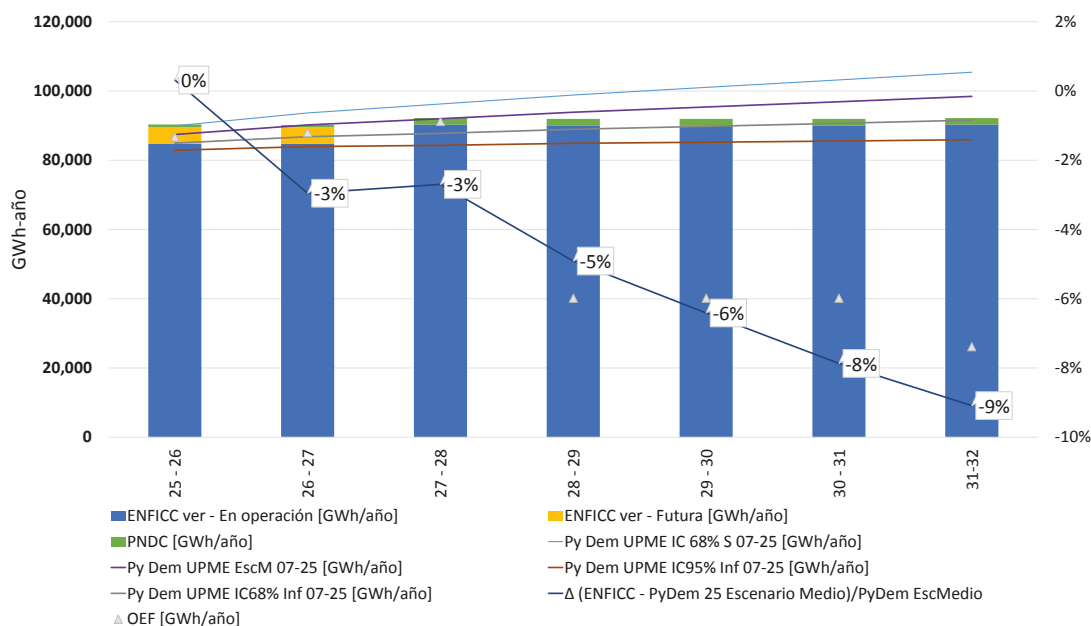


Figura 1. Balance ENFICC/Proyección de demanda <sup>3</sup>

En segundo lugar, la sostenibilidad financiera de la cadena de prestación del servicio demanda soluciones estructurales para problemáticas regionales, especialmente en los mercados de comercialización de la región Caribe, donde la situación operativa y financiera de agentes prestadores refleja desequilibrios sistémicos que afectan la calidad y continuidad del servicio.

Y, en tercer lugar, la apropiación adecuada de los recursos por parte del Gobierno Nacional para cumplir con las obligaciones relacionadas con los subsidios a la energía eléctrica constituye un elemento esencial para preservar en la prestación del servicio y mitigar el riesgo sistémico en la cadena de valor de la energía en el país.

2. NERC- “Long-Term Reliability Assessment” 2026. Disponible en: [https://www.nerc.com/globalassets/our-work/assessments/nerc\\_ltra\\_2025.pdf](https://www.nerc.com/globalassets/our-work/assessments/nerc_ltra_2025.pdf)

3. Elaboración propia, fuente de datos: UPME y XM. Se considera margen de holgura de la demanda del 3%.

“ *La seguridad energética emerge como eje central que debe orientar la formulación de política pública, privilegiando evidencia técnica, planeación de largo plazo y estabilidad institucional.* ”

### Seguridad energética: principio de la política pública

La literatura reciente ha ampliado el concepto de seguridad energética teniendo consideraciones sobre las dinámicas cambiantes de los desafíos energéticos globales<sup>4</sup>, respecto a la oferta mundial de energéticos, la inestabilidad global, los riesgos climáticos y la necesidad de diseñar sistemas energéticos flexibles. Al respecto, como consecuencia de la fragilidad geopolítica (i.e. guerra ruso-ucraniana), los países han venido orientando las políticas públicas hacia la seguridad en el suministro energético<sup>5</sup>.

De allí, la importancia de la institucionalidad desde la perspectiva del diseño de la política energética y el desarrollo regulatorio para crear un ambiente adecuado de inversión para el despliegue de la nueva infraestructura en energía.

Para el caso colombiano, resulta fundamental, la independencia de las decisiones regulatorias, y especialmente, asegurar la estabilidad y predictibilidad regulatoria, dadas las necesidades de inversión que se requieren en el sector de energía eléctrica para los próximos 10 años del orden de \$50 billones (ANDEG, 2025) y que son indispensables para garantizar la seguridad energética y coadyuvar a la ampliación y modernización de la red eléctrica.

