



Inteligencia artificial y energía: una visión general de las prácticas emergentes

TÍTULO

Inteligencia artificial y energía: una visión
general de prácticas emergentes

EDITOR

CAF – banco de desarrollo de América Latina y el Caribe –

PRESIDENCIA EJECUTIVA

Sergio Díaz-Granados, Presidente Ejecutivo

VICEPRESIDENCIA CORPORATIVA DE PROGRAMACIÓN ESTRATÉGICA

Christian Asinelli, Vicepresidente

GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO

Ángel Cárdenas, Gerente

DIRECCIÓN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y SERVICIOS AL CIUDADANO

Javier Sánchez, Director

DIRECCIÓN DE ENERGÍA, GAS Y MINERÍA ESTRATÉGICA

Sandra Conde, Directora

AUTORAS

Natalia González Alarcón y Cristina Martínez Pinto, Stimson Fellows

EQUIPO CAF

Enrique Zapata, Juan Ríos, Sofía Lalinde,
Catalina Corredor y Marcelo Facchina

EQUIPO MICROSOFT

Daniel Korn, Andrés Rengifo

GESTIÓN EDITORIAL

Dirección de Comunicación Estratégica

DISEÑO GRÁFICO

holasimple.com

Este documento fue traducido del inglés con Microsoft CoPilot.

*El logotipo de Microsoft es una marca comercial registrada de Microsoft Corporation y se usa aquí con permiso. El uso del logotipo no implica ninguna afiliación o respaldo por parte de Microsoft de todo o parte de dicho contenido. Todos los derechos reservados.

© Copyright © 2025 Corporación Andina de Fomento.

Esta publicación está sujeta a la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Sin Derivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>.

Las ideas y planteamientos contenidos en esta edición son responsabilidad exclusiva de las autoras y no comprometen la posición oficial de CAF. Los términos utilizados y la presentación de los datos que aquí aparecen no implican posición alguna por parte de CAF respecto al estatus legal de países, territorios, ciudades o regiones, ni con respecto a sus autoridades, fronteras o límites.

Prólogo



SERGIO DÍAZ-GRANADOS
Presidente Ejecutivo
CAF –banco de desarrollo de
América Latina y el Caribe –

El mundo está atravesando una transformación profunda impulsada por la convergencia de tres fuerzas definitorias: la crisis climática, el aumento de la desigualdad y el rápido cambio tecnológico. En América Latina y el Caribe, esta dinámica se cruza con la triple transición —verde, digital y energética— con especial énfasis en la promoción del desarrollo humano.

En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ha surgido como una de las herramientas más disruptivas y prometedoras de nuestro tiempo. Su influencia ya es evidente en el sector energético, donde permite pronósticos de demanda más precisos, mejora la integración de fuentes renovables y reduce las pérdidas en la transmisión.

Sin embargo, estos avances traen consigo desafíos complejos: desde el uso de estrategias de IA como habilitadoras de políticas industriales y productivas más amplias y el uso ético de la IA, hasta riesgos de ciberseguridad y la búsqueda del equilibrio entre la necesidad de computación de alto rendimiento y energía limpia en la región.

Para América Latina y el Caribe, una región rica en recursos renovables —desde los corredores solares en el norte hasta las vastas reservas hidroeléctricas en el sur— la IA ofrece un camino hacia un futuro energético más limpio, eficiente e inclusivo. Esta visión está estrechamente vinculada a la “triple transición” —verde, digital y energética— que la región debe afrontar simultáneamente, con el desarrollo humano en el centro. Concretar este potencial exige superar brechas de infraestructura, garantizar financiamiento a gran escala, enfrentar limitaciones institucionales y mitigar el riesgo de aumentar la desigualdad si la adopción es desigual.

Por ello, CAF – banco de desarrollo de América Latina y el Caribe – y Microsoft han unido fuerzas para patrocinar

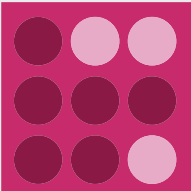
este informe. Agradecemos a los Fellows de Stimson por la autoría de la publicación y por toda la investigación de apoyo. Nuestro objetivo común es combinar experiencia técnica, conocimiento regional y mejores prácticas globales para ayudar a gobiernos, empresas y comunidades a aprovechar la IA en la transformación energética, alineándola con las prioridades climáticas y sociales.

A través de este informe, buscamos proporcionar a los responsables de la toma de decisiones ideas, ejemplos regionales y recomendaciones prácticas que orienten el uso responsable de la IA en el sector energético. Esta publicación pretende servir a formuladores de políticas, líderes de la industria, investigadores y profesionales que deseen comprender no solo el papel transformador de la IA en la energía, sino también cómo implementarla de manera que refleje los valores y prioridades de la región. Al combinar innovación tecnológica con gobernanza sólida y colaboración intersectorial, América Latina y el Caribe pueden aprovechar la IA para construir un futuro energético más limpio, inteligente y equitativo.

La estrategia regional de IA de CAF sustenta esta visión. A través de iniciativas como la Cumbre Ministerial sobre IA de América Latina y el Caribe (CAF–UNESCO), la hoja de ruta regional para una IA ética y el apoyo a la gobernanza de la computación de alto rendimiento, CAF trabaja para garantizar que la adopción de la IA —especialmente en sectores como energía— sea un catalizador para el desarrollo sostenible y la inclusión social.

Este informe no es solo un reflejo de las oportunidades actuales, sino también una piedra angular del compromiso más amplio de CAF para posicionar a la región a la vanguardia de la adopción responsable y transformadora de la IA, anclada en una transición energética justa que equilibre la protección ambiental con la inclusión social.

ÍNDICE



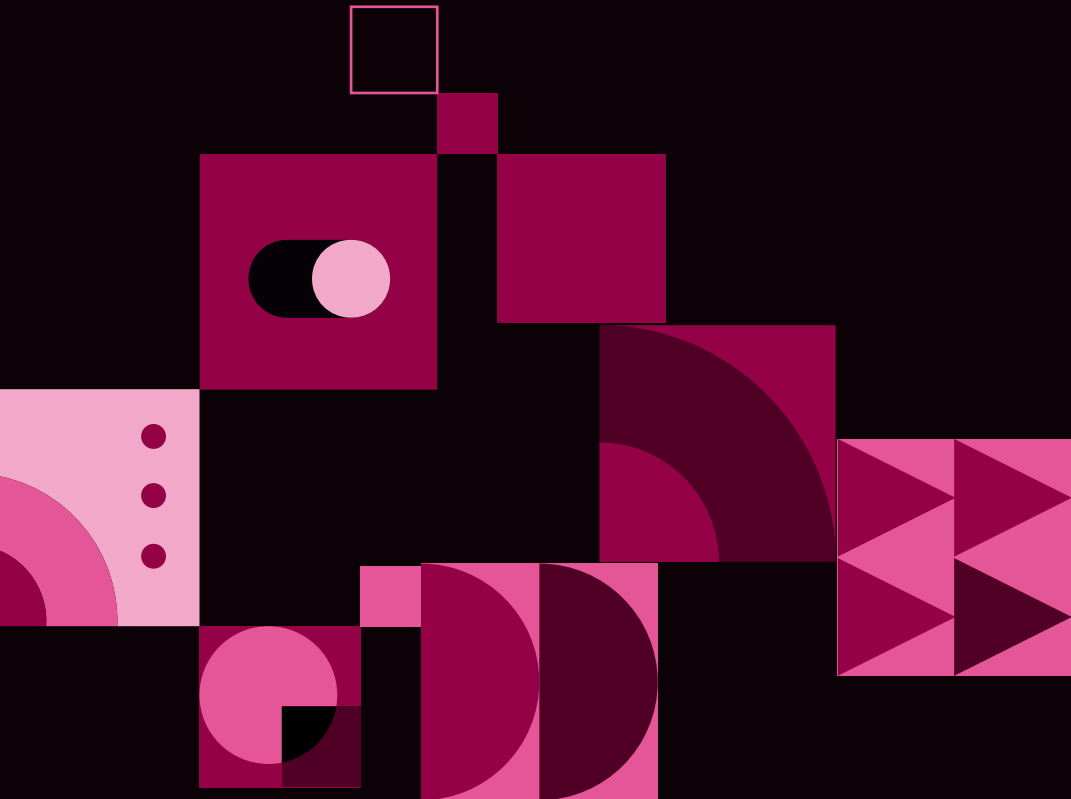
Abstracto	05	
1. Introducción	06	
2. Conceptos emergentes	08	
Definiciones principales		
Pilares técnicos		
Dimensiones sociotécnicas		
3. Tendencias en IA y energía	12	
3.1. IA para la optimización energética: evolución de las capacidades y límites		
3.2. Efectos de la IA en el consumo de energía: nueva demanda		
3.3. Balance de emisiones netas de la IA: aumentos vs. disminuciones		
3.4. Energía verde: cambios de paradigma		
3.5. Centros de datos: una nueva agenda público-privada		
3.6. Participación comunitaria: oportunidades para el desarrollo local sostenible		
4. Recomendaciones y futuras orientaciones de la investigación	21	
Recomendaciones de políticas y prácticas		
Futuras direcciones de investigación		
Referencias	26	





Abstracto

La inteligencia artificial (IA) está remodelando los sistemas eléctricos, optimizando la producción y el rendimiento de las redes, al tiempo que impulsa una nueva demanda de electricidad a través de centros de datos que ejecutan modelos generativos. Como facilitador de la descarbonización, y como fuente de aumento en el uso de energía, la IA crea oportunidades para la eficiencia y la inclusión, pero también aumenta los riesgos sociotécnicos relacionados con el aumento del consumo de electricidad y las brechas de gobernanza. Este informe de políticas examina estas dinámicas duales y las tendencias emergentes en toda la cadena de valor de la energía, con un enfoque en América Latina y el Caribe. Concluye con recomendaciones de políticas para alinear el despliegue de la IA con los objetivos climáticos, la equidad y las transiciones energéticas sostenibles.



