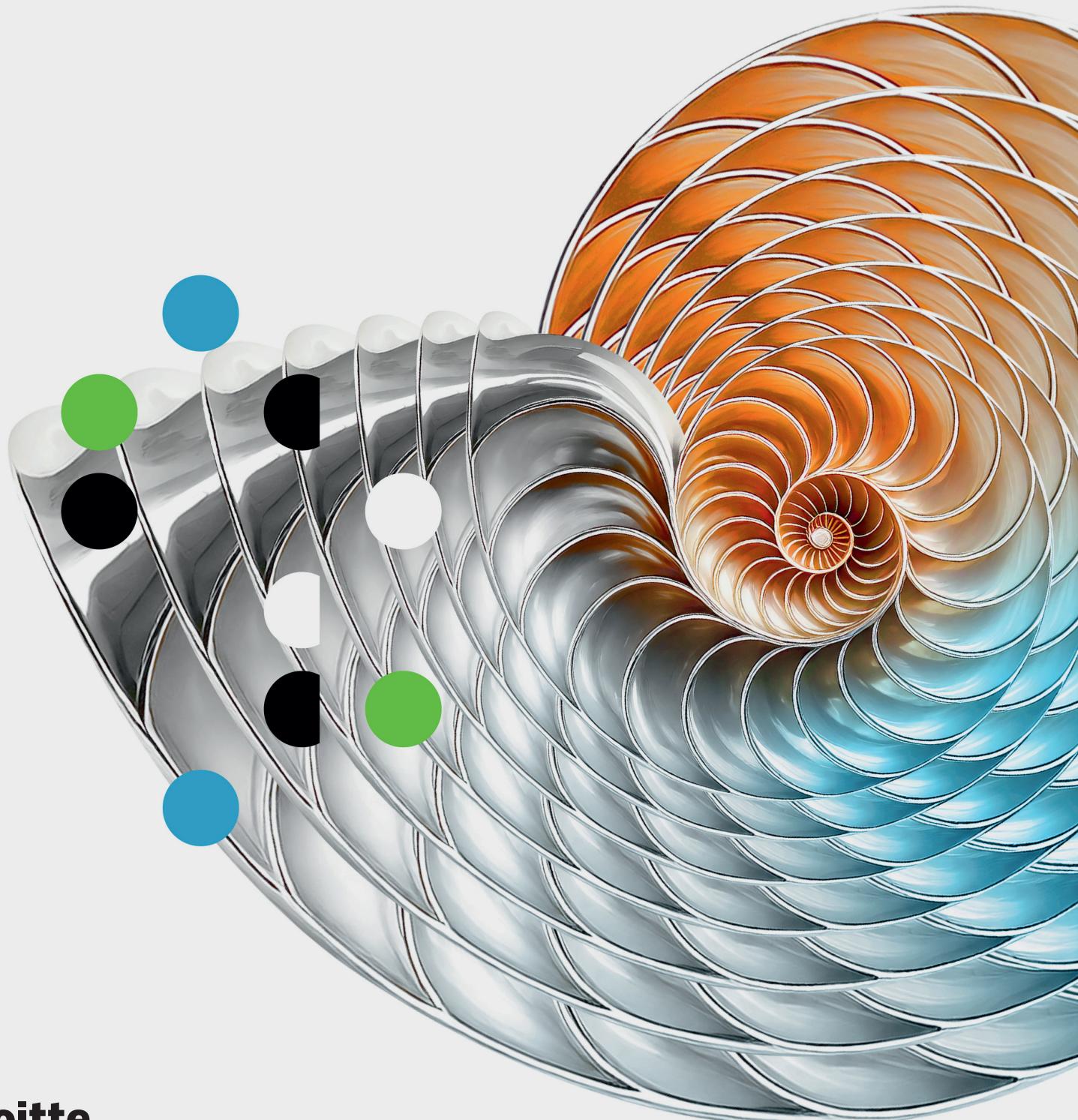


# Tendencias Tecnológicas 2026

*A medida que la innovación y adopción tecnológica se aceleran, cinco tendencias revelan cómo las organizaciones exitosas están pasando de la experimentación al impacto.*





- 02... Resumen ejecutivo**
- 04... Compuestos de innovación**
- 09... La IA pasa a lo físico: Navegando la convergencia entre IA y robótica**
- 21... La comprobación de realidad agente: Prepararse para una fuerza laboral basada en silicio**
- 33... El ajuste de cuentas de la infraestructura de IA: Optimizando la estrategia de computación en la era de la economía de la inferencia**
- 43... La gran reconstrucción: Diseñando una organización tecnológica nativa de IA**
- 53... El dilema de la IA: Asegurar y aprovechar la IA para la defensa cibernética**
- 62... Cortando el ruido: señales tecnológicas que merece la pena seguir a medida que la IA avanza**

# Resumen ejecutivo

**E**l año pasado anticipamos que la inteligencia artificial se convertiría en un habilitador esencial, integrado de manera fluida en una amplia gama de productos y servicios. La 17<sup>a</sup> edición de [Tech Trends](#) confirma esa predicción: ningún ámbito de la tecnología empresarial permanece ajeno a la IA. La demanda de operaciones inteligentes impulsa decisiones que abarcan desde hardware hasta robótica. Si en 2024 el foco estuvo en pruebas de concepto y exploración, en 2025 la prioridad es escalar. Las organizaciones están operacionalizando procesos basados en IA, conscientes de que la diferenciación competitiva dependerá de cómo la IA potencie automatización, innovación y velocidad.

## Compuestos de innovación

Los líderes tecnológicos enfrentan un cambio crítico: pasar de la experimentación a impactos medibles. La innovación se acelera exponencialmente: la IA generativa alcanzó 100 millones de usuarios en dos meses, frente a los 50 años que tardaron los teléfonos en llegar a 50 millones. Este efecto “*flywheel*” multiplica avances en tecnología, datos, inversión e infraestructura. Los modelos tradicionales no pueden seguir el ritmo. El éxito exige más que tecnología avanzada: requiere rediseñar procesos, vincular inversiones con resultados y ejecutar con agilidad.

## La IA pasa a lo físico: Navegando la convergencia entre IA y robótica

La IA está transformando robots preprogramados en sistemas adaptativos que perciben, aprenden y operan de forma autónoma en entornos complejos. Estas capacidades ya se aplican en robots industriales, vehículos autónomos y drones. Persisten retos como brechas de capacitación, seguridad y ciberriesgos, pero la reducción de costos impulsa la adopción más allá de

almacenes y cadenas de suministro hacia usos masivos. Los robots humanoides son la próxima frontera: se proyectan 2 millones en entornos laborales para 2035. El futuro apunta a robots biohíbridos y robótica cuántica.

## La comprobación de realidad agente: Prepararse para una fuerza laboral basada en silicio

Pese al entusiasmo inicial, muchas empresas no han logrado transformaciones significativas con IA agente: la mayoría solo automatiza procesos existentes. Apenas el 11% ha desplegado sistemas agénticos en producción, enfrentando desafíos como integración con sistemas heredados, limitaciones de arquitectura y marcos de gobernanza insuficientes. Las organizaciones líderes están rediseñando procesos centrados en agentes, implementando orquestación multiagente con protocolos emergentes y gestionando agentes como una fuerza laboral digital que requiere marcos especializados: incorporación, seguimiento de desempeño y control de costos (*FinOps*). El futuro traerá autonomía gradual, equipos híbridos humano-digital y aprendizaje continuo a partir de datos generados por agentes, transformando la forma en que las empresas operan y compiten.

## **El ajuste de cuentas de la infraestructura de IA: Optimizando la estrategia de cómputo en la era de la economía de la inferencia**

La IA ha pasado de la experimentación a la producción, y las empresas enfrentan un dilema crítico: cómo optimizar la infraestructura. Aunque los costos por token han disminuido, el gasto total se dispara por el crecimiento exponencial del uso. Las organizaciones alcanzan un punto de inflexión: los servicios en la nube resultan prohibitivos para cargas de alto volumen, con facturas que llegan a decenas de millones mensuales.

La respuesta: arquitecturas híbridas estratégicas. Nube para cargas variables, on-premises para inferencia consistente y edge para aplicaciones sensibles a la latencia. Esto implica centros de datos diseñados para IA, con hardware optimizado para GPU, redes avanzadas y refrigeración especializada. Los retos futuros incluyen recualificación del talento, gestión de infraestructura por agentes de IA e innovación en sostenibilidad: centros alimentados por energías renovables e incluso orbitales.

## **La gran reconstrucción: Diseñando una organización tecnológica nativa de IA**

La IA está redefiniendo las organizaciones más allá de la automatización. Con un aumento del 64% en inversiones y presupuestos para IA, las prioridades migran del mantenimiento a la estrategia. Las empresas líderes anclan sus iniciativas en resultados medibles, diseñan arquitecturas modulares para flexibilidad y desarrollan talento para la colaboración humano-máquina.

Surgen nuevos roles: diseñadores de interacción con IA, ingenieros de edge y especialistas en prompts. Los CIO evolucionan de gestores tecnológicos a evangelistas y orquestadores de IA. Las organizaciones del futuro integrarán arquitecturas agenticas, equipos ágiles liderados por UCT, plantillas híbridas humano-agente, gobernanza adaptativa e innovación orientada al ecosistema. El éxito exige abrazar la evolución continua y reimaginar operaciones, no solo ajustes incrementales.

## **El dilema de la IA: Asegurar y aprovechar la IA para la defensa cibernetica**

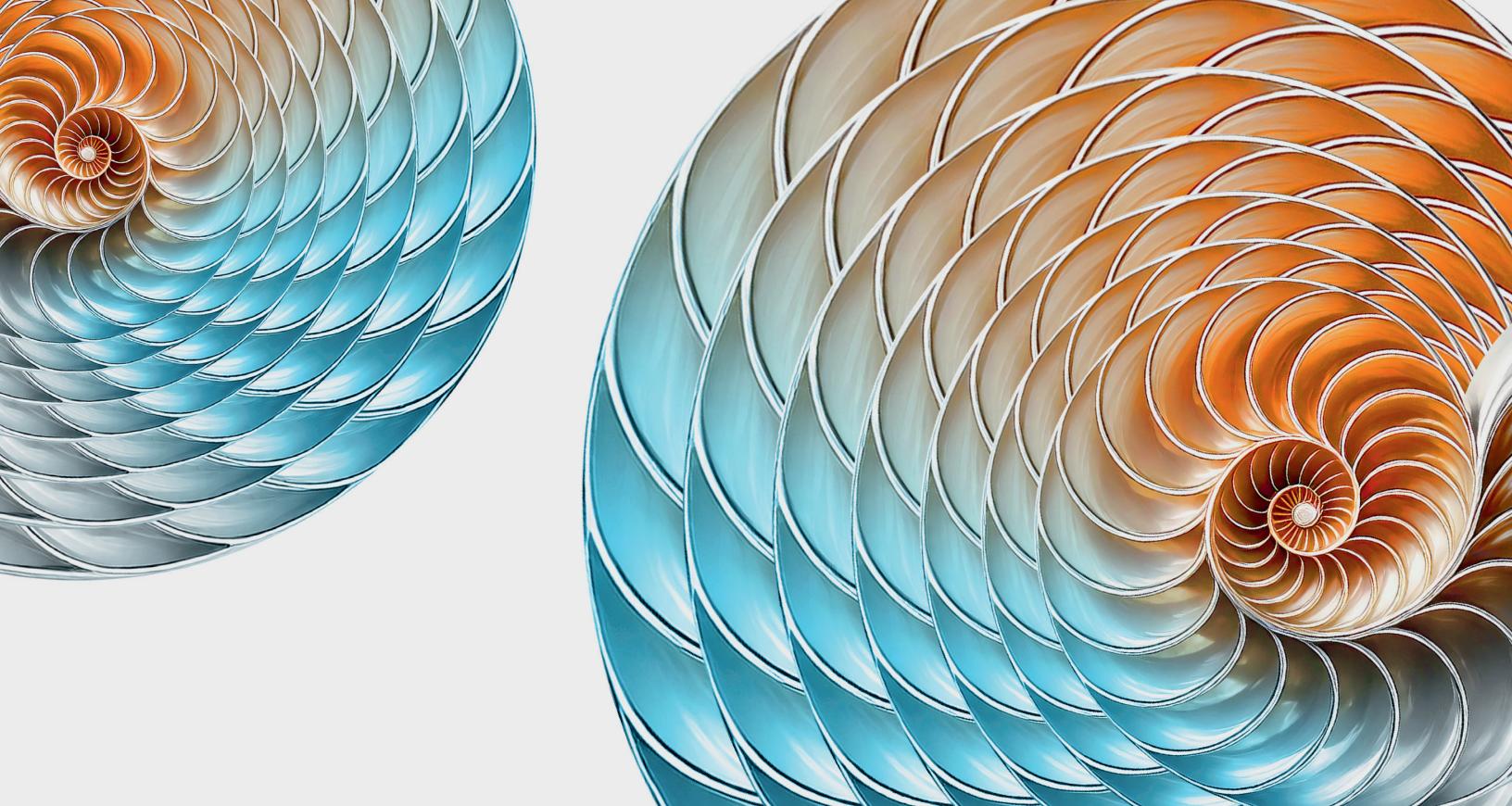
La IA plantea una paradoja: impulsa innovación y, al mismo tiempo, introduce riesgos. Las amenazas incluyen IA en la sombra, ataques adversariales y vulnerabilidades en datos, modelos, aplicaciones e infraestructura. Las prácticas actuales deben adaptarse con controles robustos, aislamiento de modelos y despliegues seguros.

A la vez, la IA ofrece defensas poderosas: red teaming con agentes, entrenamiento adversarial y detección automática de amenazas a velocidad de máquina. Los retos futuros abarcan la convergencia IA-física, guerra cibernetica autónoma y riesgos cuánticos y espaciales. El éxito depende de integrar la seguridad desde el inicio, como habilitador, no como freno.

## **Cortando el ruido: señales tecnológicas que merece la pena seguir a medida que la IA avanza**

*Tech Trends* destaca cinco desarrollos que transforman la operación empresarial, pero hay más señales que vigilar: posible estancamiento de modelos fundacionales, impacto de datos sintéticos, avances en computación neuromórfica, casos emergentes de IA avanzada, crecimiento de wearables inteligentes, autenticación biométrica, privacidad en agentes y optimización de motores generativos.

Algunas señales dominarán, otras se desvanecerán. Todas reflejan una realidad: el ritmo del cambio tecnológico se ha acelerado radicalmente. Las organizaciones que detecten estos patrones tendrán ventaja para adaptarse.



## Compuestos de innovación

A medida que la innovación y adopción tecnológica se aceleran, cinco tendencias revelan cómo las organizaciones exitosas están pasando de la experimentación al impacto

*Kelly Raskovich*

**L**a mayor parte de mi año en conversaciones con líderes tecnológicos, preguntando qué funciona, qué no y qué les quita el sueño. Últimamente, esas conversaciones han adquirido un carácter diferente.

La pregunta solía ser “¿Qué podemos hacer con la IA?” Ahora es “¿Cómo pasamos de la experimentación al impacto?” El enfoque ha pasado de pilotos interminables a un valor real para el negocio, y hay una sensación de urgencia detrás de todo ello. No porque la tecnología esté mejorando—aunque lo está—sino porque el propio ritmo del cambio se ha acelerado.

Los números cuentan la historia (figura 1). El teléfono tardó 50 años para alcanzar los 50 millones de usuarios. Internet tardó siete años. Una herramienta líder en IA generativa alcanzó aproximadamente el doble de esas cifras en dos meses.<sup>1</sup> Al momento de escribir esto,

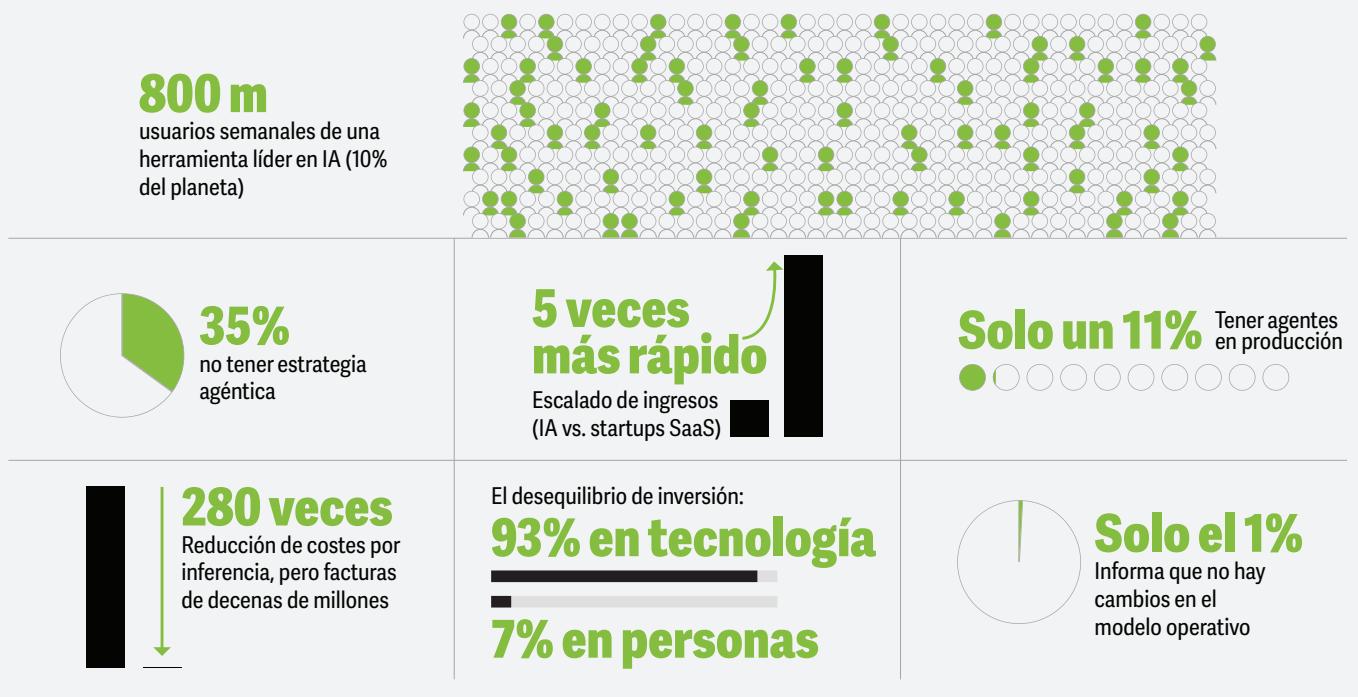
esa herramienta tiene más de 800 millones de usuarios semanales—aproximadamente el 10% de la población del planeta.<sup>2</sup>

Pero la adopción rápida es solo la superficie. La innovación se está acumulando; Las fuerzas no son simplemente aditivas, sino multiplicativas. Piénsalo como un volante de inercia: una mejor tecnología permite más aplicaciones. Más aplicaciones generan más datos. Más datos atraen más inversión. Más inversión construye mejor infraestructura. Una mejor infraestructura reduce los costes. Costes más bajos permiten más experiencia. Cada mejora acelera simultáneamente todas las demás.

Por eso las *startups* de IA crecen de 1 millón a 30 millones de dólares en ingresos cinco veces más rápido que las empresas SaaS.<sup>3</sup> Por eso la vida media del conocimiento en la IA se ha reducido a meses en vez de años.<sup>4</sup> Y por eso un Director de Investigación (CIO) me dijo: “El tiempo que tardamos en estudiar una nueva tecnología ahora supera la ventana de relevancia de esa tecnología.”

Figura 1

## La transformación de la IA en números



Fuentes: Rebecca Bellan, "Sam Altman dice que ChatGPT ha alcanzado 800 millones de usuarios activos semanales," TechCrunch, 6 de octubre de 2025; Encuesta de Deloitte sobre Tendencias Tecnológicas Emergentes en la Empresa; Wing Venture Capital, "La IA crece más rápido que el SaaS"; Instituto de IA Centrada en el Humano de Stanford, "Informe del Índice de IA 2025"; Investigación detallada sobre asignación de inversiones en IA, 2025; Perspectivas de gasto tecnológico 2025.

Todas las organizaciones que estudiamos están descubriendo la misma verdad: lo que les trajo hasta aquí no les traerá allí.

La infraestructura diseñada para un enfoque *cloud-first* no soporta la economía de la IA. Los procesos pensados para trabajadores humanos no aplican a agentes digitales. Los modelos de seguridad basados en defensa perimetral no protegen contra amenazas que operan a velocidad de máquina. Y los modelos operativos de TI orientados a servicios no impulsan la transformación del negocio.

**Esto no es solo por mejorar. Se trata de reconstruir.**

Durante 17 años, *Tech Trends* ha explorado tecnologías emergentes preparadas para transformar el negocio en los próximos 18 a 24 meses. Nuestra investigación se basa en la detección de tendencias a partir de conversaciones con expertos en Deloitte y líderes tecnológicos externos, así como la investigación propia de Deloitte sobre tecnologías emergentes. Este año, los datos revelan cinco fuerzas interconectadas.

## La IA pasa a lo físico: Navegando la convergencia entre IA y robótica

Amazon alcanzó su robot millonésimo, y su IA *DeepFleet* coordina toda la flota, mejorando la eficiencia en desplazamientos dentro de almacenes en un 10%. BMW ya muestra vehículos autónomos recorriendo kilómetros en rutas de producción. La inteligencia dejó de estar confinada a pantallas: ahora es encarnada, autónoma y resuelve problemas reales en el mundo físico.

## Realidad agente: Prepararse para una fuerza laboral basada en silicio

Solo el 11% de las organizaciones tiene agentes en producción, aunque el 38% los pilota. La brecha entre piloto y producción lo dice todo: el 42% aún define su estrategia y el 35% carece de ella. Gartner predice que el 40% de los proyectos agénticos fracasará para 2027, no por fallas tecnológicas, sino porque las empresas automatizan procesos rotos en lugar de rediseñar operaciones.

El CFO de HPE lo resume: “*Queríamos transformar un proceso de extremo a extremo, no solo resolver un punto de dolor.*”

## El ajuste de cuentas de la infraestructura de IA: Optimizando la estrategia de cómputo en la era de la economía de la inferencia

Los costos por token se han duplicado en dos años, mientras el consumo crece más rápido que las reducciones de precio. Algunas empresas enfrentan facturas mensuales de decenas de millones. Las estrategias actuales no escalan IA a producción masiva.

La respuesta: pasar de *cloud-first* a arquitecturas híbridas. Nube para elasticidad, on-premises para consistencia y edge para inmediatez.

## La gran reconstrucción: Diseñando una organización tecnológica nativa de IA

La IA está reestructurando las organizaciones para hacerlas más ágiles, rápidas y estratégicas. Solo el 1% de los líderes de TI encuestados por Deloitte afirma que no hay cambios significativos en su modelo operativo.

Los líderes evolucionan de la gestión incremental a la orquestación de equipos humano-agente, con CIOs convertidos en evangelistas de IA. El éxito exige una reimaginación audaz: arquitectura modular, gobernanza integrada y evolución continua como capacidades esenciales.

## El dilema de la IA: Asegurar y aprovechar la IA para la defensa cibernetica

La tecnología que impulsa la ventaja competitiva también se [convierte en objetivo](#). El CISO de AT&T lo resume: “*La diferencia con la IA es la velocidad y el impacto.*”<sup>12</sup>

Las organizaciones deben asegurar IA en cuatro dominios: datos, modelos, aplicaciones e infraestructura. Al mismo tiempo, pueden usar defensas impulsadas por IA para contrarrestar amenazas que operan a velocidad de máquina. “Este informe presenta líderes que navegan con éxito este cambio radical. No tienen todas las respuestas, pero revelan patrones que iluminan el camino.

- **Lideran con problemas, no con tecnología.** CIO de Broadcom: “Sin centrarse en un problema empresarial específico y en el valor que quieras obtener, podría ser fácil invertir en IA y no obtener ningún retorno.”<sup>13</sup>
- **Específicamente, sus mayores problemas.** CEO de UiPath: “En lugar de quedarte atrapado en un ciclo de pruebas perpetuas de concepto, considera atacar tu mayor problema y buscar un gran resultado.”<sup>14</sup>
- **Priorizan la velocidad sobre la perfección.** CIO de Western Digital: “Preferimos fracasar rápido con pilotos pequeños antes que perder la ola por completo.”<sup>15</sup>
- **Diseñan con personas, no solo para ellas.** Walmart involucró a los empleados de tienda en la creación de su aplicación de horarios, que incluye intercambio de turnos, supervisión de horarios y control de empleados. El resultado: el tiempo de programación bajó de 90 minutos a 30 minutos, y la gente realmente usó la app.<sup>16</sup>
- **Tratan el cambio como continuo.** El CIO de Coca-Cola describió su trayectoria como el paso de “¿Qué podemos hacer?” a “¿Qué deberíamos hacer?”<sup>17</sup> Ese cambio —de la capacidad primero a la necesidad primero— es lo que separa la experimentación productiva del purgatorio de los pilotos.

He seguido la evolución tecnológica el tiempo suficiente para reconocer los patrones. Internet lo cambió todo. El móvil transformó el comportamiento del consumidor. La computación en la nube fue transformadora.

Pero este momento es diferente.

No es solo que la IA sea poderosa. Es que las [curvas en S](#) se están comprimiendo. La distancia entre emergente y mainstream se está desmoronando.

Las organizaciones diseñadas para la mejora secuencial no pueden competir con aquellas que operan en bucles de aprendizaje continuo. El manual tradicional asumía que tenías tiempo para hacerlo bien. Esa suposición ya no se cumple.

Las organizaciones que tengan éxito probablemente no serán aquellas con la tecnología más sofisticada. Serán aquellos con el valor de rediseñar en lugar de

automatizar, la disciplina para conectar cada inversión con los resultados del negocio y la velocidad para ejecutar antes de que se cierre la ventana.

La innovación se compone. La brecha entre rezagados y líderes crece exponencialmente. La forma en que respondas disuade de qué lado de esa brecha estás.

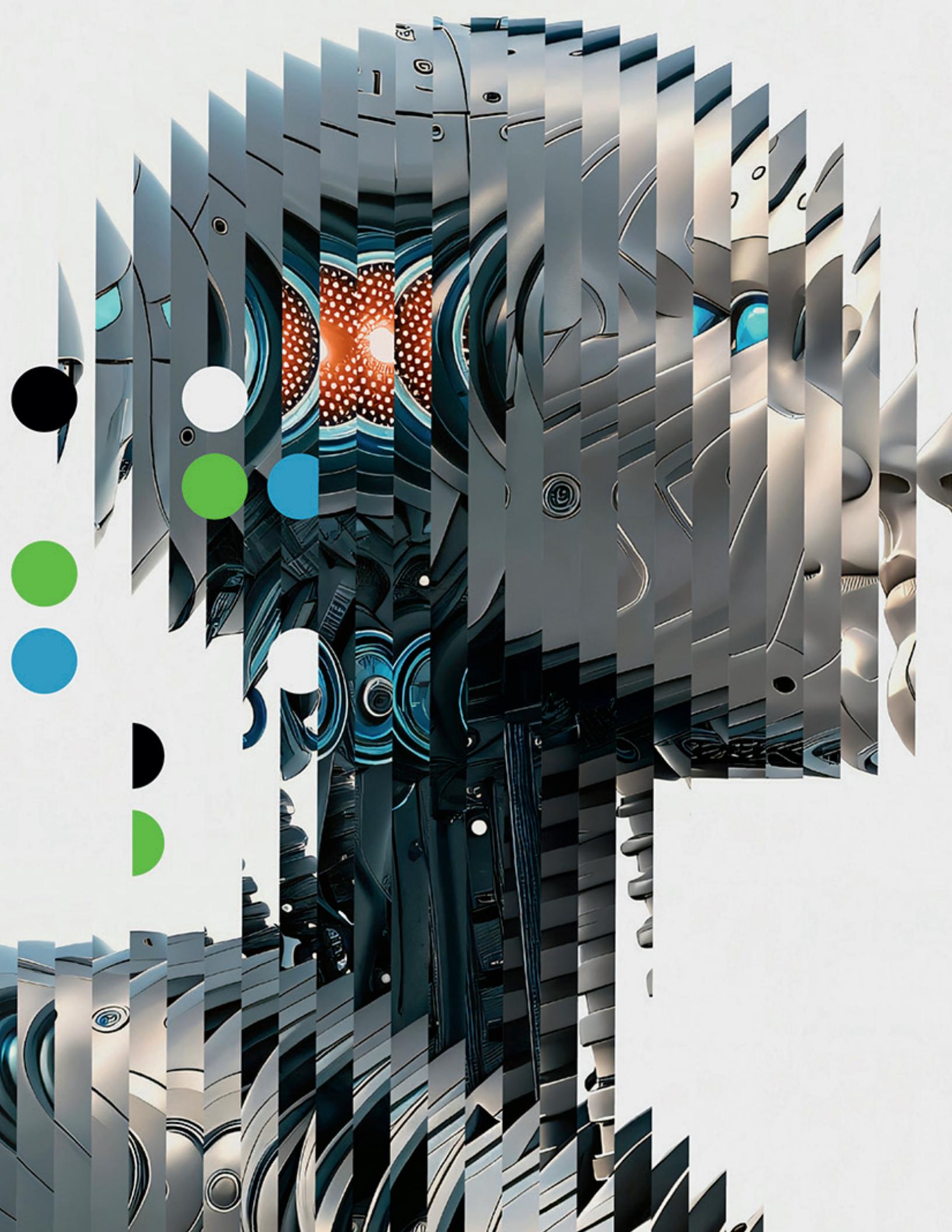
Pero no tienes que afrontar esto solo. Esperamos que la publicación de este año os recuerde que todos estamos enfrentando este ritmo acelerado de cambio, y juntos podemos moldear lo que viene después.



**Kelly Raskovich**  
Editor ejecutivo, Tech Trends

## Notas finales

- Jeff Desjardins, “En la carrera hacia los 50 millones de usuarios hay un claro ganador, y puede que te sorprenda,” Foro Económico Mundial, 26 de junio de 2018; Alexandra Garfinkle, “ChatGPT en camino de superar los 100 millones de usuarios más rápido que TikTok o Instagram: UBS,” Yahoo Finance, 2 de febrero de 2023.
- Rebecca Bellan, “Sam Altman dice que ChatGPT ha alcanzado 800 millones de usuarios activos semanales,” TechCrunch, 6 de octubre de 2025.
- Zach DeWitt, “La IA crece más rápido que el SaaS,” Wing Venture Capital, 7 de noviembre de 2024.
- Basado en el análisis de Deloitte sobre los ciclos de adopción de tecnología y los plazos de evolución de capacidades de IA.
- Scott Dresser, “Amazon despliega más de 1 millón de robots y lanza un nuevo modelo de fundación de IA,” Amazon, 1 de julio de 2025.
- Brad Anderson, “¿Quién necesita conductores de fábrica cuando los coches se conducen solos en las plantas BMW?”, CarScoop, 26 de noviembre de 2024.
- Deloitte 2025 Tendencias emergentes de tecnología en la encuesta empresarial. De junio a julio de 2025, Deloitte realizó una encuesta en línea a 500 líderes tecnológicos estadounidenses para cuantificar la prevalencia, el compromiso y las percepciones en torno a la adopción de tecnologías emergentes en diferentes sectores.
- Gartner, “Gartner predice que más del 40 % de los proyectos de IA agente serán cancelados antes de finales de 2027”, comunicado de prensa, 25 de junio de 2025.
- Marie Myers (vicepresidenta ejecutiva y directora financiera, HPE), entrevista con Deloitte, 1 de marzo de 2025.
- Instituto de Stanford para la Inteligencia Artificial Centrada en el Ser Humano, “Informe del Índice de IA 2025”, consultado el 12 de noviembre de 2025.
- Perspectivas de gasto tecnológico de Deloitte 2025. De junio a julio de 2025, Deloitte realizó una encuesta en línea a 302 líderes de compras de TI, responsables de TI y ejecutivos no IT con supervisión del gasto tecnológico para entender cómo las empresas estadounidenses en sectores clave gestionan los presupuestos tecnológicos.
- “Un enfoque directo para habilitar la IA segura en AT&T,” *Deloitte Insights*, 21 de noviembre de 2025.
- Katherine Noyes, “Broadcom CIO: ‘La modernización debe estar impulsada por el negocio’,” CIO Journal, *The Wall Street Journal* y Deloitte, 10 de septiembre de 2025.
- Katherine Noyes, “CEO de UiPath: La automatización agente ‘inaugurará una nueva era de trabajo’,” CIO Journal, *The Wall Street Journal* y Deloitte, 21 de febrero de 2025.
- Katherine Noyes, “Western Digital CIO: En la era de la IA, ‘Juega a la ofensiva o te quedas atrás’”, CIO Journal, *The Wall Street Journal* y Deloitte, 6 de septiembre de 2025.
- Walmart, “Walmart presenta nuevas herramientas impulsadas por IA para empoderar a 1,5 millones de colaboradores,” 24 de junio de 2025.
- Katherine Noyes, “Coca-Cola CIO sobre la escalabilidad de la IA: de ‘¿Qué podemos hacer?’ a ‘¿Qué deberíamos hacer?’”, CIO Journal, *The Wall Street Journal* y Deloitte, 18 de enero de 2025.