Así mismo, la articulación de los procesos de licenciamiento ambiental y el avance en la optimización de los procesos de relacionamiento social y la gestión con comunidades desde la perspectiva de adecuada asignación de riesgos, son condiciones necesarias para desarrollar los proyectos de expansión de la infraestructura energética.

Lo anterior, implica coordinación efectiva entre autoridades ambientales nacionales y regionales, así como mayor articulación entre política energética y ambiental, evitando ‘sesgos ideológicos’ que puedan restringir soluciones viables para garantizar el abastecimiento energético.

De otro lado, avanzar en la diversificación de la canasta de energéticos, caso del gas natural como combustible de transición, y especialmente en un entorno de aumento en la oferta global de Gas Natural Licuado (GNL)<sup>6</sup>, en adición al fortalecimiento de las cadenas de abastecimiento de combustibles como el carbón y los combustibles líquidos, son elementos esenciales para los objetivos de seguridad energética.



4. Sulzer M, Georgios M, Nunez-Jimenez A, Wetter M. “The energy supply security pyramid: A quantitative framework for planning and policy making” - 2025. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.112407>

5. Disponible en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2025.pdf>

6. Wang, K., Zhao S., Wang, Z. “Global liquefied natural gas market development and future outlook” - 2025. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352854025000713>

En este sentido, dado el rol del sector energético como motor estratégico del desarrollo económico en Colombia, es fundamental reactivar como política pública el esquema de Proyectos de Interés Nacional y Estratégicos (PINES), puesto que es imperativo concretar el desarrollo y puesta en operación de proyectos que contribuyan a la confiabilidad y el suministro continuo.

En el contexto anterior, la confiabilidad del sistema eléctrico exige una combinación equilibrada de tecnologías capaces de ofrecer flexibilidad y respaldo frente a la creciente penetración de fuentes renovables intermitentes.

La expansión de mecanismos de respuesta de la demanda; la inserción de servicios complementarios para abordar el problema de ‘congestión de la red’ y la revisión del esquema de asignación de nueva capacidad de transporte en el SIN, son elementos clave para asegurar una expansión ordenada en el sistema, así como la estabilidad de la red eléctrica.

Adicionalmente, el impulso a tecnologías de bajas emisiones como la captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS); la hibridación de combustibles (carbón-biomasa, carbón-residuos, gas-hidrógeno) y la digitalización mediante medición inteligente, permitirán avanzar hacia metas climáticas sin comprometer la seguridad energética, en el marco de las estrategias de cambio climático del país.

Por su parte, la transformación del Mercado de Energía Mayorista (MEM) constituye otro componente esencial de la política energética. La implementación de ajustes regulatorios orientados a ofrecer productos con mayor eficiencia y liquidez en el mercado de energía, incluyendo despacho vinculante, sesiones intradiarias y mercados de balance, favorecerán un sistema más adaptable a la variabilidad tecnológica y climática.



Además, el desarrollo regulatorio de mercados de servicios complementarios también contribuirá a optimizar señales económicas y a facilitar la integración de nuevos modelos de negocio en la red eléctrica, como es el caso de sistemas de almacenamiento de energía, con una participación activa de los consumidores en la gestión y eficiencia energética.

## Reflexión final

La seguridad energética debe consolidarse como principio rector de la política pública en Colombia durante los próximos años. Más que una meta aislada, representa la condición necesaria para una transición energética exitosa, sostenible y socialmente viable.

Los principales retos de la política energética demandan una visión integral de los hacedores de política y regulación para los próximos años, que combine planeación técnica, coordinación institucional, construcción de soluciones efectivas que contribuyan al abastecimiento de energía.

Solo así será posible construir un sistema energético resiliente, que no dependa exclusivamente de factores climáticos o ciclos políticos, sino de una estrategia de largo plazo basada en confianza, inversión y realismo técnico. ▲

\* Edwin Cruz Caballero: Ingeniero Industrial de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Magister en Regulación de la Universidad de Los Andes; Magister en Finanzas Corporativas del Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA), actualmente se desempeña como Vicepresidente de la Asociación Nacional de Empresas Generadoras (ANDEG).

# REGIOTRAM, UNA SOLUCIÓN DE MOVILIDAD PARA CUNDINAMARCA

POR: ORLANDO SANTIAGO CELY Y MARTHA ROCÍO CALDAS NIÑO\*

**E**s bien sabido que las personas que diariamente se desplazan desde los municipios vecinos hacia Bogotá, gastan entre cuatro y seis horas al día en sus trayectos.