01

Introducción



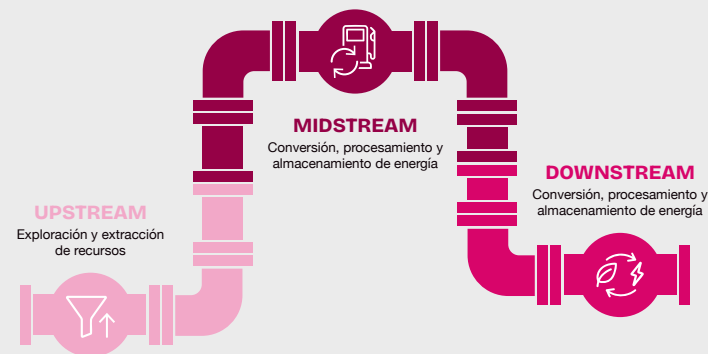
1. Introducción

El sector energético mundial está experimentando una profunda transformación impulsada por cuatro desafíos interconectados: el cambio climático, la desigualdad energética, la electrificación de toda la economía (transporte, calefacción, industria) y las crecientes demandas energéticas de la inteligencia artificial (IA). Estas fuerzas están remodelando no solo la forma en que se produce, distribuye y consume la energía, sino también la forma en que se gobiernan los sistemas tecnológicos con respecto a la sostenibilidad ambiental y la equidad social.

La IA ofrece enormes promesas para optimizar los sistemas energéticos, acelerar la descarbonización y apoyar el acceso inclusivo a la energía. Sin embargo, las crecientes demandas de electricidad de la infraestructura de IA, desde centros de datos, modelos generativos y computación en la nube, están ejerciendo nuevas presiones sobre las redes eléctricas y aumentando el consumo.

A fin de enmarcar el análisis que sigue, este informe de políticas adopta una visión integral de la cadena de valor de la energía, un marco conceptual ampliamente utilizado en el sector energético para mapear las fases interconectadas de los sistemas energéticos. Según Luo et al. (2024), la cadena de valor de la energía abarca tres segmentos principales: *upstream*, *midstream* y *downstream*.

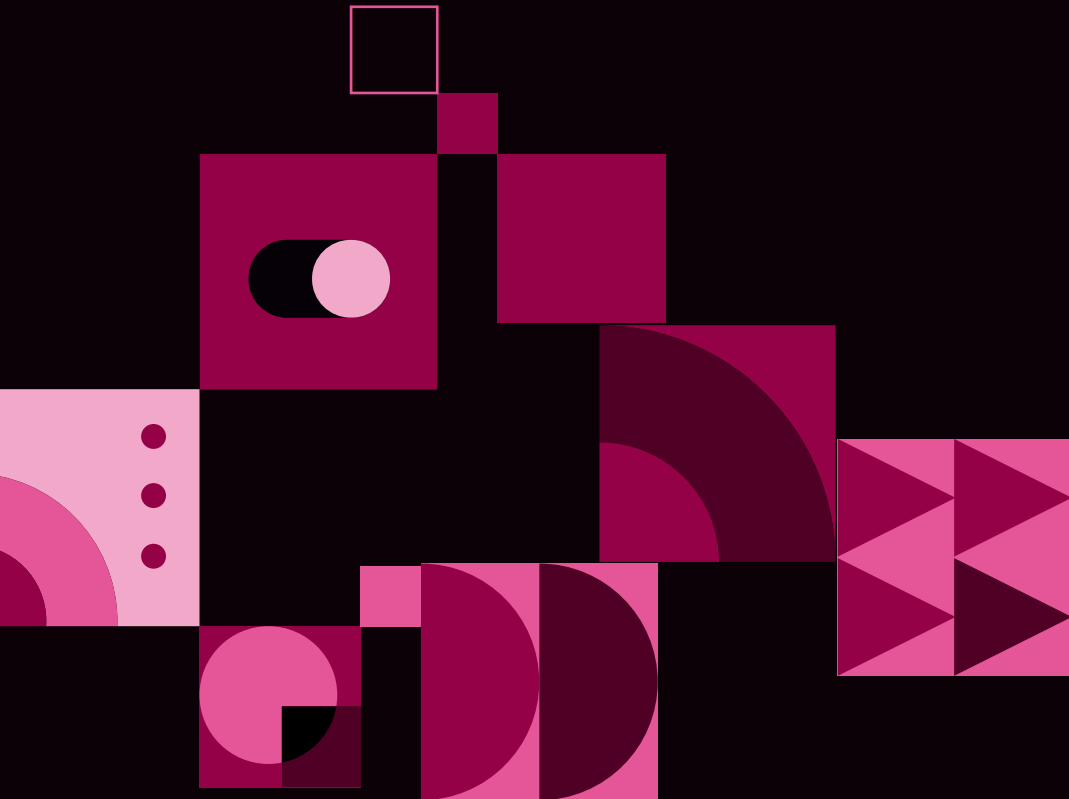
Este marco admite un análisis sistemático de cómo la IA se cruza con cada etapa, optimizando la



Fuente: Elaboración propia con base en Luo et al. (2024)

producción, mejorando el rendimiento de la red e introduciendo nuevas formas de demanda.

Este informe de políticas examina los aspectos socio-técnicos y de gobernanza de esta integración, centrándose en las implicaciones para las economías emergentes, particularmente las de América Latina y el Caribe (ALC). Analiza el doble papel de la IA como herramienta para optimizar el sistema energético, como motor nuevos consumos, y destaca paradigmas emergentes, casos de uso regionales y marcos de políticas. El informe concluye con consideraciones clave para aprovechar la IA de manera responsable en el sector energético, junto con recomendaciones para promover la transparencia, alinear la infraestructura digital con los objetivos climáticos y garantizar que los beneficios de la IA en los sistemas energéticos se distribuyan de manera equitativa.



02

Conceptos emergentes





2. Conceptos emergentes

La integración de la IA en los sistemas energéticos está impulsando un conjunto más amplio de tendencias que combinan la innovación técnica con consideraciones ambientales y sociales. Esta sección describe las definiciones clave, los pilares técnicos y las dimensiones sociotécnicas que sirven como base conceptual para este informe de políticas.

Definiciones principales

- **IA para la descarbonización:** una aplicación estratégica de la IA para reducir las emisiones de carbono en toda la cadena de valor de la energía. Incluye la optimización de la integración de las energías renovables, la reducción de los residuos en la producción, distribución y uso de la energía, así como la habilitación de procesos industriales más eficientes (AIE, Análisis de energía e IA, 2024; Microsoft, Manual de IA para la sostenibilidad).
- **Justicia energética:** un marco que busca garantizar el acceso equitativo a tecnologías de energía limpia, enfatizando la participación, el reconocimiento y la distribución justa de beneficios y cargas. Los sistemas de IA deben diseñarse para promover la inclusión y evitar reforzar las desigualdades existentes (Informe Mundial sobre Competencias Verdes, 2024).

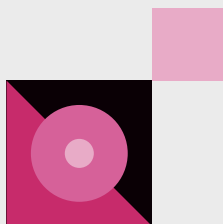
- **IA positiva para la naturaleza:** un paradigma emergente que alinea el desarrollo y la implementación de la IA con los objetivos de biodiversidad y regeneración ecológica. Este concepto “positivo para la naturaleza” tiene como objetivo detener y revertir la pérdida de naturaleza para 2030. (Lambertini, 2023). La UNESCO está elaborando su primer conjunto de herramientas de IA positiva para la naturaleza, dirigido a los responsables de la formulación de políticas, que se publicará en diciembre de 2025.
- **Energía verde:** fuentes de energía renovables y bajas en carbono (por ejemplo, solar, eólica, geotérmica) respaldadas por IA para mejorar la previsión, la eficiencia y la integración en las redes nacionales (AIE, World Energy Outlook, 2024 y 2025).

Pilares técnicos

El papel operativo de la IA en el sector energético está determinado por una variedad de tecnologías.