# La IA pasa a lo físico: Navegando la convergencia entre IA y robótica



Impulsados por inteligencia artificial, los robots tradicionales se están convirtiendo en máquinas adaptativas que pueden operar y aprender de entornos complejos, desbloqueando ganancias de seguridad y precisión.

Jim Rowan, Tim Gaus, Franz Gilbert y Caroline Brown

**L**os robots impulsados por IA física ya no están confinados a laboratorios o plantas industriales. Hoy inspeccionan redes eléctricas, asisten en cirugías, navegan por ciudades y colaboran con humanos en almacenes. La transición del prototipo a la producción está ocurriendo ahora.

La IA física permite que las máquinas perciban, comprendan, razonen e interactúen con el mundo real de forma autónoma y en tiempo real. Estas capacidades se aplican en robots, vehículos, simulaciones y sistemas de sensores. A diferencia de los robots tradicionales, que siguen instrucciones preprogramadas, los sistemas de IA física aprenden del entorno y adaptan su comportamiento con base en datos dinámicos. Lo revolucionario no es la automatización, sino su capacidad para conectar la inteligencia digital con el mundo físico.

En esta categoría emergente, la IA física convierte a los robots en sistemas adaptativos capaces de operar en entornos complejos e impredecibles. La combinación de IA, movilidad y agencia física les permite moverse, ejecutar tareas e interactuar de formas que superan la lógica de dispositivos automatizados.

Hoy, drones inteligentes, vehículos autónomos y robots colaborativos son cada vez más comunes en almacenes y cadenas de suministro. La industria y los reguladores trabajan para eliminar barreras que frenan el despliegue masivo. El siguiente salto evolutivo: robots humanoides capaces de moverse en espacios humanos con una autonomía sin precedentes.

## Desde prototipo hasta producción

A diferencia de la IA tradicional confinada a entornos digitales, la IA física integra entrada sensorial, comprensión espacial y toma de decisiones en tiempo real. Se basa en gráficos neuronales, datos sintéticos, simulación física y razonamiento avanzado.

Métodos como el aprendizaje por refuerzo y por imitación permiten a estos sistemas dominar principios como gravedad y fricción en entornos virtuales antes de operar en el mundo real.

Mientras que los robots tradicionales siguen instrucciones establecidas, los sistemas de IA física perciben su entorno, aprenden de la experiencia y adaptan su comportamiento basándose en datos en tiempo real y condiciones cambiantes. Manipulan objetos, navegan por espacios impredecibles y toman decisiones en fracciones de segundo con implicaciones en el mundo real. Los perros robot procesan firmas acústicas para detectar fallos de equipos antes de que se vuelvan catastróficos. Los robots de fábrica recalculan sus rutas cuando los horarios de producción cambian a mitad de la operación. Los vehículos autónomos utilizan datos de sensores para detectar ciclistas antes que los conductores humanos. Los drones de entrega ajustan sus trayectorias de vuelo según cambian las condiciones del viento. Lo que hace revolucionarios a estos sistemas no es solo la automatización de tareas, sino su capacidad para percibir, razonar y adaptarse, lo que les permite tender puentes entre la inteligencia digital y el mundo físico.<sup>1</sup>

## Los avances tecnológicos impulsan la integración física entre IA y robótica

La IA física está lista para su despliegue masivo debido a la convergencia de varias tecnologías que influyen en cómo los robots perciben su entorno, procesan la información y ejecutan acciones en tiempo real.

**Modelos visión-lenguaje-acción.** La IA física adopta métodos de entrenamiento a partir de grandes modelos de lenguaje (LLMs) mientras incorpora datos que describen el mundo físico. Los modelos multimodales visión-lenguaje-acción (VLA) integran visión por ordenador, procesamiento en lenguaje natural y control motor.<sup>2</sup> Al igual que el cerebro humano, los modelos VLA ayudan a los robots a interpretar su entorno y seleccionar acciones apropiadas (figura 1).

**Computación y procesamiento a bordo.** Las unidades de procesamiento neuronal— procesadores especializados optimizados para la computación en el borde— permiten procesamiento de IA en tiempo real y de baja latencia, eficiente energéticamente y directamente en robots. La capacidad a bordo permite a los sistemas físicos de IA ejecutar modelos LLM y VLA, procesar datos de sensores de alta velocidad y tomar decisiones críticas para la seguridad en fracciones de segundo sin depender de la nube, algo esencial para vehículos autónomos, robótica de pruebas industriales y cirugía remota.<sup>3</sup> También puede transformar robots de máquinas aisladas en sistemas

autónomos capaces de compartir conocimientos y coordinar acciones a través de redes inteligentes.

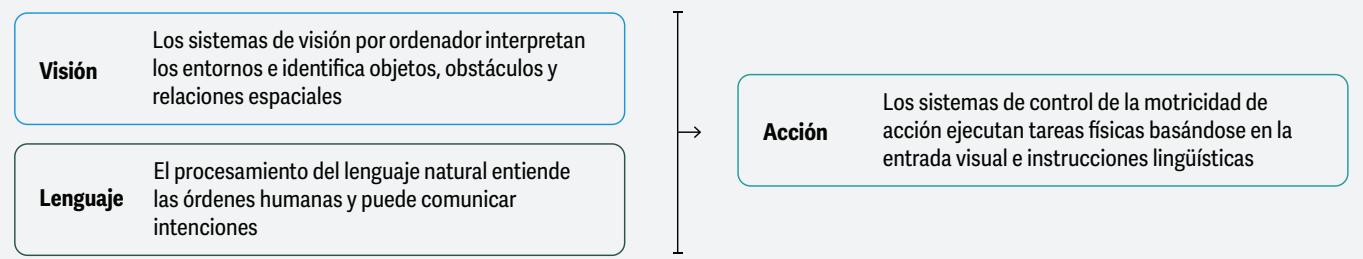
**Los avances en robótica** han hecho que los robots sean más accesibles: más accesibles y capaces:<sup>4</sup>

- **Visión por ordenador** para “ver” y comprender el entorno
- **Sensores** para captar información como sonido, luz, temperatura y tacto.
- **Actuadores** para el movimiento, inspirados en los músculos humanos.
- **Computación espacial** para navegar en entornos 3D
- Baterías mejoradas que permiten un funcionamiento más prolongado sin recargas frecuentes.

**Formación y aprendizaje.** En el aprendizaje por refuerzo, los robots desarrollan comportamientos sofisticados mediante prueba y error recibiendo recompensas o penalizaciones. En el aprendizaje imitativo, los robots imitan demostraciones de expertos. Ambos enfoques pueden aplicarse en entornos simulados o en el mundo físico con hardware real.<sup>5</sup> Una combinación de estas técnicas, comenzando con entrenamiento de refuerzo basado en simulación y luego ajustando con demostraciones físicas dirigidas, puede crear bucles de aprendizaje continuos. Esto ayuda a los robots a seguir mejorando al introducir datos del mundo real en sus políticas de entrenamiento y espacios de simulación.<sup>6</sup>

Figura 1

## Cómo funcionan los modelos visión-lenguaje-acción



Fuente: análisis de Deloitte.

## Una economía convincente impulsala adopción industrial

La evolución tecnológica y la reducción de costos han abierto paso a aplicaciones reales. La infraestructura de fabricación avanzada permite producir sistemas complejos de robótica e IA física con estándares de calidad comparables a smartphones o automóviles, haciéndolos viables para uso industrial cotidiano.

Chips y procesadores de IA avanzados, siguen siendo más caros que los robots industriales tradicionales. Por ahora, es probable que esta brecha de costes persista, incluso mientras los precios generales disminuyen gradualmente.

Estas cuestiones económicas están impulsando la adopción de la IA física y la robótica en casos de uso concretos. Los vehículos autónomos y los drones son los factores de forma robóticos más visibles (figura 2). El servicio de robotaxi de Waymo ha completado más de 10 millones de viajes de pago, mientras que Aurora

Innovation ha lanzado el primer servicio comercial de camiones autónomos con entregas de carga regular entre Dallas y Houston.<sup>7</sup>

La **commoditización de componentes** y el desarrollo de código abierto reducen las barreras de entrada. Paralelamente, los drones habilitados con IA están redefiniendo las expectativas de velocidad y conveniencia, además de convertirse en herramientas comerciales clave. Equipados con cámaras y sensores avanzados, gestionan inventarios de forma autónoma, navegando entre estanterías y escaneando productos mediante códigos de barras y QR.<sup>8</sup>

En el ámbito empresarial, almacenamiento y cadena de suministro lideran la adopción de robótica física impulsada por IA, en gran parte por presiones laborales.<sup>9</sup> Amazon, por ejemplo, desplegó su robot millonésimo como parte de una flota diversa que trabaja junto a humanos.<sup>10</sup> Su IA DeepFleet coordina el movimiento de

Figura 2

## Seis factores clave de forma para robótica e inteligencia artificial física

<b>Específico de la tarea</b> Robots diseñados para un propósito específico que cumplen una tarea determinada de forma más efectiva o eficiente que un ser humano	<b>Vehículos autónomos</b> Vehículos autónomos que transportan personas y mercancías por carretera	<b>Humanoides</b> Robots diseñados para parecerse y funcionar como humanos, capaces de complementar o complementar tareas humanas
<b>Cuadrúpedos</b> Robots de cuatro patas diseñados para realizar tareas que no requieren o no pueden completarse con el factor humanoide	<b>Drones</b> Robots aéreos capaces de observar, decidir y actuar de forma autónoma para la entrega, observación y seguridad	<b>Robots móviles autónomos</b> Robots diseñados para navegación, observación, manejo y entrega de propósito general

Fuente: Mark Osis, Raquel Buscaino, y Caroline Brown, "Robotics & physical AI," Deloitte, 2025.

toda la red, mejorando la eficiencia en desplazamientos en un 10%.<sup>11</sup>

BMW también integra IA en sus fábricas globales: vehículos autónomos se desplazan desde la línea de montaje hasta la zona de acabado sin intervención humana<sup>12</sup>, gracias a sensores, mapeo digital y planificadores de movimiento.

### El punto de inflexión físico de la IA

La convergencia tecnológica, la caída de costos y la aparición de casos de uso viables posicionan a la IA física para pasar de adopción de nicho a despliegue masivo, siempre que se superen desafíos técnicos, operativos y sociales.

### Superando barreras de implementación

Escalar IA física implica resolver retos complejos en ámbitos técnicos, operativos y regulatorios. La tecnología funciona, pero llevarla a gran escala exige soluciones integrales.

**Formación y aprendizaje:** Los entornos de simulación ofrecen velocidad, seguridad y escalabilidad, pero persiste la brecha entre rendimiento simulado y real debido a modelos físicos aproximados.<sup>13</sup>

Como señala Ayanna Howard, decana de Ingeniería en Ohio State: “*Las imágenes en simulación son buenas, pero el mundo real tiene matices distintos. Un robot puede aprender a agarrar algo en simulación, pero en el espacio físico no es una equivalencia uno a uno.*”<sup>14</sup>

## EL FACTOR HUMANO: AYANNA HOWARD SOBRE LA IA FÍSICA Y EL FUTURO DE LA ROBÓTICA

Ayanna Howard es la decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Estatal de Ohio y una destacada robotóloga y defensora de la seguridad y alineación de la IA. Anteriormente, fue investigadora senior en robótica en el Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA y más tarde presidió la Escuela de Computación Interactiva de Georgia Tech, además de fundar el Laboratorio de Sistemas de Automatización Humana.

**P: ¿Qué desafíos tecnológicos están frenando el progreso en IA física y robótica?**

**R:** Uno de los retos fundamentales es que el mundo físico es inherentemente dinámico. Puedo entrar en mi despacho todos los días, pero siempre hay alguna diferencia: quizás alguien aspiró, movió cosas o mi ordenador no arranca. La pregunta es, ¿cómo simulas todas estas variaciones para que los robots aprendan a adaptarse, caminar, levantar y interactuar con la incertidumbre como lo hacen los humanos? No puedes practicar sin parar en el mundo real porque vas a romper cosas.

También hay una limitación de hardware que parafraseo como la “proporción manipulación-cuerpo-físico”. Algunos humanos pueden

levantar su propio peso o más, pero los robots convencionales — incluso los pesados — a menudo no pueden levantar la mitad de su peso debido a limitaciones de los actuadores. No tienen músculos como nosotros para contrarrestar la actuación rígida, lo que limita con qué pueden interactuar y moverse.

Por último, está el reto del procesamiento en tiempo real. Los grandes modelos de lenguaje y los modelos de visión y lenguaje suelen funcionar en lo que yo llamo “tiempo humano”: estamos bien esperando uno o dos segundos para una respuesta. Pero si un robot está caminando y necesita tomar una decisión, un retraso de uno o dos segundos significa que se le cae algo, se estrella o puede que cause daño a alguien. Estamos mejorando en el procesamiento en tiempo real, pero aún no hemos llegado a ese punto.

**P: Has realizado una investigación exhaustiva sobre la confianza y el exceso de confianza en los sistemas de IA. ¿Puedes explicar cómo ambos extremos plantean desafíos?**

**R:** Resulta que la diferencia entre la confianza declarada y la confianza conductual es significativa. En otras palabras, la gente suele decir que no confía en la IA, pero si preguntas si usan un teléfono o un ordenador, o incluso si salen de casa, ¿sabes qué? Están usando IA.

Mi investigación sobre la sobreconfianza se centra en los comportamientos, no en lo que la gente dice. Hemos realizado estudios en los que las personas interactúan con sistemas robóticos programados para cometer errores. Al ser encuestados, los participantes dijeron que no confiaban en los sistemas porque los habían visto cometer errores. Pero al analizar sus comportamientos reales, vimos algo diferente: sus acciones demostraban que confiaban en el robot.

Con las encarnaciones físicas de la IA, esta sobreconfianza conductual se vuelve peligrosa porque estos robots aplican fuerzas físicas en el entorno. Cuando hacen cosas, las consecuencias pueden ser irreversibles. Con la IA actual, aún se requiere intervención humana para la mayoría de las tareas, aunque la IA agente está empezando a cambiar ese panorama.

## EL FACTOR HUMANO: AYANNA HOWARD SOBRE LA IA FÍSICA Y EL FUTURO DE LA ROBÓTICA

**P: ¿Cuáles son las áreas de investigación más críticas que necesitan inversión?**

**R:** Aprender en espacios físicos sin causar daño. Todavía tenemos que averiguar cómo trasladar la simulación al mundo físico de forma segura. Las imágenes visuales en entornos simulados son bastante buenas, pero el mundo real tiene matices que se ven diferentes. Un robot puede aprender a agarrar algo en simulación, pero cuando entra en el espacio físico, no es un combate uno a uno.

En la investigación, los robots sí se adaptan tras pasar de la simulación a los entornos físicos, pero aprenden en torno a las tareas, no a las interacciones ambientales holísticas. Podrían aprender a agarrar bolas en diferentes superficies con distintos coeficientes de fricción. Pero no están aprendiendo a qué distancia llegar a la gente en un centro comercial o en un campus universitario mientras manejan esas mismas pelotas agarradas basándose en interacciones sociales simuladas. Ese tipo de adaptación ambiental integral aún no existe.

**P: ¿Tienes alguna opinión polémica que vaya en contra de la sabiduría convencional?**

**R:** Creo fundamentalmente que siempre debe haber un humano en el bucle en algún lugar. Siempre. Y soy un roboticista diciendo esto. No garantiza la seguridad al 100%, pero ayuda a mitigar la sobreconfianza. Quizá sea el CEO haciendo revisiones anuales de los robots. Sin ese bucle de retroalimentación, esto puede escaparnos.

Los progresos en motores de física, generación de datos sintéticos y enfoques que combinan simulación virtual con aplicaciones reales permitirán a las organizaciones alcanzar calidad de entrenamiento físico a escala, manteniendo la seguridad que ofrecen los entornos simulados.

**IA confiable y seguridad.** Las tasas de error más bajas pueden tener efectos en cascada en los sistemas físicos, lo que puede provocar desperdicios en producción, defectos en el producto, daños en equipos o incidentes de seguridad. Si los sistemas de IA alucinaban, los errores podrían perpetuarse y amplificarse a lo largo de toda la producción, creando efectos posteriores acumulados sobre costes y operaciones.

Incluso tras pruebas exhaustivas, las máquinas impulsadas por IA pueden comportarse de forma impredecible. El riesgo aumenta en espacios públicos, donde deben interactuar con comportamientos humanos no previstos. Para escalar IA física, se requieren estrategias integrales que incluyan cumplimiento normativo, evaluación de riesgos y supervisión continua.<sup>15</sup>

**Entorno regulatorio.** Las empresas enfrentan requisitos superpuestos y, a veces, contradictorios entre jurisdicciones.<sup>16</sup> A medida que los robots migran de entornos controlados a espacios públicos, los reguladores desarrollarán nuevos marcos para certificación de seguridad, responsabilidad y supervisión operativa.

**Gestión de datos.** Escalar IA física exige capturar y gestionar grandes volúmenes de datos: sensores, modelos 3D e información en tiempo real. Los gemelos digitales de alta fidelidad son esenciales para entrenamiento y despliegue, requiriendo datos sobre propiedades físicas, objetos e interacciones. Además, las organizaciones deben integrar datos multimodales, garantizar su seguridad y controlar los costos de infraestructura.

**Aceptación humana.** Aunque los trabajadores se sienten cómodos con robots predecibles, los sistemas adaptativos generan incertidumbre, especialmente por temor a la pérdida de empleo. Sin embargo, los expertos prevén que los roles evolucionarán hacia la colaboración, no la sustitución.<sup>17</sup> El objetivo: robots para tareas repetitivas o peligrosas, humanos para creatividad y toma de decisiones complejas.

**Vulnerabilidades en ciberseguridad.** Como se analiza en [“El dilema de la IA”](#), los sistemas físicos crean nuevas superficies de ataque que conectan dominios digitales y físicos. Las flotas conectadas amplifican riesgos: accesos no autorizados, brechas de datos o control malicioso de robots. Las consecuencias pueden afectar la seguridad física y la continuidad operativa.

**Orquestación de flotas de robots.** A medida que los sistemas físicos de IA maduran, las organizaciones desplegarán flotas heterogéneas de robots, vehículos autónomos y agentes de IA de múltiples proveedores, cada uno con protocolos propietarios. Esto genera desafíos de interoperabilidad que pueden provocar accidentes, inactividad, congestión e ineficiencia operativa.<sup>18</sup>

Los sistemas autónomos de gestión y orquestación de flotas son clave para resolver estos problemas. En los próximos 18 a 24 meses, superar estas barreras permitirá que la IA física y la robótica se expandan más allá de las industrias tradicionales. Almacenamiento y logística han sido el campo de pruebas, pero los límites sectoriales están desapareciendo.

#### Límites sectoriales en desmoronamiento

La adopción de IA física se acelera exponencialmente en sectores donde resuelve problemas reales. En sanidad, ante la escasez global de personal, empresas tecnológicas desarrollan dispositivos de cirugía robótica e imagen digital. GE HealthCare construye sistemas autónomos de rayos X y ultrasonidos con brazos robóticos y visión artificial, mientras otras compañías diseñan asistentes inteligentes para atención al paciente y tareas quirúrgicas.<sup>19</sup>

En restaurantes, robots ayudan a cubrir la falta de mano de obra: repartidores autónomos circulan por aceras, mientras robots en cocina preparan ensaladas y voltean hamburguesas; otros atienden clientes y sirven comida.

En energía, Naturgy utiliza drones para inspección y prevé ampliar el uso de IA física en operaciones peligrosas, como mantenimiento de tuberías de gas. “Espero que en tres o cuatro años tengamos robots realizando operaciones físicas, lo que podría salvar vidas”, afirma Rafael Blesa, director de datos de Naturgy.<sup>20</sup>

En infraestructura, Cincinnati emplea drones para inspeccionar puentes y carreteras, reduciendo costos y riesgos, y acelerando análisis de meses a minutos.<sup>21</sup> En 2024, Detroit lanzó *Accessibili-D*, un servicio gratuito de lanzaderas autónomas para personas mayores y con discapacidad, equipado con accesibilidad para sillas de ruedas y operadores de seguridad. Tres vehículos autónomos operaban en un tramo de 11 millas cuadradas de Detroit, ofreciendo 110 paradas diferentes.<sup>22</sup>

Independientemente del sector, estos despliegues comparten una característica común: aumentan las capacidades humanas en situaciones donde la seguridad, la precisión o la accesibilidad son más críticas.

#### Robots humanoides y más allá

Todos hemos visto los vídeos virales de robots humanoides con sus movimientos fluidos, no del todo humanos, pero sí bastante cercanos. Son el factor robótico más atractivo, no porque tengan el diseño más eficiente, sino porque nuestro mundo está hecho para cuerpos humanos. Esto significa que pueden navegar por la infraestructura existente—puertas, escaleras, plantas de fábrica y accesorios domésticos—sin modificaciones costosas para acomodar sistemas robóticos especializados.<sup>23</sup>

“La gente es muy dócil en la forma en que interactúa con el mundo y mantiene contacto constante con su entorno. Eso es muy difícil para un robot comercial”, dice Jonathan Hurst, investigador en robótica en la Universidad Estatal de Oregón y cofundador de Agility Robotics. “Normalmente, los robots son dispositivos muy controlados por posición. Son buenos para cosas como el mecanizado CNC [fabricación de precisión que requiere posicionamiento exacto y repetible] o soldadura puntual, pero no son adecuados para montaje, manipulación o locomoción en espacios no estructurados.”<sup>24</sup> (Consulta la barra lateral para la sesión completa de preguntas y respuestas.)

Varias empresas han desarrollado y continúan perfeccionando robots bípedos con un control de dedos más preciso. Con la reciente introducción de capacidades de razonamiento por cadena de pensamiento comparables a la cognición humana, la base tecnológica sigue avanzando.<sup>25</sup>

Durante la próxima década, la intersección de [los sistemas de IA agente](#) con sistemas robóticos físicos de IA dará lugar a robots cuyos “cerebros” son IAs agentes. Los robots de todos los factores de forma deberían ser cada vez más capaces de adaptarse a nuevos entornos, planificar tareas en varios pasos, recuperarse de fallos y operar bajo incertidumbre. El impacto de esta convergencia tecnológica será especialmente profundo para los robots humanoides.

En lugar de robótica personalizada para cada dominio, se pueden reutilizar módulos agentes más generales en almacenes, hogares, sanidad, agricultura y otras áreas. Los humanoides agentes podrían algún día funcionar como asistentes, compañeros de trabajo o auxiliares sanitarios con capacidades de interacción, razonamiento y negociación más intuitivas.

La adopción masiva de humanoides probablemente tardará varios años. Aun así, UBS estima que para 2035 habrá 2 millones de humanoides en el lugar de trabajo, cifra que espera que aumente a 300 millones para 2050.

La empresa estima que alcanzará el mercado total direccional de estos robots entre 30.000 y 50.000 millones de dólares para 2035 y subiendo a entre 1,4 billones y 1,7 billones de dólares para 2050.<sup>26</sup>

Aplicaciones empresariales como el almacenamiento y la logística siguen siendo el campo de pruebas para el despliegue humanoide, impulsado por la escasez de mano de obra. BMW está probando robots humanoides en su fábrica de Carolina del Sur para tareas que requieren destreza que los robots industriales tradicionales carecen: manipulación de la percepción, agarre complejo y coordinación a dos manos.<sup>27</sup> Por razones similares, los humanoides podrían desempeñar un papel en la atención sanitaria. Una empresa sanitaria está probando a humanoides en centros de rehabilitación para ayudar a los terapeutas, guiando a los pacientes durante ejercicios y proporcionando soporte de peso.<sup>28</sup>

La mayor oportunidad a largo plazo se encuentra en los mercados de consumo, donde la visión se extiende a tareas domésticas integrales como el cuidado de personas mayores y con discapacidad, limpieza y mantenimiento, preparación de comidas y lavandería. El Bank of America Institute proyecta que los costes de los materiales de un robot humanoide caerán de unos 35.000 dólares estadounidenses en 2025 a entre 13.000 y 17.000 dólares por unidad en la próxima década, y Goldman Sachs informa que los costes de fabricación de humanoides cayeron un 40% entre 2023 y 2024.<sup>29</sup>

## DEL LABORATORIO AL MUNDO REAL: JONATHAN HURST SOBRE ROBOTS HUMANOIDES

Jonathan Hurst es profesor de robótica en la Universidad Estatal de Oregón y cofundador del Instituto de Robótica de la escuela, donde su investigación se centra en la locomoción con las piernas. También es cofundador y director de robots de Agility Robotics, que desarrolla y despliega robots humanoides que operan junto a trabajadores humanos en aplicaciones comerciales.

**P: ¿Intentabas resolver un problema concreto construyendo un robot con un factor de forma humanoide?**

**R:** Queríamos crear máquinas que se movieran como animales o personas y que también pudieran existir en espacios humanos. Las personas son muy complacientes en su forma de interactuar con el mundo y contactan constantemente con su entorno. Eso es muy difícil para un robot comercial. Normalmente los robots son muy posicionales—

dispositivos controlados. Son buenos para cosas como mecanizado CNC [fabricación de precisión que requiere posicionamiento exacto y repetible] o soldadura puntual, pero no son adecuados para montaje, manipulación o locomoción en espacios no estructurados.

Con nuestro robot, nos hemos acercado bastante a una configuración normal de piernas humanas: bípedo, torso erguido, bimanual. Lo más importante es que cada una de estas características tiene un propósito. Estamos capturando la función que subyace a esa forma.

**P: ¿Cómo descubriste lo que podía hacer el humanoide?**

**R:** Desde el principio, nuestro objetivo era construir un robot multipropósito centrado en el ser humano. Analizamos cientos de casos de uso. Resultó que la sencilla tarea de levantar y mover contenedores

y cajas encaja bien con la tecnología. Esta tarea requiere algo con una huella estrecha para poder operar en pasillos, atravesar puertas y estar en espacios humanos. Debe ser capaz de levantar algo pesado— como 25 kilogramos— hasta la parte superior de una estantería de dos metros.

Para esto, necesitas algo dinámicamente estable: un robot que mantenga el equilibrio mientras está en movimiento. Una base estáticamente estable simplemente se volcará si intentas levantar estas cosas. Por lo tanto, un par de piernas bípedos es la forma más eficaz de ser dinámicamente estable y no caer.

Ese es el punto de partida. A partir de ahí, conseguimos que fuera bimanual porque, para captar cosas grandes, necesitas tener un dominio de ambos lados. Necesitas un espacio de trabajo accesible para recoger algo del suelo y levantarla a gran altura, con el torso erguido,

## DEL LABORATORIO AL MUNDO REAL: JONATHAN HURST SOBRE ROBOTS HUMANOIDES, CONTINUACIÓN

que es una combinación especialmente buena para la tecnología.

Eso es muy difícil de hacer con la automatización existente. Se necesita bastante flexibilidad porque todos los flujos de trabajo son únicos. Por ejemplo, diferentes tipos de bolsas van a distintos lugares. Apilas las cajas, las paletizas, las coloca en cintas transportadoras o las retiras de los AMR [robots autónomos]. Esta variedad dificulta la automatización tradicional, pero sigue siendo bastante estructurada. Podrías decir semi-estructurado. Es en un entorno industrial bien controlado y con procesos-automatizado, lo que lo

convierte en un muy buen punto de partida para un humanoide.

**P: ¿Cómo puede escalar el uso de humanoides?**

**R:** El mercado de los humanoides será el doble de grande que la industria del automóvil dentro de 25 años. Hay mucho que escalar para llegar a ese punto porque son millones de robots. Hoy en día, solo hay cientos de robots.

Existe un mercado enorme para el humanoide funcionalmente seguro—el robot que no tiene por qué estar confinado a su propia celda de trabajo. Entonces podrás empezar a desplegar robots por

miles. ¿Cómo les apoyas en el terreno? ¿Cómo haces que tu software de gestión de flotas de robots funcione con todas las limitaciones únicas de ancho de banda y todo lo demás? Eso es difícil de hacer en robótica, pero se puede hacer. Waymo ha desplegado lo que básicamente son robots en las carreteras, así que es totalmente factible. No es que haya que inventar algo, pero la organización tiene que ejecutarlo de forma realmente, realmente competente. Ese es el viaje que recorremos, una vez que el robot esté lo suficientemente seguro como para justificar la escala.

### ¿Más allá de los humanoides?

Los robots humanoides capturan la imaginación del público con su forma bípeda familiar. ¿Y ahora qué hacemos?

En cuanto a factores de forma físicos, los ingenieros que rompen fronteras están experimentando cada vez más con máquinas que difuminan las líneas biológicas. Imagina robots impulsados por tejido de hongo vivo, aquellos que imitan movimientos usando tejido muscular de rata, o máquinas que pueden pasar entre estados sólido y líquido mediante campos magnéticos. En los laboratorios innovadores actuales, los científicos están integrando organismos vivos en sistemas mecánicos, desarrollando robots capaces de navegar entornos complejos mediante múltiples modos de locomoción y creando máquinas que adaptan su forma física para adaptarse a la tarea.<sup>30</sup>

La robótica cuántica —la combinación de computación cuántica y robótica impulsada por IA— también tiene prom-saga, aunque aún está en etapas muy tempranas. Superposición, entrelazamiento, algoritmos cuánticos y otros cuánticos Los principios informáticos podrían permitir que los robots operen a velocidades imposibles para los ordenadores binarios actuales.<sup>31</sup>

Se espera que los algoritmos cuánticos mejoren la gestión de procesos, la navegación, la toma de decisiones y la coordinación de la flota, mientras que los sensores cuánticos mejorarán la percepción e interacción.<sup>32</sup>

Se espera que los robots cuánticos útiles estén a muchas décadas de distancia. La inmadurez del hardware, los desafíos de integración y la extrema sensibilidad de los estados cuánticos son solo algunos de los desafíos que deben resolverse antes de que la computación cuántica pueda desplegarse ampliamente.<sup>33</sup>

Los mayordomos humanoides están al menos a una década de distancia, y los factores de forma exóticos y las capacidades cuánticas siguen siendo en gran medida experimentales. Pero representan un cambio fundamental en la forma en que pensamos sobre la robótica. A medida que estas tecnologías revolucionarias pasan del laboratorio a la empresa y luego al hogar, el campo de la robótica va más allá de la simple automatización de tareas humanas para crear categorías completamente nuevas de máquinas.