Las vías de acceso a la capital presentan altos niveles de congestión que difícilmente disminuirán si no se construye infraestructura que incremente su capacidad o que permita canalizar y movilizar una proporción significativa de los viajes que actualmente se realizan por estas rutas.

Así un Tren de Cercanías para la Bogotá-Región, surge como una solución a los problemas de movilidad, y al mismo tiempo, contribuye a incrementar la competitividad del departamento al mejorar la conectividad al interior de Cundinamarca.

Este proyecto, conocido como RegioTram, aprovecha los corredores férreos existentes que atraviesan zonas urbanas y conectan a Bogotá con los municipios de la Región. Sobre esta red férrea se realizarán más de 320 mil viajes diarios, una vez entren en operación los dos corredores, Occidente y Norte, que suman cerca de 90 kilómetros.

La Gobernación de Cundinamarca, ha impulsado el Tren de Cercanías desde sus inicios y junto con el Gobierno Nacional están trabajando de manera articulada para hacer realidad este proyecto.

El corredor de Occidente, que conecta los municipios de Facatativá, Madrid, Mosquera y Funza con Bogotá, fue declarado de importancia estratégica mediante el Conpes 3902 en octubre de 2017, mismo año en el que se suscribió el convenio de cofinanciación que representa el compromiso en aportes de la Nación por \$2.13 billones y del departamento por \$818 mil millones, en pesos corrientes.



Como encargada de la ejecución del proyecto se designó a la Empresa Férrea Regional (EFR), entidad perteneciente a la Gobernación y para ello, en el año 2020 suscribió un contrato con la Concesionaria Férrea de Occidente (CFRO) y su respectiva interventoría. A través de estos contratos, se realiza y supervisa respectivamente la ejecución de los diseños de detalle y también de las obras.

El corredor occidente tiene una longitud de 39.6 km; se construirán 17 estaciones y dos patios talleres. Inicialmente se priorizó la intervención de adecuación de un patio taller existente, localizado dentro de Bogotá en el sitio conocido como PK5 en la localidad de Puente Aranda, teniendo en cuenta que para poder liberar el corredor e iniciar las obras, se debía garantizar la infraestructura para el mantenimiento del material rodante que hoy está a cargo de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y que opera sobre el corredor Bogotá - Belencito.

Hoy, este patio se encuentra 100% terminado y eso permitió que en el año 2023 se iniciaran las obras del Patio-Taller El Corzo infraestructura definitiva de RegioTram, localizado en el municipio de Facatativá.

En este patio se construyen el taller principal; las zonas de lavado y parqueo; el almacén y el edificio administrativo que incluye el Puesto de Mando y Control del tren (PMC); el avance actual de las obras del patio es del 40,63%. De otra parte, el 9 de junio de 2025 iniciaron las obras de construcción sobre el corredor principal y que a la fecha ya cuentan con un avance del 12,61%.

Allí se adelantan obras de desmonte de la vía férrea existente; movimientos de tierras; mejoramientos de la subrasante; traslado de redes; pilotaje de puentes férreos y cimentación de dos de las estaciones de pasajeros, entre otras. El avance general del proyecto, incorporando la construcción de los talleres y las actividades de gestión e inversión predial es del 33,95%.

Es preciso mencionar que el consocio CFRO está conformado por una empresa 100% china por lo que, para la ejecución de las obras, se utiliza tecnología de punta en equipos y fabricación de materiales que no se manejaba en el país.

**“ Sobre esta red férrea se realizarán más de 320 mil viajes diarios, una vez entren en operación los dos corredores, Occidente y Norte, que suman cerca de 90 kilómetros. ”**

Actualmente, se cuenta con una planta de producción de concreto con capacidad para fabricar 90 m<sup>3</sup>/hora, así como una línea de producción de traviesas de concreto que puede alcanzar hasta 500 unidades al día. Esta infraestructura fue implementada, considerando que el proyecto requerirá en total cerca de 141 mil traviesas.

Adicionalmente, los rieles serán soldados mediante una máquina de soldadura electrostática que se desplaza a lo largo de la vía férrea. Su funcionamiento consiste en alinear los extremos de los rieles y, una vez que el metal alcanza la temperatura adecuada (en-