- **Smart Grids:** sistemas dinámicos de distribución de energía basados en datos mejorados por IA para la toma de decisiones en tiempo real y la gestión adaptativa de la carga (IEA, Energy and AI – Analy-

sis, 2024). La IA en las redes inteligentes aprovecha el aprendizaje por refuerzo para equilibrar la oferta y la demanda en tiempo real, mientras que las redes neuronales gráficas capturan la complejidad de las topologías de la red para predecir fallas en cascada. A objeto de abordar la confidencialidad de los datos entre las empresas de servicios públicos, el aprendizaje federado se utiliza cada vez más para entrenar modelos de forma colaborativa sin centralizar los datos. Juntos, estos métodos permiten sistemas de distribución de energía más adaptables, seguros y que preservan la privacidad.



- **Mantenimiento predictivo:** diagnósticos habilitados por IA que anticipan fallas de equipos en la infraestructura energética, reduciendo el tiempo de inactividad y los costos de mantenimiento (IBM, Future of AI & Energy Efficiency). Para el mantenimiento predictivo, los modelos de aprendizaje profundo, como las redes neuronales convolucionales y recurrentes, se aplican a los datos de los sensores para detectar anomalías y anticipar fallas antes de que ocurran. Los enfoques bayesianos agregan razonamiento probabilístico para tener en cuenta la incertidumbre en las condiciones operativas, mientras que el aprendizaje por transferencia permite aplicar información de un tipo de activo a otro con datos de fallas limitados. Estas técnicas reducen colectivamente el tiempo de inactividad y mejoran la confiabilidad en toda la infraestructura energética.
- **Gemelos digitales:** réplicas virtuales de activos o sistemas energéticos que permiten la simulación, la optimización del rendimiento y el análisis de escenarios (Microsoft, AI for Sustainability Playbook).

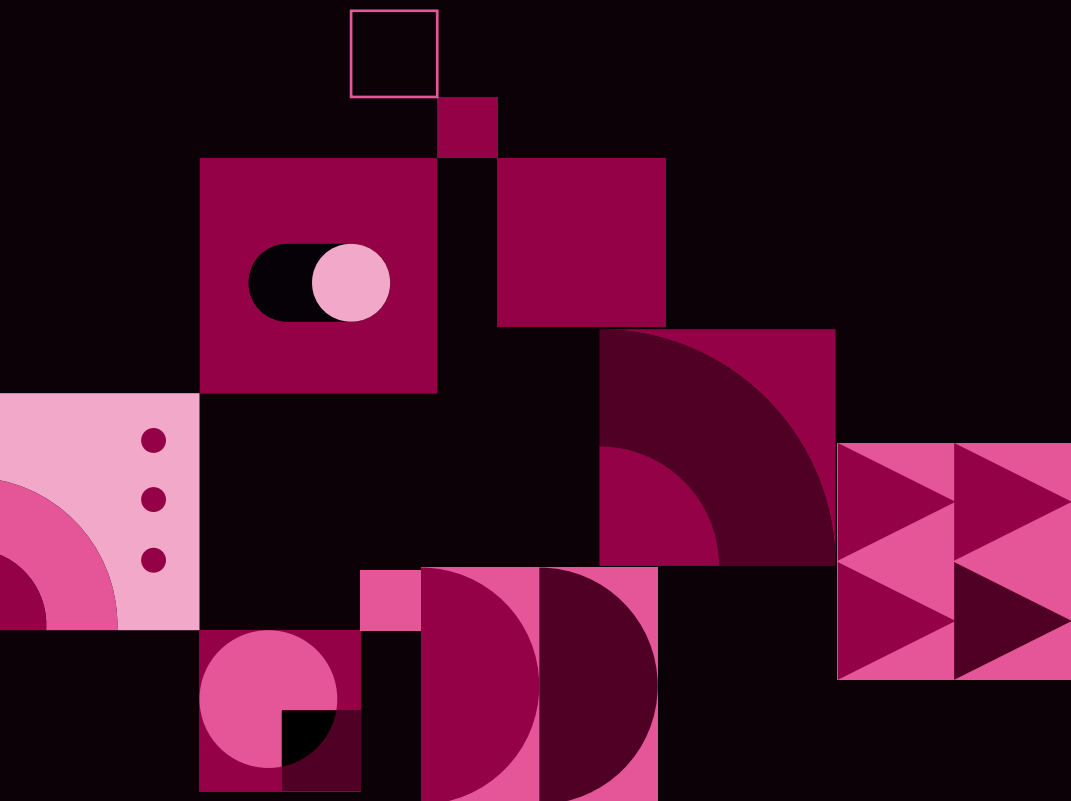
Los métodos de IA para gemelos digitales combinan redes neuronales informadas por la física con el aprendizaje automático, combinando modelos teóricos con datos empíricos para crear réplicas virtuales de activos de alta precisión. La IA generativa amplía aún más las capacidades al simular una amplia gama de posibles escenarios operativos, incluidas condiciones raras o extremas, mientras que los algoritmos de optimización ayudan a refinar el rendimiento del sistema en tiempo real. Por lo tanto, los gemelos digitales se convierten en sistemas “vivos” en constante evolución para las operaciones energéticas.

- **Prosumidores y microrredes:** modelos descentralizados en los que los consumidores también generan energía (por ejemplo, a través de la energía solar en los tejados) y contribuyen a sistemas de red localizados y gestionados por IA (Oxford TIDE, 2025). La IA en los sistemas de prosumidor y microrred a menudo se basa en modelos multiagente, donde cada generador doméstico o local se representa como un agente que negocia los flujos de energía. Las tecnologías blockchain combinadas con la IA proporcionan transacciones energéticas entre pares seguras y transparentes, mientras que los modelos de pronóstico avanzados integran datos meteorológicos y de demanda para optimizar la generación y el almacenamiento locales. Esta combinación respalda redes energéticas más resistentes, descentralizadas e impulsadas por la comunidad.

Dimensiones sociotécnicas

El despliegue de la IA en los sistemas energéticos plantea importantes cuestiones éticas y de gobernanza.

- **Principios éticos:** los marcos de IA responsable requieren transparencia, equidad y supervisión humana en los sistemas de IA relacionados con la energía (recomendación de la UNESCO sobre la ética de la IA, citada en varios informes de políticas globales).
- **Responsabilidad algorítmica:** en el contexto energético, esto significa garantizar que las decisiones automatizadas, como la priorización de la carga, la detección de fallas o la respuesta a los cortes, sean explicables, auditables y no marginen inadvertidamente a las comunidades vulnerables (The Maybe, Where Cloud Meets Cement, 2025; Microsoft, Manual de IA para la sostenibilidad). Los esfuerzos recientes por mejorar la rendición de cuentas también incluyen el desarrollo de estándares para informar sobre el consumo de energía y la huella de carbono de los modelos de IA. Por ejemplo, Hugging Face y sus colaboradores crearon la tabla de clasificación AI Energy Score, que clasifica los modelos de IA en función del uso de energía estimado y las emisiones de gases de efecto invernadero en las etapas del ciclo de vida. Esta iniciativa de transparencia promueve la innovación responsable al ayudar a los desarrolladores, responsables políticos y usuarios a comprender mejor los costes medioambientales del despliegue de la IA (Lacoste et al., 2024).



03

Tendencias en IA y energía



3. Tendencias en IA y energía



Comprender el papel creciente de la IA en toda la cadena de valor de la energía, desde la extracción de recursos (*upstream*) y la transformación y el transporte de energía (*midstream*) hasta la distribución y el consumo (*downstream*), es fundamental para guiar las transiciones energéticas sostenibles. El enfoque de la cadena de valor permite una evaluación integral de la sostenibilidad y la eficiencia en todas las etapas de la producción y el uso de la energía (Rojek et al., 2025). Esta perspectiva integrada es esencial para identificar oportunidades y riesgos asociados con la implementación de la IA, particularmente en el contexto de la región de ALC.

La IA es una tecnología amplia y transversal que desempeña un papel fundamental como facilitador de la transformación del sistema energético, abordando las complejidades en la planificación, operación y optimización del sistema eléctrico al tiempo que respalda la electrificación. La electrificación, que permite que las tareas pasen de la quema de combustibles fósiles al uso de electricidad, es clave para la transición energética, ya que mejora la eficiencia y desbloquea un mayor uso de fuentes de energía verde. La IA puede acelerar y expandir la electrificación en el transporte, la industria y los bienes raíces.

Una revisión de más de 250.000 publicaciones sobre aplicaciones de IA en el sector energético entre 1982 y 2022 muestra un uso significativo en todos

los segmentos de la cadena de valor de la energía, con la mayor parte relacionada con la energía minorista (*downstream*, 55 %), seguida de las redes de transmisión (*midstream*, 14 %) y la generación de energía (*upstream*, 13 %) (Heymann et al., 2024).

