

	Contenidos Programáticos de Posgrados	Código	FGA -148 v.00
		Página	1 de 1

DATOS DEL PROGRAMA Y DEL CURSO

FACULTAD	Facultad de Ingenierías y Arquitectura
----------	--

NOMBRE DEL PROGRAMA	Maestría en Controles Industriales
---------------------	------------------------------------

NOMBRE DEL CURSO	Electiva III (Gestión energética)	CÓDIGO DEL CURSO	571413	CRÉDITOS DEL CURSO	3
------------------	--------------------------------------	------------------	--------	--------------------	---

UBICACIÓN SEMESTRAL	III (Tercero)
---------------------	---------------

COMPONENTE	NÚMERO DE HORAS CONTACTO DIRECTO	30	HORAS DE TRABAJO INDIRECTO	66
COMPONENTE CONCEPTUAL DEL CURSO (Debe describir los aspectos del componente que se desarrollan en el curso dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje del programa de posgrado para el logro de los objetivos)	Enfoque transversal de gestión energética, automatización, sostenibilidad ambiental e inteligencia artificial responsable. El curso desarrolla competencias para diagnosticar, planificar, implementar, controlar y evaluar sistemas de gestión de la energía en organizaciones industriales y de servicios. Integra la mejora del desempeño energético con la adquisición y análisis de datos, la automatización, la evaluación económica, la reducción de impactos ambientales, la mejora continua y el uso crítico de herramientas de IA. Tema 1: Fundamentos de gestión energética y sostenibilidad. Eficiencia, uso y consumo de energía; desempeño energético; transición energética; relación entre consumo, costos, emisiones y productividad; estructura de un sistema de gestión de la energía y ciclo de mejora continua. Tema 2: Diagnóstico y planificación energética. Alcance y límites; inventario de fuentes y usos; balances y diagramas de flujo; revisión energética; usos significativos; variables relevantes; oportunidades de mejora; calidad, trazabilidad y tratamiento de datos. Tema 3: Indicadores, líneas base y objetivos energéticos. Diseño y normalización de indicadores de desempeño energético; establecimiento y ajuste de líneas base; metas, objetivos y planes de acción; priorización técnica, económica, ambiental y operativa. Tema 4: Implementación y control con ISO 50001. Política energética; roles; competencia y comunicación; control operacional; diseño y compras con criterios energéticos; documentación; integración con sensores, medidores, PLC, SCADA, IoT, bases de datos y tableros de gestión. Tema 5: Evaluación del desempeño, medición y verificación. Seguimiento de consumos; métodos de medición y verificación; modelos de referencia; análisis de desviaciones e incertidumbre; auditoría interna; acciones correctivas; revisión por la dirección y mejora continua. Tema 6: Herramientas de inteligencia artificial para la gestión energética y el aprendizaje. Uso de IA generativa y analítica para explorar conceptos, organizar y visualizar datos, detectar anomalías, formular escenarios, apoyar pronósticos, generar código, construir tableros y recibir retroalimentación formativa. Verificación de resultados con cálculos, simulaciones, normas y literatura científica; trazabilidad de instrucciones y resultados; protección de datos, propiedad intelectual, sesgos y responsabilidad humana. Tema 7: Evaluación de proyectos y sostenibilidad. Estimación de ahorros; costos del ciclo de vida; periodo de retorno, valor presente neto y sensibilidad; impactos sobre emisiones, agua, materiales y residuos; riesgos, resiliencia y descarbonización. Tema 8: Proyecto integrador de gestión energética. Propuesta aplicada a un proceso industrial o de servicios que incluya diagnóstico, revisión energética, indicadores, línea base, arquitectura de medición y control, evaluación de alternativas, uso documentado y validado de IA, plan de implementación y verificación de resultados.			