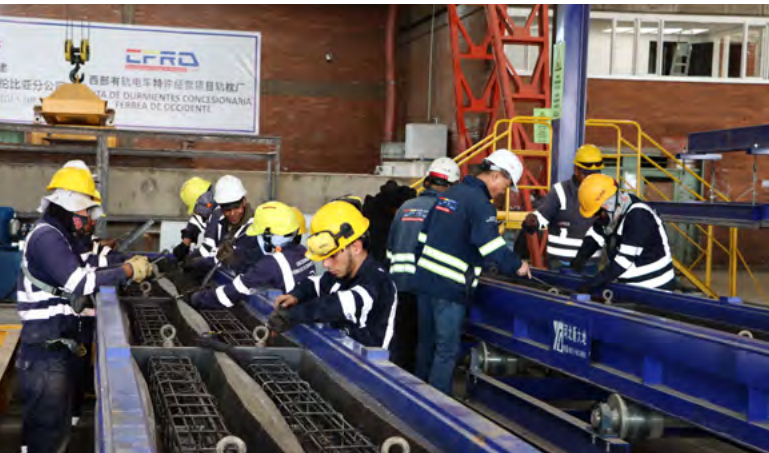
Patio Taller El Corzo

tre 1.200 y 1.500 °C), se unen mediante la aplicación de presión hidráulica. Este proceso es completamente automatizado, lo que permite alcanzar una alta productividad en las labores de soldadura.

El material rodante está siendo fabricado por la compañía Changchun Colombia Railway Vehicles S.A.S. y CRRC Hong Kong Sucursal Colombia (CRRC), considerada la mayor productora de material rodante ferroviario del mundo. El tren será 100% eléctrico de última generación, con lo cual se estima alcanzar una reducción de emisiones de 60.000 Ton CO<sub>2</sub>/año.

Aunque el consorcio constructor es de origen chino, el equipo de Ingeniería de diseño ha sido fortalecido con especialistas colombianos y una parte significativa de los diseños ha sido desarrollada por firmas nacionales, lo cual ha permitido transferir conocimiento y fortalecer las capacidades técnicas locales.

En este contexto, el Laboratorio de la Pontificia Universidad Javeriana obtuvo la acreditación por parte del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) para la realización de ensayos de validación de traviesas monobloque pretensadas, conforme a lo establecido en la serie de normas UNE-EN-13230:2016 Aplicaciones ferroviarias – Vía – Traviesas y soportes de hormigón, convirtiéndose en el único laboratorio acreditado en Colombia para este tipo de ensayos y en uno de los pocos existentes en Latinoamérica.



Línea de producción de traviesas

De otra parte, gracias al crecimiento de frentes de trabajo, se está generando empleo y capacitando mano de obra calificada y no calificada que no sólo participará durante la ejecución de las obras, sino que también será formada para atender las actividades durante las etapas de operación y mantenimiento. Hoy en el proyecto trabajan alrededor de 1.000 personas y se espera que, para finales del presente año, el proyecto cuente con alrededor de 4.000 trabajadores.

Como aspecto a resaltar, al tratarse del primer tren de cercanías en construcción en el país, con la gestión del desarrollo del proyecto se ha abierto el camino para facilitar la ejecución de otros proyectos tales como RegioTram del Norte (Tren de Zipaquirá) y el Tren del Valle del Cauca.

Particularmente, los temas ambientales; de afectaciones a Bienes de Interés Cultural de Orden Nacional (BICNAL); relacionamiento con las entidades que hoy tienen a su cargo los corredores, entre otros, están siendo resueltos para que en los nuevos proyectos se disminuya el tiempo en la gestión ante las autoridades competentes.

En materia de gestiones ambientales, vale la pena mencionar que RegioTram de Occidente fue estructurado bajo el marco de un licenciamiento ambiental. En este sentido, el concesionario radicó en 2022 ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) la solicitud de trámite de licencia ambiental, proceso que fue archivado nueve meses después.

Posteriormente, CFRO inició un nuevo proceso de licenciamiento que fue archivado, luego de la expedición del Decreto 510 de 2024, mediante el cual se incorpora como actividad de mejoramiento la: *“adecuación de la infraestructura del corredor férreo para que operen trenes propulsados con electricidad, hidrógeno, electromagnetismo o cualquier otro medio de baja emisión de gases de efecto invernadero o no derivados de la combustión interna de combustibles fósiles, así como su ampliación para la conexión e integración a otros sistemas de transporte dentro del perímetro urbano”*.

No obstante, es importante aclarar que el proyecto continúa con rigor la implementación de las medidas necesarias para mitigar el impacto ambiental que pueda generarse con la ejecución de las obras.

El control ambiental se realiza a través del Plan de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA) elaborado por el concesionario y no objetado por la interventoría y en este documento se consideran los impactos ambientales y sociales que pueden generarse durante la construcción, así como las medidas para evitarlos y mitigarlos.