# Notas finales

1. Nvidia, “¿Qué es la IA física?” consultado el 6 de noviembre de 2025.
2. Anony, “Modelos visión-lenguaje-acción para IA incorporada: Una visión general de encuestas,” Medium, 12 de mayo de 2025.
3. Josh Schneider e Ian Smalley, “¿Qué es una unidad de procesamiento neuronal (NPU)?” IBM, consultado el 6 de noviembre de 2025.
4. Jiefei Wang y Damith Herath, “¿Qué hace que los robots? Sensores, actuadores y algoritmos,” *Foundations of Robotics* (Singapur: Springer, 2022); Bank of America Institute, “Robots humanoides 101”, 29 de abril de 2025.
5. MIT Technology Review, “Entrenando robots en el metaverso industrial impulsado por IA”, 14 de enero de 2025.
6. Automate, “NVIDIA sobre qué significa la IA física para la robótica”, 5 de agosto de 2025.
7. Mark Osis, Raquel Buscaino y Caroline Brown, “Robótica e IA física: Inteligencia en movimiento,” Deloitte, 17 de octubre de 2025.
8. Ibid.
9. Ibid.
10. Michael Grothaus, “¿Qué son la IA física y la IA incorporada? Los robots lo saben”, *Fast Company*, 19 de julio de 2025.
11. Scott Dresser, “Amazon lanza un nuevo modelo de fundación de IA para alimentar su flota robótica y despliega su robot número 1 millón,” Amazon, 1 de julio de 2025.
12. Brad Anderson, “¿Quién necesita conductores de fábrica cuando los coches se conducen solos en las plantas BMW,” *Carscoops*, 26 de noviembre de 2024.
13. Erica Salvato, Gianfranco Fenu, Eric Medvet y Felice Andrea Pellegrino, “Cruzando la brecha de la realidad: Una encuesta sobre la transferibilidad de simulador a real de controladores robotizados en aprendizaje por refuerzo,” *IEEE Access* 4, 2016.
14. Ayanna Howard, entrevista con Deloitte, 18 de septiembre de 2025.
15. Standard Bots, “Normas de seguridad para robots industriales: lo que necesitas saber,” 23 de abril de 2025.
16. Jacob Otasowie, Alexander Blum, Mohamed El Sayed Ahmed y Mathias Brandstötter, El peligro de la IA en la robótica: un análisis sistemático de los desafíos éticos, regulatorios y económicos,” Springer, 2 de septiembre de 2025.
17. Osis, Buscaino y Brown, “Robótica e IA física.”
18. Rexroth, “Gestión eficiente de flotas: Cómo orquestar con éxito flotas de vehículos heterogéneas,” 30 de agosto de 2024.
19. Conor Hale, “Nvidia presenta nuevos proyectos de IA en cirugía robótica y imagen autónoma,” *Fierce Biotech*, 21 de marzo de 2025.
20. Rafael Blesa, entrevista con Deloitte, 22 de mayo de 2025.
21. Deloitte US, “Renacimiento del cinturón oxidado: la historia de la OptoIA en Cincinnati,” vídeo de YouTube, 15 de septiembre de 2023.
22. Deloitte US, “Detroit se pone en marcha con vehículos autónomos”, consultado el 6 de noviembre de 2025.
23. *Tecnología Robótica Humanoide*, “Top 12 robots humanoides de 2025,” febrero de 2025.
24. Jonathan Hurst, entrevista con Deloitte, 6 de octubre de 2025.
25. Anabelle Yearsdon, “Guía de robots humanoides (2025): Tipos, historia, mejores modelos, anatomía y aplicaciones,” *Top 3D Shop*, 28 de abril de 2025.
26. Steve Goldstein, “300 millones de robots humanoides están llegando, y aquí están las empresas que se beneficiarán,” *Morningstar*, 18 de junio de 2025.
27. BMW Group, “Robots humanoides para la planta de BMW Group en Spartanburg,” 9 de noviembre de 2024.
28. News.am, “Se ha presentado el robot humanoide Fourier GR-1: ¿Para qué es?” 14 de julio de 2023.
29. Goldman Sachs, “El mercado global de robots humanoides podría alcanzar los 38.000 millones de dólares estadounidenses para 2035,” 27 de febrero de 2024; Instituto Bank of America, “Robots humanoides 101.”
30. Future Today Strategy Group, “Informe de tendencias tecnológicas 2025”, consultado el 6 de noviembre de 2025.
31. Matt Swayne, “¿Qué es la robótica cuántica? Los investigadores informan que la convergencia de la computación cuántica y la IA podría conducir a los Qubits”, *The Quantum Insider*, 9 de mayo de 2025.
32. Fei Yan, Abdullah M. Iliyasu, Nianqiao Li, Ahmed S. Salama y Kaoru Hirota, “Robótica cuántica: Una revisión de tendencias emergentes,” *Quantum Machine Intelligence* 6, nº 86 (2024).
33. Swayne, “¿Qué es la robótica cuántica?”

---

# Sobre los autores

**Jim Rowan**

jimrowan@deloitte.com

Jim Rowan es el responsable de IA en Deloitte en Estados Unidos y colabora con organizaciones tecnológicas externas, clientes y líderes empresariales de Deloitte para ayudar a nuestros clientes a alcanzar sus ambiciones en materia de IA. Más allá de su trabajo con clientes, Rowan es socio principal en Deloitte Consulting LLP. Su experiencia abarca los sectores de ciencias de la vida, sanidad y telecomunicaciones, con un fuerte enfoque en la aplicación de análisis, planificación, previsión y transformación digital para mejorar las funciones financieras.

**Tim Gaus**

tgaus@deloitte.com

Tim Gaus es socio principal y líder inteligente del negocio manufacturero en Deloitte Consulting LLP. Aporta más de 25 años de experiencia en la cadena de suministro, con un enfoque en la optimización de la cadena de valor utilizando tecnologías emergentes. Ha liderado múltiples transformaciones de la cadena de suministro, abarcando estrategia de la cadena de suministro, optimización de la fabricación, planificación de la cadena de suministro, optimización de inventarios, diseño de modelos operativos y excelencia operativa para corporaciones nacionales y multinacionales.

**Franz Gilbert**

frgilbert@deloitte.com

Franz Gilbert es director general en Deloitte Consulting LLP, donde es líder de Estrategia e Innovación de Capital Humano, y forma parte del Comité de Gestión de Capital Humano. Él y su equipo son responsables de desarrollar y impulsar la estrategia de Crecimiento del Capital Humano, incubar nuevas y emergentes empresas, y gestionar alianzas para ofrecer soluciones innovadoras y ofrecer resultados más valiosos para los clientes. Gilbert forma parte del consejo de administración del Human Resource Certification Institute.

**Caroline Brown**

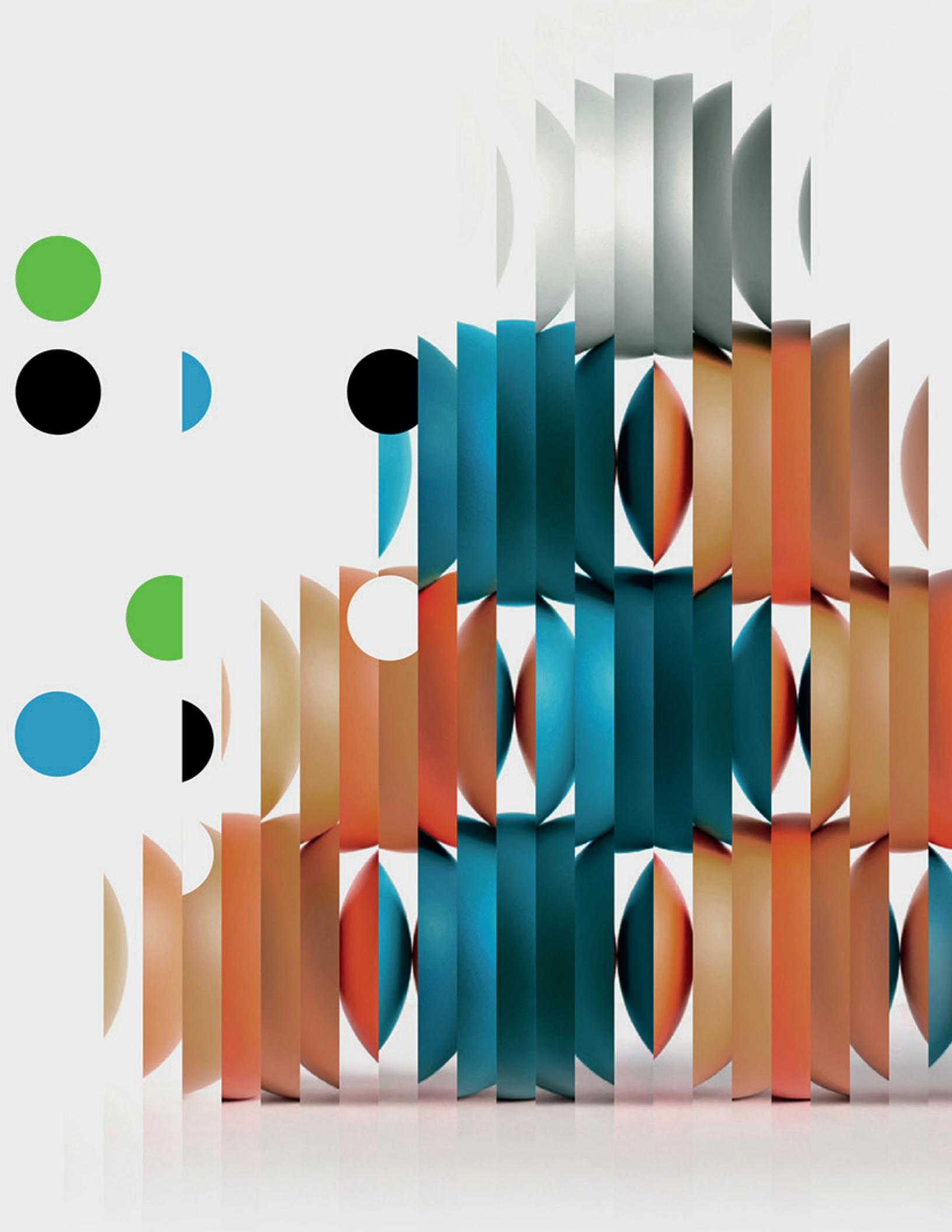
carolbrown@deloitte.com

Caroline Brown es una alta directriz en la Oficina del CTO de Deloitte. Lidera un equipo de producción editorial y de diseño multifuncional en el desarrollo de liderazgo de pensamiento. Es editora de Tech Trends, el informe tecnológico insignia de Deloitte. Escritor e investigador, Brown obtuvo títulos de grado y posgrado en inglés y periodismo en la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill.

---

# Sobre los autores

Un gran agradecimiento a los numerosos líderes de la materia de Deloitte que contribuyeron a nuestra investigación para este capítulo: **Mahesh Chandramouli y Ryan Kaiser**.



# La comprobación de realidad agente: Prepararse para una fuerza laboral basada en silicio



A pesar de su potencial, muchas implementaciones de IA agente están fracasando. Pero las organizaciones líderes que están reinventando operaciones y gestionando agentes como trabajadores están encontrando éxito.

Jim Rowan, Nitin Mittal, Parth Patwari y Ed Burns

Las empresas avanzan rápidamente hacia la IA moderna, pero muchas se topan con un muro: intentan automatizar procesos diseñados para humanos sin replantear cómo debería realizarse el trabajo.

Las organizaciones líderes descubren algo distinto: el verdadero valor surge al renunciar a operaciones obsoletas, no solo al añadir agentes a flujos antiguos. Esto implica construir arquitecturas compatibles con agentes, implementar marcos robustos de orquestación y desarrollar nuevos enfoques de gestión para trabajadores digitales.

También significa redefinir el concepto de trabajo. A medida que las organizaciones aprovechan todo el potencial de los agentes, cambiarán tanto los procesos como la definición de “trabajador”. Los agentes pueden convertirse en una fuerza laboral basada en silicio que complementa y potencia la humana. Acertar con los fundamentos —desde arquitecturas basadas en microservicios hasta la gestión de esta fuerza digital— prepara a las empresas para competir en un entorno nativo de agentes.

Henry Ford lo expresó perfectamente: “Mucha gente está ocupada intentando encontrar mejores formas de hacer cosas que no deberían hacerse en absoluto. No hay progreso en simplemente encontrar una mejor manera de hacer algo inútil.”<sup>1</sup> Escribía sobre la construcción de automóviles en 1922, pero podría haber estado describiendo la IA empresarial en 2025.

## La comprobación de realidad del agente

La IA agente ha captado la atención empresarial con su promesa de autonomía y ejecución inteligente. El impulso es innegable: Gartner predice que el 15% de las decisiones

diarias se realizarán de forma autónoma mediante IA agente para 2028, frente a 0% en 2024, y que el 33% de las aplicaciones empresariales incluirán IA agente en el mismo periodo, frente a menos del 1% actual (figura 1).<sup>2</sup>

Sin embargo, persisten obstáculos para convertir pilotos en soluciones listas para producción. El estudio 2025 de Deloitte indica que, aunque el 30% explora opciones agentivas y el 38% prueba soluciones, solo el 14% tiene sistemas listos para implementación y apenas el 11% los usa en producción. Además, el 42% aún desarrolla su hoja de ruta y el 35% carece de estrategia formal.<sup>3</sup>

## La brecha de realidad agéntica

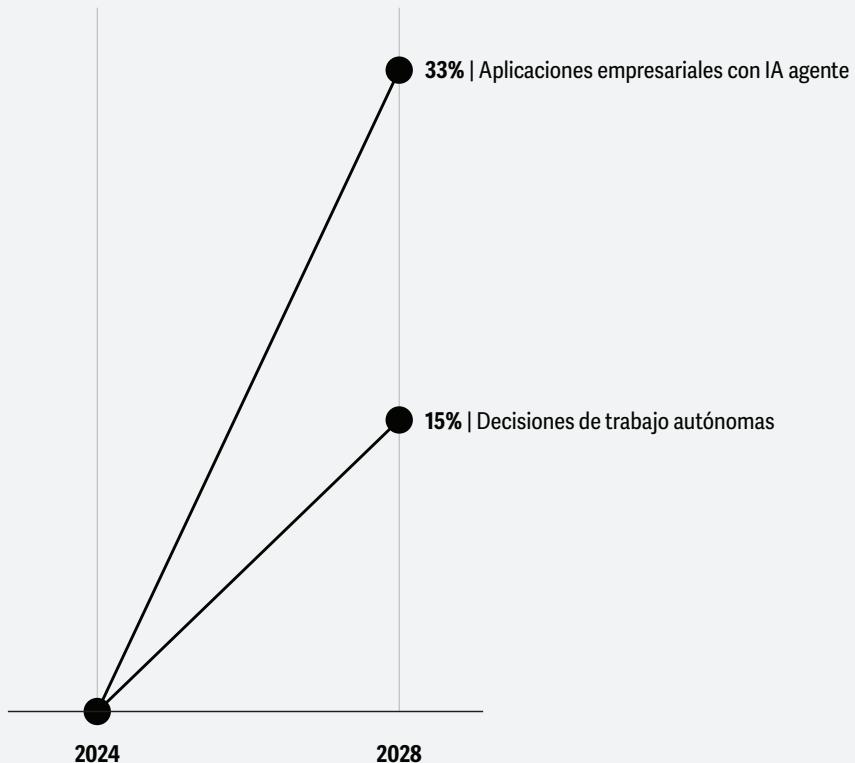
Tres obstáculos fundamentales limitan el potencial de la IA agente:

**Integración de sistemas heredados:** Los sistemas tradicionales no fueron diseñados para interacciones agentivas. La mayoría de los agentes depende de APIs convencionales, creando cuellos de botella. Gartner predice que más del 40% de los proyectos fallará para 2027 porque los sistemas heredados no soportan ejecución en tiempo real ni arquitecturas modulares.<sup>4</sup>

**Restricciones de arquitectura de datos:** Las arquitecturas actuales de datos empresariales, construidas en torno a procesos de extracción, transformación, carga (ETL) y almacenes de datos, generan fricción para el despliegue de agentes. El problema fundamental es que la mayoría de los datos organizativos no están posicionados para ser consumidos por agentes que necesitan entender el contexto empresarial y tomar decisiones. En una encuesta de Deloitte de 2025, casi la mitad de las organizaciones citó la buscabilidad de los datos (48%) y la reutilización de datos (47%) como desafíos para su estrategia de automatización de IA.<sup>5</sup>

Figura 1

## Adopción proyectada de IA agente



Fuente: análisis de Gartner. En enero de 2025, Gartner realizó 3.412 seminarios web sobre los planes de implementación de IA agente de sus empresas.

La solución implica un cambio de paradigma respecto a las canalizaciones de datos tradicionales a lo que puede describirse como búsqueda e indexación empresarial, similar a cómo Google hizo que la World Wide Web fuera descubrible. Este enfoque consiste en contextualizar los datos empresariales mediante almacenes de contenido e índices construidos sobre grafos de conocimiento, haciendo que la información sea descubrible sin requerir procesos ETL extensos.

**Marcos de gobernanza y control:** Las arquitecturas basadas en ETL y almacenes generan fricción. Los agentes requieren datos contextualizados para tomar decisiones. En una encuesta de Deloitte, el 48% citó la buscabilidad y el 47% la reutilización como desafíos clave. La solución: pasar de canalizaciones tradicionales a indexación empresarial, similar a cómo Google hizo descubrible la web, mediante grafos de conocimiento y almacenes de contenido.

En esencia, los agentes representan un nuevo paradigma, pero la mayoría de las empresas no está lista. Los líderes comienzan a superar estos retos con rediseño estratégico, modernización arquitectónica y gobernanza adaptativa.

Además, muchas de las llamadas iniciativas agenticas son en realidad casos de uso de automatización disfrazados. Las empresas suelen aplicar agentes donde herramientas más simples serían suficientes, lo que resulta en un bajo retorno de la inversión. Este “lavado de agentes” agrava el problema, ya que los proveedores renombran las capacidades de automatización existentes como “agentes”.<sup>6</sup> Además, las aplicaciones agenticas mal diseñadas pueden añadir trabajo a un proceso, y algunas empresas encuentran que el “*workslop*” agéntico puede hacer que los procesos sean aún menos eficientes.<sup>7</sup>

En esencia, los agentes de IA representan un nuevo paradigma en cómo se realiza el trabajo, pero la mayoría de

las empresas hoy en día simplemente no están preparadas para aprovechar las oportunidades de automa- que presentan los agentes. Sin embargo, empezamos a ver señales en las organizaciones líderes de que estos desafíos pueden superarse mediante un rediseño estratégico de procesos, una modernización arquitectónica y nuevos marcos de gobernanza.

## La arquitectura de las operaciones autónomas

Las organizaciones visionarias avanzan más allá de pilotos hacia transformaciones sistemáticas. Una IA agente eficaz requiere integración profunda y gestión cuidadosa.

### Rediseño de procesos para que sean agentes nativos

Las empresas líderes no superponen agentes a procesos existentes; los rediseñan para aprovechar sus fortalezas. Esto implica analizar flujos de extremo a extremo, no solo automatizar tareas aisladas.

“Ahora es un momento ideal para mapear la corriente de valor y entender cómo deberían funcionar los flujos frente a cómo funcionan”, afirma Brent Collins, ex vicepresidente de estrategia de IA en Intel. “No asfaltes el camino de las vacas. Reimagina cómo los agentes pueden colaborar y optimizar operaciones.”<sup>8</sup>

Los procesos actuales se diseñaron para humanos; los agentes operan distinto: sin descansos, con ejecución continua y alta capacidad transaccional. Las empresas que comprenden esto rediseñan procesos completos.

### Caso HPE:

HPE desarrolló un agente llamado Alfred para evaluaciones internas de rendimiento operativo. “Queríamos transformar un proceso de extremo a extremo, no solo resolver un punto de dolor”, explica Marie Myers, CFO<sup>9</sup>. Alfred integra una interfaz frontal y cuatro agentes subyacentes que desglosan consultas, analizan datos en SQL, generan gráficos y traducen insights en informes claros. Extrae datos del almacén corporativo sobre ERP y CRM.

Myers concluye: *“Este caso aplica a todas las funciones e industrias. Queríamos impulsar el cambio en todos los niveles.”*

## DIGITALIZACIÓN DE HABILIDADES A GRAN ESCALA: JOHN ROESE SOBRE EL USO DE AGENTES DE IA PARA TRANSFORMAR PROCESOS EMPRESARIALES

John Roese es el Director Global de Tecnología y Director de IA en Dell Technologies, donde lidera la estrategia tecnológica global y las iniciativas de transformación de la IA de la compañía. Con décadas de experiencia en tecnología empresarial, se centra en impulsar una implementación práctica de IA que ofrezca un valor empresarial medible, manteniendo rigurosos estándares de gobernanza y seguridad.

### P: ¿Qué les falta a las empresas en cuanto a agentes de IA?

R: Si pensamos en los agentes como habilidades digitales, su verdadero valor emerge cuando empiezan a operar como un colectivo. Las herramientas de IA de primera generación, como los *chatbots* y los asistentes de programación, son muy buenas para manejar procesos unidimensionales, como presentar información de ventas o escribir código. Pero en cuanto entras en un proceso compuesto —que no existe completamente dentro de un solo dominio— los agentes son la mejor herramienta. Los agentes tienen la capacidad de pasar contexto entre sí, razonar a través de límites e interactuar a través de protocolos como agente a agente.

La mayoría de los procesos compuestos no existen únicamente dentro de la empresa. Terceros, proveedores de *software* y proveedores de SaaS forman parte de ese flujo de trabajo. Es fundamental que la interacción entre agentes sea fiable y segura. De lo contrario, nunca podríamos digitalizar esos procesos a través de fronteras. La mayoría de las empresas apenas han conseguido aplicar la IA a procesos monolíticos y singulares. Imagina la productividad si aplicas IA a los procesos compuestos que gestionan tu organización.

### P: ¿Cómo estás poniendo esto en práctica internamente?

R: Ahora disponemos de una docena de pruebas de concepto agentes, todas dirigidas a problemas compuestos como presupuestos o remediación integral de un problema del cliente en diferentes ámbitos, incluyendo derechos, facturación y logística. Estamos muy centrados en el retorno de inversión. No hacemos proyectos científicos. Tenemos tecnología agente emergente en ventas, servicios, cadena de suministro e ingeniería, áreas que tienen un impacto material en el rendimiento financiero de la empresa.

Probablemente hemos accedido a 20 procesos empresariales digitalizados. Antes de que termine 2025, tendremos sistemas autónomos en vivo que probablemente funcionarán entre dominios como herramientas de primera generación, lo que nos prepara para un año muy bueno el próximo año para ampliar significativamente el uso de agentes.

### P: ¿Cómo ha ayudado a la organización a pensar en los costes e inversiones en infraestructuras que se requieren?

R: Al principio de nuestro proceso, requerimos un retorno de inversión material aprobado por el socio financiero y el responsable de esa unidad de negocio. Esa disciplina ha mantenido los experimentos como experimentos, y la producción solo ocurre si hay un retorno sólido de inversión.

También nos dimos cuenta de que se aplica la IA a procesos, no a personas, organizaciones o empresas. Esperamos que seas muy claro sobre los procesos que estás mejorando.

A medida que seguimos mejorando, nos hemos vuelto muy disciplinados en nuestros procesos. Como resultado, dejamos de permitir que las personas diseñen sus propias soluciones de IA y, en su lugar, creamos un comité de revisión arquitectónica que evalúa y aprueba inversiones y soluciones en IA.

### P: ¿Ya documentabas y medías procesos empresariales existentes?

R: La IA es una tecnología de mejora de procesos, así que si no tienes procesos sólidos, no deberías continuar. Averígualo primero, porque si no, tendrás que adivinar dónde aplicar esta tecnología.

Limpiamos nuestros datos y obtuvimos claridad sobre los procesos que tenemos en marcha. Sin eso, habríamos intentado aplicar IA a algo que no era cuantificable y que podría no ser preciso.

Con este enfoque en mente, nuestra organización de servicios ha digitalizado todos los procesos. Reunimos todos sus datos en un único asistente que está presente en todos los canales digitales y humanos para predecir la siguiente mejor acción. El resultado ha sido mejoras de dos dígitos en todos los indicadores relacionados con costes y satisfacción del cliente.<sup>10</sup>

### Reemplazo de sistemas heredados

Cuando una organización analiza sus procesos de extremo a extremo, suele encontrar flujos que abarcan múltiples sistemas, incluidos entornos heredados. Esto impacta las estrategias de modernización. Como señalamos en *Tech Trends* el año pasado, la IA es cada vez más capaz de aprender y comprender reglas de negocio y flujos operativos. Las organizaciones deben evaluar qué constituye su núcleo y cómo los agentes pueden cubrir eficazmente las lagunas del sistema heredado.

### Caso Toyota:

Los equipos utilizan herramientas basadas en agentes para mejorar la visibilidad del tiempo estimado de llegada de vehículos a concesionarios y pronto resolverán problemas de suministro. Antes, el proceso requería entre 50 y 100 pantallas *mainframe* y trabajo manual significativo. Hoy, un agente entrega información en tiempo real desde la prefabricación hasta la entrega, sin interacción humana con el *mainframe*.

El siguiente paso: capacitar agentes para identificar retrasos y redactar correos proactivos. “El agente puede

*hacer todo esto antes de que el equipo llegue por la mañana*”, afirma Jason Ballard, [VP de Innovaciones Digitales en Toyota](#). “Hemos decidido invertir más en esta área porque creemos que ahí está la diferencia para el futuro.”<sup>11</sup>

### Gestión de la fuerza laboral mixta basada en silicio y carbono

El cambio más significativo al implementar agentes es reconocer que representan una nueva forma de trabajo, distinta pero complementaria a la fuerza laboral humana. Algunas organizaciones ya integran agentes con equipos humanos, redefiniendo qué significa trabajar, cómo se realiza y quién lo hace.

Los agentes destacan en procesos definidos; los humanos siguen siendo esenciales para escenarios complejos y decisiones estratégicas. Esta evolución crea dos áreas clave para los humanos:

Esta transformación crea dos áreas principales hacia las que los trabajadores humanos se están moviendo.

- **Cumplimiento y gobernanza:** Validación, supervisión y establecimiento de barreras de seguridad.
- **Crecimiento e innovación:** Reinventar operaciones e identificar oportunidades derivadas de las capacidades de los agentes.

La aseguradora utiliza agentes en gestión de siniestros para tareas rutinarias como evaluaciones de daños, mientras que la interacción con clientes sigue en manos humanas. “Es híbrido por diseño”, afirma Maribel Solanas González, directora de datos. “No sustituirá personas, cambiará lo que hacen, permitiéndoles enfocarse en trabajos más valiosos.”<sup>12</sup>

### Caso Moderna:

La biotecnológica nombró a su primer Director de RRHH y Tecnología Digital, fusionando funciones para integrar personas y tecnología. “Debemos pensar en la planificación del trabajo, independientemente de si lo realiza una persona o una tecnología”, señala Tracey Franklin, CHRO y CDO.<sup>13</sup>

### Automatización especializada vs. amplia

Los despliegues exitosos se enfocan en dominios específicos, no en automatización total. La automatización amplia requiere múltiples agentes especializados trabajando de forma orquestada. Las decisiones de

construir vs. comprar dependen de la madurez técnica y del caso de uso.

Investigaciones indican que pilotos desarrollados mediante alianzas estratégicas tienen el doble de probabilidad de alcanzar despliegue completo y casi duplican la adopción frente a soluciones internas.<sup>14</sup>

### Orquestación multiagente

La primera ola de IA generativa se centró en chatbots generales; útiles, pero insuficientes para automatización profunda. Los agentes permiten herramientas especializadas que, orquestadas, automatizan flujos completos. Esto es posible gracias a protocolos emergentes:

**Protocolo de Contexto de Modelo (MCP):** Desarrollado por Anthropic, MCP estandariza cómo los sistemas de IA se conectan a fuentes de datos y herramientas, proporcionando una interfaz universal para que los agentes accedan a recursos empresariales.<sup>15</sup> Aunque prometedor, MCP se enfrenta a limitaciones para gestionar requisitos complejos de seguridad empresarial e integrar sistemas heredados.

**Protocolo Agente-a-Agente (A2A):** El protocolo de Google permite la comunicación directa entre diferentes agentes de IA a través de las plataformas, gestionando el descubrimiento de agentes, la delegación de tareas y el flujo de trabajo colaborativo.<sup>16</sup>

**Protocolo de Comunicación de Agentes (ACP):** Este es un protocolo abierto que permite a los agentes comunicarse entre sí a través de una API RESTful, permitiendo a los agentes colaborar independientemente del entorno en el que se hayan construido.<sup>17</sup> ACP puede enfrentarse a obstáculos debido a las limitaciones en el número de agentes que pueden coordinarse en una sola red y a la complejidad de integrarse con las herramientas empresariales existentes.<sup>18</sup>

Estos protocolos habilitan un enfoque de microservicios para IA, con agentes pequeños y especializados que ofrecen menor complejidad, escalabilidad y flexibilidad multiplataforma.<sup>19</sup>

### FinOps para agentes

La operación continua de agentes puede generar consumo impredecible y costos crecientes. Las organizaciones necesitan marcos FinOps para monitorizar gastos, aplicar etiquetado, autoescalado y gobernanza robusta, considerando modelos de precios basados en tokens.

## Cinco preguntas para impulsar implementaciones de IA agente

A medida que las organizaciones comienzan su camino como agente, pueden plantearse cinco cuestiones estratégicas que ayudarán a impulsar su adopción, tanto ahora como en el futuro.

- ¿Qué agentes serán desplegados y qué funciones desempeñarán?
- ¿Cuáles son los perfiles de coste en relación con los empleados humanos?
- ¿Qué procesos se automatizarán y con qué nivel de eficiencia?
- ¿Cuál será la combinación óptima de fuerza laboral humana y digital en los próximos cuatro años?
- ¿Llegarán los agentes a tomar el control de áreas operativas enteras más allá del horizonte de cinco años?

La mayoría de las empresas preparadas para implementar agentes de IA hoy probablemente tengan respuestas preparadas para las tres primeras preguntas. Sin embargo, las cosas se vuelven más confusas al considerar los dos últimos. Mucho depende de cómo se desarrolle la tecnología agente y los modelos de IA generativa subyacentes en el futuro y de cómo este desarrollo impulse cambios en la composición de la plantilla y las prioridades operativas.

## La colaboración humano-digital impulsa la diferenciación

Es probable que la empresa del futuro experimente cambios significativos en la naturaleza fundamental del trabajo, que van más allá de las fuerzas laborales tradicionales basadas en carbono para incluir agentes digitales que gestionan de forma autónoma funciones completas del puesto. Como comentamos, las empresas ya están empezando a desarrollar plantillas híbridas humano-digital. Si las organizaciones logran este equilibrio, podría convertirse en el principal diferenciador competitivo en la mayoría de los sectores en el futuro.

## El espectro de autonomía

Las organizaciones deben definir límites claros para la toma de decisiones de los agentes mediante niveles progresivos de autonomía, con puntos de supervisión humana estratégicamente diseñados. El espectro avanza en tres fases:

- **Aumentación:** Estado actual, donde los agentes mejoran capacidades humanas.
- **Automatización:** Capacidad emergente, donde los agentes ejecutan tareas dentro de procesos definidos por humanos.
- **Verdadera autonomía:** Futuro en el que la IA general permite a los agentes operar con mínima supervisión.