Construyendo sobre estas tendencias, esta sección proporciona una visión general de los paradigmas emergentes, los casos de uso regionales y las consideraciones sociotécnicas clave. Basado en estudios recientes, estimaciones disponibles y experiencias prácticas en ALC, destaca el potencial transformador de implementar IA en toda la cadena de valor de la energía, así como los desafíos que conlleva.

3.1. IA para la optimización energética: evolución de las capacidades y límites

Las tecnologías impulsadas por IA están revolucionando la optimización energética a través de análisis predictivos, monitoreo en tiempo real y sistemas dinámicos de respuesta a la demanda. Estas herramientas aumentan la eficiencia operativa, la confiabilidad, la resiliencia y la rentabilidad (Biswas et al., 2024). También permiten sistemas de monitoreo de energía en tiempo real, que son esenciales para rastrear y controlar de manera efectiva el uso de energía, reducir costos y mitigar el impacto ambiental (Mischos et al., 2023).



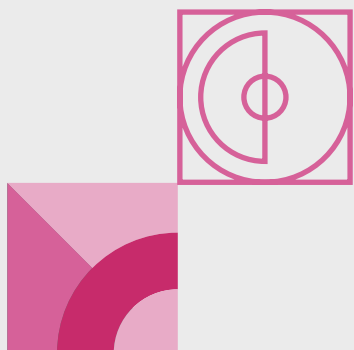
En contextos urbanos, la IA se aplica cada vez más a los sistemas energéticos de las ciudades inteligentes. Rojek et al. (2025) muestran que los algoritmos avanzados de aprendizaje profundo pueden mejorar la eficiencia energética urbana mediante el análisis de datos de sensores para predecir la demanda y equilibrar las cargas de energía, lo cual es fundamental para el desarrollo urbano sostenible. En América Latina, los modelos de pronóstico basados en IA ya informan las decisiones sobre inversiones y operaciones de la red, reduciendo la reducción de energía renovable y mejorando la estabilidad de la red, como lo demuestra el sistema de red inteligente de Chile (AIE, Energía e IA, 2025).

A nivel de infraestructura, las empresas están aprovechando la IA para aumentar la eficiencia operativa. Por ejemplo, DeepMind de Google redujo el uso de energía de enfriamiento del centro de datos en un 40 % mediante la aplicación de aprendizaje de refuerzo profundo para optimizar el rendimiento del sistema. El sistema de IA de Google, entrenado con datos operativos históricos, analizó continuamente las condiciones ambientales y energéticas para recomendar ajustes en tiempo real a la configuración de enfriamiento (Melguizo et al., 2025; Evans y Gao, 2016). La IA también respalda las mejoras en el rendimiento de la red, incluida la previsión de la demanda en tiempo real, la detección de fallas y la estabilización de la red, que son esenciales para administrar fuentes de energía descentralizadas y renovables (AIE, World Energy Investment, 2025).

A pesar de estos avances, persisten desafíos, incluida la adopción desigual de la IA debido a una infraestructura digital inadecuada, la mala calidad de los datos y la limitada experiencia regional. Estas limitaciones

ponen de relieve la necesidad de inversiones específicas en tecnología y creación de capacidad. Desde una perspectiva regulatoria, los marcos están cambiando a incentivos basados en el desempeño que recompensan la optimización de la red, aumentando la eficiencia y la confiabilidad, y reduciendo las pérdidas, que son fundamentales para el despliegue efectivo y equitativo de la IA (AIE, World Energy Investment, 2025).

En este panorama cambiante, la IA está emergiendo como un facilitador del cumplimiento regulatorio. Los algoritmos avanzados pueden incorporar requisitos de políticas, como estándares de cartera renovable, precios del carbono y mandatos de confiabilidad, directamente en la toma de decisiones operativas. Por ejemplo, estudios recientes muestran que NSGA-III, un algoritmo multiobjetivo diseñado para equilibrar las compensaciones entre la eficiencia económica, la flexibilidad de la red y los estándares regulatorios, puede ayudar a los operadores a navegar por estos objetivos a menudo contrapuestos (Ding et al., 2025). Al incorporar restricciones regulatorias en los modelos de optimización, en lugar de tratarlos como ajustes posteriores a la implementación, la IA alinea las ganancias de eficiencia con los objetivos de política pública, fortaleciendo la rendición de cuentas y acelerando la transición energética.



RECUADRO 1 – RED INTELIGENTE
MEJORADA CON IA DE CHILE

Chile integra de manera efectiva modelos de pronóstico renovable impulsados por IA, optimizando significativamente sus recursos de energía renovable, reduciendo las emisiones y proporcionando un modelo para la modernización sostenible de la red en la región (AIE, 2024).

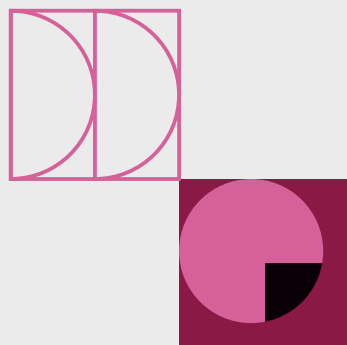
El Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) se ha asociado con Tapestry, una iniciativa de IA de X (anteriormente Google X), para transformar su planificación de expansión de transmisión a largo plazo. Al incorporar la IA en el proceso de planificación anual del CEN, la herramienta permite a los planificadores simular docenas de escenarios renovables y de demanda en paralelo, reduciendo los tiempos de cálculo en un 86% y ofreciendo mucha más flexibilidad para anticipar la incertidumbre.

Esta innovación fortalece la capacidad de Chile para alinear la inversión en infraestructura con su ambiciosa vía de descarbonización, proporcionando un ejemplo concreto de cómo la IA puede mejorar simultáneamente el desempeño operativo y la planificación impulsada por la regulación para la modernización sostenible de la red en América Latina (X, 2025).

3.2. Efectos de la IA en el consumo de
energía: nueva demanda

Si bien la IA tiene un potencial significativo para optimizar los sistemas energéticos, su rápida expansión también está generando una nueva demanda sustancial de electricidad, lo que plantea preguntas importantes sobre el impacto neto de la IA en la sostenibilidad. Cuantificar qué parte de esta demanda de electricidad es atribuible a los sistemas de IA sigue siendo difícil, ya que la mayor parte del consumo de energía relacionado con la IA se produce hoy en día en grandes centros de datos en la nube y a hiperescala, donde se lleva a cabo el entrenamiento y la inferencia de modelos (Kaack et al., 2022). Dado el rápido crecimiento del poder computacional necesario para el entrenamiento, los centros de datos que albergan inteligencias artificiales a gran escala plantean importantes retos a la demanda de energía y a la planificación de la infraestructura, así como a los responsables políticos que buscan adaptarse al aumento del consumo y avanzar en los objetivos de descarbonización. A medida que estas instalaciones se conviertan en un componente clave del ecosistema de la IA, garantizar su alineación con la transición a la energía limpia será clave para determinar si la IA contribuye o socava los objetivos globales de sostenibilidad (Pilz, Mahmood y Heim, 2025).

Dos salvedades complican las estimaciones precisas de la demanda de energía impulsada por IA. En primer lugar, si bien los centros de datos actualmente albergan la mayor parte del uso de energía de IA, estos representan solo el nodo central de una huella energética creciente y distribuida a medida que la inferencia ocurre cada vez más en miles de millones de dispositivos y



aplicaciones (GSMA Intelligence, 2025). En general, los sistemas de IA distribuyen el consumo de electricidad en el procesamiento, el entrenamiento y la inferencia de datos, el proceso de usar un modelo entrenado para hacer predicciones sobre nuevos datos. La capacitación y el procesamiento a gran escala en los centros de datos representan actualmente la mayor parte del uso de electricidad relacionado con la IA; se espera que la inferencia se convierta en el principal impulsor de la demanda, ya que está integrada en millones de aplicaciones cotidianas y a medida que los modelos se vuelven más grandes y complejos (Zewe, 2025). La electricidad consumida por consulta durante la inferencia puede variar mucho según varios factores, como el tamaño del modelo, la longitud de entrada y salida, la modalidad (texto, imagen o video), las eficiencias algorítmicas y el tipo de hardware utilizado (IEA, Energy and AI, 2025). Algunos estudios estiman que generar una respuesta de IA puede consumir muchas veces más electricidad que una búsqueda web convencional, y un análisis sugiere hasta 60 a 70 veces más energía para modelos a gran escala como BLOOM o GPT-3 (Vanderbauwhede, 2025). Este cambio hará que el consumo de energía sea más generalizado y menos centralizado, ya que la inferencia se produce en numerosas interacciones con los usuarios, no solo en instalaciones especializadas.

En segundo lugar, incluso dentro de los centros de datos, las cargas de trabajo de IA representan solo una parte de la demanda general. Distinguir el uso de la electricidad de IA de la que no es IA es cada vez más difícil, y ningún conjunto de datos completo captura la participación de cada uno. Existe una amplia gama de aproximaciones (AIE, Energía e IA, 2025). Un proxy es el uso de servidores acelerados¹, que

representaron el 24 % de la demanda de electricidad de los servidores y el 15 % de la demanda total de centros de datos en 2024 (AIE, Energía e IA, 2025).