COMPONENTE	NÚMERO DE HORAS CONTACTO DIRECTO	10	HORAS DE TRABAJO INDIRECTO	22
COMPONENTE PROCEDIMENTAL (habilidades y destrezas a desarrollar en el estudiante de posgrado)	• Caracterizar el contexto productivo, el alcance y los límites de un sistema de gestión de la energía. • Construir balances energéticos e identificar los usos significativos de la energía. • Depurar, organizar, visualizar y analizar datos de consumo, producción y variables relevantes. • Establecer indicadores de desempeño energético y líneas base normalizadas. • Formular objetivos, metas y planes de acción coherentes con la política energética. • Diseñar planes de medición y arquitecturas de adquisición de datos con medidores, sensores, PLC, SCADA e IoT. • Proponer controles operacionales y estrategias automáticas para reducir consumos y demanda sin afectar calidad, seguridad o productividad. • Utilizar herramientas de IA para apoyar el análisis exploratorio, la detección de patrones y anomalías, la generación de escenarios, la programación y la retroalimentación del proyecto. • Validar los resultados generados con IA mediante cálculos, simulaciones, normas técnicas, literatura científica y criterio de ingeniería. • Documentar la herramienta, las instrucciones empleadas, los resultados obtenidos, las modificaciones realizadas y las limitaciones identificadas. • Estimar y verificar ahorros mediante modelos estadísticos, simulación y análisis de escenarios. • Evaluar la factibilidad técnica, económica y ambiental de proyectos de mejora energética. • Elaborar tableros de indicadores, informes técnicos y un plan de implementación y seguimiento.			

COMPONENTE	NÚMERO DE HORAS CONTACTO DIRECTO	5	HORAS DE TRABAJO INDIRECTO	11
COMPONENTE ACTITUDINAL (Aspectos que se requieren desarrollar en el estudiante de posgrado)	• Actúa con ética, responsabilidad ambiental y transparencia en el tratamiento y comunicación de datos energéticos. • Utiliza herramientas de IA de forma crítica, responsable y transparente, reconociendo la autoría y la responsabilidad humana sobre los resultados. • Protege la confidencialidad de la información industrial y evita ingresar datos sensibles en plataformas no autorizadas. • Identifica posibles errores, sesgos, alucinaciones y limitaciones de los sistemas de IA. • Valora la seguridad, el cumplimiento normativo y la continuidad operacional en la formulación de mejoras. • Promueve una cultura organizacional de uso racional de la energía y mejora continua. • Trabaja de forma autónoma y colaborativa, integrando perspectivas técnicas, económicas, ambientales y humanas. • Sustenta decisiones con evidencia verificable y comunica resultados con claridad a públicos técnicos y directivos.			

	Contenidos Programáticos de Posgrados	Código	FGA -148 v.00
		Página	1 de 1

COMPETENCIAS A DESARROLLAR (INVESTIGATIVA)
• Analizar integralmente el desempeño energético de procesos industriales y de servicios mediante criterios técnicos, económicos, ambientales y de control. • Aplicar los principios y requisitos de ISO 50001 para estructurar, implementar y mejorar un sistema de gestión de la energía. • Diseñar revisiones energéticas, indicadores y líneas base sustentadas en datos confiables y variables relevantes. • Integrar instrumentación, automatización, sistemas de supervisión e IoT para el seguimiento y control del desempeño energético. • Utilizar responsablemente herramientas de IA para analizar datos, generar escenarios, apoyar la modelación y fortalecer la toma de decisiones. • Verificar y validar los productos de IA mediante fundamentos científicos, normas técnicas, simulaciones y criterio de ingeniería. • Formular y evaluar proyectos de ahorro y eficiencia energética mediante métodos de medición, verificación y análisis financiero. • Estimar beneficios ambientales asociados con la reducción de consumos, demanda, emisiones y uso de recursos. • Investigar, modelar y comunicar soluciones de gestión energética con rigor, trazabilidad, pensamiento crítico y responsabilidad ética. La presente asignatura aporta al, RAP1. Aplica conocimientos de matemáticas, ciencias e ingenierías en la solución de problemas complejos en las áreas de sistemas de control automático y afines.