El éxito requiere desplegar supervisores agentes: personas que intervienen en puntos críticos para gestionar excepciones, no solo revisar resultados. A medida que la IA evolucione hacia mayor independencia, los líderes deberán evaluar continuamente qué responsabilidades pueden delegarse de forma segura.

## RRHH para agentes

A medida que los agentes maduran en sus funciones laborales, las organizaciones necesitarán enfoques igualmente maduros para gestionarlos. Esto probablemente requerirá un marco completamente nuevo para gestionar agentes que no solo se apoye en conceptos tradicionales de gestión de recursos humanos para áreas donde los agentes comparten similitudes con los trabajadores humanos, sino que también difiera para tener en cuenta sus características únicas. Algunas áreas de enfoque de RRHH, como la cultura laboral, la lealtad de los empleados y la motivación laboral, no serán aplicables a los agentes, pero seguirán siendo pilares clave de cómo las organizaciones gestionan a su personal humano. Otras características de la gestión de trabajadores pueden extenderse para aplicarse a los agentes, aunque tengan un aspecto ligeramente diferente.

**Incorporación:** Al igual que con los trabajadores humanos, los agentes requerirán procesos de incorporación que les entrenan en los datos y operaciones únicos de la empresa.

Al mismo tiempo, el supervisor humano del agente debe recibir formación y educación sobre cómo aprovechar a los nuevos agentes. Esto requerirá un nuevo enfoque de dos frentes para la incorporación de mano de obra digital que prepare tanto al agente como al personal humano para la colaboración.

**Gestión del rendimiento:** Esta puede ser una de las áreas en las que la gestión de agentes más difiere de la gestión tradicional de recursos humanos. Las organizaciones necesitarán sistemas para demostrar qué hicieron los agentes, por qué tomaron decisiones específicas y bajo cuya autoridad actuaron. Esto requiere sistemas de identidad digital, recibos criptográficos de transacciones y registros inmutables para cada acción del agente. A medida que los agentes se desplieguen en las operaciones de las empresas, generarán demasiados datos para que los responsables humanos los evalúen, lo que puede generar la necesidad de más agentes que gestionen el rendimiento.

**Gestión del ciclo de vida:** Los agentes necesitarán actualizaciones continuas de formación, reasignación a áreas prioritarias e incluso posiblemente planificación de la jubilación. Las organizaciones están empezando a asignar nombres individuales a los agentes para hacer seguimiento de las contribuciones a la productividad, reconociendo que los trabajadores digitales podrían acabar estando sujetos a impuestos similares a los empleados humanos.<sup>20</sup>

**Arquitectura cero confianza:** Implementar sistemas de autenticación efímera garantiza que las acciones de los agentes sean verificadas y autorizadas de forma continua, así como los trabajadores humanos deben completar periódicamente tareas de autenticación para acceder a los recursos empresariales.<sup>21</sup>

Cuando se calibra correctamente, el marco para gestionar agentes fomentará una colaboración sólida entre trabajadores humanos y digitales. Sin embargo, tomar la analogía de los agentes como trabajadores digitales demasiado literalmente puede limitar el potencial de los agentes. Exigirles estándares desarrollados para medir el rendimiento humano corre el riesgo de desalinear sus actividades con funciones que es mejor dejar a los trabajadores humanos.

## Datos como escape digital

Los agentes generan grandes volúmenes de datos sobre acciones y resultados. Hoy, la mayoría no se entrena con sus propios datos, pero en el futuro este “agotamiento digital” será un recurso clave para aprendizaje continuo. Cada inferencia produce tokens que pueden alimentar sistemas de mejora. La diferenciación dependerá de cómo las organizaciones aprovechen este flujo para reforzar capacidades.

## El futuro agente nativo

La evidencia sugiere un enfoque híbrido: los agentes extenderán la vida útil de sistemas heredados mientras las empresas modernizan procesos críticos. Esto permite valor inmediato y flexibilidad estratégica.

La transición a IA agente no es solo tecnológica: redefine cómo las organizaciones operan, compiten y crean valor. El éxito dependerá de dominar procesos nativos de agentes, orquestación multiagente y gestión de la fuerza laboral digital.

La clave no es reemplazar humanos, sino crear **nuevas formas de colaboración humano-IA**, aprovechando fortalezas únicas de ambos. Las organizaciones que logren este equilibrio definirán el futuro del trabajo.

---

## THE JAGGED FRONTIER: ETHAN MOLICK SOBRE LOS AGENTES DE IA EN LA FUERZA LABORAL

---

Ethan Mollick es profesor en la Wharton School de la Universidad de Pensilvania y autor de Co-Intelligence: Living and Working with AI. Una voz destacada sobre las aplicaciones prácticas de la IA en los negocios y la educación, y es conocido por su investigación sobre cómo las organizaciones pueden adoptar e integrar eficazmente la IA en sus operaciones.

**P: ¿Cómo es en la práctica la transición de la IA como herramienta a la IA como fuerza laboral?**

**R:** R: Los líderes en muchas organizaciones no tienen claro qué significa esto. Suele haber muchas gestiones y frases como "la IA hará cosas" o "gestionarás un montón de agentes". Pero eso no ocurre sin replantearse y rehacer la forma en que operan las organizaciones.

Creo que en realidad no es un problema tecnológico. Es un problema de proceso. Significa que tienes que entender la frontera escarpada. La IA se ha vuelto muy buena en matemáticas y programación, lo que tiene un impacto evidente en las tareas de matemáticas y programación, pero también un impacto menos evidente en tareas como

análisis o reunirse con personas. Los trabajadores tendrán que ajustar su tiempo en sus empleos para entrevistarles. Los líderes tienen que ser capaces de articular ese futuro.

**P: ¿Qué deben considerar las organizaciones en términos de rediseño de procesos centrado en el agente?**

**R:** Necesitas tres cosas para hacer trabajo de IA: liderazgo, laboratorio y multitud. Primero, necesitas a la multitud: todos en la organización que usan estos sistemas. Segundo, necesitas el laboratorio, que está haciendo experimentación activa las 24 horas del día, tomando ideas del público y convirtiéndolas en productos reales. Y por último, necesitas un liderazgo alineado. Los líderes tienen que pensar en el diseño organizacional. Por ejemplo, si puedes programar 10 o 100 veces más rápido que antes, ¿sigues haciendo desarrollo ágil? Ágil no funciona a esa velocidad, así que no necesitas hacerlo.

**P: ¿Qué habilidades laborales son las más importantes?**

**R:** Hay una habilidad de "usar IA" que aún no sabemos exactamente cómo medir ni entrenar. Probablemente implique agencia y disposición para experimentar, incentivos adecuados y ser un experto en la materia en tu campo.

**P: ¿Cuándo espera que los agentes se hagan cargo de las operaciones?**

**R:** No lo sé, pero los agentes ya son mejores de lo que la gente piensa. Los agentes de verdad ya están aquí. Simplemente no los estás usando. Y tienes que construirlos. Pero hoy es posible. No hay un plazo para el futuro. Porque ahora mismo puedes crear agentes de valor económico con la tecnología actual, y las empresas están creando flujos de trabajo agentivos que hacen mucho trabajo de forma autónoma y con altos niveles de precisión. ¿Ya han reemplazado todo el trabajo? No, ni tampoco quiero que lo hagan. Pero si esperas a que la tecnología esté más madura, vas a tener problemas porque ya está ahí.<sup>22</sup>

# Notas finales

1. The Henry Ford, “Citas de Henry Ford”, consultado el 6 de noviembre de 2025.
2. Gartner, Inc., “Gartner predice que más del 40% de los proyectos de IA agente serán cancelados antes de finales de 2027,” nota de prensa, 25 de junio de 2025.
3. Encuesta 2025 sobre las tendencias emergentes de tecnología en la empresa de Deloitte, publicación en proceso.
4. Gartner, Inc., “Gartner predice que más del 40% de los proyectos de IA agente serán cancelados antes de finales de 2027.”
5. Encuesta de valor tecnológico 2025 realizada por Deloitte Center for Integrated Research, realizada en junio de 2025.
6. Gartner, Inc., “Gartner predice que más del 40% de los proyectos de IA agente serán cancelados antes de finales de 2027.”
7. Bruce Gil, “‘Workslop’: El contenido de trabajo generado por IA está ralentizando todo,” Gizmodo, 23 de septiembre de 2025.
8. Entrevista en el podcast Deloitte On Cloud con Brent Collins, vicepresidente de estrategia de IA, Intel, 27 de agosto de 2025.
9. Marie Myers, vicepresidenta ejecutiva y directora financiera, HPE, entrevista con Deloitte, 1 de marzo de 2025.
10. John Roese (director de tecnología y director de IA, Dell Technologies), entrevista con Deloitte, 29 de septiembre de 2025.
11. “Reimaginando operaciones con IA agente en Toyota,” *Deloitte Insights*, 3 de diciembre de 2025.
12. Maribel Solanas Gonzalez, directora de datos del grupo, entrevista con Mapfre Insurance, Deloitte, 18 de junio de 2024.
13. Tracey Franklin (directora de recursos humanos y tecnología digital, Moderna), entrevista con Deloitte, 26 de septiembre de 2025.
14. Aditya Challapally, Chris Pease, Ramesh Raskar y Pradyumna Chari, “La brecha de la IA generativa: Estado de la IA en los negocios 2025,” julio de 2025.
15. Anthropic, PBC, “Introduciendo el protocolo de contexto del modelo,” 25 de noviembre de 2024.
16. Rao Surapaneni, Miku Jha, Michael Vakoc y Todd Segal, “Anunciando el Protocolo Agent2Agent (A2A),” Google for Developers, 9 de abril de 2025.
17. AgentCommunicationProtocol.dev, “Bienvenidos”, consultado el 6 de noviembre de 2025.
18. Saad Merchant, “ACP: Futuro de la colaboración entre agentes de IA offline,” Alumio, 24 de octubre de 2025.
19. Kearney, “FinOps para IA e IA para FinOps,” 28 de enero de 2025.
20. Jake Latimer, “¿Se gravará la IA? El debate sobre las empresas impulsadas por IA: La lucha tecnológica-fiscal de 2025,” Medium, 13 de marzo de 2025.
21. Ken Huang, “Enfoque de gestión de identidad con IA agente,” Cloud Security Alliance, 11 de marzo de 2025.
22. Ethan Mollick (profesor, Wharton School de la Universidad de Pensilvania), entrevista con Deloitte, 1 de enero de 2025.

---

# Sobre los autores

**Jim Rowan**

jimrowan@deloitte.com

Jim Rowan es el responsable de IA en Deloitte en Estados Unidos y colabora con organizaciones tecnológicas externas, clientes y líderes empresariales de Deloitte para ayudar a nuestros clientes a alcanzar sus ambiciones en materia de IA. Más allá de su trabajo con clientes, Rowan es socio principal en Deloitte Consulting LLP. Su experiencia abarca los sectores de ciencias de la vida, sanidad y telecomunicaciones, con un fuerte enfoque en la aplicación de análisis, planificación, previsión y transformación digital para mejorar las funciones financieras.

**Nitin Mittal**

nmittal@deloitte.com

Nitin Mittal es socio principal en Deloitte y lidera el programa global de IA de Deloitte. Asesora a organizaciones sobre aplicaciones de IA y las implicaciones de las tecnologías emergentes en la estrategia y el posicionamiento competitivo de las empresas. En Deloitte, Mittal es responsable de moldear el mercado de la IA y crear nuevas oportunidades de negocio aprovechando las tecnologías emergentes. También lidera el propio esfuerzo de Deloitte para ser una organización global impulsada por IA y transformar la forma en que prestan servicios profesionales.

**Parth Patwari**

ppatwari@deloitte.com

Parth Patwari lidera la práctica de IA y Datos de Deloitte en todas las Industrias de Estados Unidos. Tiene amplia experiencia trabajando con instituciones de mercados de capitales y de pagos para diseñar, diseñar e implementar sistemas a gran escala que apoyan funciones críticas para clientes, finanzas, riesgo, regulación y cumplimiento. Patwari impulsa agendas de eficiencia utilizando capacidades de IA, analítica y gestión de datos.

**Ed Burns**

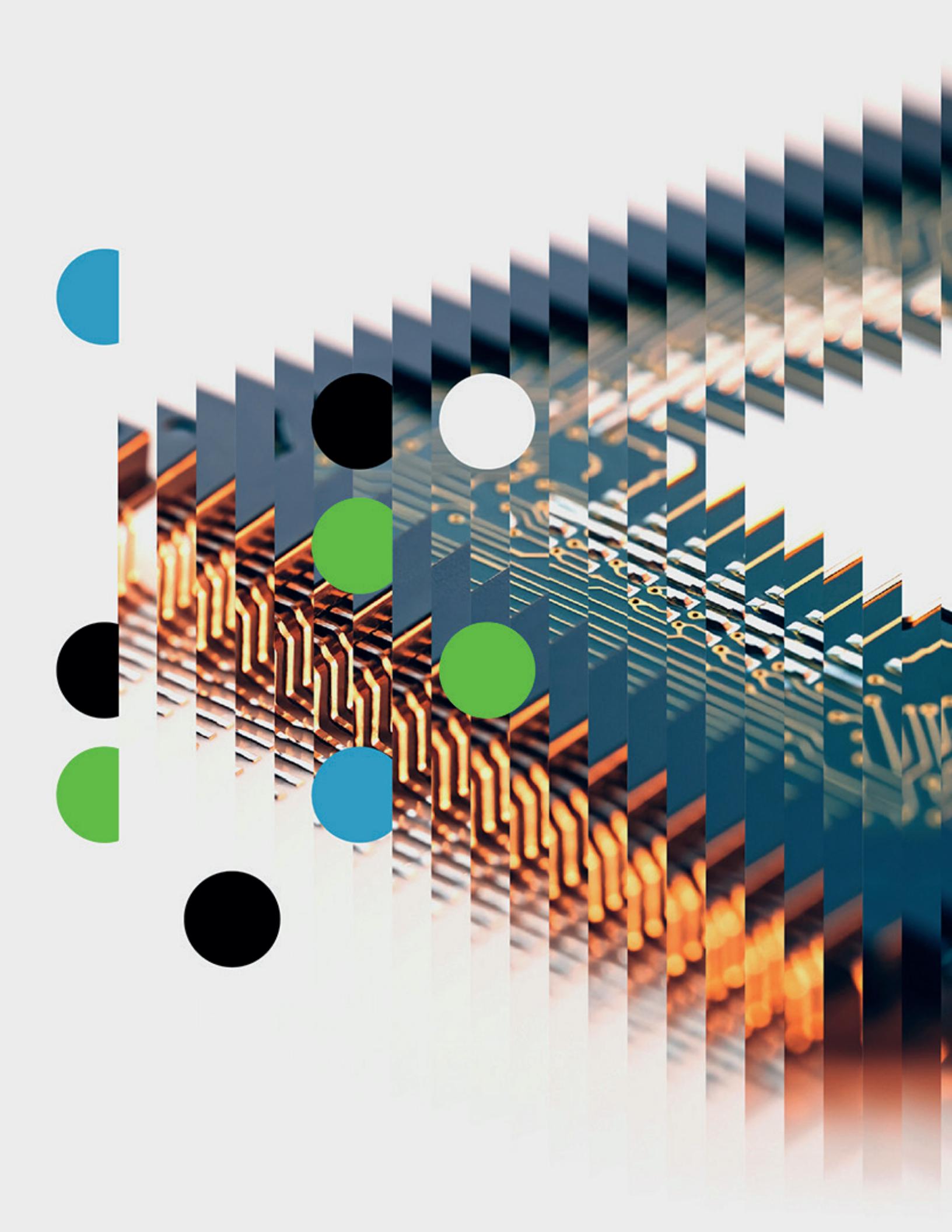
edbourns@deloitte.com

Ed Burns lidera la iniciativa de historias de clientes dentro de la Oficina del CTO, conocida como Trend Lines. Este proyecto sirve como una aportación clave de investigación para Tech Trends y otras relevancias. Antes de su puesto actual, dirigió una publicación de noticias tecnológicas que cubría todo lo relacionado con IA, análisis y gestión de datos.

---

# Agradecimientos

Un gran agradecimiento a los numerosos líderes de la materia de Deloitte que contribuyeron a nuestra investigación para este capítulo: Jinlei Liu, Baris Sarer, Kate Fusillo Schmidt, Prakul Sharma, Akash Tayal y Ashish Verma.



# El ajuste de cuentas de la infraestructura de IA: Optimizando la estrategia de cómputo en la era de la economía de la inferencia

A medida que la IA pasa de la prueba de concepto a un despliegue a escala de producción, las empresas descubren que su infraestructura actual puede estar desalineada con las demandas únicas de la tecnología.

*Nicholas Merizzi, Chris Thomas y Ed Burns*

**C**uando la IA generativa irrumpió en escena, las empresas soñaron con productos y servicios de nueva generación. Hoy, la IA avanza hacia el despliegue a escala, revelando que las estrategias de infraestructura existentes no están diseñadas para sus demandas.

Las cargas recurrentes de IA implican **inferencia constante**, es decir, aplicar modelos en procesos reales. Usar servicios en la nube puede generar llamadas frecuentes a APIs y costos crecientes, lo que lleva a replantear los recursos computacionales. Pero el problema no es solo el coste: también soberanía de datos, latencia, protección de propiedad intelectual y resiliencia. La solución no consiste en elegir entre nube u on-premises, sino en construir infraestructuras que asigne la plataforma adecuada a cada carga de trabajo.

Los avances en chipsets, redes y orquestación permiten optimizar necesidades críticas. Las organizaciones que actúen ahora, modernizando infraestructura y preparando talento, definirán el panorama competitivo del próximo renacimiento empresarial.

## La llamada de atención de la economía de la inferencia

Las matemáticas del consumo de IA obligan a recalcular infraestructura a una velocidad sin precedentes. Aunque los costos por inferencia han caído, el gasto total se ha multiplicado por 280 en dos años debido al crecimiento explosivo del uso.<sup>2</sup>

Las herramientas basadas en LLM y APIs funcionan para pruebas de concepto, pero se vuelven costosas en producción.<sup>3</sup> Algunas empresas enfrentan facturas mensuales por decenas de millones, impulsadas por IA agente, que requiere inferencia continua y dispara costos de tokens.

## Por qué las organizaciones están replanteando la computación

El aumento de las facturas está obligando a las organizaciones a replantearse dónde y cómo despliegan las cargas de trabajo de IA, pero hay otros factores.

**Gestión de costes:** Las organizaciones están llegando a un punto de inflexión en el que el despliegue local puede volverse más rentable que los servicios en la nube para cargas de trabajo consistentes y de alto volumen. Esto puede ocurrir cuando los costes de la nube empiecen a superar el 60% al 70% del coste total de adquirir sistemas locales equivalentes, haciendo que la inversión de capital sea más atractiva que los gastos operativos para cargas de trabajo de IA previsibles.<sup>4</sup>

**Soberanía de datos:** Los requisitos regulatorios y las preocupaciones geográficas están impulsando a algunas empresas a repatriar servicios informáticos, con organizaciones reacias a depender completamente de proveedores de servicios fuera de su jurisdicción local para capacidades críticas de procesamiento de datos e IA. Esta tendencia es especialmente marcada fuera de Estados Unidos, donde las iniciativas de IA soberana están incrementando la inversión en infraestructuras.<sup>5</sup>

**Sensibilidad a la latencia:** Las cargas de trabajo de IA en tiempo real exigen proximidad a fuentes de datos, especialmente en entornos de fabricación, plataformas petrolíferas y sistemas autónomos, donde la latencia de la red impide la toma de decisiones en tiempo real. Las aplicaciones que requieren tiempos de respuesta de 10 milisegundos o inferiores no pueden tolerar los retrasos inherentes al procesamiento en la nube.

**Requisitos de resiliencia:** Las tareas críticas para la misión que no pueden interrumpirse requieren infraestructura local como sistema principal de cómputo o copia de seguridad en caso de interrupción de la conexión a la nube.

**Protección de la propiedad intelectual:** Dado que la mayoría de los datos de las empresas aún residen en las instalaciones, las organizaciones prefieren cada vez más incorporar capacidades de IA a sus datos en lugar de trasladar información sensible a servicios de IA externos. Esto les permite mantener el control sobre la propiedad intelectual y cumplir con los requisitos de cumplimiento.

Debido en parte a estos factores, las empresas de muchos países están desplegando nueva capacidad de centros de datos a un ritmo sin precedentes. La empresa danesa de gestión inmobiliaria Thylander está [desarrollando nuevos centros de datos](#) en el país nórdico, proporcionando el espacio en rack, las redes, la energía y la refrigeración que requieren las unidades de procesamiento gráfico (GPU) de última generación y otros equipos utilizados en cargas de trabajo de IA.

Anders Mathiesen, CEO de Thylander Data Centers, afirma que todos los centros de datos de tamaño hiperescala que actualmente hay en Dinamarca son propiedad de empresas extranjeras. Pero hay más demandas de empresas para obtener más opciones que permitan que sus datos sean almacenados y procesados por empresas propiedad y gestionadas dentro del país.

“Mirar la soberanía de los datos y pensar en quién posee realmente los centros de datos fue el inicio de que dijimos que queremos hacer algo danés para las empresas danesas,

pero también para empresas externas que consideran valiosos los mercados daneses”, dice Mathiesen.<sup>6</sup>

### La desconexión de infraestructuras

Aunque las empresas pueden utilizar estos factores para guiar futuros movimientos, el estado actual de su infraestructura puede crear otras barreras. Los centros de datos existentes cuentan con suelos elevados, sistemas de refrigeración estándar, orquestación basada en virtualización en nube privada y gestión tradicional de cargas de trabajo, todo diseñado para servidores montados en rack y refrigerados por aire. Las especificaciones técnicas de la infraestructura de IA —desde los requisitos de red entre GPUs hasta tecnologías avanzadas de interconexión como InfiniBand— exigen enfoques arquitectónicos que no existen en entornos empresariales tradicionales.

### El centro de datos optimizado para IA

En lugar de elegir entre la nube y la infraestructura en las instalaciones, las empresas líderes están construyendo arquitecturas híbridas que aprovechan las fortalezas de cada plataforma. Este enfoque marca un cambio respecto al pensamiento binario “nube versus *on-premises*” que dominó la década anterior.

Esta desconexión en la infraestructura física podría convertirse en un cuello de botella principal a medida que las empresas amplían la adopción de la IA. Sin embargo, las organizaciones con visión de futuro están empezando a explorar los contornos del centro de datos del futuro.

### El enfoque híbrido de tres niveles

Las organizaciones líderes están implementando arquitecturas híbridas de tres niveles que aprovechan las fortalezas de todas las opciones de infraestructura disponibles.

**Nube por elasticidad:** La nube pública gestiona cargas de trabajo variables de entrenamiento, necesidades de capacidad de ráfaga, fases de experimentación y escenarios en los que la gravedad de datos existente hace que el despliegue en la nube sea una opción lógica. Los hiperescaladores proporcionan acceso a servicios de IA de vanguardia, simplificando la gestión de arquitecturas de modelos que evolucionan rápidamente.

**On-premises para mayor consistencia:** La infraestructura privada ejecuta inferencia en producción a costes predecibles para cargas de trabajo continuas y de alto

volumen. Las organizaciones ganan control sobre el rendimiento, la seguridad y la gestión de costes mientras desarrollan experiencia interna en la gestión de infraestructuras de IA.

**Borde para la inmediatez:** El procesamiento local gestiona decisiones críticas en tiempos con una latencia mínima, especialmente crucial para la fabricación y sistemas autónomos donde los tiempos de respuesta en fracciones de segundo determinan el éxito o fracaso operativo.

“Cloud tiene sentido para ciertas cosas. Es como el ‘botón fácil’ para la IA”, dice el líder de opinión en IA David Linthicum. “Pero realmente se trata de elegir la herramienta adecuada para el trabajo. Las empresas están construyendo sistemas a través de plataformas diversas y heterogéneas, eligiendo la que ofrece la mejor optimización de costes. A veces es la nube, a veces es en las instalaciones y a veces es el borde.”<sup>7</sup> (Ver barra lateral para la sesión completa de preguntas y respuestas.)

## COMPROBACIÓN DE REALIDAD HÍBRIDA: DAVID LINTHICUM SOBRE CÓMO AJUSTAR EL TAMAÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE IA

Dave Linthicum es una idea reconocida mundialmente líder, innovador e influencer en IA, nube informática y ciberseguridad. Él aporta reflexión orientación en liderazgo, arquitectura y tecnología para Empresas del Global 2000, nuevas empresas innovadoras, y agencias gubernamentales.

**P: A medida que las empresas evolucionan de la nube a la nube Modelos híbridos, ¿qué desafíos enfrentarán, ¿Y cuáles son las soluciones?**

**R:** El mayor desafío es la complejidad. Cuando tú adopta plataformas heterogéneas y de repente estás gestionando todas estas diferentes plataformas mientras intento para que todo funcione de forma fiable. Lo vimos con la adopción de la multinube: empresas pasaron de gestionar 5.000 servicios en la nube a 10.000 servicios nocturnos, y tenían que operar y operar Todo eso en diferentes plataformas.

En lugar de gestionar cada plataforma por separado, las empresas necesitan enfoques de gestión unificados. No quiero pensar en que mi plataforma móvil almacena los datos de forma distinta a mi entorno en la nube o a mi escritorio. Hay que empujar esa complejidad a una capa de abstracción adicional, donde se gestionen los recursos como grupos o clústeres, independientemente de dónde se ejecuten físicamente.

De lo contrario, las empresas gestionan la complejidad contratando equipos especializados y comprando herramientas específicas por plataforma. Eso es costoso e ineficiente, y reduce el valor del negocio porque estás escalando la gestión de la complejidad con procesos ad hoc en lugar de pensar estratégicamente.

En el fondo, se trata de reducir ese dolor operativo para poder concentrarte en lo que realmente importa a tu negocio.

**P: La investigación de Deloitte sugiere que, cuando los costos en la nube alcanzan entre el 60% y el 70% del costo de hardware equivalente, las empresas deberían evaluar seriamente alternativas. ¿Qué otros puntos de inflexión deberían vigilar las organizaciones al considerar el paso de un enfoque *cloud-first* a modelos híbridos?**

**R:** En igualdad de condiciones entre infraestructura local y nube pública, siempre opto por la nube pública porque es más fácil y me da escalabilidad y elasticidad. Pero cuando los costes de la nube alcanzan el 60% o el 70% del hardware equivalente, deberías valorar alternativas como los proveedores de colocación y los proveedores de servicios gestionados. Es una métrica práctica y cuantificable que puede ayudarte a tomar decisiones basadas en datos sobre el despliegue de infraestructuras, en lugar de optar por estrategias *cloud-first* independientemente de las consideraciones económicas.

**P: ¿Cómo se resuelve el problema de la sostenibilidad de los centros de datos?**

**R:** Al final del día, no vamos a detener el crecimiento de los centros de datos. El apetito es enorme. Vivo en Virginia del Norte: hay cien centros de datos en un radio de 16 kilómetros desde donde estoy sentado ahora mismo. Así que, si vamos a avanzar en esa dirección, intentemos causar menos daño utilizando fuentes de energía limpias. La nuclear es una de ellas. Eso asusta a mucha gente, pero no hay otras opciones.

La nuclear es una de ellas. Eso da miedo a mucha gente, pero no hay otras opciones.

Creo que veremos pequeñas centrales nucleares en zonas concentradas en centros de datos, y todo el mundo va a extraer energía de ellas igual que ahora. Hay una central eléctrica cerca de mí que no hace más que servir a centros de datos, pero no es energía limpia. Hacer lo mismo con opciones más ecológicas y al mismo tiempo permitiéndonos mantener el negocio es realmente el único compromiso que vamos a obtener. No podemos aumentar la red a una velocidad que merezca la pena a menos que encontremos algún tipo de fuente de energía.

**P: ¿Tienes alguna opinión polémica sobre este tema, o alguna sabiduría convencional que considere errónea?**

**R:** Eso es fácil. No todo va a funcionar en GPUs, y necesitamos salir de esa mentalidad. El acaparamiento de la GPU hace unos años era simplemente ridículo. La realidad es que la mayoría de las cargas de trabajo que usan IA de formas que realmente aportan valor a las empresas no van a necesitar procesadores especializados. Van a funcionar perfectamente en CPUs. Ahora, si hago un LLM y mucha formación, entonces sí, necesito procesadores especializados o de lo contrario me llevará 10 años en vez de unos meses. Pero esos casos de uso son muy escasos. La mayoría de las empresas no van a hacer ese nivel de trabajo en IA.

## Marco de decisión para la colocación de infraestructuras de cómputo

Un marco para tomar decisiones de infraestructura de cómputo (figura 1) puede parecer sencillo, pero en la práctica tales decisiones rara vez son sencillas. Todo el mundo quiere el hardware más rápido con los modelos más recientes y con menos barreras para poner en marcha sus proyectos, pero esto puede resultar caro.

Por eso Dell Technologies creó recientemente un consejo de revisión de arquitectura. Este consejo evalúa nuevos proyectos de IA y se asegura de que utilizan herramientas coherentes y la infraestructura óptima basada en costes, rendimiento, gobernanza y riesgos. Actualmente, Dell está desarrollando casos de uso de IA agente en sus cuatro áreas principales, y los líderes buscan ampliar los casos de uso dentro de estas áreas de alto retorno de la inversión. A medida que crece el número de proyectos, los líderes afirman que es fundamental asegurarse de que funcionen con infraestructuras adecuadas. A veces eso puede significar llamadas a la API de un proveedor de servicios de IA, pero en otros casos implica usar recursos completamente locales.

“Tener ese rigor arquitectónico es aún más necesario ahora que la intensidad de recursos de estos sistemas es tan alta”, afirma John Roesel, director global de tecnología y director de IA en Dell. “Cuando empiezas a hablar de cosas como modelos de razonamiento y agentes, y los costes asociados, tener esa disciplina arquitectónica es fundamental.”<sup>8</sup> (Consulta la barra lateral para la sesión completa de preguntas y respuestas.)

### La revolución de la arquitectura de hardware

Este momento presenta a las empresas una oportunidad sin precedentes para ir más allá del pensamiento centrado en unidades centrales de procesamiento (CPUs) hacia arquitecturas de hardware especializadas optimizadas para IA. Las organizaciones están tomando decisiones deliberadas sobre el despliegue de procesadores, pasando de la computación de propósito general a la optimización específica de carga para el trabajo.

La evolución implica la integración de múltiples tipos de procesadores dentro de un solo sistema: GPUs para procesamiento paralelo de IA, CPUs para orquestación y cargas de trabajo tradicionales, unidades de procesamiento neuronal para inferencia eficiente

Figure 1

## Un marco de decisión para la colocación de cargas de trabajo computacionales



Fuente: análisis de Deloitte.

y unidades de procesamiento tensorial para tareas específicas de aprendizaje automático. Las actualizaciones de servidor ahora incluyen configuraciones mixtas CPU/GPU. Antes los racks de servidores podían tener entre cuatro y ocho GPUs en una bandeja con un coordinador de CPU, cada vez vemos más dos GPUs por CPU.

**El centro de datos de IA personalizado:** Estas tendencias se están confluendo en lo que podríamos llamar el centro de datos de IA, que implica un mayor número de GPUs en comparación con CPUs; nuevos modelos de servidor y capas de orquestación para cargas de trabajo híbridas; factores de forma de centros de datos en evolución que permiten un despliegue rápido; redes ópticas entre procesadores para reducir la latencia; y migración y reformación de cargas de trabajo para aprovechar las capacidades de las GPU.