Teniendo en cuenta estos factores, RAND proyecta que los centros de datos de IA podrían requerir 10 gigavatios (GW) adicionales de capacidad para fines de 2025, aumentando a 68 GW para 2027, casi el doble de los requisitos globales de energía de los centros de datos en 2022 (Pilz et al., 2025). A pesar de este rápido crecimiento, los centros de datos siguen representando una parte relativamente modesta del uso mundial de electricidad: la AIE estima que representaron el 1,5 % de la demanda mundial -unos 415 teravatios-hora (TWh)- en 2024 (AIE, Energía e IA, 2025), mientras que Deloitte prevé que alcanzará el 2 % (536 TWh) en 2025. Sin embargo, si el entrenamiento y la inferencia de IA generativa que consumen mucha energía continúan expandiéndose exponencialmente, el consumo total del centro de datos podría alcanzar los 1.065 TWh para 2030 (Deloitte, 2024).

En ALC, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) informa que hay 455 centros de datos relacionados con la IA. En 2023, el uso de electricidad representó alrededor del 1,6 % de la demanda total de la región². OLADE proyecta que, para 2035, la IA podría representar alrededor del 5 % de la demanda regional, equivalente a más de 120 TWh (OLADE, 2025).

Este aumento en la demanda de electricidad está intensificando la presión sobre las redes eléctricas y acelerando la necesidad de invertir en generación de electricidad baja en carbono, infraestructura de red y capacidad de transmisión.



3.3. Balance de emisiones netas de la IA: aumentos vs. disminuciones

Las emisiones proporcionan un indicador medible y relevante en las políticas para evaluar si la IA actúa principalmente como un facilitador de la descarbonización o como un factor estresante en los objetivos de sostenibilidad. Según la AIE (IEA, Energy & AI 2025), el impacto general de la IA en los resultados climáticos depende del equilibrio de tres fuerzas: (i) aumentos directos de las emisiones, (ii) ganancias de eficiencia e innovación, y (iii) efectos de rebote.

Como se señaló en la sección 3.2 sobre la nueva demanda, la IA ya está remodelando el consumo de energía a través de la rápida expansión de los centros de datos. La AIE (AIE, Energy & AI, 2025) estima que el uso de electricidad en estas instalaciones representó alrededor de 180 MtCO₂ en 2024, aproximadamente el 0,5 % de las emisiones actuales relacionadas con la combustión³. Para 2035, la AIE define dos escenarios: en el caso base, las emisiones deberían aumentar a 300 MtCO₂, mientras que en el escenario “Lift-Off”, reflejando una adopción más rápida de la IA, podrían alcanzar los 500 MtCO₂.⁴ Si bien estas cifras se mantienen por debajo del 1,5 % de las emisiones mundiales de energía, su rápido crecimiento subraya la urgencia de obtener esta electricidad de energía limpia.

Al mismo tiempo, la IA puede reducir las emisiones mejorando la eficiencia en varios procesos, como se analiza en la Sección 3.1 sobre IA para la optimización de la energía. Estas mejoras también pueden traducirse en reducciones de emisiones medibles. Stern et al. (2025) estiman que para 2035, las aplicaciones de IA en solo tres áreas (sistemas de energía, movilidad y producción de alimentos) podrían reducir las emisiones globales entre 3.200 y 5.400 MtCO₂ por

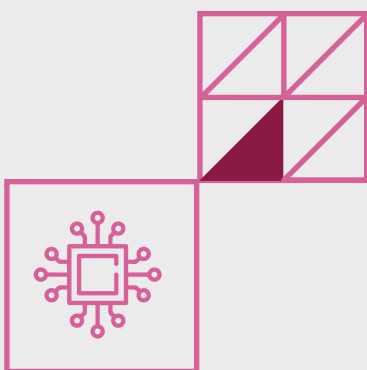
año en relación con la situación actual. En línea con esto, la AIE (IEA, Energy & AI, 2025) proyecta que el despliegue generalizado de las aplicaciones de IA existentes podría reducir las emisiones en aproximadamente un 5 % de las emisiones totales relacionadas con la energía para 2035.

Sin embargo, los efectos de rebote pueden compensar algunas de estas ganancias. Las ganancias de eficiencia de la IA no siempre se traducen en reducciones absolutas de emisiones. En algunos casos, pueden fomentar un mayor uso de energía⁵. Si bien aún no existen estimaciones globales o regionales sólidas de la magnitud de estos efectos, tanto la AIE (AIE, Energía e IA, 2025) como Stern et al. (2025) los destacan como riesgos importantes que podrían erosionar los beneficios climáticos netos de la IA.

En general, la evidencia actual sugiere que el potencial de la IA para reducir las emisiones puede compensar los aumentos en su uso de energía (Stern et al., 2025), pero el equilibrio sigue siendo incierto. La medida en que la IA se convierta en un contribuyente neto a la descarbonización dependerá de las políticas que guíen el despliegue de aplicaciones de alto impacto, la rápida expansión de la energía limpia y las estructuras de gobernanza que alineen su crecimiento con los objetivos de descarbonización.

3.4. Energía verde: cambios de paradigma

El rápido crecimiento de la IA subraya la necesidad de repensar las estrategias energéticas en torno a fuentes limpias y escalables que puedan seguir el ritmo de la demanda acelerada.



En este contexto, están surgiendo nuevos paradigmas para el desarrollo de energías renovables a nivel global. En ALC, esta es una tendencia especialmente alentadora dado el abundante potencial solar, eólico e hidroeléctrico de la región. El objetivo regional de alcanzar el 70 % de electricidad renovable para 2030 refleja el creciente impulso político hacia el desarrollo bajo en carbono (Meza y Pérez, 2022). Si bien la energía hidroeléctrica sigue siendo una piedra angular, países como Brasil y Uruguay han ampliado significativamente la capacidad eólica, y Chile está escalando rápidamente la generación solar, aprovechando la excepcional irradiancia del desierto de Atacama (IEEE, 2022). Estos cambios están respaldados por instrumentos políticos como las subastas de energía limpia y los incentivos de acceso a la red (Giraldo, 2023), que han atraído inversiones y acelerado el despliegue, contribuyendo a la estabilidad de la red.

A nivel mundial, los principales desarrolladores de IA también están redefiniendo los modelos de energía limpia. Las empresas tecnológicas se han convertido en los mayores compradores corporativos de energías renovables, a menudo a través de acuerdos de compra de energía (PPA) a largo plazo e inversiones directas en infraestructura de energía limpia (Amazon, 2024; BloombergNEF, 2023). En Estados Unidos, el sector tecnológico representó el 92 % de las nuevas compras de energía limpia en 2024, un aumento impulsado en gran medida por la expansión de la IA y los centros de datos (Luccioni, 2025). Empresas como Microsoft, Google, Amazon y Meta están ubicando cada vez más nuevos centros de datos con fuentes de energía limpia dedicadas (solar, eólica, geotérmica o nuclear) para garantizar un suministro confiable de electricidad baja en carbono (AIE, Energía e IA, 2024).

RECUADRO 2 – LA INDUSTRIA TECNOLÓGICA IMPULSA LA INNOVACIÓN EN ENERGÍAS LIMPIAS

Las iniciativas recientes muestran cómo los principales desarrolladores de IA están invirtiendo directamente en fuentes de energía más limpias y confiables para impulsar su infraestructura digital en rápida expansión.

- Para garantizar la electricidad libre de carbono, Microsoft ha firmado un acuerdo de compra de energía a largo plazo con Constellation Energy para el 100 % de la producción de la planta de energía nuclear Crane Research Center en los Estados Unidos.
- Google está explorando enfoques más experimentales, incluidos pequeños reactores nucleares modulares y proyectos geotérmicos de próxima generación. A través de su colaboración con Fervo Energy en Nevada, Google está demostrando cómo las tecnologías avanzadas de perforación pueden desbloquear nuevos recursos geotérmicos rentables para alimentar la infraestructura de datos a gran escala (AIE, Energía e IA, 2025).

3.5. Centros de datos: una nueva agenda público-privada

La rápida expansión de los centros de datos en América Latina y el Caribe (ALC) está remodelando el panorama digital de la región. A medida que proliferan la computación en la nube, la inteligencia artificial y las tecnologías de

vanguardia, los países están posicionando los centros de datos como infraestructura crítica para la modernización económica y la soberanía tecnológica. Los gobiernos están ofreciendo incentivos fiscales, subsidios energéticos y permisos acelerados para atraer a actores globales, con el objetivo de convertir a sus países en centros digitales regionales (AIE, World Energy Investment, 2025).