En cuanto a los BICNAL es claro, que reactivar los corredores férreos existentes, es recuperar una historia que ya no hace parte del imaginario colectivo de las nuevas generaciones, muy pocos recuerdan el paso de los trenes que en el pasado era el modo de transporte que permitía a los habitantes de los municipios de Cundinamarca y de otras regiones acceder a la capital y volver a utilizar estos corredores no sólo es mejorar las condiciones de movilidad en la región sino también recuperar el patrimonio intrínseco del modo férreo en Colombia.

El convenio de cofinanciación para el corredor Occidente, no permite la intervención y recuperación de las antiguas estaciones férreas, situación que ha dificultado el trámite de permisos de intervención sobre el corredor férreo ante el Ministerio de las Culturas, las Artes y los Saberes, lo cual ha requerido la implementación de estrategias entre las entidades del go-

bierno nacional y territorial para establecer una Hoja de Ruta que permita a futuro integrar los BICNAL al corredor.

Para los nuevos trenes de cercanías, los BICNAL harán parte del proyecto desde la etapa de estructuración, situación que facilitará los trámites de permisos de intervención ante el Ministerio. De igual forma, se han creado sinergias con la ANI y el INVIAS para establecer los protocolos de entrega y recibo del corredor y para las actividades legales y técnicas requeridas para la ejecución de las obras.

“ *El corredor de Occidente, que conecta Facatativá, Madrid, Mosquera y Funza con Bogotá, fue declarado de importancia estratégica mediante Conpes 3902 en 2017.* ”

En materia de relacionamiento con la comunidad, y de forma paralela al avance de las obras, la EFR cuenta con una estrategia integral de apropiación social del proyecto, orientada a la promoción de hábitos positivos de cultura ciudadana y movilidad segura, denominada *Cultura Regio*.

Esta estrategia aplica diversas metodologías articuladas en torno a cinco ejes de gestión: educativo; ambiental; comunitario; cultural y comunicacional. A la fecha, estas acciones han vinculado en dos años, a cerca de 24 mil participantes del área de influencia.

Dando continuidad al plan de implementación de trenes de cercanías, a futuro el proyecto RegioTram iniciará la ejecución sobre el corredor Norte - Tren de Zipaquirá, línea que completa la red de tren de cercanías de Cundinamarca. Este es un sistema de transporte



público de pasajeros regional, que busca integrar el Distrito Capital con los municipios de Chía, Cajicá y Zipaquirá.

Será un corredor con una longitud aproximada de 49 Km que operará con un sistema 100% eléctrico y se integrará con el Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá (SITP) y RegioTram de Occidente.

Para ello, a través de los Conpes 4171 y 4172 en octubre de 2025 se declaró la importancia estratégica del corredor, y en noviembre de 2025 se suscribió el convenio de cofinanciación entre la Nación y la Gobernación por valor de \$15.4 billones en pesos constantes de 2024. A la fecha, la EFR se encuentra estructurando los contratos para la licitación de la construcción del Proyecto.

Con la operación de ambos corredores se espera lograr una reducción del tiempo de viaje de una persona a menos de una (1) hora por trayecto en promedio, conectando a los municipios vecinos con Bogotá de manera eficiente y segura, además de los grandes beneficios ambientales al utilizar energías limpias, descarbonizando el transporte público regional.

El corredor occidente se espera inicie una primera fase de operación a finales del 2027 (26 km) completando su operación total en el 2029 (40 km), y por otra parte el corredor Norte se espera en el 2034 haciendo que, en el mediano plazo, se logren consolidar los beneficios, movilizandolos a más de 320 mil pasajeros al día. ▲▲

\*Orlando Santiago Cely, Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Colombia, Gerente Empresa Férrea Regional (EFR); Martha Rocío Caldas Niño, Magister Ingeniería Civil, Universidad de los Andes, Directora Técnica de la Empresa Férrea Regional (EFR).

# CONECTIVIDAD QUE EVOLUCIONA: ESPECTRO, 5G Y NUEVAS ARQUITECTURAS PARA CERRAR BRECHAS DIGITALES

POR: SERGIO SOTOMAYOR RODRÍGUEZ\*

Colombia atraviesa un momento decisivo en la evolución de su infraestructura digital. La expansión de las redes 5G; la irrupción de arquitecturas satelitales y la necesidad de llevar conectividad significativa a todo el territorio, exigen una gestión del espectro cada vez más estratégica, técnica y anticipatoria.

En este contexto, el papel del Estado no se limita a asignar frecuencias: consiste en garantizar que cada decisión contribuya a cerrar brechas; promover innovación y fortalecer la competitividad del país. El despliegue de la tecnología 5G representa uno de los avances más visibles de esta transformación.