AGENDA DE TRABAJO
Sesión 1 (15 h): Fundamentos, diagnóstico, IA responsable y formulación del proyecto • Fundamentos de gestión energética, sostenibilidad, desempeño energético, ciclo de mejora continua e introducción al uso responsable de IA (4 h). • Revisión energética: alcance, fuentes, usos, balances, usos significativos, variables relevantes y calidad de datos; análisis exploratorio asistido por IA (5 h). • Proyecto integrador - Fase 1 (6 h): selección del caso; definición del problema, alcance y límites; caracterización del proceso; inventario energético; línea base preliminar; plan de adquisición de datos y declaración inicial del uso de IA. Sesión 2 (15 h): Planificación, ISO 50001, análisis con IA y diseño del proyecto • Indicadores, líneas base normalizadas, objetivos, metas, planes de acción y priorización; apoyo de IA para visualización, detección de patrones y generación de escenarios (4 h). • Implementación y control: política, responsabilidades, control operacional, medición, automatización, SCADA, IoT y gobernanza de datos (2 h). • Proyecto integrador - Fase 2 (9 h): revisión energética completa; indicadores y línea base; análisis de alternativas; arquitectura de medición y control; uso de IA para apoyar análisis, código o documentación; validación técnica de los resultados. Sesión 3 (15 h): Verificación, sostenibilidad, comunicación y sustentación • Medición y verificación de ahorros, análisis de desviaciones, incertidumbre, auditoría y mejora continua; evaluación crítica de resultados asistidos por IA (4 h). • Evaluación económica, ambiental y de descarbonización; riesgos, sesgos, privacidad y propiedad intelectual en el uso de IA (2 h). • Proyecto integrador - Fase 3 (9 h): modelado o simulación; estimación y verificación de ahorros; evaluación financiera y ambiental; tablero de indicadores; anexo de transparencia de IA; plan de implementación, seguimiento y sustentación final. Distribución global: 21 horas de contenidos orientadores y 24 horas de desarrollo directo del proyecto integrador (53,3 % del contacto directo).

NOTA: Puede agregar casillas si necesita.

METODOLOGÍA Y/O ACTIVIDADES EN LA PRÁCTICA PEDAGÓGICA
Descripción de las estrategias didácticas y prácticas pedagógicas a desarrollarse en el curso. (Debe evidenciarse el empleo de nuevas tecnologías de apoyo a la enseñanza y al aprendizaje) • Aprendizaje basado en proyectos aplicado a una organización, proceso industrial o caso de servicios. • Clases dialogadas y seminarios orientadores para interpretar ISO 50001, sostenibilidad, automatización e IA responsable. • Estudios de caso sobre revisión energética, indicadores, líneas base, medición y verificación de ahorros. • Talleres con conjuntos de datos reales, anonimizados o simulados de consumos, producción, variables ambientales y costos. • Laboratorios de análisis, modelado y simulación mediante hojas de cálculo, Python, MATLAB u otras herramientas equivalentes. • Uso guiado de asistentes de IA generativa para explorar conceptos, formular preguntas técnicas, generar escenarios, apoyar programación, revisar avances y preparar presentaciones. • Uso de herramientas de IA analítica para apoyar limpieza y visualización de datos, detección de anomalías, pronósticos preliminares y comparación de alternativas. • Simulación de roles profesionales con IA: auditor energético, responsable ISO 50001, gerente de producción, ingeniero de automatización y evaluador ambiental o financiero. • Verificación obligatoria de los resultados de IA mediante cálculos, simulaciones, normas y literatura científica. • Registro de la herramienta utilizada, instrucciones relevantes, resultados incorporados, modificaciones, fuentes de verificación y limitaciones. • Protección de datos industriales, uso de información anonimizada y prohibición de cargar información confidencial en herramientas no autorizadas. • Trabajo por fases, revisiones periódicas, retroalimentación docente y entre pares, y sustentación técnica final.

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE (Según Criterio y Autonomía del Docente)
Distribución sugerida, sujeta a la autonomía del docente: • Formulación del proyecto, definición del alcance y diagnóstico preliminar: 15 %. • Talleres y laboratorios de revisión energética, indicadores, línea base, medición y análisis de datos: 15 %. • Avance técnico del proyecto: oportunidades, arquitectura de medición y control, y plan de acción: 25 %. • Documento técnico final, modelo o simulación, evaluación económica y ambiental, y tablero de indicadores: 25 %. • Uso crítico, transparente y verificable de herramientas de IA: 10 %. • Sustentación oral y defensa de resultados: 10 %. Criterios de valoración del uso de IA: pertinencia de la herramienta, calidad de las instrucciones, trazabilidad, verificación independiente, protección de datos, identificación de errores o sesgos, declaración de limitaciones y responsabilidad del estudiante sobre el producto final. La IA no sustituye el razonamiento, los cálculos ni la argumentación técnica. El RAP1 se evaluará mediante el proyecto integrador, los talleres de análisis de datos y las actividades de modelado o simulación, valorando la capacidad del estudiante para formular un problema complejo de gestión energética, aplicar conocimientos matemáticos, científicos y de ingeniería, diseñar soluciones de medición, automatización o control, y validar los resultados mediante cálculos, simulaciones, normas técnicas y criterio de ingeniería. La valoración se realizará con una rúbrica que considere la formulación del problema, el análisis cuantitativo, el diseño de la solución, su validación y la sustentación técnica individual.