### El auge de las fábricas de IA

Las cargas de trabajo de IA están impulsando la aparición de “fábricas de IA”: ecosistemas de infraestructura integrados diseñados específicamente para el procesamiento de inteligencia artificial. Estos entornos integran múltiples componentes especializados en una única solución:

- **Procesadores específicos para IA:** GPUs empaquetadas junto con memoria de alto ancho de banda y CPUs

especialmente diseñadas optimizadas para orquestación de IA en lugar de tareas informáticas generales.

- **Canalizaciones avanzadas de datos:** Sistemas especializados para recopilar, limpiar y preparar datos específicamente para el consumo de modelos de IA, eliminando cuellos de botella tradicionales de extracción, transformación y carga.
- **Redes de alto rendimiento:** Tecnologías avanzadas de interconexión para minimizar la latencia de transferencia de datos, incluyendo avances en redes ópticas y protocolos de comunicación especializados GPU a GPU.
- **Bibliotecas de algoritmos:** Estructuras de software preoptimizadas que alinean la funcionalidad de la IA con objetivos específicos de negocio, reduciendo el tiempo de desarrollo y mejorando el rendimiento.
- **Plataformas de orquestación:** Sistemas de gestión unificados capaces de gestionar cargas de trabajo multimodales de IA en diferentes tipos de cómputo, permitiendo una integración fluida entre diversas tecnologías de IA.

Estas fábricas de IA también pueden ofrecer un exceso de capacidad computacional a través de modelos de servicio, permitiendo a las organizaciones monetizar la potencia de procesamiento no utilizada mientras mantienen el control estratégico sobre cargas de trabajo críticas.

## LA VENTAJA GREENFIELD: JOHN ROESE SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE IA DISEÑADA ESPECÍFICAMENTE PARA ELLA

John Roese es director global de tecnología y director de IA en Dell Technologies, donde lidera la estrategia tecnológica global y las iniciativas de transformación de la IA de la compañía. Con décadas de experiencia en tecnología empresarial, se centra en impulsar una implementación práctica de IA que ofrezca un valor empresarial medible, manteniendo rigurosos estándares de gobernanza y seguridad.

**P: ¿Cuáles son los mayores cuellos de botella y dificultades relacionados con la infraestructura de IA?**

**R:** La infraestructura que muchas empresas tienen hoy en día fue diseñada para la era previa a la IA y basada en una decisión arquitectónica tomada cuando comenzó la era *multicloud*. Las empresas tomaron estas decisiones—

Como qué nube usar, la topología, qué hacer *on-premises* frente a *off-premises*— probablemente antes de la pandemia. Nadie es tan inteligente ni tan afortunado como para haber diseñado su arquitectura para algo que no existía cuando lo diseñaron.

Muy rápidamente, la mayor parte de la capacidad de infraestructura estará al servicio de sistemas de IA, no de cargas de trabajo tradicionales. Las cargas de trabajo de IA necesitan computación acelerada; Necesitan una capa de conocimiento, no solo datos. Estas cargas de trabajo son distribuibles y están en una industria de alta entropía con muchos enfoques diferentes. Eso es un tipo de carga de trabajo completamente diferente en los niveles más fundamentales de infraestructura.

**P: ¿Cómo encaja el concepto de fábricas de IA en esto?**

**R:** Las fábricas de IA son entornos de campo nuevo para la IA. Adaptar un entorno *brownfield* diseñado para aplicaciones y servicios empresariales tradicionales para que funcione correctamente un entorno de IA es complicado. Se necesita una arquitectura informática acelerada, a menudo no solo CPUs [Unidades Centrales de Procesamiento]. La topología desde la perspectiva de la red es simplificada, pero de muy alta velocidad. El entorno de almacenamiento es realmente una capa de conocimiento: bases de datos vectoriales, bases de datos de grafos, grafos de conocimiento, *chatbots* contextuales y canales de datos. Y las aplicaciones de IA y sus entornos son en su mayoría extremadamente modernos.

## LA VENTAJA GREENFIELD: JOHN ROESE SOBRE LA INFRAESTRUCTURA DE IA DISEÑADA ESPECÍFICAMENTE PARA ELLO, CONTINUACIÓN

Podrías intentar adaptar eso a tu infraestructura *brownfield*, pero recomendamos construir una infraestructura optimizada para IA: una fábrica de IA. Eso te permitirá avanzar mucho más rápido, reducir riesgos en tu arquitectura y crear un entorno diseñado específicamente para la IA.

### P: ¿Cuánto suele tardar en poner en marcha eso?

**R:** En realidad es más rápido que hacer una adaptación. Hemos montado entornos paralelos con GPUs y capas de conocimiento conectadas al resto de la infraestructura. Una malla de datos conecta todos los datos entre sí. Las herramientas de IA se comunican con la misma malla de datos con la que se comunican las herramientas tradicionales, pero la topología física real — la infraestructura sobre la que viven — son servidores acelerados, gestión de datos en capas de conocimiento, cargas de trabajo de IA, observabilidad y controles.

Poner eso en marcha como una entidad separada fue más rápido que intentar adaptar el entorno existente. Puedes comprar un *appliance* que básicamente es una colección de almacenamiento, computación y redes preensamblados para ejecutar toda la pila de IA entera fuera de la caja. Al ponerlo desde principio

fuera de la infraestructura *brownfield*, puedes aislarlo de gran parte de la complejidad, lo que te permite moverte rápido.

Puede parecer un coste extra, pero en realidad no lo es. El coste operativo de intentar integrar capacidades de IA en tu entorno heredado actual probablemente sería mayor que construir una infraestructura nueva y dedicada.

### P: ¿Cómo influye la sostenibilidad en el proceso de toma de decisiones sobre infraestructuras?

**R:** La eficiencia energética es una consideración clave en el proceso de planificación. Las innovaciones en sistemas avanzados de refrigeración, soluciones de gestión térmica y servidores pueden maximizar el rendimiento por vatio mientras permiten a las organizaciones monitorizar y reducir su consumo energético.

Una de las mayores opciones que tienes es cuándo usar métodos de refrigeración líquida. Por ejemplo, la refrigeración por líquido directo puede ser al menos el doble de eficiente energéticamente que la refrigeración por aire libre, por lo que un solo rack con refrigeración líquida directa puede ayudar a reducir costes y consumo.

Segundo, céntrate en tu infraestructura heredada. La mala utilización de los activos de TI es la principal causa de desperdicio energético en los centros de datos. Si puedes optimizar tu infraestructura heredada para reducir el desperdicio y aumentar la eficiencia, podrías reducir el impacto ambiental incremental de tu expansión de IA.

Por último, gran parte de la carga de trabajo de IA puede trasladarse al dispositivo cliente. Un PC con IA es un entorno de computación distribuida y muy eficiente energéticamente. Ya está en la red energética y existe dentro de tu huella ambiental. Una cantidad significativa de tareas informáticas podría trasladarse fuera del centro de datos a ese dispositivo. Dependiendo de las necesidades de carga de trabajo, si distribuyes partes de la funcionalidad a estos PCs de IA altamente eficientes, podrías reducir tu huella total.

## Las nuevas fronteras del centro de datos

La transformación actual en infraestructura de IA es solo el inicio de una revolución computacional más amplia. En los próximos 5 a 20 años, a medida que maduren paradigmas emergentes, los centros de datos deberán evolucionar para soportar herramientas cada vez más especializadas para aplicaciones específicas.

### La evolución de la infraestructura continua

La integración personalizada de silicio avanza más allá de chips de propósito general hacia procesadores diseñados para tareas específicas de IA:

- Computación neuromórfica para reconocimiento de patrones.<sup>9</sup>
- Computación óptica para procesamiento eficiente en energía, tendencia creciente en IA.<sup>10</sup>

La integración de computación cuántica alterará los requisitos de diseño cuando alcance escala, demandando infraestructura especializada: sistemas de refrigeración, formatos avanzados y controles extremos de ruido y temperatura, muy distintos a los actuales.<sup>11</sup>

Gestionar esta arquitectura híbrida requiere nuevas categorías de conocimientos y herramientas de gestión. Las futuras capas de orquestación podrían reemplazar soluciones heredadas por plataformas diseñadas específicamente para cargas de trabajo de IA. Estos sistemas pueden gestionar no solo máquinas virtuales y contenedores tradicionales, sino también unidades de procesamiento cuántico, chips neuromórficos y matrices de computación óptica.

### Requisitos para la transformación de la fuerza laboral

La transformación de la infraestructura puede requerir una recualificación en todas las organizaciones de TI. Es probable que los equipos de centros de datos tengan que pasar de la gestión tradicional de servidores a operaciones de infraestructura optimizadas para IA, gestión de clústeres de GPU, redes de alto ancho de banda y sistemas de refrigeración especializados.

Los arquitectos de redes se enfrentan al reto de diseñar patrones de tráfico con IA priorizadora y requisitos de alto rendimiento que difieren fundamentalmente de las redes empresariales tradicionales. Las demandas de redes de la IA —incluyendo la comunicación GPU a GPU, enormes requerimientos de transferencia de datos y necesidades

de latencia ultra baja— requieren una experiencia que muchas organizaciones carecen.

Los ingenieros de costes deberán desarrollar experiencia en optimización de carteras de computación híbrida, comprendiendo no solo la economía de la nube, sino también los complejos compromisos entre diferentes enfoques de infraestructura. Esto incluye dominar nuevos modelos financieros que tengan en cuenta las tasas de utilización de GPU, la economía de inferencia y las estructuras de costes híbridas.

Tras años de migración a la nube que han eliminado gran parte de la experiencia interna en centros de datos, muchas organizaciones tienen dificultades para encontrar profesionales que comprendan los requisitos de infraestructura de IA. Esta brecha de talento representa tanto un desafío, especialmente para las empresas que han pasado completamente a la nube, como una oportunidad para organizaciones dispuestas a invertir en el desarrollo de la fuerza laboral.

### Agentes de IA que gestionan la infraestructura de IA

Con la creciente complejidad de la infraestructura de IA, los manuales tradicionales de TI probablemente sean insuficientes para la optimización dinámica requerida por las cargas de trabajo de IA, lo que ha dado lugar a la aparición de coplots de IA diseñados a medida para operaciones de TI que pueden resumir alertas, proponer causas raíz y sugerir estrategias de remediación.<sup>12</sup>

Estos agentes están ampliando la planificación de capacidad y la selección de proveedores, con servicios como Amazon Web Services publicando patrones de IA que autoanalizan reservas de capacidad y recomiendan acciones a través de los agentes de Amazon Bedrock.<sup>13</sup> Esto representa el precursor de agentes totalmente autónomos que deberían poder gestionar dinámicamente la selección de modelos, la optimización por tipo instancia, el precio spot frente al reservado, y la optimización de costes y carbono *multicloud*.

La adquisición de compras se está volviendo algorítmica y continua en lugar de periódica y manual. Es probable que las organizaciones dependan cada vez más de los agentes de IA para tomar decisiones de infraestructura en tiempo real basadas en las demandas de carga de trabajo, las fluctuaciones de costes y los requisitos de rendimiento.

### Innovación sostenible en centros de datos

El impacto ambiental de la infraestructura de IA está impulsando la innovación en enfoques de computación sostenible. Las iniciativas gubernamentales y del sector privado están explorando la energía nuclear

para alimentar centros de datos sin emisiones de carbono, aunque la implementación sigue limitada a hiperescaladores y organizaciones con recursos de capital sustanciales.

El Proyecto Natick de Microsoft demostró que los contenedores de centros de datos subterráneos podían proporcionar computación práctica y fiable utilizando agua del océano como sumidero de calor, aunque la empresa finalizó el programa de investigación tras completar una fase conceptual.<sup>14</sup> En contraste, la empresa china de equipos marítimos Highlander ha desplegado módulos comerciales de centros de datos submarinos y está ampliando sus operaciones con respaldo formal del gobierno.<sup>15</sup>

La integración de energías renovables se está acelerando con proyectos como Data City en Texas, que planea operaciones de centros de datos totalmente impulsados por energía renovable con futuras capacidades de integración de hidrógeno.<sup>16</sup> Estas iniciativas apuntan a tendencias más amplias en infraestructuras informáticas sostenibles.

Los conceptos emergentes incluyen centros de datos orbitales que funcionan con energía solar y radian calor directamente al espacio, eliminando por completo la necesidad de agua de refrigeración. Empresas como Sophia Space y Lonestar están desarrollando capacidades de cómputo en órbita, algunas logrando pruebas iniciales de vuelo de cargas útiles de centros de datos lunares, aunque la implementación práctica aún está a años de distancia.<sup>17</sup>

## El renacimiento de la computación: la infraestructura de IA como diferenciador estratégico

Las organizaciones que logren navegar con éxito esta transformación de infraestructuras probablemente obtendrán ventajas competitivas sostenibles en el despliegue y operación de la IA. Quienes no se adapten probablemente se enfrentarán a costes crecientes, limitaciones de rendimiento y vulnerabilidades estratégicas a medida que la IA se convierta en cada vez más central en las operaciones empresariales.

Esta transformación de la infraestructura de IA es más que un ajuste temporal del mercado; Es un cambio fundamental en la forma en que las empresas abordan los recursos informáticos. Así como la computación en la nube ha transformado la estrategia de TI en la última década, la infraestructura híbrida de IA probablemente

definirá la toma de decisiones tecnológicas para la próxima década.

El renacimiento de la computación ha comenzado, y sus resultados determinarán qué organizaciones prosperarán en un entorno empresarial impulsado por IA.

## Notas finales

1. Instituto de Stanford para IA Centrada en el Ser Humano, “El informe del índice de IA 2025,” Universidad de Stanford, consultado el 12 de noviembre de 2025.
2. Sarah Wang, Shangda Xu, Justin Kahl y Tugce Erten, “Cómo 100 CIOs empresariales están construyendo y comprando IA general en 2025,” Andreessen Horowitz, 10 de junio de 2025.
3. Chris Thomas, Akash Tayal, Duncan Stewart, Diana Kearns-Manolats e Iram Parveen, “¿Está lista la infraestructura de su organización para la nueva nube híbrida?” *Deloitte Insights*, 30 de junio de 2025.
4. Thomas, Tayal, Stewart, Kearns-Manolats y Parveen, “¿Está la infraestructura de su organización lista para la nueva nube híbrida?”
5. Exasol, “El auge de la repatriación de nubes”, 6 de noviembre de 2024.
6. “Una nueva clase de activos para una firma danesa de inversión en bienes raíces: centros de datos sostenibles y preparados para IA,” *Deloitte Insights*, 5 de diciembre de 2025.
7. David Linthicum (ex director de estrategia de nubes, Deloitte) entrevista con Deloitte, 8 de septiembre de 2025.
8. John Roese (director de tecnología y director de IA, Dell Technologies), entrevista con Deloitte, 29 de septiembre de 2025.
9. Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, “Introducción a la computación neuromórfica, por qué es tan eficiente para el reconocimiento de patrones y por qué necesita nanotecnología”, consultado el 12 de noviembre de 2025.
10. Kazuhiro Gomi, “Computación óptica: qué es y por qué importa,” *Forbes*, 10 de septiembre de 2024.
11. Christopher Tozzi, “Evaluación del estado de los centros de datos cuánticos: promesas frente a realidad,” *Data Center Knowledge*, 8 de febrero de 2024.
12. ServiceNow, “Now Assist for IT operations management (ITOM)”, 30 de enero de 2025.
13. Ankush Goyal, Salman Ahmed, Sergio Barraza y Ravi Kumar, “Optimizando el uso de ODCR mediante análisis de capacidad impulsados por IA,” *Amazon Web Services*, 5 de junio de 2025.
14. Sebastian Moss, “Microsoft confirma que el centro de datos submarino del Proyecto Natick ya no existe,” *Data Centre Dynamics*, 17 de junio de 2024.
15. Peter Judge, “El Highlander chino completa su primer centro de datos submarino comercial, busca exportaciones,” *Data Centre Dynamics*, 4 de abril de 2023.
16. Fuel Cells Works, “Energy Abundance presenta Data City, Texas — el mayor centro de centros de datos ecológicos 24/7 del mundo con futura integración de hidrógeno,” 24 de marzo de 2025.
17. Mandala Space Ventures, “Mandala Space Ventures lanza Sophia Space: El primer centro de datos escalable en el espacio del mundo,” 19 de mayo de 2025; Lonestar Data Holdings, “Centro de datos lunar logra su primer éxito en ruta hacia la Luna,” *PR Newswire*, 5 de marzo de 2025.

---

# Sobre los autores

**Nicholas Merizzi**

nmerizzi@deloitte.com

Nicholas Merizzi es socio principal en Deloitte Consulting LLP y un líder reconocido en transformación digital. Es el líder de Silicon2Service e infraestructura de IA en Deloitte, donde trabaja con organizaciones para acelerar la modernización tecnológica, desbloquear el potencial de la nube e integrar soluciones impulsadas por IA. Merizzi combina una amplia experiencia en infraestructura con visión estratégica e innovación en la nube, guiando a sus clientes a través de las complejidades del cambio digital para alcanzar sus objetivos tecnológicos.

**Chris Thomas**

chrthomas@deloitte.com

Chris Thomas es socio principal en Deloitte Consulting LLP y líder estadounidense en infraestructura de nube híbrida. Cuenta con más de 25 años de experiencia en consultoría estratégica y transformación cloud práctica en diversos sectores, liderando la oferta de negocio de IA e Ingeniería de Deloitte en EE. UU. para infraestructura de nube

híbrida, ayudando a los clientes a optimizar estrategias de nube híbrida y construir organizaciones preparadas para el futuro. Cuenta con amplia experiencia trabajando con altos ejecutivos para facilitar resultados empresariales mediante modelos operativos centrados en la nube, transformaciones tecnológicas a gran escala, optimizaciones estratégicas de costes, programas globales de externalización e iniciativas de fuerza laboral del futuro.

**Ed Burns**

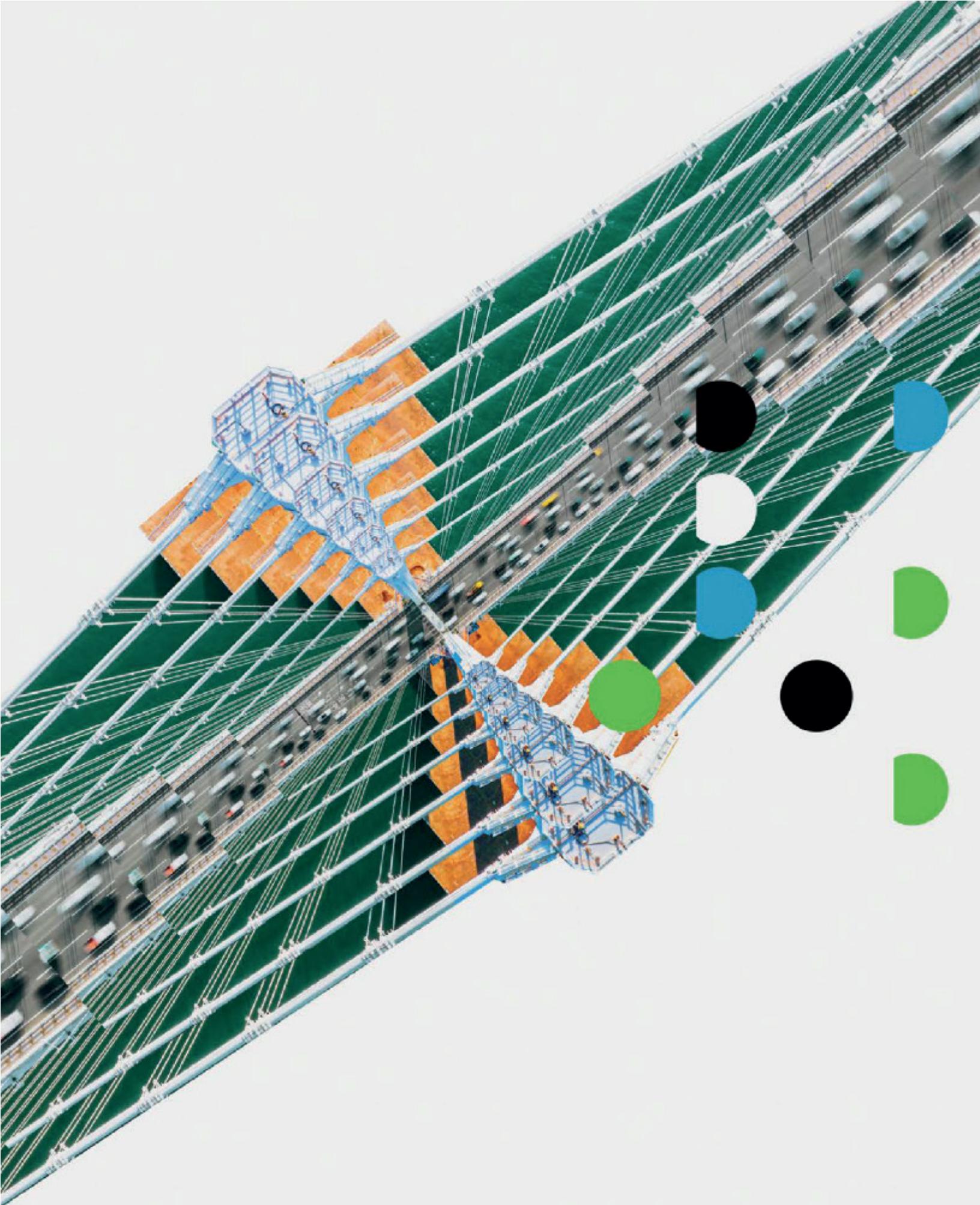
edburns@deloitte.com

Ed Burns lidera la iniciativa de historias de clientes dentro de la Oficina del CTO, conocida como Trend Lines. Este proyecto sirve como una aportación clave de investigación para Tech Trends y otras relevancias. Antes de su puesto actual, dirigió una publicación de noticias tecnológicas que cubría todo lo relacionado con IA, análisis y gestión de datos.

---

# Agradecimientos

Un gran agradecimiento a los numerosos líderes de la materia de Deloitte que contribuyeron a nuestra investigación para este capítulo: **Bernhard Lorentz, Baris Sarer, Duncan Stewart y Rohit Tandon**.



# La gran reconstrucción: Diseñando una organización tecnológica nativa de IA

¿Qué definirá la organización tecnológica del mañana y cómo pueden los líderes empezar a construirla hoy?

*Lou DiLorenzo, Jr., Anjali Shaikh, Michael Caplan y Erika Maguire*

**L**a era de cambios tecnológicos incrementales ha terminado. En el transcurso de unos pocos años, la inteligencia artificial ha pasado de automatizar tareas a desmantelar y reconstruir la propia estructura de la organización tecnológica.<sup>1</sup> Consideremos que el 78% de los líderes tecnológicos anticipan una integración amplia, dirigida o transformadora de agentes de IA en los flujos de trabajo arquitectónicos durante los próximos cinco años, según la Encuesta Horizon Architecture 2025 de Deloitte.<sup>2</sup>

Sin embargo, esto es más que un cambio en las herramientas y el número de empleados. La IA está reingenierando cómo se estructuran, gobiernan y lideran los equipos tecnológicos. El modelo de mañana probablemente será más ágil, rápido e impregnado de IA en todas las capas—desde la arquitectura hasta la entrega—transformando la organización tecnológica en un motor dinámico que aprende y optimiza continuamente. “Agentes y personas pronto estarán completamente integrados en cuanto a cómo se realiza el trabajo, y va a ocurrir muy rápido, más rápido de lo que la mayoría de las empresas están preparadas para afrontar”, dice Tracey Franklin, directora de recursos humanos y directora de tecnología digital en Moderna. “Las empresas necesitan mejorar en el seguimiento constante y la iteración porque la era del ‘construir una vez y olvidarlo’ ha terminado.”<sup>3</sup>

Aunque no existe un único y definitivo plan para estructurar una organización tecnológica en un mundo impulsado por la IA, el camino a seguir se está presentando. Los de alto rendimiento de mañana no solo seguirán el ritmo de la IA, sino que dejarán que les impulse a terrenos completamente nuevos. La pregunta para todos los líderes hoy en día no es si la IA transformará

la organización tecnológica, sino qué tan rápido podrán aprovechar todo su potencial.

## Cómo la IA está transformando la organización tecnológica

**Prioridades.** Los directores de información (CIO) en la Encuesta de Ejecutivos Tecnológicos de Deloitte 2025 destacaron aprovechar todo el potencial de la IA, los datos y la analítica como el área en la que dedican la mayor parte de su tiempo y energía.<sup>5</sup> Aunque la IA ha sido una prioridad para muchos directivos en el pasado, la IA generativa y agente la ha situado en la cima de la agenda de la organización tecnológica, y están invirtiendo en consecuencia. Se espera que el porcentaje de presupuestos tecnológicos destinados a la IA aumente significativamente en los próximos dos años, pasando del 8% al 13% de media, lo que pone de manifiesto cómo la IA está pasando de la experimentación a la estrategia central.<sup>6</sup>

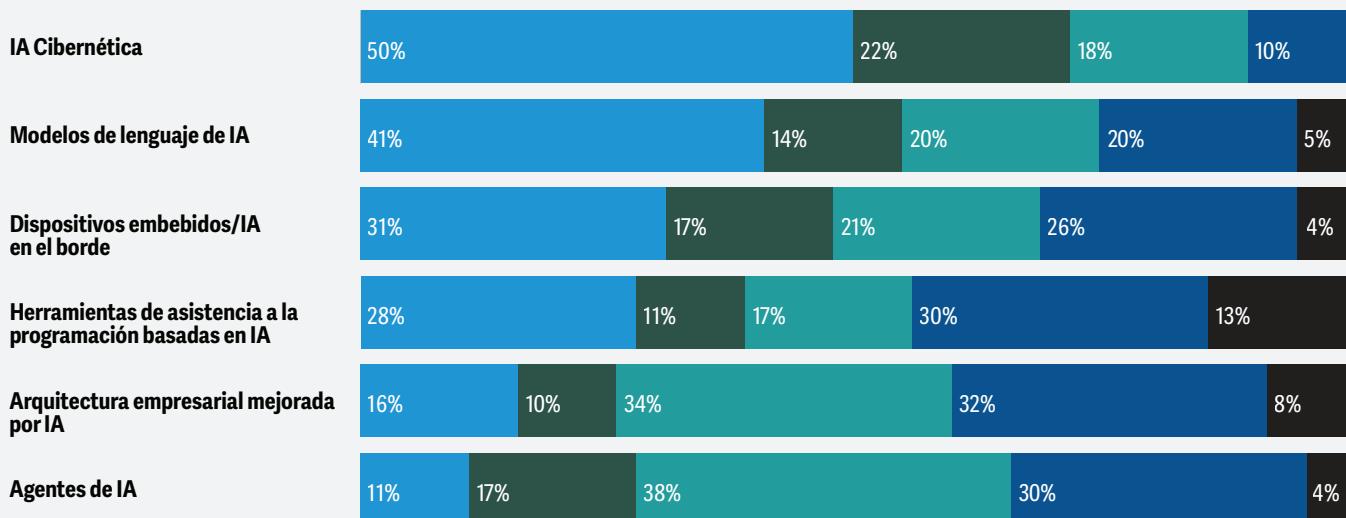
**Gente.** Casi el 70% de los líderes tecnológicos de la misma encuesta planean ampliar sus equipos en respuesta directa a la generación 7 de IA, un claro cambio del miedo a la pérdida de empleo a una estrategia de aumento y especialización. El continuo movimiento de la IA también está creando nuevos roles, como el director de recursos humanos y de tecnología digital en Moderna y ingenieros con futuros proyectos, además de aumentar la presencia de otros.<sup>8</sup> Por ejemplo, se espera que el número de puestos de arquitecto de IA casi se duplique, pasando del 30% hoy al 58% en los próximos dos años.<sup>9</sup> IA está impulsando nuevas formas de trabajar y ya no es una herramienta de “enchufe y juego”, sino una tecnología que requiere un

Figura 1

## Aunque las organizaciones siguen pilotando tecnologías de IA, las tendencias generales de experimentación señalan un fuerte impulso para reestructurar la función tecnológica

P: “¿Cuál es la etapa actual de adopción de cada una de las siguientes tecnologías en su organización?”

● Activamente ● Cerca de despliegue ● Pilotando una solución ● Explorando opciones ● Sin considerarlo



Nota: Puede que no complete el 100% debido a redondeos.

Fuente: Deloitte 2025 Tendencias de Tecnologías Emergentes en la Encuesta Empresarial. Deloitte conducted an online survey of 500 US technology leaders between June and July 2025 to quantify the prevalence, engagement, and perceptions surrounding the adoption of emerging technologies across industries.

diseño reflexivo, integración y gobernanza—tareas que requieren experiencia especializada.

**Propósito.** Dado que la IA desempeña un papel clave en las estrategias actuales y futuras de los CEOs,<sup>10</sup> el mandato de la organización tecnológica está cambiando. Los CEO's hoy en día buscan que los líderes tecnológicos impulsen la estrategia empresarial, no solo gestionen la TI. La mayoría de las grandes empresas (66% en la encuesta de ejecutivos tecnológicos de Deloitte) ven su organización tecnológica como una fuente de ingresos más que como un centro de servicios, y cuando se les preguntó cuál es el papel de la organización tecnológica en la configuración del negocio, la respuesta principal del Tech Spending Outlook de Deloitte fue “líder estratégico: habilitar la estrategia empresarial global con un enfoque en la tecnología.”<sup>11</sup>

El creciente número de CIO que reportan directamente a los CEO (65 % en 2025<sup>12</sup> frente al 41% en 2015<sup>13</sup>)

demuestra que la tecnología y la IA no son solo preocupaciones operativas, sino que son fundamentales para el crecimiento, la innovación y el posicionamiento competitivo. El propósito de la organización tecnológica está evolucionando de “mantener las luces encendidas” a “iluminar el camino a seguir”.

### Estrategias para prepararse para un futuro impulsado por IA

Las organizaciones están evaluando activamente sus modelos operativos tecnológicos a medida que la IA cobra impulso. De hecho, cuando se les preguntó cómo estaban evolucionando sus modelos operativos tecnológicos para satisfacer las cambiantes demandas del negocio, solo el 1 % de los responsables de TI encuestados afirmó no tener cambios importantes en marcha.<sup>14</sup>

El proceso de preparación para un futuro impulsado por la IA variará según la madurez y las prioridades de la organización, entre otros factores, y probablemente comenzará con una mayor adopción de la IA y la automatización. Además, así es como las organizaciones se están preparando para un futuro impulsado por la IA, hoy mismo.

### **La modernización comienza con problemas empresariales, no con la tecnología**

El setenta y uno por ciento de las organizaciones encuestadas está modernizando actualmente la infraestructura central para apoyar la implementación de la IA, y el 23 % invierte entre el 6% y el 10% de los ingresos anuales en modernizar los sistemas empresariales centrales.<sup>15</sup>

Pero el reconocimiento no es suficiente; La clave está en resolver los problemas reales de negocio, no solo en actualizar la tecnología.

“La modernización no es tecnología por la tecnología; se trata de abordar problemas empresariales fundamentales como los costes, cuestiones de salida al mercado, etcétera”, dice Alan Davidson, CIO de Broadcom. “La IA es un buen ejemplo. La tecnología está evolucionando a tal ritmo que las conversaciones sobre IA que se están produciendo hoy en día son muy diferentes de las que tuvieron lugar hace seis meses, por lo que es importante tener un plan táctico. Sin centrarse en un problema empresarial específico y en el valor que quieras obtener, podría ser fácil invertir en IA y no obtener ningún retorno.”<sup>16</sup>

### **Arquitecturas diseñadas para modularidad y observabilidad**

La empresa impulsada por IA y preparada para el futuro no puede construirse sobre plataformas heredadas parcheadas para sobrevivir, lo que podría explicar por qué el 66% de las organizaciones encuestadas están pilotando o explorando opciones en torno a la arquitectura empresarial mejorada por IA.<sup>17</sup> Cuando las tecnologías emergentes se utilizan junto con un enfoque empresarial de extremo a extremo, pueden aportar un valor amplificado. Se pueden diseñar nuevas arquitecturas para la modularidad y la observabilidad,<sup>18</sup> que, en esencia, es la capacidad de ver, comprender y optimizar a sistema analizando sus salidas externas.