Sin embargo, este crecimiento trae consigo un nuevo conjunto de desafíos de gobernanza, particularmente en la intersección de la energía, la infraestructura local y la equidad. Como se discutió en la sección 3.2, los centros de datos aún representan una parte relativamente pequeña de las emisiones totales, pero su consumo de electricidad se encuentra entre los de más rápido crecimiento a nivel mundial (AIE, 2025). En las regiones donde las redes eléctricas ya están sobrecargadas o dependen en gran medida de los combustibles fósiles, la expansión no regulada de estas instalaciones corre el riesgo de aumentar las emisiones y profundizar las desigualdades energéticas existentes (The Maybe, 2025). Además, muchas comunidades que albergan centros de datos ven beneficios económicos o sociales limitados más allá de los trabajos de construcción a corto plazo, lo que plantea preguntas sobre la justicia distributiva y la sostenibilidad a largo plazo (The Maybe, 2025).

Abordar estos problemas requerirá una agenda público-privada renovada que se centre en la transparencia, el desempeño ambiental y la participación de la comunidad. Las medidas clave incluyen informes periódicos sobre el uso de energía y agua, inversiones para fortalecer la resiliencia de la red y vincular los incentivos públicos con beneficios comunitarios tangibles y medibles, como la capacitación de la fuerza laboral, la infraestructura compartida y la integración de energías renovables. Alinear

el desarrollo de los centros de datos con las estrategias nacionales de descarbonización y los objetivos de inclusión digital puede ayudar a garantizar que estas instalaciones contribuyan a objetivos climáticos y de desarrollo más amplios (AIE, Energía e IA – Análisis, 2025).

RECUADRO 3 – TECHHUB DE MÉXICO EN QUERÉTARO

Querétaro se convirtió rápidamente en un punto de acceso para las inversiones en centros de datos, con grandes empresas como Microsoft y Amazon anunciando instalaciones multimillonarias. La base industrial del estado, la proximidad a la Ciudad de México y las políticas e incentivos gubernamentales proactivos han atraído el interés mundial. Sin embargo, los grupos de la sociedad civil han expresado su preocupación por la escasez de agua y el uso de la tierra, particularmente en las zonas semiáridas. En respuesta, las autoridades locales están comenzando a evaluar las métricas de impacto ambiental y los mecanismos de consulta comunitaria (The Maybe, 2025).

3.6. Participación comunitaria: oportunidades para el desarrollo local sostenible

A medida que la infraestructura digital se expande, también lo hace la oportunidad de que las comunidades asuman un papel más activo en la configuración de las tecnologías que afectan sus vidas. En el contexto de la IA y los sistemas energéticos, la participación de la

comunidad no es solo un objetivo normativo, sino que es esencial diseñar soluciones resilientes, justas y sensibles al contexto (IEA, Energy and AI – Analysis, 2024).

Las comunidades locales, en particular las que se encuentran al margen del acceso formal a la energía o a los servicios digitales, aportan conocimientos críticos sobre los ecosistemas locales, las necesidades y dinámicas sociales contextuales y las realidades cotidianas. Cuando se involucran de manera significativa, pueden contribuir al diseño y la gobernanza de los sistemas energéticos, desde la identificación de áreas prioritarias para el desempleo de microrredes hasta la creación conjunta de métricas e indicadores para el monitoreo ambiental y el impacto social. En los sistemas habilitados para IA, esto también significa involucrar a los residentes en cuestiones relacionadas con la gobernanza de datos, la privacidad y la responsabilidad algorítmica, especialmente en proyectos que involucran sensores, medidores inteligentes o infraestructuras de datos públicos (Melguizo et al., 2025).

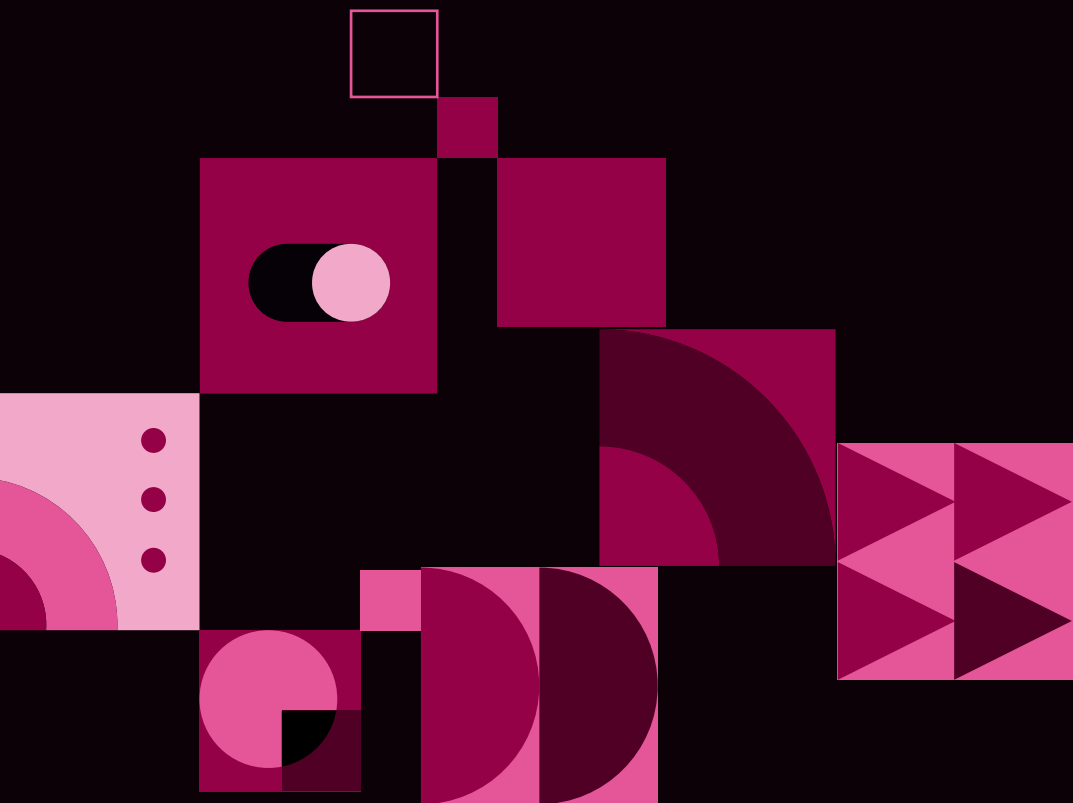
Los modelos de gobernanza energética participativa ya están tomando forma. En Brasil, las cooperativas solares lideradas por la comunidad están experimentando con herramientas de monitoreo basadas en IA para optimizar el rendimiento y compartir los ahorros de energía (Microsoft, AI for Sustainability Playbook, 2024). Fuera de América Latina y el Caribe, en el contexto del Sur Global, en Nigeria se están desarrollando y proponiendo marcos para integrar a las comunidades indígenas y combinar las tecnologías digitales con el conocimiento ecológico tradicional para rastrear los cambios en el uso de la tierra y garantizar que el desarrollo energético no comprometa la integridad cultural o ambiental (Abiodun et al., 2024).

Para que esta forma de participación sea una práctica estándar, las políticas deben garantizar que los mecanismos de participación sean genuinamente inclusivos, en lugar de extractivos o simbólicos. Esto requiere asignar tiempo y recursos para el desarrollo de capacidades, traducir la información técnica a formatos accesibles e incorporar prácticas de codiseño en los procesos de adquisición y planificación. En última instancia, los enfoques impulsados por la comunidad fortalecen no solo la legitimidad y la inclusión, sino también la sostenibilidad y eficiencia a largo plazo de los sistemas de energía e inteligencia artificial.

RECUADRO 4 - COMPROMISO DE LA COMUNIDAD DE CENTROS DE DATOS

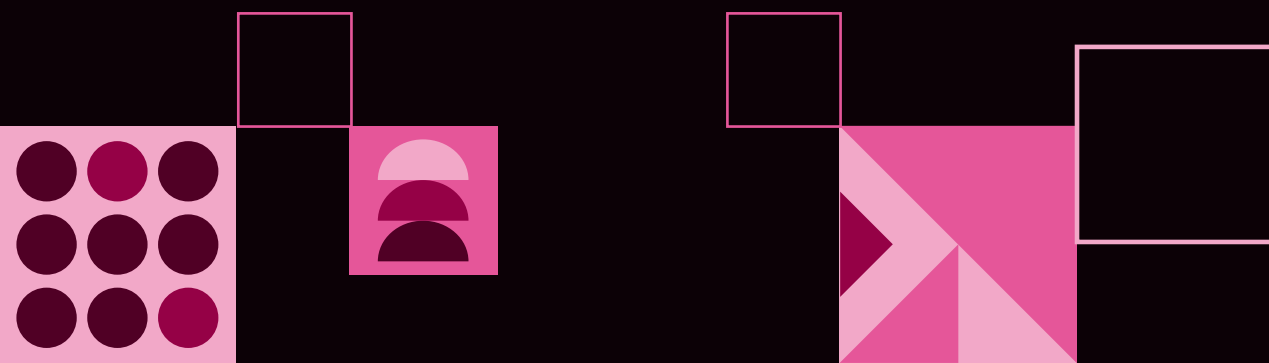
En junio de 2024, Microsoft lanzó su Compromiso con la comunidad de centros de datos, un acuerdo global para garantizar que la red de centros de datos en expansión de la empresa genere resultados medioambientales y sociales positivos en las comunidades en las que opera. El compromiso se basa en tres pilares.