Al cierre del cuarto trimestre de 2025, Colombia registra 3.063 estaciones base habilitadas para servicios 5G, desplegadas en 184 municipios. Este despliegue, realizado principalmente por Claro y la red compartida Tigo-Movistar, ha superado ampliamente las metas definidas en las obligaciones de hacer derivadas de la asignación de espectro, especialmente en las capitales departamentales donde se estableció como umbral mínimo la presencia de infraestructura en al menos el 50% de ellas.

Más allá del cumplimiento de obligaciones, estas cifras evidencian una señal positiva para el ecosistema digital: el país está consolidando las bases para una conectividad de alta capacidad que habilitará aplicaciones industriales, ciudades inteligentes, automatización productiva y nuevos modelos de prestación de servicios.



Sergio Sotomayor Rodríguez  
Director General. Agencia Nacional del Espectro (ANE).

El reto que sigue no es únicamente expandir la infraestructura, sino garantizar que esta evolución tecnológica llegue de manera progresiva a más territorios y genere beneficios tangibles para el desarrollo económico y social.

Sin embargo, la conectividad del futuro no dependerá únicamente de redes terrestres. El mundo avanza hacia modelos híbridos que integran infraestructura móvil tradicional con plataformas no terrestres y Colombia se prepara para ese escenario.

En este frente, la Agencia Nacional del Espectro (ANE) ha decidido anticiparse a la evolución tecnológica del Direct-to-Device con componente satelital, una solución que permitirá ampliar cobertura utilizando teléfonos inteligentes convencionales y complementar, no sustituir, las redes móviles existentes.

Con ese propósito, la ANE desarrolló un estudio de investigación en alianza con la Universidad Icesi, el cual analizó la convivencia entre redes móviles terrestres y sistemas satelitales bajo el enfoque DC-MSS-IMT adoptado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Este trabajo permitió diferenciar conceptos clave; comprender métricas de desempeño y aterrizar los parámetros técnicos que están redefiniendo el ecosistema global de conectividad satelital.

*“Direct-to-Device con componente satelital, permitirá ampliar cobertura utilizando teléfonos inteligentes convencionales y complementar las redes móviles existentes”*

El análisis incluyó simulaciones técnicas; pruebas controladas y mediciones en cámara anecoica realizadas en la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ), que permitieron evaluar escenarios reales de interferencia entre estaciones base terrestres y haces satelitales. Los resultados fueron claros: la operación co-canal exige condiciones estrictas de coordinación, mientras que la operación en canales adyacentes presenta una degradación prácticamente imperceptible. Esta evidencia permite avanzar hacia reglas proporcionales que protejan los servicios existentes y, al mismo tiempo, habiliten la innovación.

Mirando hacia adelante, la ANE incorporó en su Agenda Regulatoria 2026-2027 un proyecto integral para analizar la viabilidad técnica, económica y regulatoria



del uso del espectro en soluciones Direct-to-Device con componente de Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) satelital.

Este proceso incluirá la identificación de bandas potenciales; análisis de modelos de acceso al espectro; posibles esquemas de contraprestación económica y espacios de articulación con la industria y el sector público, fortaleciendo además la posición de Colombia en los trabajos preparatorios de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2027 (CMR-27).

Pero anticipar en el futuro del espectro no implica únicamente reaccionar a las nuevas tecnologías, exige planificar su disponibilidad con visión estructural. El crecimiento sostenido del tráfico de datos móviles y la diversificación de servicios sobre redes de banda ancha, plantean desafíos cada vez mayores para la gestión del espectro destinado a Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT).

En respuesta, la ANE avanza en la construcción de una Hoja de Ruta del espectro IMT como ejercicio técnico de planificación, que sistematiza las acciones necesarias para viabilizar futuros procesos de otorgamiento liderados por el Ministerio TIC.

Este instrumento contemplará un modelo de estimación y proyección de demanda espectral, que tendrá

en cuenta variables como el crecimiento del tráfico de datos; la evolución del número de usuarios; la eficiencia tecnológica; los requerimientos de calidad de servicio y las condiciones del mercado.

**“Al cierre del cuarto trimestre de 2025, Colombia registra 3.063 estaciones base habilitadas para servicios 5G, desplegadas en 184 municipios.”**

Con base en este análisis, será posible identificar bandas potenciales, estimar ventanas temporales para su disponibilidad y evaluar condiciones de coexistencia con otros servicios, en armonía con las tendencias internacionales de uso del espectro.

La Hoja de Ruta será un documento público y transparente, cuya publicación está prevista para comentarios en el tercer trimestre de 2026 y permitirá incorporar las perspectivas de operadores, academia, industria y sociedad civil, fortaleciendo su robustez técnica antes de su versión final.