“En Western Digital estamos desarrollando una arquitectura de observabilidad para ayudarnos a adoptar un enfoque holístico en la gestión de nuestro panorama tecnológico”, afirma Sesh Tirumala, CIO de Western

Digital. “No estamos esperando soluciones de IA perfectas; Preferimos fallar rápido con pilotos pequeños antes que perder la ola por completo.”<sup>19</sup>

La compañía Coca-Cola también está priorizando un enfoque modular. “Para las organizaciones globales, rara vez hay una talla única. Las formas de trabajar no son las mismas en todo el mundo. Nuestro enfoque ha sido construir una arquitectura modular y un conjunto de principios fundamentales que guían el apoyo de un equipo ágil capaz de operar a gran velocidad y localizar según sea necesario”, afirma el vicepresidente senior y CIO Neeraj Tolmare.<sup>20</sup>

### **La colaboración humano-máquina en el corazón de la estrategia de talento tecnológico**

Investigaciones recientes de Deloitte ponen de manifiesto la rápida evolución del panorama del talento tecnológico. A medida que las organizaciones adoptan tecnologías emergentes, los nuevos roles más esperados incluyen:

- Diseñadores de colaboración humano-IA, responsables de crear interacciones fluidas entre personas y sistemas inteligentes
- Ingenieros de IA en el borde y sistemas embebidos, que llevan capacidades de IA directamente a dispositivos e infraestructuras conectadas
- Especialistas en calidad de datos sintéticos, asegurando que los datos de entrenamiento que alimentan los sistemas de IA sean fiables y representativos
- Ingenieros de prompts de IA y formadores de modelos, optimizando los resultados de IA y adaptando modelos a necesidades específicas del negocio<sup>21</sup>

Para que la IA funcione en la práctica, considera cómo puede ser tanto un motor de mejora de habilidades como una herramienta para salvar brechas de conocimiento. “Aunque no seas un experto en JavaScript ni un experto en product manager, la IA puede ayudar a cerrar esa brecha, o incluso a llenarla”, dice Gene Kim, investigador y coautor de The Phoenix Project y del libro recién publicado Vibe Coding.<sup>22</sup> A medida que las organizaciones reconsideran su estrategia de talento tecnológico, es útil pensar en el grado de experiencia funcional que necesitarán en sus equipos dado lo que puede hacer la IA, añade. Eso puede ayudar a aclarar dónde enfocar cualquier esfuerzo de mejora o rentabilidad. (Consulta la barra lateral para la sesión completa de preguntas y respuestas.)

Aunque la IA puede democratizar capacidades y experiencia, la ventaja competitiva del mañana probablemente no vendrá solo de la adopción de herramientas de IA, sino de la construcción de equipos

capaces de diseñar, gestionar y evolucionar la forma en que humanos y máquinas trabajan juntos. El futuro no es humano ni máquina, sino humano y máquina.<sup>23</sup>

### Gobernanza que permita la rapidez mientras gestiona los riesgos emergentes

Aunque no es una hazaña fácil, Vince Campisi, director digital y líder de la división de servicios empresariales en la empresa aeroespacial y de defensa RTX, comparte su estrategia para adaptar la gobernanza en la era de la IA: “Desglosa la gobernanza en tres M: mapear, medir y monitorizar. Esto significa que los equipos pueden

mapear actividades para seguir el progreso, medir resultados para ver si están alcanzando los resultados que desean y monitorizar la calidad para asegurarse de que se cumplen los objetivos iniciales. A continuación, hay que centrarse en tácticas diseñadas para mantener la alineación con la intención estratégica. A medida que la IA se vuelve más agente, las organizaciones pueden establecer una gobernanza que parte de la intención del liderazgo y añade la explicabilidad y la auditabilidad para que los humanos puedan verificar y confiar en los resultados.”<sup>24</sup>

## CAMBIO DE AMBIENTE: GENE KIM SOBRE LA CODIFICACIÓN IMPULSADA POR IA EN LA INFORMÁTICA EMPRESARIAL

Gene Kim es investigador y autor superventas del *Wall Street Journal* que estudia organizaciones tecnológicas de alto rendimiento. Ex CTO, Kim es la organizadora de la Cumbre Anual de Liderazgo en Tecnología Empresarial. Sus libros han vendido más de un millón de ejemplares. Su último libro, *Vibe Coding*, fue coescrito con Steve Yegge (véase la barra lateral “De guionista a director: Steve Yegge sobre la transformación del desarrollador de software”).

### P: ¿Cómo están cambiando las herramientas de codificación con IA el panorama empresarial?

**R:** La IA es crear lo que yo llamo equipos “autónomos”, donde no necesariamente necesitas una experiencia funcional profunda en todas las áreas porque la IA puede ayudar a salvar o cubrir esas lagunas. Puede que no seas un experto en bases de datos, un experto en negocios o un gestor de producto, pero la IA puede ayudarte a trabajar de forma más independiente en estos ámbitos.

Cualquier experto en el ámbito empresarial —ya sea en ventas, marketing o atención al cliente— junto con un desarrollador puede ahora lograr grandes cosas sin demasiada supervisión. Un alto líder tecnológico me dijo: “Pasé 20 años de mi carrera escuchando que no cumplía con la inversión, que llegaba tarde y que no podía cumplir las promesas. Ahora es todo lo contrario: me dicen constantemente que voy demasiado rápido y que tengo que ir más despacio.” Ahí es donde todos queremos estar.

### P: ¿Cómo deberían los líderes de TI preparar a sus equipos más allá de simplemente decir: “id a aprender a programar con IA”?

**R:** Las personas que tienen más éxito suelen ser líderes más senior, con mentalidad técnica, que entienden las limitaciones pero también ven el potencial. Como líder, tienes que marcar el tono de que el tiempo no puede almacenarse ni crearse, así que si algo puede ahorrarnos tiempo, tenemos que aprovecharlo.

Es interesante que muchos ingenieros senior estén realmente resistiéndose a las herramientas de programación de IA. La tecnología sigue siendo torpe e impredecible, así que muchos programadores formados clásicamente son resistentes, pensando que la forma en que fueron entrenados es mejor. La formación es necesaria precisamente porque las herramientas son torpes. No puedes intentarlo una o dos veces y rendirte. Necesitas entender algo de teoría y cómo funcionan internamente.

Una idea clave de un informe reciente sobre el estado del desarrollo de software asistido por IA me llama la atención: la confianza en la IA se correlaciona directamente con la frecuencia y duración del uso. Cuanto más usas estas herramientas, mejor entenderás sus peculiaridades y limitaciones. Empiezas a darles problemas más grandes, y ahí es donde ves grandes recompensas.

### P: ¿Qué consejo tiene para los CIOs y líderes de TI que se enfrentan a esta transición?

**R:** El liderazgo será fundamental para ayudar a los ingenieros senior que se resisten a ver el valor y a [ariesgarse] quedarse atrás. Aunque la contratación ha bajado en general, las contrataciones que se están produciendo probablemente favorecerán a los desarrolladores que usan IA desde una economía.

Desde el punto de vista, elegirías a alguien que aprovecha la IA para acelerar su trabajo antes que a alguien que insiste en escribir cada línea a mano.

Los líderes también desempeñan un papel crucial en determinar quién captura el excedente de productividad. Si no se habla abiertamente de la IA, la gente puede hacer un día de trabajo en una hora y no contárselo a nadie. Pero en una cultura donde se comparten las prácticas de IA, ese ingeniero podría decir: “He trabajado cinco días en una hora— esto es cómo.” El valor de ese intercambio de conocimientos supera con creces el tiempo ahorrado, y la organización se aprovecha del beneficio.

### P: ¿Tiene alguna opinión sobre lo que está ocurriendo con la IA en la TI empresarial?

**R:** Dos puntos que quizás no sean lo habitual. Primero, creo que los días de programar a mano están llegando a su fin. Nadie puede convencerme de lo contrario.

Segundo, realmente no me importa si la IA mejora mucho. Aunque el rendimiento de la IA se congelara en los niveles actuales, estaría increíblemente agradecido. La ventaja que obtienes de la IA existente ya es milagrosa. No necesitamos grandes avances para que sea útil— ya lo es. Eso significa que no hay razón para que ningún ingeniero o líder de software espere. Súbete ya.

## Ambición audaz que prioriza la reinención sobre el cambio incremental

Transformar la organización tecnológica exige más que una serie de pasos seguros: requiere una visión valiente que reinvente lo posible. Las empresas que asumen ambiciones audaces aprovechan la IA más allá de la automatización táctica, transformando radicalmente la intersección entre tecnología, talento y estrategia.

“En lugar de quedar atrapado en ciclos perpetuos de pruebas de concepto, aborda tu mayor problema y busca un gran resultado”, afirma Daniel Dines, CEO y presidente ejecutivo de UiPath. “Un éxito significativo demuestra que no solo existen oportunidades para replantear procesos empresariales, sino también mejoras en productividad y nuevas fuentes de ingresos. Cuanto antes empieces, mejor será tu posición.”<sup>25</sup>

### Redefiniendo el papel del CIO

A medida que la IA se afianza, el mandato del CIO se está ampliando de estratega tecnológico a evangelista de la IA. De hecho, el 70% de los CIO según la Tech Executive Survey afirma que su papel principal con la IA generada en sus organizaciones es implementar IA generacional en toda la empresa o servir como una lista evangélica, ayudando a los equipos a ver las posibilidades de la tecnología.<sup>26</sup> A medida que las capacidades habilitadas por IA están integradas en las organizaciones y la TI es menos centralizada, los CIOs se convierten en orquestadores e integradores en lugar de propietarios de la infraestructura. De hecho, casi un tercio de los CIOs afirma que orquestar a otros líderes tecnológicos es esencial en el siguiente 18 meses.<sup>27</sup> El puesto ahora requiere una integración más profunda con la estrategia empresarial y la transformación a nivel empresarial, convirtiendo al CIO tanto en un agente de cambio como en un guardián responsable.

“Los CIOs volvieron a ser como directores de integración porque gran parte de su misión era asegurarse de que SaaS y otras aplicaciones funcionaran juntas de forma eficaz. Hoy considero que mi papel es una combinación del CIO tradicional más director de datos, director de IA y director digital”, añade Tirumala, de Western Digital. “Esta era es una oportunidad para que los líderes tecnológicos den un paso adelante. Entendemos la tecnología, los datos y los procesos. No esperes permiso: acércate como pareja.

Articular una fuerte ambición digital y desarrollar una hoja de ruta para posibilitar el crecimiento de los ingresos y cambios en el modelo de negocio, junto con una estrategia para gestionar los riesgos. Céntrate en la velocidad, agilidad, resultados y valor. Con el enfoque adecuado, no habrá necesidad de pedir perdón más adelante.”<sup>28</sup>

## Los indicadores de una organización tecnológica impulsada por IA

El recorrido de cada empresa en IA será distinto, pero las organizaciones tecnológicas impulsadas por IA y exitosas comparten características comunes. Estos indicadores representan el nuevo estándar para las organizaciones tecnológicas que prosperan en un mundo impulsado por la IA.

### La IA como colaboradora principal

Los modelos operativos tecnológicos del mañana elevan la IA de una herramienta adicional o juego de eficiencia a un colaborador integrado en cada nivel, desde la toma de decisiones y las operaciones hasta el desarrollo de productos. Como co-creadora, la IA puede acelerar la planificación de la hoja de ruta, automatizar bucles de retroalimentación y repriorizar el trabajo en tiempo real. Al igual que las revoluciones de la nube y lo móvil anteriores, este cambio posiciona la IA como la siguiente capacidad clave para la ventaja competitiva.

Llevar a cabo esta visión requiere fundamentos nativos de la nube y impulsados por la forma de la plataforma. El 48 por ciento de las organizaciones encuestadas en el Tech Spending Outlook afirman que actualmente están ampliando las prácticas nativas en la nube y DevOps para alinear mejor la tecnología con las necesidades del negocio.<sup>29</sup>

La nube ya no es solo infraestructura. Es el motor de la velocidad, la flexibilidad y la innovación. Las plataformas modulares, API-first y de autoservicio permiten una rápida escalada mientras reducen la sobrecarga de infraestructura; La ingeniería de plataformas y la orquestación garantizan la coherencia, la gobernanza y la reutilización entre líneas de producto. En este modelo, la organización tecnológica se convierte en la arquitecta de la IA empresarial, proporcionando bloques de construcción estructurados, seguros y escalables para que los equipos puedan adoptar la IA con confianza y coherencia.

### Obra reimaginada para la velocidad

En los próximos años, es probable que los equipos de proyecto tradicionales se conviertan en equipos ágiles y transversales alineados con la producción y las fuentes de valor— cerrando el ciclo desde el concepto hasta el cliente y consolidando la propiedad de los resultados. El 57 por ciento de las organizaciones informa que ya están cambiando de modelos de proyecto a modelos de producto para acercar negocio y TI.<sup>30</sup> En este modelo, las líneas de producto ofrecen funciones centradas en el usuario a través de plataformas compartidas y orientadas a la personalización; los pods ágiles regulan las formas de trabajar y la elección de herramientas; y los ingenieros

desplegados en adelante trabajan junto a equipos de producto o cliente para acortar el camino hacia el valor.<sup>31</sup> El resultado es una mayor capacidad de propiedad, iteración más rápida y una línea de visión más clara hacia el impacto en el mundo real.

La IA, las herramientas cognitivas y la robótica pueden amplificar esta estructura integrando la planificación, la entrega y la experimentación continuas en el trabajo diario. Los modelos predictivos y la automatización inteligente pueden sustituir a las transferencias manuales, mientras que roles como AIOps lead surgen y la gestión tradicional de proyectos desaparece. La agilidad organizativa puede expandirse más allá de la TI, creando un modelo operativo que se adapta continuamente a prioridades cambiantes mientras preserva la velocidad y la responsabilidad a nivel de equipo.

### **Equipos humano-agente a gran escala**

La fuerza laboral del futuro fusiona la ingeniosidad humana con la inteligencia artificial. Dos tercios de las organizaciones están pilotando, utilizando activamente o a punto de desplegar agentes de IA.<sup>32</sup>

Estos futuros equipos probablemente serán una mezcla perfecta de humanos, agentes de IA y orquestadores, donde los humanos aportan creatividad, supervisión y juicio ético, y la IA aporta velocidad, precisión y reconocimiento de patrones. Este modelo impulsa la experimentación perpetua, el prototipado rápido y la innovación escalable en productos, servicios y operaciones. A medida que los agentes de IA asumen tareas más complejas, la fluidez digital se convierte en una habilidad fundamental para cada puesto. El éxito futuro de la organización tecnológica probablemente dependerá de orquestar esta colaboración, asegurando que humanos y máquinas aprendan y evolucionen juntos.

### **Gobernanza integrada**

Las organizaciones tecnológicas modernas están sustituyendo la supervisión lenta y puntual por ciclos de gobernanza adaptativa: mecanismos continuos asistidos por IA que protegen la velocidad sin sacrificar la seguridad. Los modelos predictivos y las señales en tiempo real están transformando la toma de decisiones de una conjectura subjetiva basada en opiniones a decisiones objetivas basadas en hechos, poniendo a la luz riesgos antes de que aumenten e informando las prioridades a medida que cambian las condiciones. Las políticas, procesos y controles se convierten en activos vivientes—codificados, monitorizados automáticamente e iterados en ciclos cortos para seguir el ritmo de las tecnologías

emergentes— por lo que el cumplimiento, la seguridad y la ética están integrados en el flujo de trabajo en lugar de añadirse.

Lograr esto a gran escala requiere una colaboración sólida entre los líderes. Los resultados de la IA no surgirán de la innovación aislada; se desbloquean cuando el CIO, el director financiero (CFO) y el director de estrategia (CSO) operan como un trío cohesionado, equilibrando visión, ejecución y realización de valor. En esta dinámica, el CIO impulsa la integración tecnológica, el CFO se asegura de que las inversiones generen un ROI medible, y el CSO alinea la estrategia con las prioridades de la empresa.<sup>33</sup> Juntos, crean el tejido conectivo entre la innovación y los resultados empresariales, demostrando que el éxito de la IA depende tanto del liderazgo compartido como de la tecnología avanzada.

### **Orquestación de ecosistemas**

Es probable que la organización tecnológica evolucione de proveedor de servicios a orquestador de ecosistemas, coordinando entre startups, hiperescaladores, reguladores y el ámbito académico para acelerar la innovación. A medida que las capacidades digitales se difunden en la empresa y los roles con conocimientos tecnológicos se convierten en la norma, los límites entre TI y el negocio pueden disolverse. En los próximos años, es probable que las empresas operen en redes de innovación fluidas, gestionando una cartera de apuestas y construyendo sobre lo que funciona. El éxito dependerá menos de poseer toda la tecnología y más de orquestar un ecosistema adaptativo —uno que experimente continuamente y adopte una cultura de “fracasa rápido, aprende más rápido”.—

### **Evolución continua: Siempre beta por diseño**

La característica definitoria de las organizaciones tecnológicas del mañana es la evolución perpetua, donde el cambio se convierte en una capacidad central, no en un evento puntual. Incorporar adaptabilidad y una mentalidad siempre beta en su estructura, cultura y estrategia crea organizaciones que aprenden tan rápido como la tecnología que aprovechan.

“La forma en que siempre has hecho las cosas no tiene por qué ser como las hagas mañana”, dice Kim. “Aprovecha todo lo que puedas sacar de la IA ahora mismo porque, aunque los niveles de rendimiento se congelen, lo que la IA puede hacer hoy por su organización y sus equipos sigue siendo milagroso. No hay tiempo que esperar. El momento de saltar es ahora.”

## DE GUIONISTA A DIRECTOR: STEVE YEGGE SOBRE LA TRANSFORMACIÓN DEL DESARROLLADOR DE SOFTWARE

Ingeniero de software con más de 30 años de experiencia en la industria, Steve Yegge es el coautor del libro *Vibe Coding* (con Gene Kim; véase el recuadro anterior “Cambio de ambiente: Gene Kim sobre IA codificación en TI empresarial”). Yegge ha escrito por encima un millón de líneas de código de producción en más de una docena de idiomas y ha dirigido múltiples equipos de hasta 150 personas cada uno. Actualmente es ingeniero en Sourcegraph, trabajando en asistentes de codificación por IA.

**P: ¿Cómo está afectando la codificación de IA a la función tecnológica?**

**R:** La informática es una actividad en capas. Estamos perdiendo el fondo Generación de capas, código. Tareas o roles de forma continua me empujan hacia el *hardware* o el *software*, y Los humanos son empujados en la escalera. Mucha ingeniería La actividad implica el diseño, la fusión de flujos de trabajo y Equipos líderes. Todos están siendo empujados hacia arriba en esa dirección porque la IA está escribiendo código.

También significa que los no programadores están entrando en el Función informática. Roles como Product Managers y diseñadores UX ayudan con la programación porque estamos usando IA para producir estos artefactos compartidos. Hay una capa de traducción entre el negocio y TI que nunca habíamos tenido antes. Estamos viendo pequeños equipos—quizá un ingeniero, un analista financiero, y una persona de marketing—creando *software*.

**P: ¿Cómo cambiaría esto el trabajo de los ingenieros de software?**

**R:** No puedes confiar todo a la IA. Finalmente, una humano necesita mirarlo. Es como un clásico Gestor Técnico de Programas que solía gestionar equipos de ingenieros, pero ahora gestiona flotas de agentes de IA. Pero los agentes no pueden resolverlo todo, pueden trabajar mucho más rápido que un humano, pero nuestras ambiciones serán mucho más grandes. Todos los proyectos que siempre quisimos hacer, los podremos hacer ahora, pero será necesario corregir el rumbo constantemente y supervisar y guiar a la IA.

A medida que las herramientas de IA se vuelven más inteligentes, más personas sin experiencia en programación podrán realizar esta supervisión en los próximos años. Pero ahora mismo, todo gira en torno a los programadores y su capacidad de neuroplasticidad para adaptarse a esta nueva forma de trabajar, donde, en esencia, dirigen la IA.

**P: ¿Cómo mides la productividad de los desarrolladores en este entorno?**

**R:** Las empresas han estado intentando resolver esto desde que aparecieron las autocompletaciones de código impulsadas por IA en 2022. Con las autocompletaciones de código, la IA autocompletaba la línea de código que estabas escribiendo y tú la aceptabas o la ignorabas. La métrica de productividad era la tasa de aceptación.

Esa medida de productividad desapareció casi de la noche a la mañana con la llegada de las herramientas de programación basadas en chat, porque [ahora] solo hay que hacer una solicitud en el chat, la IA escribe el código y tú lo copias y lo pegas. Era más difícil encontrar métricas fiables porque ahora contamos con agentes de codificación, donde la IA puede usar herramientas

para ejecutar el código, ver los resultados e iterar sin necesidad de copiar y pegar manualmente ni transmitir información. Las personas que usan agentes de codificación son 10 veces más productivas que quienes no los usan, independientemente del parámetro que se elija: líneas de código, confirmaciones, resultados comerciales reales. Es un orden de magnitud tan claramente superior al de quienes no usan agentes de codificación que las empresas ni siquiera intentan medirlo. Entonces, la discusión se centra en qué hacer en la evaluación de desempeño cuando se intenta comparar a personas que son 10 veces más productivas que sus pares.

**P: ¿Qué opinas sobre contratar desarrolladores en la era de la IA?**

**R:** Es un momento difícil para quienes se inician en el sector, pero mi opinión es que se está siendo demasiado cauteloso y se están contratando pocos profesionales. Esto impide que un ejército de brillantes programadores junior construya la nueva generación que podría catapultar a la empresa a la cima de su categoría.

Siempre se ha necesitado gente adaptable y neuroplástica, pero ahora es más importante que nunca. Contraten a personas sin mucha experiencia, no a quienes dicen: “No haré X, no haré Y”. Inviertan en ellos, capacítelos y denles la flexibilidad para cometer errores y aprender de ellos como organización. Las empresas que hagan esto tendrán mucho éxito.<sup>34</sup>

# Notas finales

1. Kelly Raskovich et al., “TI amplificada: la IA eleva el alcance (y el alcance) de la función tecnológica,” *Deloitte Insights*, 11 de diciembre de 2024.
2. Encuesta Deloitte 2025 sobre Arquitectura del Horizonte. De junio a julio de 2025, Deloitte realizó una encuesta en línea a 250 líderes tecnológicos estadounidenses de diferentes sectores para comprender el estado actual de las arquitecturas tecnológicas y cómo diferentes enfoques generan valor empresarial. Todos los encuestados eran líderes dentro de las funciones de TI de su organización (nivel de director y superiores) y procedían de empresas comerciales con ingresos anuales de 1.000 millones de dólares o más.
3. Tracey Franklin (directora de recursos humanos y tecnología digital, Moderna), entrevista con Deloitte, 26 de septiembre de 2025.
4. Perspectivas de gasto de Deloitte Tech. De junio a julio de 2025, Deloitte realizó una encuesta en línea a 302 líderes de compras de TI, responsables de TI y ejecutivos no relacionados con supervisión del gasto tecnológico para entender cómo las empresas estadounidenses en sectores clave gestionan los presupuestos tecnológicos, toman decisiones de gasto, miden el valor aportado por inversiones tecnológicas y planifican escenarios basados en la dinámica del mercado. Todos los encuestados pertenecían a organizaciones con ingresos anuales o superiores a 1.000 millones de dólares; El 66% de las organizaciones encuestadas eran de propiedad pública y el 34% de propiedad privada.
5. Deloitte US, “La nueva encuesta de ejecutivos tecnológicos de Deloitte destaca un momento de reinención para la alta dirección tecnológica, ya que la necesidad de habilidades de IA generativa y la colaboración interfuncional se vuelve crítica,” 17 de junio de 2025. De marzo a abril de 2025, Deloitte realizó una encuesta en línea a 622 líderes tecnológicos estadounidenses de diferentes sectores para entender cómo están evolucionando los roles y responsabilidades de liderazgo tecnológico senior, así como los principales retos y prioridades para 2025 y más allá. Los títulos de los encuestados incluían director de información (33%), director de tecnología (18%), director de análisis de datos (25%) y director de seguridad de la información o equivalente (24%).
6. Perspectivas de gasto de Deloitte Tech.
7. Encuesta Deloitte 2025 a ejecutivos tecnológicos.
8. Isabelle Bousquette, “Por qué Moderna fusionó sus departamentos de tecnología y recursos humanos,” *The Wall Street Journal*, 12 de mayo de 2025; Lee Chong Ming, “Un ejecutivo de OpenAI dijo que la empresa está utilizando un nuevo rol de ingeniería para poner en marcha rápidamente los proyectos de grandes clientes,” *Business Insider*, 23 de julio de 2025.
9. Encuesta Deloitte 2025 sobre Arquitectura del Horizonte.
10. Benjamin Finzi, Brett Weinberg y Elizabeth Molacek, “Encuesta a CEOs de Fortune/Deloitte primavera 2025,” Deloitte, 15 de mayo de 2025.
11. Deloitte US, “La nueva encuesta de Deloitte muestra a ejecutivos tecnológicos impulsando el crecimiento, moldeando la estrategia y mirando al puesto de CEO,” Perspectivas de gasto en Deloitte Tech.
12. Encuesta Deloitte 2025 a ejecutivos tecnológicos.
13. Programa CIO de Deloitte, “La influencia de muchos líderes tecnológicos en la alta dirección está creciendo, sugiere una nueva investigación de Deloitte,” *Deloitte Insights*, 26 de septiembre de 2024.
14. Perspectivas de gasto en Deloitte Tech.
15. 2025 Deloitte Tendencias Emergentes en la Encuesta Empresarial.
16. Katherine Noyes, “CIO de Broadcom: ‘La modernización debe estar impulsada por el negocio’,” *The Wall Street Journal*, 10 de septiembre de 2025.
17. 2025 Deloitte Tendencias Emergentes en la Encuesta Empresarial.
18. Michael Caplan et al., “El modelo operativo tecnológico del futuro: el auge de la empresa agente,” *The Wall Street Journal*, 23 de agosto de 2025.
19. Katherine Noyes, “Western Digital CIO: En la era de la IA, ‘juega a la ofensiva o te quedas atrás’,” *The Wall Street Journal*, 6 de septiembre de 2025.
20. Katherine Noyes, “El CIO de Coca-Cola sobre la escalabilidad de la IA: de ‘¿qué podemos hacer?’ a ‘¿qué deberíamos hacer?’” *The Wall Street Journal*, 18 de enero de 2025.
21. 2025 Deloitte Tendencias Emergentes en la Encuesta Empresarial.
22. Gene Kim (investigador y coautor de *The Phoenix Project* y del libro recién publicado *Vibe Coding*), entrevista con Deloitte, 15 de septiembre de 2025.
23. Kyle Forrest, Brad Kreit, Abha Kulkarni, Roxana Corduneanu y Sue Cantrell, “IA, cambios demográficos y agilidad: preparándose para la próxima evolución de la fuerza laboral,” *Deloitte Insights*, 25 de agosto de 2025.
24. Katherine Noyes, “RTX CDO sobre IA: ‘El valor supera al volumen cada vez’,” *The Wall Street Journal*, 13 de septiembre de 2025.
25. Katherine Noyes, “CEO de UiPath: La automatización agente ‘inaugurará una nueva era laboral’,” *The Wall Street Journal*, 22 de febrero de 2025.
26. Encuesta Deloitte 2025 a ejecutivos tecnológicos.
27. Ibid.
28. Noyes, “Western Digital CIO: En la era de la IA, ‘juega a la ofensiva o te quedas atrás’.”
29. Perspectivas de gasto de Deloitte Tech.
30. Ibid.
31. Gergely Orosz, “¿Qué son los ingenieros desplegados en el frente y por qué tienen tanta demanda?” *The Pragmatic Engineer*, 12 de agosto de 2025.
32. 2025 Deloitte Tendencias Emergentes en la Encuesta Empresarial.
33. Lou DiLorenzo et al., “El triunvirato de ROI de la IA: CIO, CFO y director de estrategia,” *The Wall Street Journal*, 10 de mayo de 2025.
34. Steve Yegge (coautor de *Vibe Coding* e ingeniero de software, Sourcegraph), entrevista con Deloitte, 1 de octubre de 2025.

---

# Sobre los autores

**Lou DiLorenzo Jr.**

ldilorenzjr@deloitte.com

Lou DiLorenzo Jr. lidera la práctica de Tecnología, IA y Estrategia de Datos en EE. UU. de Monitor Deloitte. Con más de 25 años de experiencia en diversos sectores, DiLorenzo destaca en reunir a los principales actores para impulsar cambios, desarrollar nuevas capacidades y lograr resultados financieros positivos tanto para grandes corporaciones como para startups. DiLorenzo es una voz destacada en la comunidad tecnológica, citada frecuentemente en publicaciones destacadas como *Forbes*, *Fortune* y *The Wall Street Journal*.

**Michael Caplan**

mcaplan@deloitte.com

Michael Caplan es socio en la práctica de Estrategia de Deloitte Consulting y líder de la capacidad de Diseño y Habilitación de Modelos Operativos Tecnológicos de Deloitte. Caplan aporta más de 20 años de experiencia asesorando a empresas en complejas transformaciones tecnológicas y de modelos de negocio, con un enfoque en alinear la tecnología y la empresa corporativa en general para forjar estrategias tecnológicas, modelos operativos y formas de trabajar preparadas para el futuro que aumenten el valor y fomenten el crecimiento organizativo.

**Anjali Shaikh**

anjalishaikh@deloitte.com

Anjali Shaikh lidera los programas ejecutivos tecnológicos de Deloitte, actuando como asesora de CIOs, CDAOs y líderes tecnológicos, y proporcionando dirección estratégica para el desarrollo de programas. Shaikh lidera un equipo de profesionales cualificados responsables de crear experiencias personalizadas y desarrollar valiosas ideas que ayudan a los directivos a afrontar desafíos complejos; moldear la agenda tecnológica; construir y liderar equipos efectivos; y destacar en sus carreras.