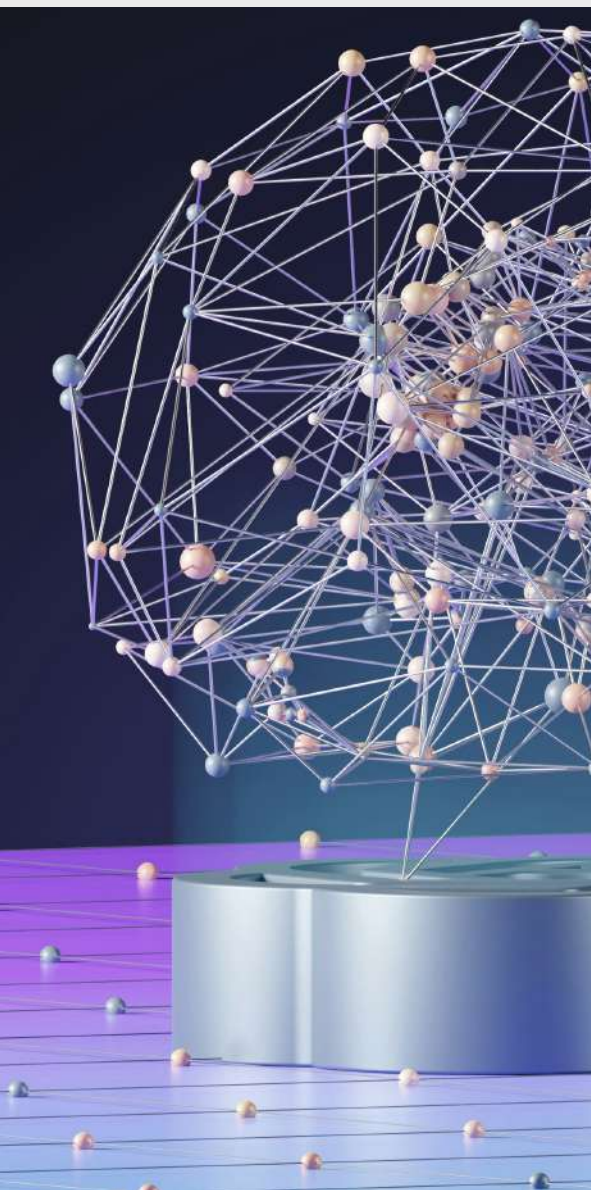
- Sostenibilidad: el objetivo es lograr operaciones con emisiones de carbono negativas, agua positiva y cero residuos para 2030.
- Prosperidad de la comunidad: crear puestos de trabajo, ofrecer formación y ampliar las iniciativas de capacitación digital.
- Operaciones responsables: colaborar con las partes interesadas locales y minimizar impactos como el ruido, la iluminación y la alteración del ecosistema (Walsh, 2024).



04

Recomendaciones y futuras orientaciones de la investigación





4. Recomendaciones y futuras orientaciones de la investigación

La integración de la IA en los sistemas energéticos presenta oportunidades transformadoras y desafíos urgentes, lo que subraya la responsabilidad del sector energético de cumplir con los requisitos de infraestructura y emisiones necesarios para aprovechar la IA de manera efectiva. Este informe exploró cómo la IA puede optimizar el uso de la energía, apoyar la descarbonización y promover nuevos modelos participativos, al tiempo que advierte sobre los riesgos del crecimiento descontrolado de la infraestructura de uso intensivo de energía y las brechas de gobernanza. Con base en estos hallazgos, describe las siguientes recomendaciones y vías para futuras investigaciones.

Recomendaciones de políticas y prácticas

1. Promover la transparencia y la rendición de cuentas en los sistemas de energía de IA. Los formuladores de políticas deben establecer estándares claros de informes para el consumo de energía y la huella de carbono de las aplicaciones de IA, particularmente en áreas de alto impacto como los centros de datos y los modelos predictivos. Estos estándares deben garantizar informes consistentes, comparables y

precisos en todas las regiones y sectores, incluir aportes diversos de las partes interesadas y guiar de manera efectiva el desarrollo de una IA alineada con el clima. (AIE, Energía e IA – Análisis, 2025).

2. Alinear la infraestructura digital con los objetivos climáticos y de justicia. Los incentivos para la IA y la infraestructura de datos deben estar vinculados a los beneficios locales, la integración de energías renovables y las salvaguardias ambientales. Las asociaciones público-privadas deben incorporar la creación de valor social, incluido el desarrollo de la fuerza laboral, la reinversión comunitaria y la equidad de género como medidas centrales de éxito (The Maybe, 2025; AIE, 2025).

3. Institucionalizar la participación comunitaria y la cogobernanza. Los gobiernos y el sector privado deben incorporar mecanismos participativos en la planificación energética habilitada por IA, asegurando que las comunidades marginadas tengan voz en la recopilación de datos, la toma de decisiones algorítmicas y la asignación de recursos (Melguizo et al., 2025).

4. Fortalecer la capacidad regional y el intercambio de conocimientos. Es esencial desarrollar la capacidad técnica y de gobernanza en el Sur Global.

Las prioridades incluyen fomentar la colaboración Sur-Sur, desarrollar herramientas de código abierto y apoyar la experimentación liderada localmente para reducir la dependencia y promover soluciones específicas del contexto (Microsoft, 2024).

5. Requerir el desarrollo de escenarios estandarizados de emisiones de IA. Los escenarios comunes deberían capturar tanto el crecimiento de la demanda de energía relacionada con la IA como las posibles vías de descarbonización. Estos modelos deben reflejar combinaciones de redes regionales, restricciones de infraestructura y efectos de rebote para proporcionar proyecciones realistas. La incorporación de estos escenarios en los procesos de planificación climática permitiría políticas más proactivas que alineen el despliegue de la IA con los compromisos de cero emisiones netas (Luers et al, 2024).

Futuras direcciones de investigación

Si bien están surgiendo aplicaciones prometedoras de la IA en la energía, siguen existiendo importantes lagunas de conocimiento. Avanzar en este campo requiere una investigación específica que se centre en la equidad, la sostenibilidad y la innovación específica del contexto, particularmente en regiones y comunidades subrepresentadas.

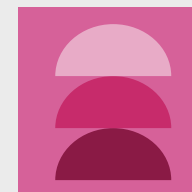
- **Modelos grandes vs. más eficientes:** la investigación futura debería profundizar el análisis comparativo y los productos de conocimiento

entre los centros de datos que consumen muchos recursos y los modelos computacionales emergentes más eficientes, destacando las compensaciones en eficiencia, equidad y sostenibilidad.

- **Perspectivas lideradas por el Sur Global:** se necesita más documentación sobre las innovaciones lideradas por la comunidad e indígenas en los sistemas de energía de IA en América Latina, África y el sudeste asiático (Melguizo et al., 2025).
- **Sostenibilidad del ciclo de vida de la IA:** un análisis más profundo del ciclo de vida es esencial para comprender las compensaciones entre los beneficios de la IA y sus impactos ambientales, que van desde el hardware hasta las preocupaciones sobre los datos (Luccioni et al., 2023).
- **Impactos sociales y de género:** la investigación debe examinar cómo la IA en la energía mitiga o exacerba las desigualdades existentes, particularmente en torno al género, el acceso rural y la pobreza energética (Informe Global de Habilidades Verdes, 2024).
- **Marcos éticos y legales:** los estudios comparativos sobre responsabilidad algorítmica, soberanía energética y derechos de datos pueden ayudar a desarrollar modelos regionales para la gobernanza de la IA alineados con la sostenibilidad (UNESCO, 2021; El tal vez, 2025).

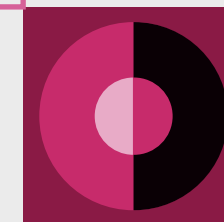
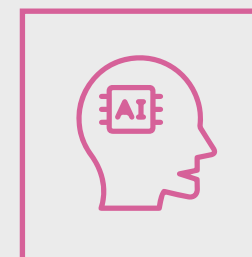
La convergencia de la IA y la energía ofrece una oportunidad para avanzar en el desarrollo sostenible si se guía por la equidad, la responsabilidad y la previsión. A medida que ALC construye sus infraestructuras

digitales y energéticas, los países pueden trazar un camino inclusivo, transparente y alineado con el clima para la integración de la IA. Al basar la innovación en el conocimiento local, permitir la participación de la comunidad en la gobernanza y alinear el desarrollo tecnológico con las prioridades sociales y ecológicas, la región puede liderar la configuración de un futuro de IA que funcione para el interés público.