La participación del sector de Ingeniería será fundamental, para asegurar que la planificación del espectro responda tanto a las necesidades actuales de conectividad, como a los requerimientos futuros de aplicaciones industriales, servicios críticos y nuevos modelos de innovación digital.

Esta visión de largo plazo se complementa con decisiones orientadas a optimizar el uso del espectro en el presente. Entre ellas, la actualización del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencia (CNA-BF), mediante la flexibilización del uso de la banda de 900 MHz, una medida que armoniza la planificación

nacional con el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) internacional y abre nuevas oportunidades para el desarrollo de servicios de conectividad regional, comunitaria y rural.

Las características técnicas de propagación de esta banda la convierten en un recurso estratégico para ampliar cobertura en zonas de difícil acceso, reducir la brecha digital y facilitar modelos innovadores de acceso a Internet. Así, el país avanza no solo en la incorporación de nuevas tecnologías, sino en la consolidación de un marco de gestión del espectro más flexible, inclusivo y orientado al interés público.

La transformación digital exige una combinación de inversión, regulación inteligente y anticipación tecnológica. Desde la ANE trabajamos para que Colombia no solo adopte las nuevas tecnologías, sino que lo haga con bases técnicas sólidas, sostenibilidad del ecosistema y una mirada de largo plazo que garantice conectividad significativa para todos.

Porque gestionar el espectro no es solo administrar frecuencias: es construir las condiciones para que el país conecte con sus territorios y con su futuro. ▲▲



\*Sergio Sotomayor Rodríguez. Ingeniero Electrónico con Especialización en Sistemas Gerenciales de Ingeniería; Magíster en Innovación y actualmente se desempeña como Director General de la Agencia Nacional del Espectro (ANE).

# ACIEM DA UN PASO SIGNIFICATIVO EN LA EDUCACIÓN INGENIERIL

POR: CLARA CARRILLO FERNÁNDEZ (PHD)\*

**E**n medio de las incesantes tensiones éticas, políticas, jurídicas, culturales y ambientales, la sostenibilidad de un espacio de formación para el ejercicio responsable e íntegro de ciudadanía se muestra crucial.

Consecuente con esta exigencia, la Universidad Nacional de Colombia, creó la *Cátedra Colombiana Ciudadanía, Integridad y Lucha contra la Corrupción*, una propuesta pedagógica permanente, virtual, interdisciplinaria, interinstitucional, intersectorial e internacional, cuyo objetivo ha sido la de generar sinergias que permitan el análisis, prevención, visibilización y disminución de la corrupción, problema que afecta gravemente a Colombia, Latinoamérica y el mundo.

La Asociación Colombiana de Ingenieros- ACIEM, a través de su Comisión de Ética, ha sido, en conjunto con otras entidades del sector público, académico y gremial, un aliado estratégico para aportar su conocimiento, experiencia y recomendaciones sobre las buenas prácticas de la ética en la Ingeniería y en la sociedad.

Esta Cátedra cumple su undécima versión en el primer semestre de 2026 y ha sido concebida como un espacio de formación virtual, permanente y abierto a estudiantes, funcionarios públicos y ciudadanos, *“en el que se articulan actores del Estado y del sector privado, organizaciones ciudadanas y academia, con el fin de adelantar debates propositivos desde diversas perspectivas, visibilizar procesos y logros institucionales y ciudadanos, y redimensionar aspectos relacionados con la ciudadanía, la integridad y la corrupción en todos los escenarios de la vida”*.

ACIEM ha participado y contribuido, de manera significativa, al proceso transformador que representa la



Cátedra, cuya capacidad de impactar semestralmente a más de mil estudiantes, siendo merecedora a un notable reconocimiento en la región Latinoamericana.

## La semilla

En el segundo semestre de 2021, ACIEM incorporó una tutoría a su participación en la Cátedra, además de su intervención permanente en los paneles con expertos nacionales e internacionales.

Desde entonces, este espacio virtual cuenta con un promedio de 65 estudiantes por semestre, provenientes de una amplia variedad de programas de la Universidad Nacional de Colombia y de las nueve sedes regionales del país entre ellos Ingeniería, Ciencias Sociales y Humanas, Ciencias Naturales y exactas, Artes y Ciencias Económicas, quienes participan activamente.

El acceso a la tutoría por parte de funcionarios públicos, profesionales y ciudadanos, además de los estudiantes universitarios ha permitido, por tanto, la configuración de un grupo diverso en aspectos culturales, ideológicos, étnicos, de género, socioeconómicos, físicos, geográficos y de trayectoria.

En consecuencia, el propósito de aprovechar críticamente esta pluralidad está estrechamente ligado a la intencionalidad pedagógica de la tutoría asignada a ACIEM. Veamos cómo este es el caso.