**Erika Maguire**

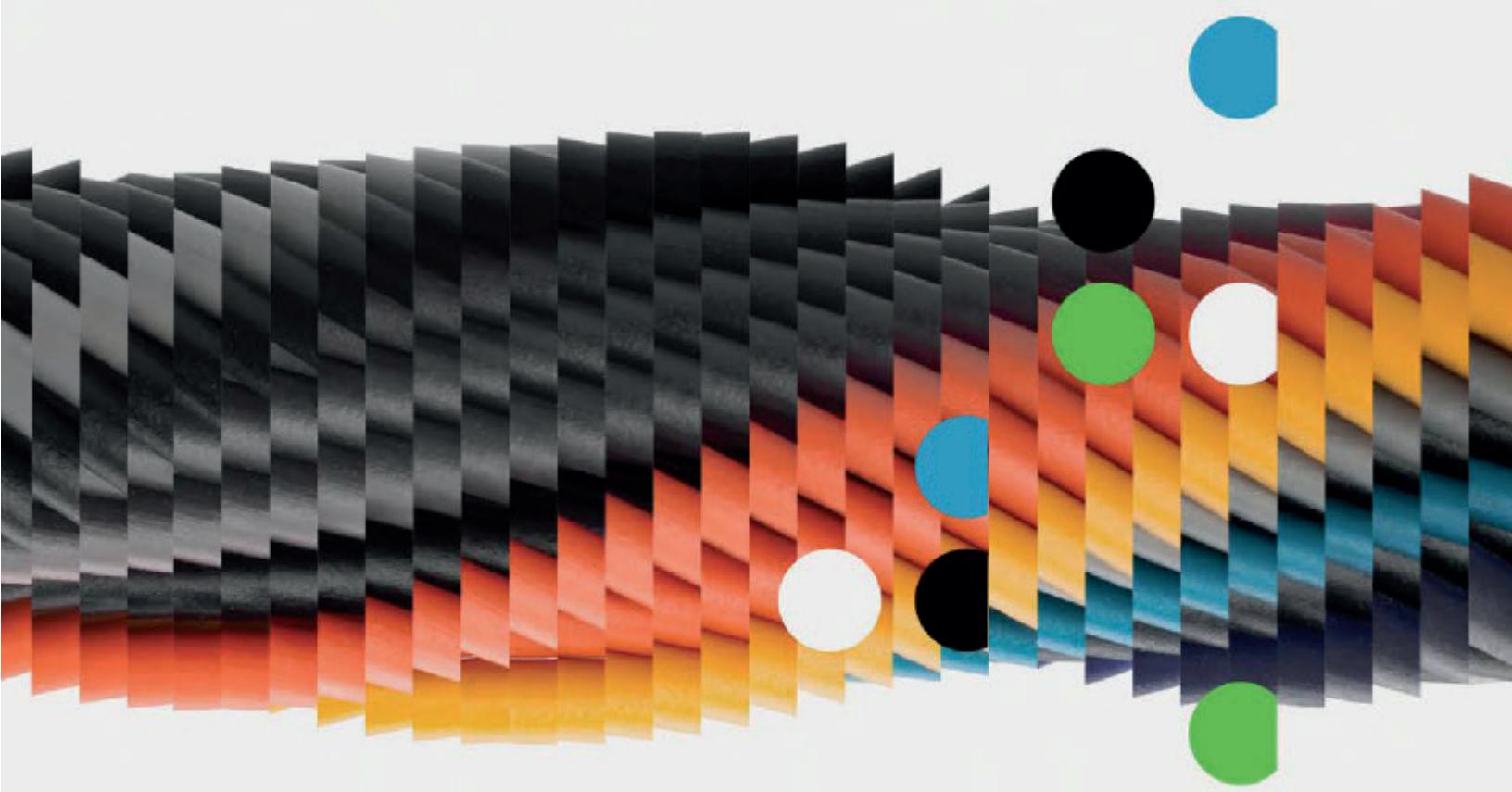
ermaguire@deloitte.com

Erika Maguire es investigadora y editora centrada en descubrir lo nuevo y lo próximo en tecnología. Como parte del programa CIO de Deloitte, lidera iniciativas clave de liderazgo de pensamiento, incluyendo el Estudio Global de Liderazgo Tecnológico de Deloitte, y proporciona a sus clientes conocimientos prácticos para construir mejores equipos y mejores negocios. Anteriormente pasó nueve años en Forbes creando contenido basado en datos para las marcas más grandes de la actualidad.

---

# Agradecimientos

Un gran agradecimiento a los muchos líderes de la materia de Deloitte que contribuyeron a nuestra investigación para este capítulo: Ryan Casden, Nate Paynter, Tarun Sharma, Tim Smith y Michael Wilson.



# El dilema de la IA: Asegurar y aprovechar la IA para la defensa cibernética



¿Cómo pueden las organizaciones navegar la paradoja de la ciberseguridad—adelantándose a las amenazas introducidas por la IA, mientras reconocen y aprovechan sus poderosas capacidades de defensa?

Sunny Aziz, Adnan Amjad, Naresh Persaud, Mark Nicholson y Ed Burns

Las organizaciones que implementan inteligencia artificial a gran escala están descubriendo su paradoja: las mismas capacidades de IA que las ayudan a ser más competitivas también pueden introducir nuevos riesgos de seguridad. Y para agravar la paradoja, también están reconociendo que la IA ofrece nuevas y poderosas capacidades para contrarrestar las mismas vulnerabilidades que crea.

Las empresas se enfrentan a múltiples amenazas relacionadas con la inteligencia artificial, incluyendo despliegues de IA en la sombra, ataques acelerados por IA y los riesgos intrínsecos de los sistemas de IA. Sin embargo, incluso cuando la IA impulsa nuevos vectores de amenaza, los principios tradicionales de ciberseguridad permanecen constantes y deberían aplicarse a sistemas autónomos que aprenden, se adaptan y operan a velocidad de máquina. Muchas de estas técnicas requerirán una adaptación significativa porque la mayoría de las organizaciones cibernéticas no fueron diseñadas para apoyarse en inteligencia digital.

La ventana para los enfoques de seguridad reactivos se está cerrando. El año pasado, muchas organizaciones se centraron en movilizar la IA y explorar sus posibilidades. Ahora, al ser conscientes de los riesgos de una adopción sin control, están catalogando amenazas emergentes e implementando marcos gubernamentales dirigidos que ayudan a equilibrar la velocidad de la innovación con la seguridad.

## El enemigo interior

Las amenazas externas persisten. Los deepfakes, las personas sintéticas y la ingeniería social impulsada por IA siguen evolucionando, como comentamos en [Tech Trends 2024](#). Pero muchos de los riesgos más urgentes relacionados con la IA actuales se originan dentro de la

organización. Dos de estos riesgos son la IA en la sombra y los controles inadecuados sobre la gobernanza de la IA agente.

La IA en la sombra, la implementación no autorizada de IA por equipos individuales en las empresas, crea puntos ciegos de gobernanza e introduce sistemas autónomos de toma de decisiones que pueden acceder a datos confidenciales, tomar decisiones relevantes e interactuar con otros sistemas.<sup>2</sup> Cada implementación representa una fuente potencial de fuga de datos, manipulación de modelos, desviación de modelos o acceso no autorizado. Muchos de los enfoques que las empresas han desarrollado en los últimos años para responder a las implementaciones de TI en la sombra incluyen la monitorización de la red para detectar todas las aplicaciones y el desarrollo de políticas para garantizar que las nuevas implementaciones cumplan con los estándares de privacidad y seguridad.<sup>3</sup>

Durante el último año, las empresas se han centrado en integrar eficazmente la IA en los flujos de trabajo de sus procesos empresariales. Ahora, a medida que amplían los casos de uso de la IA en sus operaciones, descubren que su adopción genera nuevos riesgos que requieren estrategias de mitigación específicas.

## Desde la identificación de riesgos hasta la mitigación de riesgos

Los riesgos de seguridad de la IA se manifiestan en cuatro dominios: datos, modelos de IA, aplicaciones e infraestructura. Mientras las organizaciones continúan descubriendo el alcance completo de las amenazas, se está cerrando el plazo para los enfoques reactivos. Muchas prácticas de seguridad existentes pueden adaptarse para abordar estos riesgos específicos de la IA.

**Riesgos de seguridad de datos:** Los grandes modelos de lenguaje (LLMs) y otros sistemas de IA concentran grandes cantidades de información en ubicaciones

individuales y, por tanto, requieren protección adicional. Las preocupaciones de seguridad de los datos abarcan la información gestionada por los modelos de IA durante el entrenamiento, prueba, validación e inferencia tras el despliegue (figura 1).

**Riesgos de seguridad del modelo de IA:** La seguridad del modelo abarca la arquitectura del modelo, sus

parámetros de entrenamiento únicos y los procesos de entrenamiento, prueba y validación (figura 2). Los requisitos de transparencia suelen variar según el tipo de modelo, lo que genera importantes consideraciones regulatorias.

Figura 1

## Riesgos de seguridad de datos relacionados con la IA y estrategias de mitigación asociadas

Riesgos	Mitigación
<p><b>Confidencialidad y privacidad de los datos:</b> Las herramientas de IA pueden exponer inadvertidamente datos sensibles.</p> <p><b>Envenenamiento de datos de entrenamiento:</b> Los adversarios pueden manipular los datos de entrenamiento para comprometer la precisión y utilidad de los resultados.</p> <p><b>Sesgo de modelo:</b> Esto incluye la manipulación deliberada de datos de entrenamiento para crear <i>backdoors</i> o sesgos sistemáticos.</p>	<p><b>Prácticas seguras de gestión de datos:</b> Catalogar fuentes de datos con IA, mantener datos de entrenamiento generados por humanos de alta calidad y gestionar cuidadosamente los datos sintéticos.</p> <p><b>Monitorización de la integridad de los datos:</b> Monitorizar continuamente los datos para ayudar a asegurarse de que no se manipulan y para detectar anomalías.</p> <p><b>Controles de acceso robustos:</b> Proporcionar solo al personal autorizado acceso a datos de formación o servicios de apoyo, implementando el principio de menor privilegio.</p>

Fuente: Análisis de Deloitte.

Figura 2

## Riesgos de seguridad de modelos de IA y estrategias de mitigación asociadas

Riesgos	Mitigación
<p><b>Colapso de modelos:</b> Los modelos de IA entrenados con datos sintéticos se degradan gradualmente con el tiempo.</p> <p><b>Robo de modelos:</b> El acceso no autorizado a modelos propietarios permite a los adversarios identificar vulnerabilidades y replicar capacidades. Inversión de modelo: Las salidas de modelos pueden usarse para reconstruir y exponer datos de entrenamiento sensibles.</p> <p><b>Abuso excesivo de la agencia:</b> Las aplicaciones de IA generativa obtienen y utilizan autoridad excesiva para realizar acciones no intencionadas.</p>	<p><b>Aislamiento del modelo:</b> Implementar una separación clara de datos y entornos durante la formación y el despliegue.</p> <p><b>Gestión de accesos privilegiados:</b> Controla y monitoriza el acceso a modelos entrenados mediante una gestión integral de identidad y acceso.</p>

Fuente: Análisis de Deloitte.

**Riesgos de seguridad de aplicaciones:** Estos riesgos están relacionados con la capa externa que aloja el modelo y se asienta sobre la infraestructura, actuando como la interfaz de usuario a través de la cual los usuarios y sistemas interactúan con las capacidades de IA (figura 3).

**Riesgos de seguridad de infraestructura:** La seguridad de infraestructuras abarca los componentes de hardware y red utilizados para desarrollar y alojar sistemas de IA, representando la capa fundamental sobre la que operan las capacidades de IA (figura 4).

Figura 3

## Riesgos de seguridad de las aplicaciones de IA y estrategias de mitigación asociadas

Riesgos	Mitigación
<p><b>Preocupaciones sobre el uso ético:</b> Los modelos reflejan el comportamiento humano, lo que hace que las decisiones de IA sean susceptibles a imprecisiones o sesgos.</p> <p><b>Inyección de entrada:</b> Las entradas maliciosas anulan los controles o alteran el comportamiento del modelo.</p> <p><b>Acceso no autorizado:</b> Usuarios no autorizados acceden a aplicaciones o datos de IA.</p>	<p><b>Gestión del acceso a la red y a los usuarios:</b> Los modelos de lenguaje de gran tamaño requieren enclaves seguros accesibles solo para usuarios autorizados.</p> <p><b>Controles de acceso integrales:</b> Controle y supervise el acceso a los datos de entrenamiento, los modelos entrenados o los servicios de soporte.</p> <p><b>Evaluación de proveedores de servicios externos:</b> Identifique los posibles riesgos para los socios y extienda los requisitos de seguridad a todo el ecosistema de proveedores.</p>

Fuente: Análisis de Deloitte.

Figura 4

## Riesgos de seguridad de infraestructuras relacionados con la IA y estrategias de mitigación asociadas

Riesgos	Mitigación
<p><b>Interfaces y API inseguras:</b> Las vulnerabilidades pueden explotarse para atacar modelos o obtener información sobre sistemas y datos.</p> <p><b>Denegación de servicio de modelos:</b> Las entradas cuidadosamente diseñadas desencadenan operaciones que consumen muchos recursos, lo que hace que los sistemas no estén disponibles o aumenta los costos.</p> <p><b>Vulnerabilidades en la cadena de suministro:</b> El uso de conjuntos de datos de terceros, modelos preentrenados y marcos de trabajo puede generar riesgos que se propagan por todos los sistemas de IA.</p> <p><b>Configuraciones incorrectas en la implementación:</b> Las configuraciones incorrectas en los entornos de alojamiento pueden provocar acceso no autorizado, exposición de datos o la vulneración del sistema.</p> <p><b>Ataques de movimiento lateral:</b> Los ataques utilizan servicios laterales o cuentas vulneradas para acceder a los sistemas de IA.</p>	<p><b>Despliegue seguro en redes virtuales:</b> Los sandboxes seguros aíslan las cargas de trabajo de IA de los entornos de producción durante las pruebas.</p> <p><b>Endurecimiento del perímetro y de la carga de trabajo:</b> Reducir el riesgo de brechas con controles estrictos como cortafuegos, segmentación de red e inspección del tráfico.</p> <p><b>Integración segura de operaciones de aprendizaje automático:</b> Integra la seguridad en las operaciones de aprendizaje automático.</p>

Fuente: Análisis de Deloitte.

## SEGURIDAD PARA LA IA: SANMI KOYEJO SOBRE LOS DESAFÍOS FUNDAMENTALES DE SEGURIDAD DE LOS SISTEMAS DE IA

Sanmi Koyejo es profesor adjunto en la Universidad de Stanford y cofundador de Virtue AI, que desarrolla soluciones empresariales para la seguridad y protección de la IA. Su investigación sobre evaluación de IA, robustez adversarial y evaluación de seguridad se ha implementado en sistemas de producción de grandes empresas tecnológicas.

**P: En comparación con los sistemas informáticos tradicionales, ¿por qué son difíciles de proteger los sistemas de IA?**

R: Los sistemas de IA tienen comportamientos, casos de uso y alcance muy diferentes a gran parte de la infraestructura informática que hemos visto en el pasado.

La mayor diferencia es lo mucho más flexible y contextual que es la IA en comparación con los sistemas informáticos clásicos. Esto significa que muchos de los conjuntos de herramientas desarrollados y perfeccionados para la seguridad tradicional no son ni de lejos tan efectivos cuando se aplican a sistemas de IA, y aún menos cuando se aplican a marcos emergentes como los sistemas agenticos.

Además, en la informática clásica, los datos y el cómputo estaban aislados, por lo que se podían usar técnicas tradicionales de ciberseguridad para separar lo que ataca los datos de lo que ataca la infraestructura. Pero en los sistemas de IA, los datos y el cálculo se combinan, por lo que atacar uno a menudo significa atacar ambos.

Los casos de uso emergentes de la IA y la complejidad de la superficie de amenaza requieren replantear qué significa asegurar los sistemas informáticos. Los sistemas de IA se han vuelto tan buenos para integrarse con el tráfico

estándar y parecer información humana que muchas estrategias tradicionales de detección fracasan.

Hay mucha expectación por ir más allá del lenguaje hacia la visión, el audio y otros sistemas multimodales. La gente interactúa mucho más con el audio o el vídeo que con el texto, así que creen las cosas con más facilidad. El riesgo para los interesados y la infraestructura del sistema informático crece debido al conjunto más amplio de modalidades y a esta capacidad de interactuar con diferentes modos.

**P: En cuanto a la seguridad de la IA, ¿qué enfoques están surgiendo?**

R: En el ámbito del ecosistema, está ocurriendo algo muy interesante. Hemos visto dos grandes grupos de empresas. Están adoptando enfoques muy complementarios pero diferentes.

Primero, están las clásicas empresas de ciberseguridad que añaden la IA, tanto en el ámbito de la seguridad para la IA como en el de la IA para la seguridad. Han estado invirtiendo en IA para ayudar a resolver problemas clásicos de seguridad, pero lo más interesante es que están añadiendo capacidades de seguridad para IA como saneamiento de datos, barreras de seguridad y cortafuegos de IA contra inyecciones rápidas y otros problemas de despliegue agente.

El otro grupo son los de IA nativa que se encargan de la seguridad para la IA. Es un contraste fascinante. Los enfoques son diferentes cuando empiezas desde la seguridad y preguntas cómo andamiaje para manejar amenazas de IA frente a la infraestructura nativa de IA, donde has construido estos sistemas, los entiendes profundamente, entiendes sus vulnerabilidades y explotas ese conocimiento para pensar en la infraestructura de seguridad.

Creo que los enfoques nativos de IA son probablemente mucho más efectivos para aplicaciones de seguridad en IA. Las empresas de IA nativa tienen una salsa especial porque entienden mucho mejor los sistemas y pueden ser mucho más dirigidas que las empresas tradicionales de seguridad.

**P: Mirando dentro de dos o cuatro años, ¿qué tipos de otros ataques o vectores de ataque podemos esperar? ¿O es imposible predecir por lo rápido que se mueve?**

R: Mi experiencia y marco de referencia general es que los riesgos y las capacidades tienden a ir muy de la mano. Cuanto más pueda hacer el sistema, más le daremos acceso y agencia, y más tipos de superficies de seguridad cubrir. Así que, si quieres ver hacia dónde van los riesgos, mira hacia dónde va la capacidad: qué intenta hacer la gente con ella, qué casos de uso les entusiasman y hacia dónde va la inversión futura.

Con la IA, la ilusión por la tecnología nos lleva a ignorar los problemas de seguridad, centrarnos en una capacidad y luego darnos cuenta de que hemos dejado un vacío. Deberíamos replantearnos y averiguar qué riesgos de seguridad podrían surgir, y tratar la seguridad y la protección como capacidades modelo.<sup>4</sup>

### Lo viejo vuelve a ser nuevo

La mayoría de las prácticas necesarias para asegurar despliegues de IA no son nuevas; [simplemente se están actualizando para abordar los riesgos relacionados con la IA](#). Rich Baich, vicepresidente senior y director de seguridad de la información en AT&T, afirma que su enfoque para mitigar los riesgos de la IA se basa en gran medida en las prácticas líderes en ciberseguridad existentes. En particular, se centra en imponer enfoques sólidos para el ciclo de vida del desarrollo de software. Independientemente de si una herramienta es autóctona

o soportada por un proveedor, cada uno debe ser probado, seleccionado en equipo rojo (véase la sección “Estrategias avanzadas de defensa nativa de IA”), cumplir con los requisitos arquitectónicos y contar con controles de acceso establecidos. Baich afirma que este enfoque permite a su equipo incorporar las herramientas de IA que necesitan para innovar y avanzar en las operaciones, asegurándose de que no generen nuevos problemas.

“Lo que estamos experimentando hoy no es muy diferente de lo que hemos vivido en el pasado”, dice Baich. “La única diferencia con la IA es la velocidad y el impacto.”<sup>5</sup>

Los plazos acelerados de ataques, la IA en la sombra y la complejidad de gestionar agentes autónomos hacen que las tablas básicas de seguridad — desde el catálogo de datos hasta la monitorización de agentes — se hayan convertido en requisitos urgentes. Pero, como demostraremos en la siguiente sección, la IA también desempeña un papel más importante dentro de los equipos de ciberseguridad, riesgos y cumplimiento, ayudándoles a afrontar algunos de estos desafíos emergentes.

## Escalada de la carrera armamentística de la IA

La IA introduce nuevas vulnerabilidades, pero también proporciona potentes capacidades defensivas. Las principales organizaciones están explorando cómo la IA puede ayudarles a operar a velocidad de máquina y adaptarse a amenazas cambiantes en tiempo real. Las soluciones de ciberseguridad impulsadas por IA ayudan a identificar patrones que los humanos pasan por alto, monitorizar todo el panorama, acelerar la respuesta a amenazas, anticipar movimientos de atacantes y automatizar tareas repetitivas. Estas capacidades están cambiando la forma en que las organizaciones abordan la gestión de riesgos cibernéticos.

### Estrategias avanzadas de defensa nativas de IA

Un área en la que los equipos cibernéticos están aprovechando la IA es el *red teaming*. Esto implica pruebas de estrés rigurosas y desafíos a los sistemas de IA simulando ataques adversariales para identificar vulnerabilidades y debilidades antes de que los adversarios puedan explotarlas. Este enfoque proactivo ayuda a las organizaciones a comprender los modos de fallo y los límites de seguridad de sus sistemas de IA.

La firma brasileña de servicios financieros Itau Unibanco ha reclutado agentes para sus ejercicios de *red-teaming*. Emplea un enfoque sofisticado en el que expertos humanos y agentes de prueba de IA se despliegan en toda la empresa. Estos “agentes rojos” utilizan un proceso iterativo para identificar y mitigar riesgos como la ética, el sesgo y el contenido inapropiado.

“Siendo una industria regulada, la confianza es nuestra principal preocupación”, dice Roberto Frossard, responsable de tecnologías emergentes en Itau Unibanco. “Así que eso es una de las cosas en las que pasamos mucho tiempo: probar, volver a probar y tratar de simular diferentes formas de romper los modelos.”<sup>6</sup>

La IA también está desempeñando un papel en el entrenamiento adversarial. Esta técnica de aprendizaje automático entrena modelos con ejemplos adversariales —entradas diseñadas para engañar o atacar el modelo— ayudándoles a reconocer y resistir intentos

de manipulación y a hacer que los sistemas sean más robustos frente a ataques.

### Evolución de gobernanza, riesgos y cumplimiento

Las empresas que utilizan IA se enfrentan a nuevos requisitos de cumplimiento, especialmente en los servicios sanitarios y financieros, donde a menudo deben explicar el proceso de toma de decisiones.<sup>7</sup>

Aunque este proceso suele ser difícil de descifrar, ciertas estrategias pueden ayudar a garantizar que los despliegues de IA cumplan con la normativa.

Algunas organizaciones están reevaluando quién supervisa el despliegue de la IA. Aunque tradicionalmente los consejos de administración gestionan esta área, hay una tendencia creciente a asignar responsabilidad al comité de auditoría, que está bien posicionado para revisar y evaluar continuamente las actividades relacionadas con la IA.<sup>8</sup>

Gobernar las implementaciones de IA transfronteriza seguirá siendo importante. La situación puede requerir esfuerzos de soberanía de los datos para garantizar que los datos se gestionen localmente en consonancia con las normas adecuadas, como se discute en [“El ajuste de cuentas de la infraestructura de IA”](#).

### Gobernanza avanzada de agentes

Los agentes operan con un alto grado de autonomía por diseño. Con la proliferación de agentes en toda la organización, las empresas necesitarán una monitorización sofisticada de agentes para analizar, en tiempo real, los patrones de toma de decisiones y la comunicación entre ellos, y para detectar automáticamente comportamientos inusuales de agentes más allá del registro básico de actividades. Esta monitorización permite a los equipos de seguridad identificar agentes comprometidos o con comportamiento inapropiado antes de que causen daños significativos.

La gestión dinámica de privilegios es un aspecto de la gobernanza de los agentes. Este enfoque permite a los equipos gestionar cientos o incluso miles de agentes por usuario manteniendo los límites de seguridad. Las políticas de gestión de privilegios deberían equilibrar la autonomía del agente con los requisitos de seguridad, ajustando los privilegios según el contexto y el comportamiento.

Las políticas de gobernanza deberían incorporar la gestión del ciclo de vida que controle la creación, modificación, desactivación y planificación de la sucesión de agentes, análoga a la gestión de RRHH para empleados humanos pero adaptada para trabajadores digitales, como se aborda en [“La comprobación de realidad agential”](#).

Esto puede ayudar a limitar el problema de los agentes huérfanos, *bots* que mantienen acceso a sistemas clave incluso después de haber sido retirados.

A medida que los agentes de IA se empoderen para crear sus propios agentes, la gobernanza será cada vez más urgente para las empresas. Esta capacidad plantea preguntas importantes sobre la gestión de la privacidad y la seguridad, ya que los agentes podrían convertirse en objetivos importantes para los atacantes, especialmente si las empresas carecen de visión sobre lo que hacen estos agentes y a qué sistemas pueden acceder.

### El efecto multiplicador de fuerza

Muchas organizaciones ciberneticas utilizan la IA como multiplicador de fuerza para superar amenazas complejas. Los modelos de IA pueden complementar las iniciativas de seguridad actuales como mecanismos de defensa mejorados.

La IA puede ayudar con la calificación y priorización de riesgos, la gestión de riesgos de terceros, la revisión y orquestación automatizadas de políticas, las evaluaciones de madurez en ciberseguridad y el apoyo al cumplimiento normativo. Al implementarse en estas áreas, las capacidades de IA permiten a los equipos de seguridad tomar decisiones más rápidas e informadas sobre la asignación de recursos.

La IA también desempeña un papel en las pruebas y automatización de controles, generación segura de código, capacidades de escaneo de vulnerabilidades, optimización del diseño de sistemas y procesos de revisión de código de modelos. Esto acelera la identificación y remediación de las debilidades de seguridad.

### La necesidad de planos de IA

Las operaciones de los equipos de ciberseguridad no están diseñadas para la IA, pero los esfuerzos empresariales para implementar la IA en toda la organización crean una oportunidad para replantear las prácticas ciberneticas actuales. A medida que las empresas despliegan IA (y agentes en particular) en sus operaciones, muchas están optando por remodelar por completo la fuerza laboral, el modelo operativo, el modelo de gobernanza y la arquitectura tecnológica. Al reestructurar las operaciones para aprovechar los agentes de IA, las organizaciones deberían incorporar las consideraciones de seguridad en el diseño fundamental en lugar de tratarlas como una idea secundaria. Este enfoque proactivo para anticipar los riesgos ciberneticos emergentes puede preparar a las empresas para las amenazas actuales y posicionarlas bien frente a peligros que probablemente llegarán entre dos y cinco años en el futuro, que es el tema de la siguiente sección.

## Los riesgos ciberneticos de la IA avanzarán, pero también lo harán las soluciones

De cara al futuro, las tendencias emergentes pueden cuestionar supuestos fundamentales sobre ciberseguridad, seguridad física e incluso estabilidad geopolítica. Aunque algunos escenarios siguen siendo especulativos, comprender los futuros potenciales permite a las organizaciones preparar arquitecturas y marcos de gobernanza que puedan adaptarse a medida que evolucionen las amenazas.

### Cuando todo es un arma: convergencia IA–realidad física

A medida que la IA prolifera en todos los [sistemas físicos](#) (redes eléctricas, plantas de tratamiento de agua, redes de transporte, cadenas de suministro, sistemas de atención médica) y sus capacidades mejoran, los riesgos físicos aumentan exponencialmente. La convergencia de la IA y la infraestructura física crea superficies de ataque que podrían provocar una disruptión sin precedentes.

Las amenazas futuras pueden implicar ataques únicos que corrompan simultáneamente sistemas de IA en múltiples sectores, incluyendo transporte, sanidad y servicios públicos. Un adversario que acceda a sistemas de IA interconectados podría provocar fallos en cascada que se agraven en sectores de infraestructuras críticas.

Los ataques sofisticados podrían emplear tácticas de “rana hirviendo”, donde los sistemas de IA degradan sutilmente el rendimiento del sistema durante meses, dificultando la detección hasta que se acumule daño significativo.

Las organizaciones pueden prepararse para los riesgos de convergencia IA–físico mediante varios enfoques.

- **Detección automatizada de vulnerabilidades en la cadena de suministro:** Las organizaciones deben implementar herramientas de monitoreo que verifiquen constantemente los riesgos de la cadena de suministro e implementar sistemas de alerta temprana para detectar indicadores de vulnerabilidad.
- **Resiliencia del sistema físico:** Las organizaciones deben implementar controles manuales de respaldo para los sistemas físicos críticos, garantizando que los operadores humanos puedan anular las decisiones automatizadas cuando sea necesario.
- **Arquitectura de prevención en cascada:** Las organizaciones deben crear barreras que impidan que los problemas se propaguen a través de los sistemas conectados, implementando límites de aislamiento que contengan las fallas.

## Guerra cibernética autónoma

La evolución hacia la ciberguerra autónoma— combate IA contra IA con sistemas de ataque y defensa totalmente automatizados que operan a velocidad de máquina sin intervención humana— representa un cambio de paradigma en la ciberseguridad.

Las capacidades de ataque futuras pueden incluir:

- **Coordinación de ataques enjambre:** Los sistemas de IA podrían sobrepasar a los sistemas defensivos mediante acciones coordinadas que se adaptan en tiempo real a las respuestas defensivas.
- **Amenazas persistentes adaptativas:** Los ataques podrían evolucionar basándose en medidas defensivas, aprendiendo de cada acción defensiva para identificar debilidades y ajustar continuamente las tácticas.
- **Dimensiones geopolíticas:** La militarización de la IA para la ciberguerra genera nuevos riesgos geopolíticos, incluyendo la manipulación de la opinión pública mediante riesgos alterados o directamente fabricados, como se describe en [Tech Trends 2024](#).
- **Riesgos de guerra económica:** Los mercados bursátiles dependen cada vez más de la IA para el trading, la evaluación de riesgos y el análisis de mercado. Algunos expertos sugieren que la próxima crisis financiera podría estar impulsada por la IA más que por factores económicos tradicionales.<sup>9</sup>

## Fronteras emergentes: Espacio y seguridad cuántica

A medida que la seguridad de la IA evoluciona, dos fronteras emergentes merecen atención urgente a pesar de su desarrollo incipiente: la infraestructura espacial y la computación cuántica.

**Vulnerabilidad en la infraestructura espacial:** La industria espacial comercial ha abierto nuevas superficies de ataque; cada satélite es esencialmente un ordenador vulnerable a la explotación. A medida que los adversarios desarrollan capacidades para infiltrarse en satélites, el potencial de interrupción se extiende al GPS, las comunicaciones, la monitorización meteorológica y los sistemas de seguridad de una nación.

**Canales de comunicación cuántica:** La comunicación cuántica promete un cifrado teóricamente irrompible, pero también amenaza con dejar obsoletos los métodos de cifrado actuales. Como se discute en [Tech Trends 2025](#), las organizaciones deben prepararse para esta transición

mientras aseguran la infraestructura de comunicación cuántica frente a adversarios que buscan comprometer o controlar estas capacidades.

## La necesidad de una innovación equilibrada

Las organizaciones deberían perseguir simultáneamente tanto la innovación como la seguridad mediante marcos estratégicos que integren la seguridad en las iniciativas de IA desde su inicio.

Las empresas pueden empezar implementando controles fundamentales de seguridad: seguridad de datos, gestión de accesos, protección de modelos y reforzamiento de infraestructuras. Saltarse estos fundamentos en busca de un despliegue rápido de IA puede crear vulnerabilidades que podrían acabar comprometiendo su posición competitiva.

A partir de ahí, las empresas podrían considerar invertir en capacidades de defensa avanzadas impulsadas por IA. Combatir las amenazas de IA requiere sistemas de seguridad impulsados por IA que puedan operar a velocidad de máquina, identificar patrones de ataque sutiles y adaptarse a las tácticas evolutivas del adversario. Las organizaciones que tratan la seguridad de IA como un multiplicador de fuerza en lugar de un centro de costes probablemente generarán ventajas defensivas duraderas.

Finalmente, preparar arquitecturas y marcos de gobernanza para las amenazas emergentes cobrará mayor importancia en los próximos años. Si bien la ciberguerra autónoma y la convergencia entre IA y entornos físicos pueden parecer distantes, construir arquitecturas de seguridad adaptables hoy ayuda a fortalecer la resiliencia organizacional en el futuro a medida que evoluciona el panorama de amenazas.

El dilema de la IA no es, en realidad, un dilema; es una llamada a la acción. Las organizaciones que abordan la seguridad de la IA estratégicamente, implementando múltiples capas de defensa a la vez que innovan rápidamente, pueden proteger mejor sus activos y establecer una diferenciación competitiva mediante capacidades líderes en gestión de riesgos. El futuro pertenece a las empresas que dominen este equilibrio, considerando la seguridad como un facilitador de la adopción de la IA, no como una limitación.