N°	BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
1	Fundación MAPFRE. Guía práctica para la implantación de sistemas de gestión energética. Editorial MAPFRE, 2011.
2	Carretero Peña, A. y García Sánchez, J. M. Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora. AENOR, 2015.
3	International Organization for Standardization. ISO 50001:2018. Energy management systems - Requirements with guidance for use, incluida la Enmienda 1:2024 sobre acción climática.
4	International Organization for Standardization. ISO 50006:2023. Energy management systems - Evaluating energy performance using energy performance indicators and energy baselines.
5	International Organization for Standardization. ISO 50015:2014. Energy management systems - Measurement and verification of energy performance of organizations.
6	Capehart, B. L., Turner, W. C. y Kennedy, W. J. Guide to Energy Management. Fairmont Press.
7	Thumann, A. y Younger, W. J. Handbook of Energy Audits. Fairmont Press.
8	Doty, S. y Turner, W. C. Energy Management Handbook. Fairmont Press.
9	Bunse, K. et al. Integrating energy efficiency performance in production management - gap analysis between industrial needs and scientific literature. Journal of Cleaner Production.
10	Abdelaziz, E. A., Saidur, R. y Mekhilef, S. A review on energy saving strategies in industrial sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews.

NOTA: Puede agregar casillas si necesita.

N°	BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
1	International Organization for Standardization. ISO 50100:2026. Energy management systems and energy savings - Decarbonization - Requirements with guidance for use.
2	International Organization for Standardization. ISO 14001:2015. Environmental management systems - Requirements with guidance for use.
3	Efficiency Valuation Organization. International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP).
4	World Resources Institute y World Business Council for Sustainable Development. The Greenhouse Gas Protocol: Corporate Accounting and Reporting Standard.
5	United Nations Industrial Development Organization. Energy Management System implementation guidance and industrial energy efficiency resources.
6	U.S. Department of Energy. Better Plants Program - Energy management and system assessment resources.
7	Qing-Chang Zhong y Tomas Hornik. Control of Power Inverters in Renewable Energy and Smart Grid Integration. IEEE/Wiley, 2013.
8	Manual para la transición energética. Antonio Madrid Vicente, 2019. ISBN 978-84-948919-7-7.
9	IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories and relevant assessment reports.

	Contenidos Programáticos de Posgrados	Código	FGA -148 v.00
		Página	1 de 1

N°	BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
10	Artículos científicos recientes en Scopus, Web of Science, IEEE Xplore y ScienceDirect sobre gestión energética, automatización y medición y verificación.

- 11
- UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. París, 2023.
- 12
- UNESCO. AI Competency Framework for Students. París, 2024.
- 13
- National Institute of Standards and Technology. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). 2023.
- 14
- European Commission. Ethical Guidelines on the Use of Artificial Intelligence and Data in Teaching and Learning for Educators. 2022.

NOTA: Puede agregar casillas si necesita.

N°	DIRECCIONES ELECTRÓNICAS DE APOYO AL CURSO/ BASES DE DATOS A UTILIZAR
1	https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html
2	https://www.iso.org/standard/79367.html
3	https://www.iso.org/standard/60043.html
4	https://www.iea.org/
5	https://www.unido.org/
6	https://www.energy.gov/eere/amo/better-plants
7	https://evo-world.org/
8	https://ghgprotocol.org/
9	https://www1.upme.gov.co/
10	https://www.minenergia.gov.co/
11	https://www.ideam.gov.co/
12	https://ieeexplore.ieee.org/
13	https://www.scopus.com/
14	https://www.sciencedirect.com/
15	https://www.webofscience.com/
16	https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence
17	https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework
18	https://oecd.ai/en/ai-principles

NOTA: Puede agregar casillas si necesita.
Proyectado: Contenido actualizado con enfoque de gestión energética, sostenibilidad ambiental, automatización, inteligencia artificial responsable y aprendizaje basado en proyectos.