Notas finales

- 1 Según IBM, los servidores acelerados utilizan hardware especializado, como unidades de procesamiento de gráficos (GPU), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC) o matrices de puertas programables en campo (FPGA) para realizar tareas de manera más rápida y eficiente que las unidades centrales de procesamiento (CPU) tradicionales. Al confiar en la computación paralela, son esenciales para aplicaciones avanzadas, como la IA, la IA generativa, el aprendizaje automático y la computación de alto rendimiento.
- 2 Basado en el consumo medio mundial de energía por centro.
- 3 Según la AIE (2025), se estima que las emisiones globales totales de CO2 procedentes de la combustión de combustibles serán de unos 35.000 millones de toneladas métricas en 2024.
- 4 Para obtener más detalles sobre estos dos escenarios, consulte el Capítulo 2 del informe Energy & AI 2025 de la AIE.
- 5 Por ejemplo, los costos más bajos en la producción de combustibles fósiles que son posibles gracias a la IA pueden fomentar una mayor extracción, y el crecimiento de los vehículos autónomos puede alejar a las personas del transporte público, aumentando la demanda de transporte y las emisiones.



Referencias

Abiodun et al. (2024) Harnessing Indigenous Knowledge and Modern Technology for Sustainable Development in Southwest Nigeria: Addressing Environmental Challenges

Amazon. (2024, January). Amazon's renewable energy portfolio update. <https://www.aboutamazon.com/news/sustainability/amazon-renewable-energy-portfolio-january-2024-update>

Biswas, P., Rashid, A., Biswas, A., & Others. (2024). AI-driven approaches for optimizing power consumption: A comprehensive survey. *Discover Artificial Intelligence*, 4, 116. <https://doi.org/10.1007/s44163-024-00211-7>

BloombergNEF. (n.d.). Tech firms seal US dominance in corporate clean power purchasing. <https://about.bnef.com/insights/clean-energy/tech-firms-seal-us-dominance-in-corporate-clean-power-purchasing/>

Deloitte. (2024). As generative AI asks for more power, data centers seek more reliable, cleaner energy solutions. Deloitte Insights. Available at: <https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions/2025/genai-power-consumption-creates-need-for-more-sustainable-data-centers.html>

Ding, C. X., Zhong, S., Li, S., & Alhazmi, M. (2025). Regulatory-driven optimization of integrated energy systems: A legal and policy-compliant framework for flexibility and carbon management. *Energy Reports*, 14, 157–172. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2025.05.048>

Giraldo Vélez, C. E. (2023). Green power markets in Latin America: Experiences and trends [Working paper]. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83066/1037369753.2023.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

GSMA Intelligence. (2025). Distributed inference: How AI can turbocharge the edge. GSMA Intelligence. <https://www.gsmainelligence.com/research/distributed-inference-how-ai-can-turbocharge-the-edge>

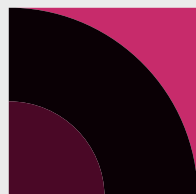
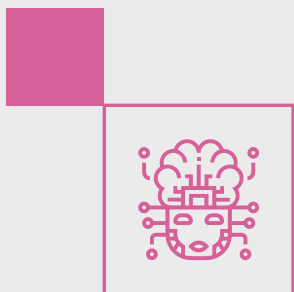
Heymann, F., Quest, H., Lopez Garcia, T., Ballif, C., & Galus, M. (2024). Reviewing 40 years of artificial intelligence applied to power systems – A taxonomic perspective. *Energy and AI*, 15, 100322. <https://doi.org/10.1016/j.egyai.2023.100322>

IEA (2025), Energy and AI, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai>, Licence: CC BY 4.0

IEA (2025), World Energy Investment 2025, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2025>, Licence: CC BY 4.0

Kaack, L. H. et al. (2022), Aligning artificial intelligence with climate change mitigation. *Nature Climate Change*, vol. 12(6), pp. 518–527, <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01377-7>

Lacoste, A., Luccioni, A. S., Schmidt, V., Lê, L., & Hugging Face Team. (2024). AI Energy Score: An Open Leaderboard for Energy and



Emissions of AI Models. Hugging Face. <https://huggingface.github.io/AIEnergyScore/#faq>

Lambertini, M. (2023, October 28). How do we achieve nature positive? [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ZIPHGImaFHM>

Lebdioui, A. Melguizo, Á., & Muñoz, V. (2025). Artificial intelligence, biodiversity & energy: From a resource-intensive to a symbiotic tech (TIDE Working Paper No. 90). Oxford TIDE. https://www.thegovlab.org/static/files/tide-working-paper-90_-ai-biodiversity-and-energy5.pdf

Luccioni, A. S., Schmidt, V., Lacoste, A., & Lê, L. (2023). Quantifying the carbon emissions of AI. Hugging Face & Mila. <https://huggingface.co/blog/emissions>

Luers, A., Koomey, J., Masanet, E., Gaffney, O., Creutzig, F., Lavista Ferres, J., & Horvitz, E. (2024, April 22). Will AI accelerate or delay the race to net-zero emissions? *Nature*, 628, 718–720. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-01137-x>

Luo, Z., Lin, X., Wu, Y., & Zhong, W. (2024). Role of energy value chain in carbon neutrality: A review. *Clean Energy Science and Technology*, 2(4), 192. <https://doi.org/10.18686/cest.v2i4.192>

Melguizo, L., Jung, J., & Katz, R. (2025). AI & energy: Exploring the intersection of digital infrastructure, sustainability, and governance in Latin America and the Caribbean. Oxford TIDE. https://oxford-tide.org/wp-content/uploads/2025/06/ai_energy_melguizo_jung_katz_0805_rev06.pdf

Meza, V., & Perez, E. (2022). The Role of Artificial Intelligence in Latin America's Energy Transition. *IEEE Latin America Transactions*, 20 (11), 2404–2412. <https://doi.org/10.1109/TLA.2023.6829>

Microsoft. (2024). AI for sustainability playbook. <https://www.microsoft.com/corporate-responsibility/sustainability/ai>

Mischos, S., Dalagdi, E., & Vrakas, D. (2023). Intelligent energy management systems: A review. *Artificial Intelligence Review*, 56, 11635–11674. <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10441-3>

Neri, H., & Domingos Cordeiro, V. (2025). Navigating the double divide: Generative AI and the dynamics of inequality in Latin America. *ProtoSociology*, 40, 342. <https://doi.org/10.5840/protosociology20234018>

Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). (2025). By 2035, artificial intelligence will demand 5% of the electricity consumed in Latin America and the Caribbean. OLADE. <https://www.olade.org/en/editoriales/march-2025by-2035-artificial-intelligence-will-demand-5-of-the-electricity-consumed-in-latin-america-and-the-caribbean/>

Pilz, K. F., Mahmood, Y., & Heim, L. (2025). AI's power requirements under exponential growth: Extrapolating AI data center power demand and assessing its potential impact on U.S. competitiveness (RAND Report RRA3572-1). RAND Corporation. <https://www.rand.org/t/RRA3572-1>

Rojek, I., Mikołajewski, D., Galas, K., & Piszcz, A.

(2025). Advanced deep learning algorithms for energy optimization of smart cities. *Energies*, 18(2), 407. <https://doi.org/10.3390/en18020407>

Stern, N., Romani, M., Pierfederici, R. et al. (2025). Green and intelligent: the role of AI in the climate transition. *npj Climate Action* 4, 56. <https://doi.org/10.1038/s44168-025-00252-3>

The Maybe. (2025). Data center report: Where cloud meets cement. <https://www.themaybe.org/research/data-center-report-where-cloud-meets-cement>

Ukoba, K., Olatunji, K. O., Adeoye, E., Jen, T.-C., & Madyira, D. M. (2024). Optimizing renewable energy systems through artificial intelligence: Review and future prospects. *Energy & Environment*, 35(7), 3833–3879. <https://doi.org/10.1177/0958305X241256293>

UNESCO. (2021). Recommendation on the ethics of artificial intelligence. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>

U.S. Department of Energy. (2024, April). Artificial Intelligence Executive Order Report: Section 5.2g(i). https://www.energy.gov/sites/default/files/2024-04/AI%20EO%20Report%20Section%205.2g%28i%29_043024.pdf

Vanderbauwhede, W. (2025). Estimating the increase in emissions caused by AI-augmented search. University of Glasgow. arXiv preprint arXiv:2407.16894. <https://arxiv.org/abs/2407.16894>

Walsh, N. (2024, June 2). Microsoft's Datacenter Community Pledge: To build and operate digital infrastructure that addresses societal challenges and creates benefits for communities. The Official Microsoft Blog. <https://blogs.microsoft.com/blog/2024/06/02/microsofts-datacenter-community-pledge-to-build-and-operate-digital-infrastructure-that-addresses-societal-challenges-and-creates-benefits-for-communities/17>

X (2024), How Tapestry Came to Support a Stronger, Cleaner Grid in Chile. <https://x.company/blog/posts/tapestry-cen-planning/>

Zewe, A. (2025, January 17). Explained: Generative AI's environmental impact. MIT News. <https://news.mit.edu/2025/explained-generative-ai-environmental-impact-0117>