---

# Notas finales

1. Gartner, “La encuesta de Gartner revela que los ataques de IA general están en aumento”, nota de prensa, 22 de septiembre de 2025.
2. CybSafe, “ESTUDIO: Casi el 40% de los trabajadores comparten información sensible con herramientas de IA, sin que el empleador lo sepa”, nota de prensa, 26 de septiembre de 2024.
3. Dana Raveh, “¿Qué es la informática sombra?” *CrowdStrike*, 10 de julio de 2024.
4. Sanmi Koyejo (profesor adjunto, Universidad de Stanford), entrevista con Deloitte, 26 de septiembre de 2025.
5. “Un enfoque directo para asegurar la habilitación de IA en AT&T,” *Deloitte Insights*, 21 de noviembre de 2025.
6. Roberto Frossard (responsable de tecnologías emergentes, Itau Unibanco), entrevista con Deloitte, 17 de septiembre de 2025.
7. Pat Niemann, “Divulgaciones de supervisión cibernetica e IA: lo que compartieron las empresas en 2025,” Foro de Gobierno Corporativo de la Facultad de Derecho de Harvard, 28 de octubre de 2025.
8. Deloitte US, “Inteligencia artificial: ¿Una responsabilidad emergente de supervisión para comités de auditoría?” consultado el 11 de noviembre de 2025.
9. John Divine, “Cómo la IA podría provocar la próxima crisis financiera,” *US News & World Report*, 30 de junio de 2023.

---

# Sobre los autores

**Sunny Aziz**

saziz@deloitte.com

Sunny Aziz es socio principal en los servicios de Ciberseguridad y Riesgos Estratégicos de Deloitte, con más de 25 años de experiencia ayudando a clientes a gestionar, implementar y operar complejos programas cibernéticos. Asesora a los clientes en estrategias cibernéticas y en la ejecución de grandes iniciativas de transformación cibernética. Aziz también es responsable del sector de seguros de la industria de servicios financieros de Deloitte para Ciberseguridad, especializándose en servicios de seguridad gestionados, estrategia y evaluaciones cibernéticas, gestión de identidad y accesos, entre otros.

**Adnan Amjad**

aamjad@deloitte.com

Adnan Amjad es el líder estadounidense de Ciberseguridad en Deloitte, supervisando el crecimiento y la estrategia de las ofertas cibernéticas de Deloitte, incluyendo Defensa y Resiliencia Cibernética, Operación Cibernética, Estrategia y Transformación Cibernética, Confianza Digital y Privacidad, y Seguridad Empresarial. En este puesto, Amjad asesora a sus clientes para navegar el cambiante panorama de amenazas mediante potentes soluciones cibernéticas y servicios gestionados que buscan simplificar la complejidad y proteger y permitir que las empresas tengan éxito, construyan resiliencia y impulsen la transformación, ayudándoles a proteger la empresa del futuro.

**Naresh Persaud**

napersaud@deloitte.com

Naresh Persaud es socio principal en Deloitte Risk and Financial Advisory, centrado en el ciberriesgo en diversos sectores.

Cuenta con más de 20 años de experiencia en gestión de identidad y accesos a través de múltiples roles. Persaud posee un sólido conocimiento tanto en gestión de identidades como en seguridad y experiencia de bases de datos relacionales, liderando grandes implementaciones y operaciones de seguridad en diversos sectores.

**Mark Nicholson**

manicholson@deloitte.com

Mark Nicholson es socio principal en Deloitte Advisory con 25 años de experiencia en ciberseguridad. Antes de su adquisición por Deloitte, Nicholson fue cofundador de la empresa de ciberseguridad Vigilant, Inc. Actualmente es el líder de IA de Deloitte Cyber.

**Ed Burns**

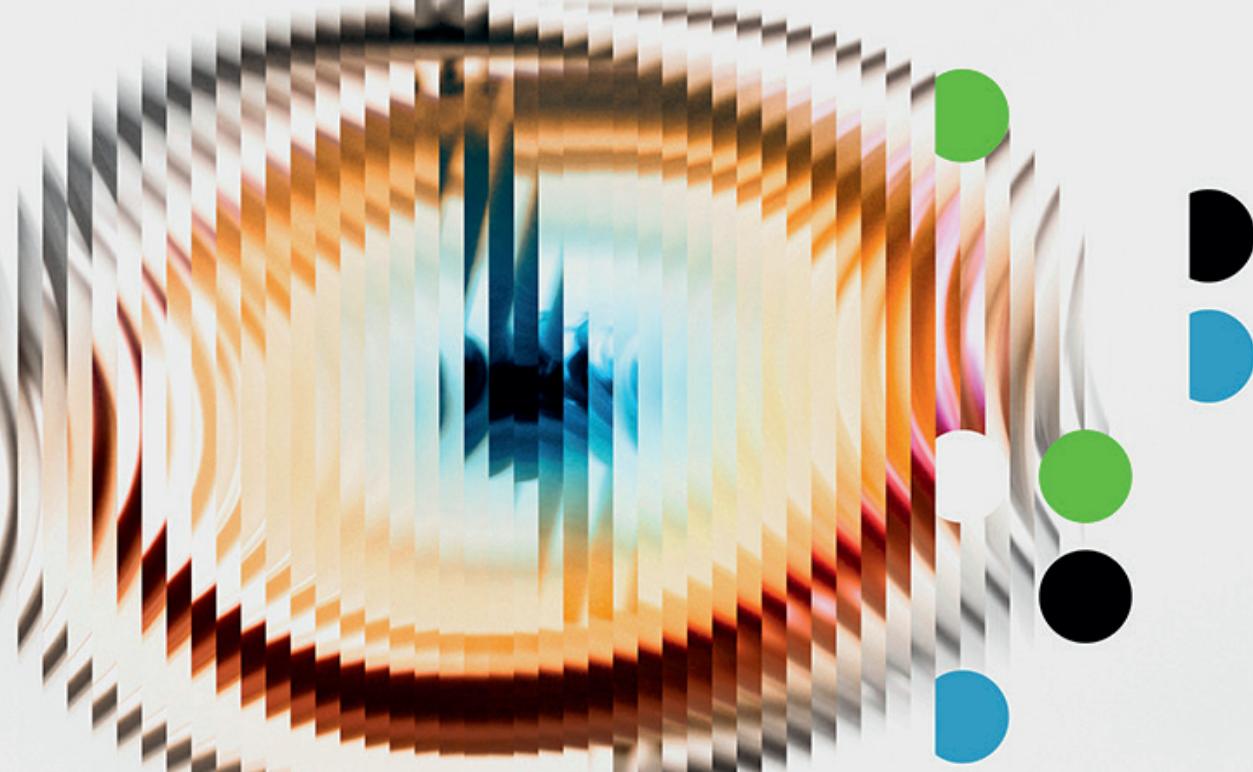
edburns@deloitte.com

Ed Burns lidera la iniciativa de historias de clientes dentro de la Oficina del CTO, conocida como Trend Lines. Este proyecto sirve como una aportación clave de investigación para Tech Trends y otras relevancias. Antes de su puesto actual, dirigió una publicación de noticias tecnológicas que cubría todo lo relacionado con IA, análisis y gestión de datos.

---

# Agradecimientos

Un gran agradecimiento a los numerosos líderes de la materia de Deloitte que contribuyeron a nuestra investigación para este capítulo: **Giri Saravanan Chandramohan, Edward Guerrero, Kieran Norton y Abhishek Sekhri**.



## **Cortando el ruido: señales tecnológicas que merece la pena seguir a medida que la IA avanza**

¿Cuáles son las tendencias tecnológicas más pequeñas, los avances que anticipan cambios radicales? Desde la computación neuromórfica hasta la IA de borde, estas son áreas que vale la pena seguir de cerca.

*Kelly Raskovich, Bill Briggs, and Caroline Brown*

En la teoría de las comunicaciones, una señal es información que trasciende el ruido: un patrón que revela algo significativo sobre el sistema que la transmite. En tecnología, las señales son indicadores tempranos de un cambio de dirección: los temblores que preceden a los movimientos sísmicos. Las señales no son predicciones. Son observaciones de fuerzas ya en movimiento, patrones que surgen de los efectos acumulativos descritos anteriormente en este informe.

Los capítulos anteriores de Tendencias Tecnológicas exploraron cinco tendencias tecnológicas emergentes que están transformando las organizaciones en los próximos 18 a 24 meses: inteligencia artificial física y robótica, IA agencial, infraestructura de IA, transformación de las funciones tecnológicas y ciberseguridad en la era de la IA.

Pero el panorama tecnológico emergente cuenta con más de cinco tendencias. Decidir cuáles incluir en nuestro informe principal es tanto un arte como una ciencia, y requiere un poco de intuición.

Las señales que siguen —algunas directamente relacionadas con nuestras tendencias principales, otras que operan en paralelo— son desarrollos emergentes que los líderes tecnológicos deberían seguir de cerca. No se incluyeron en capítulos completos, no por falta de relevancia, sino porque son adyacentes a nuestros temas principales o aún están en desarrollo. Todas merecen la pena ser observadas.

La mayoría son fenómenos del presente, no futuros especulativos. Algunas ya están transformando industrias, mientras que otras apenas comienzan a mostrar un impacto medible. En un panorama donde la distancia entre

lo “emergente” y la tendencia dominante está en declive, y los líderes necesitan saber dónde dirigir la atención y los recursos: qué desarrollos justifican la inversión inmediata, cuáles requieren supervisión y qué dependencias podrían generar riesgos si se ignoran.

**¿Se están estancando los modelos base?** Los modelos base (grandes sistemas de IA entrenados con conjuntos de datos masivos) se enfrentan a una pregunta crucial: ¿Seguirán mejorando exponencialmente o sus capacidades se estancarán?

Los nuevos modelos siguen mejorando, pero algunas métricas muestran que no han logrado los drásticos avances en rendimiento observados en generaciones anteriores.<sup>1</sup> Además, los modelos más grandes aumentan el consumo de energía y los costes informáticos. Los nuevos enfoques de escalado, como las técnicas que permiten a los modelos tener más tiempo para procesar problemas complejos,<sup>2</sup> podrían alejarnos de la idea de que “un modelo más grande = mejor rendimiento”.

Esto significa que los modelos actuales pueden mejorar optimizando las estrategias de impulso e implementación. La eficacia con la que las empresas implementan, perfeccionan e integran la IA en los procesos rediseñados probablemente será más importante que contar con el modelo base más reciente.

**Datos nuevos > datos sintéticos > datos antiguos.** A medida que los modelos base se entrena con conjuntos de datos similares disponibles públicamente, los datos en sí mismos dejan de ser una ventaja competitiva. Los datos antiguos pierden valor a medida que el mundo cambia. Los datos sintéticos (contenido generado por IA que se utiliza para entrenar otras IA) ayudan a cubrir las lagunas, y se predice que el 80 % de los datos utilizados por las herramientas de IA serán sintéticos para 2028, frente al 20 % en 2024.<sup>3</sup> Sin embargo, tienen un límite de rendimiento, que suele alcanzar entre el 90 % y el 95 % de la calidad real de los datos.<sup>4</sup> Peor aún, la IA entrenada principalmente con contenido generado por IA puede provocar un colapso del modelo, un proceso degenerativo en el que los modelos pierden información sobre patrones poco comunes, confunden conceptos y, finalmente, producen resultados insulsos y repetitivos.<sup>5</sup>

**Los chips neuromórficos potencian la computación.** Los chips neuromórficos son procesadores inspirados en el cerebro que son más eficientes energéticamente que las unidades de procesamiento gráfico (GPU) tradicionales para ciertas tareas de IA. Las GPU tienen áreas separadas para la memoria y el procesamiento, mientras que los chips neuromórficos combinan ambos en un mismo lugar.

Los chips neuromórficos se basan en eventos: solo procesan información cuando algo sucede, mientras que las GPU se ejecutan constantemente a toda velocidad. Esto significa que los chips neuromórficos pueden consumir entre 80 y 100 veces menos energía para tareas de IA que involucran señales esporádicas, como analizar datos de sensores o procesar información en vehículos autónomos, aunque las GPU siguen siendo superiores para la computación continua de alto rendimiento.<sup>6</sup> A medida que la IA se traslada de los centros de datos a miles de millones de dispositivos periféricos (véase la siguiente señal), la ventaja en eficiencia energética se vuelve crucial. Se prevé la adopción generalizada de la computación neuromórfica para 2030.<sup>7</sup>

**El auge de la IA de borde y el procesamiento en el dispositivo.** En lugar de enviar datos a servidores remotos en la nube, la IA de borde se ejecuta directamente en los dispositivos: su teléfono, reloj inteligente, cámara de seguridad o robot industrial. Por qué es importante: latencia (los vehículos autónomos no pueden esperar las respuestas del servidor), privacidad (los datos nunca salen del dispositivo), aumento explosivo de los costos (las facturas de la nube alcanzan decenas de millones mensuales) y dependencia de internet. El potencial de la IA de borde se refleja en el mercado de teléfonos inteligentes con capacidad para IA generativa, que creció casi un 364 % interanual en 2024, alcanzando los 234,2 millones de unidades vendidas anualmente, con miras a alcanzar los 912 millones para 2028.<sup>8</sup> Las aplicaciones en el mundo real incluyen cámaras inteligentes que realizan reconocimiento local en tiempo real, sensores industriales que predicen fallas en los equipos y wearables de salud que monitorean los signos vitales sin transmitir datos médicos.

**Este es un cambio fundamental que ya está en marcha.** ¿Se generalizarán los dispositivos personales y wearables nativos con IA? Las empresas están experimentando con dispositivos wearables nativos con IA más allá de los smartphones: colgantes que graban y transcriben conversaciones, gafas inteligentes con traducción en tiempo real y pines sin pantalla con interacción de voz. Se proyecta que el mercado global de tecnología wearable alcance los 265.400 millones de dólares estadounidenses para 2026, y los gigantes tecnológicos están invirtiendo fuertemente en formatos de próxima generación.<sup>9</sup> Sin embargo, la adopción en el mercado sigue siendo muy incierta, y el panorama está plagado de gafas, pines y otros formatos wearables o de bolsillo fallidos.<sup>10</sup>

Persisten las dudas sobre si los consumidores realmente desean dispositivos de IA independientes o prefieren la IA integrada en los teléfonos y auriculares que ya usan.

El formato ganador, si es que surge alguno, sigue siendo incierto, y su éxito depende de abordar las preocupaciones sobre la privacidad y ofrecer una funcionalidad que justifique llevar un dispositivo adicional.

**La autenticación biométrica como ciberseguridad de vanguardia.** Dado que la IA puede replicar voces, falsificar documentos e imitar patrones de comportamiento, la autenticación biométrica se está volviendo crucial para verificar la presencia física y la identidad. A medida que las falsificaciones profundas y el fraude impulsado por IA se vuelven más sofisticados, las organizaciones están adoptando rápidamente sistemas biométricos: en un estudio realizado a directores de seguridad de la información, el 92 % de los encuestados afirmó haber implementado, estar implementando o planea implementar la autenticación sin contraseña.<sup>11</sup> Sin embargo, la biometría no será la única solución. Los datos biométricos comprometidos no se pueden cambiar como una contraseña, y las preocupaciones sobre la privacidad siguen siendo significativas. El futuro apunta hacia enfoques híbridos donde la biometría sirva como el método de verificación principal, pero no exclusivo.

**El equilibrio entre la privacidad y los agentes de IA.** Los asistentes personales de IA verdaderamente capaces requieren un acceso sin precedentes a los datos personales, y ese acceso ya se está otorgando. Para reservar restaurantes, gestionar horarios o filtrar correos electrónicos de forma eficaz, los agentes personales de IA necesitan años de historial de mensajes, entradas de calendario, datos de navegación, contraseñas almacenadas, información de tarjetas de crédito y preferencias personales íntimas.<sup>12</sup> Pero el equilibrio es evidente: una vez que los datos personales se incorporan a los modelos de IA, el derecho a la supresión se vuelve casi imposible.<sup>13</sup> Y, por supuesto, las preocupaciones en materia de seguridad son significativas. La respuesta pública ya se está dividiendo: algunos conceden con entusiasmo permisos para la capacidad, mientras que

otros se resisten. Pero la paradoja del consentimiento persiste. Los usuarios deben otorgar amplios permisos para que los asistentes de IA sean útiles, pero la mayoría no comprende del todo el alcance ni la permanencia de lo que aceptan compartir.

**La GEO supera al SEO.** Los usuarios recurren cada vez más a los chatbots de IA en lugar de a los motores de búsqueda tradicionales. La carrera por aparecer en las respuestas generadas por IA ha comenzado: se está produciendo una transición de la optimización para motores de búsqueda (SEO) a la optimización generativa para motores de búsqueda (GEO). Las respuestas generadas por IA ya dominan los resultados de búsqueda en los principales motores de búsqueda, reduciendo las tasas de clics a sitios web convencionales en más de un tercio.<sup>14</sup> Las plataformas de IA ahora generan el 6,5 % del tráfico orgánico, y se proyecta que alcance el 14,5 % en un año.<sup>15</sup> La GEO se diferencia fundamentalmente del SEO, ya que prioriza la riqueza semántica sobre las palabras clave, la experiencia del autor sobre los backlinks y la mención en las respuestas de IA sobre las visitas a la página.<sup>16</sup> Así como las búsquedas de pago definieron la década del 2000 y la publicidad en redes sociales dominó la década del 2010, las respuestas generadas por IA se están convirtiendo en el canal de marketing más crucial de la década del 2020.

Algunas de estas señales pueden convertirse en fuerzas dominantes. Otras pueden desvanecerse. Pero todas reflejan la misma realidad subyacente: el ritmo del cambio tecnológico ha cambiado radicalmente. Sin embargo, la velocidad de adaptación importa más que la certeza de la predicción. Las organizaciones que prosperen no serán aquellas que predigan qué señales se convertirán en tendencias, sino aquellas que desarrollen la capacidad de percibir, evaluar y responder rápidamente a lo que surja. Quienes esperen la claridad se verán obligados a adaptarse a los cambios que sus competidores ya están aprovechando.

---

# Notas finales

1. Casey Newton, “Las empresas de IA se topan con un muro de escalado,” Platformer, 14 de noviembre de 2024.
  2. Matthias Bastian, “El progreso de la IA en 2025 será “aún más dramático”, dice el cofundador de Anthropic,” The Decoder, 25 de diciembre de 2024.
  3. Grant Gross, “Los datos sintéticos abordan los desafíos del entrenamiento en IA,” CIO Magazine, 19 de febrero de 2025.
  4. Emmett Fear, “Generación de datos sintéticos: Creación de conjuntos de datos de entrenamiento de alta calidad para el desarrollo de modelos de IA,” RunPod Inc., 31 de julio de 2025.
  5. IBM, “Examinando datos sintéticos: la promesa, los riesgos y las realidades”, consultado el 11 de noviembre de 2025.
  6. TokenRing AI, “Computación neuromórfica: La revolución inspirada en el cerebro que remodela el hardware de IA de próxima generación,” WRAL News, 7 de octubre de 2025.
  7. Investigación y Mercados, “Oportunidades de crecimiento en computación neuromórfica 2025-2030: Tecnología neuromórfica lista para un crecimiento hiperactivo mientras el mercado se incrementa más de 45 veces para 2030”, nota de prensa, GlobeNewswire, 18 de abril de 2025.
  8. IDC Research, “Se prevé que los envíos mundiales de smartphones generativos con IA alcancen el 70% del mercado para 2028 con un crecimiento superior al 360% en 2024, según IDC”, comunicado de prensa, 30 de julio de 2024.
  9. PR Newswire, “Los wearables impulsados por IA transforman la interacción de los consumidores con la tecnología cotidiana”, 15 de septiembre de 2025.
  10. Amanda Yeo, “Tres productos que fracasaron en 2024,” Mashable, 28 de noviembre de 2024.
  11. Janna Bureson, “La sin contraseña alcanza el punto de inflexión en la seguridad empresarial,” Portnox, 20 de octubre de 2025.
  12. Mark McCarthy, “Los desafíos de privacidad de los servicios emergentes de IA personalizada,” Tech Policy Press, 28 de mayo de 2025.
  13. Zack Whittaker, “Por privacidad y seguridad, piénsalo dos veces antes de conceder acceso a la IA a tus datos personales,” TechCrunch, 19 de julio de 2025.
  14. Ryan Law y Xibeiija Guan, “Los reseñas de IA reducen los clics en un 34,5%”, Ahrefs, 17 de abril de 2025.
  15. Jake Stainer, “Optimización generativa de motores (GEO): Guía completa 2025,” Skale, 30 de septiembre de 2025.
  16. Leigh McKenzie, “Optimización generativa de motores (GEO): Cómo ganar en la búsqueda de IA,” Backlinko, 23 de octubre de 2025.
- 

## Sobre los autores

**Kelly Raskovich**

kraskovich@deloitte.com

Kelly Raskovich es gerente senior y líder en la Oficina del CTO de Deloitte, y es editor ejecutivo de Tech Trends, el informe emblemático de Deloitte sobre tecnologías emergentes. Su misión es educar a los clientes, moldear el futuro de la marca tecnológica y la oferta de Deloitte, fomentar el talento y permitir que las empresas alcancen un crecimiento futuro. Es responsable de la eminencia tecnológica, la implicación con clientes y los esfuerzos de marketing/relaciones públicas.

**Bill Briggs**

wbriggs@deloitte.com

Como director de tecnología, Bill Briggs ayuda a los clientes a anticipar el impacto que las tecnologías emergentes pueden tener en su negocio en el futuro y cómo llegar a ello desde las realidades

actuales. Es responsable de la investigación, la relevancia e incubación de tecnologías emergentes que afectan a los negocios de los clientes y que moldean el futuro de los servicios y ofertas tecnológicas de Deloitte Consulting LLP. Briggs también es patrocinador ejecutivo del Programa CIO de Deloitte.

**Caroline Brown**

carolbrown@deloitte.com

Caroline Brown es una alta directriz en la Oficina del CTO de Deloitte. Lidera un equipo de producción editorial y de diseño multifuncional en el desarrollo de liderazgo de pensamiento. Es editora de Tech Trends, el informe tecnológico insignia de Deloitte. Escritor e investigador, Brown obtuvo títulos de grado y posgrado en inglés y periodismo en la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill.

---

# Agradecimientos

## Un agradecimiento especial

Ed Burns, Preetha Devan, Makarand Kukade, Erika Maguire, Heidi Morrow y Sarah Mortier por ser el motor que impulsa Tech Trends. Ed, tu dedicación continua a la excelencia editorial y tu capacidad para entrelazar con destreza investigación y conocimientos en narrativas atractivas han elevado realmente nuestro trabajo. Erika, qué gran primer intento— estamos muy agradecidos por tus habilidades de investigación y redacción, tu instinto empresarial, tu sentido del humor y tu capacidad para adaptarte a las consecuencias. Heidi, tu liderazgo en diseño y visión creativa han establecido un estándar de excelencia visual, dando vida a nuestras ideas de formas que cautivan e inspiran. Makarand, gracias por unirte durante tu primer año a Tech Trends y aportar una perspectiva fresca a nuestros recursos y materiales visuales complementarios. Sarah, tu liderazgo en la gestión del proceso de producción ha sido fundamental para mantenernos en el buen camino. Tu destreza organizativa, atención al detalle y espíritu colaborativo nos han guiado a través de desafíos y han mantenido la redacción en movimiento. Preetha, agradecemos que aportes tu experiencia editorial a Tech Trends este año y nos ayudes a perfeccionar nuestros procesos y flujos de trabajo. Somos afortunados y agradecidos de que los seis formáis parte del equipo.

Caroline Brown, por liderar la edición y la producción de Tech Trends con una guía constante, visión estratégica y apoyo incondicional. Vuestro liderazgo ha sido esencial para navegar las complejidades del informe de este año, y estamos agradecidos por su colaboración para dar vida a Tech Trends.

Catarina Pires y Haley Gove Lamb por defender las tendencias tecnológicas y ofrecer experiencias excepcionales a los clientes. Tu dedicación a dar vida a Tendencias Tecnológicas para nuestros clientes y crear interacciones significativas asegura que el informe llegue y conecte con las audiencias que más lo necesitan. Gracias por ser embajadores tan efectivos de nuestro trabajo.

Katarina Alaupovic, Alison Cizowski, Deanna Gorecki, Ben Hebbe, Bri Henley, Abria Perry, Mikaeli Robinson y Madelyn Scott por vuestra incansable dedicación y estrategias innovadoras en la promoción de Tendencias Tecnológicas. Tu creatividad en marketing, comunicación y divulgación amplifica significativamente nuestro alcance e impacto año tras año. Gracias por tu pasión y compromiso con difundir el valor de las Tendencias Tecnológicas por todas partes.

Amanpreet Arora y Nidhi John por el soplo de aire fresco que aportaste al proceso de Tech Trends aportando investigación, datos e ideas. Agradecemos vuestra entusiasta y alegre disposición para afrontar cualquier cosa que se te presente a lo largo de todo el ciclo de vida del informe, desde identificar tendencias hasta incorporar los números que respaldan nuestro trabajo.

Raquel Buscaino y Mark Osis por ser nuestros colaboradores mientras identificábamos tendencias y señales y por ayudarnos a perfeccionar nuestro oficio investigador. Gracias por compartir generosamente con nosotros tus conocimientos y experiencia.

Diana Kearns-Manolatos y Duncan Stewart por vuestra experiencia y disposición a compartir conocimientos entre equipos. Vuestra colaboración ha enriquecido nuestro trabajo y fortalecido las conexiones entre nuestros esfuerzos de investigación. Gracias por vuestra generosidad y colaboración.

Hannah Bachman, Aditi Rao, Elisabeth Sullivan y todo el equipo de Deloitte Insights por vuestra colaboración y apoyo continuos mientras evolucionamos juntos Tech Trends. Agradecemos su flexibilidad, orientación estratégica y compromiso con la excelencia a medida que se profundiza nuestra colaboración y nuestra práctica sigue creciendo.

Sylvia Chang, Jim Slatton, Manya Kuzemchenko, Melissa O'Brien, Molly Piersol, Natalie Pffaf, Harry Wedel, Jaime Austin, Govindh Raj, Megha Priya y Naveen Bhusare por vuestra creatividad y dedicación en el desarrollo de los activos visuales que dan vida a Tech Trends. Tu visión artística y atención al detalle crean imágenes y gráficos cautivadores que hacen que nuestro informe no solo sea informativo, sino realmente atractivo. Estamos agradecidos por tu compromiso con la colaboración y la excelencia creativa.

---

# Continúa la conversación

Nuestras ideas pueden ayudarte a aprovechar las tendencias emergentes. Si buscas ideas nuevas para afrontar tus retos, hablemos.

## La Oficina del CTO

La oficina estadounidense de Deloitte del CTO es un equipo centrado en el futuro de la tecnología de la ingeniería. Identificamos, investigamos e incubamos soluciones tecnológicas emergentes para moldear la demanda de mercados futuros, fomentar el talento y facilitar el crecimiento futuro de las empresas.

Si quieres conectar y debatir más, no dudes en contactarnos en [OCTO@deloitte.com](mailto:OCTO@deloitte.com).

---

# Editor ejecutivo



## **Kelly Raskovich**

Responsable de Cliente y Marketing,  
Oficina del CTO Deloitte Consulting LLP  
[kraskovich@deloitte.com](mailto:kraskovich@deloitte.com)

Kelly Raskovich es gerente senior y líder en la Oficina del CTO (OCTO) de Deloitte, y es editora ejecutiva de Tech Trends, el informe emblemático de Deloitte sobre tecnologías emergentes. Su misión es educar a los clientes, moldear el futuro de la marca tecnológica y la oferta de Deloitte, fomentar el talento y permitir que las empresas alcancen un crecimiento futuro. Es responsable de la eminencia tecnológica, la implicación con clientes y los esfuerzos de marketing/relaciones públicas. Antes de asumir su puesto de liderazgo, lideró varios proyectos de datos y análisis para organizaciones globales Fortune 500 en la industria del petróleo y gas.

---

# Patrocinador ejecutivo



**Bill Briggs**

Director Global de Tecnología  
Deloitte Consulting LLP  
wbriggs@deloitte.com

Como director de tecnología, Bill Briggs ayuda a los clientes a anticipar el impacto que las tecnologías emergentes pueden tener en su negocio en el futuro y cómo llegar a ello desde las realidades actuales. Es responsable de la investigación, la relevancia e incubación de tecnologías emergentes que afectan a los negocios de los clientes y que moldean el futuro de los servicios y ofertas tecnológicas de Deloitte Consulting LLP. Briggs también es patrocinador ejecutivo del Programa CIO de Deloitte, ofreciendo a CIOs y otros ejecutivos tecnológicos perspectivas y experiencias para afrontar los complejos retos que enfrentan en los negocios y la tecnología.

Bill obtuvo su licenciatura en ingeniería informática en la Universidad de Notre Dame y su MBA en la Kellogg School of Management de la Universidad Northwestern. Forma parte con orgullo en el consejo de administración de la Kids In Need Foundation, colaborando con profesores y estudiantes en escuelas con pocos recursos y proporcionando el apoyo necesario para que los profesores enseñen y los alumnos aprendan.

# Deloitte. Insights

Suscríbete para recibir actualizaciones de Deloitte Insights [www.deloitte.com/insights](http://www.deloitte.com/insights)

---

## Colaboradores de Deloitte Insights

**Editorial:** Aditi Rao, Hannah Bachman, Pubali Dey, Anu Augustine, Cintia Cheong y Arpan Kumar Saha

**Creativos:** Jaime Austin, Sylvia Chang, Natalie Pfaff, Molly Piersol y Harry Wedel

**Despliegue:** Atira Anderson

**Portada ilustrada:** Jim Slatton

### Acerca de Deloitte Insights

Deloitte Insights publica artículos originales, informes y publicaciones periódicas que ofrecen información para empresas, el sector público y las ONG. Nuestro objetivo es aprovechar la investigación y la experiencia de toda nuestra organización de servicios profesionales, así como la de coautores en el ámbito académico y empresarial, para avanzar en la conversación sobre un amplio espectro de temas de interés para ejecutivos y líderes gubernamentales.

Deloitte Insights es un sello de Deloitte Development LLC.

### Acerca de esta publicación

Esta publicación contiene solo información general, y ninguna de Deloitte Touche Tohmatsu Limited, sus firmas miembros, ni sus filiales ni sus afiliados, ofrecen, mediante esta publicación, asesoramiento o servicios contables, empresariales, financieros, de inversión, legales, fiscales u otros servicios. Esta publicación no sustituye dicho asesoramiento o servicios profesionales, ni debe utilizarse como base para ninguna decisión o acción que pueda afectar a sus finanzas o a su negocio. Antes de tomar cualquier decisión o tomar cualquier acción que pueda afectar a tus finanzas o a tu negocio, deberías consultar con un asesor profesional cualificado. Ninguna de Deloitte Touche Tohmatsu Limited, sus empresas miembros, ni sus filiales respectivas será responsable de ninguna pérdida sufrida por cualquier persona que dependa de esta publicación.

### Acerca de Deloitte

Deloitte se refiere a una o más de Deloitte Touche Tohmatsu Limited, una sociedad privada del Reino Unido limitada por garantía ("DTTL"), su red de firmas miembros y sus entidades relacionadas. DTTL y cada una de sus firmas miembros son entidades legalmente separadas e independientes. DTTL (también conocida como "Deloitte Global") no ofrece servicios a sus clientes. En Estados Unidos, Deloitte se refiere a una o más de las empresas estadounidenses miembros de DTTL, sus entidades relacionadas que operan bajo el nombre "Deloitte" en Estados Unidos y sus respectivas filiales. Ciertos servicios pueden no estar disponibles para atestiguar a los clientes según las normas y regulaciones de la contabilidad pública. Consulta [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about) para saber más sobre nuestra red global de firmas miembros.