Ajena a toda estructura dogmática esencialista, la sabiduría práctica (Φρόνησις) que van desarrollando los participantes durante la tutoría, emerge del intento por conferir en común un sentido a la ética tanto como al ejercicio responsable de una ciudadanía integral.

Concebido dicho intento de tan peculiar manera, el pensamiento crítico, la sensibilidad, la imaginación, la creatividad, la curiosidad y algunas emociones suscitan en los estudiantes de la tutoría, un interés genuino por promover acciones para el bien común, el autocuidado y el cuidado mutuo. Además, generan una motivación capaz de influir positivamente en el discernimiento de sus acciones individuales y colectivas, lo cual es fundamental para una ciudadanía activa, íntegra e integral.

Ello entraña la visualización de modos de inserción de la persona en las configuraciones relacionales de la sociedad, basadas en el respeto mutuo. La valoración de las diferencias y el compromiso con las responsabilidades comunes.

En este sentido, es importante destacar que los aportes de los estudiantes, a partir de sus experiencias y realidades particulares, permiten identificar responsabilidades comunes que trascienden tanto una visión positivista como una perspectiva relativista de la ética ciudadana.

Por ende, lo anterior constituye una nueva comprensión del sentido de la ética, vinculada con el fomento del bien común y la promoción del interés general, a través de las actitudes, palabras y acciones emprendidas en el día a día.

Ciertamente, los participantes de la tutoría alcanzan el reconocimiento que cada ser humano tiene necesidades, circunstancias, talentos e intereses distintos.

Semejante logro los motiva eventualmente a participar en las dinámicas socioculturales, políticas, econó-



micas y ambientales de las comunidades, buscando mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. Mejoramiento indesligable del acceso equitativo a oportunidades y a recursos sobre la base tanto de la redistribución, como del reconocimiento de identidades en favor de la inclusión.

Conviene agregar que el material pedagógico, tanto audiovisual como escrito, producido cada semestre por los participantes de la tutoría asignada a ACIEM, destaca una exigencia ética como piedra angular para un desarrollo global sostenible y sustentable. A saber, que todo ser humano sea tratado con dignidad, respeto y consideración, respetando a la vez, la naturaleza viva que a todos nos acoge.

De esta manera, ACIEM ofrece una experiencia inmersiva que integra reflexión y acción como elementos centrales para avanzar en la concreción de una ética contraria a toda indiferencia. Bien sabemos que no tenemos a un mundo dado en sí mismo, sino a uno fenoménico e inconcluso, hecho de relaciones y de cosas, capaz de aparecer a cada uno de nosotros.

Por consiguiente, descubrir que el mundo no va a cambiar si no cambia el modo cómo lo veo y la manera cómo interactúo con él, es una experiencia éticamente significativa.

Vale la pena destacar la forma como ACIEM ha respaldado esta iniciativa de la academia, aportando un paso significativo en la educación Ingenieril para lograr que las nuevas generaciones de profesionales de diversas disciplinas apliquen los principios éticos de la Veracidad, Integridad, Precisión y Responsabilidad en cada uno de los aspectos de su vida personal, familiar y profesional y/o empresarial para lograr una mejor sociedad colombiana en las próximas décadas. ▲▲

\*Clara Carrillo Fernández. Psicóloga, Universidad de Los Andes; Filósofa, Universidad Nacional de Colombia; Doctora Cum Laude en Filosofía Ética y Política. Fulbright Scholar e integrante de la Comisión de Ética de la Asociación Colombiana de Ingenieros (ACIEM).

¡Posiciona tu **Marca Empresarial**  
con la Revista de la Ingeniería!



Asociación  
Colombiana  
de Ingenieros

Distribución digital a más de **46.000 Profesionales,**  
**Directivos, Gerentes y Líderes del país**



**Alcance nacional  
e internacional**



**Audiencia  
especializada**



**Visibilidad  
empresarial**

Consulta el **Tarifario Publicitario 2026** y destaca tus  
productos y servicios con los actores claves de la industria

**Conoce precios y opciones**



320 563 31 86 - 311 491 24 70 | portal@aciem.net | aciem@aciem.org.co

SÍGUENOS EN:





**Consejo Profesional Nacional de Ingenierías  
Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines**

# La Matrícula Profesional:

Requisito para ejercer la Ingeniería

## Ley 51 de 1986



**Calle 70 No. 9 - 10**

**[www.consejoprofesional.org.co](http://www.consejoprofesional.org.co) • [info@consejoprofesional.org.co](mailto:info@consejoprofesional.org.co)**