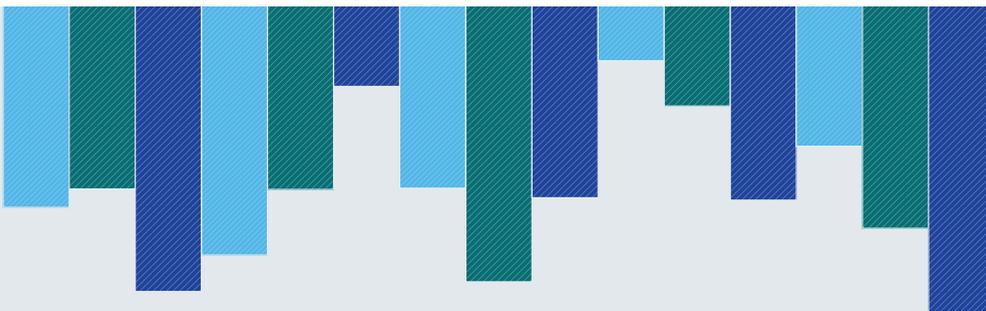


# Aprovechar la inteligencia artificial y la automatización para rentabilizar la inversión en innovación

Sector de diseño y fabricación



Patrocinado por



## El imperativo empresarial de la automatización

¿Qué se interpone en el camino de la innovación? A menudo son las formas antiguas de hacer las cosas, el repetir patrones antiguos porque eso es lo que funcionaba antes. Es predecible y cuantificable, pero no le aparta del *statu quo*. Innovar puede parecer caminar sobre la cuerda floja sin red de seguridad, pero, con la ayuda de la automatización, es como tener un increíble orientador sentado justo al lado, guiándolo a través de nuevas posibilidades. Tanto si se dedica a la arquitectura, infraestructura, construcción o fabricación, la automatización transforma su forma de trabajar porque ayuda a sus equipos a explorar y descubrir nuevas formas de hacer las cosas.

Cuando me preguntan si la automatización y la inteligencia artificial van a quitar puestos de trabajo, siempre les pregunto: “¿Hemos resuelto todos los problemas del mundo?” Hay una enorme cantidad de desafíos. Los sectores de arquitectura, ingeniería, construcción y fabricación tienen márgenes bajos, se enfrentan a una mano de obra envejecida y se esfuerzan por adaptarse a nuevos modelos, como la construcción industrializada y el *reshoring* de la fabricación.

La automatización es su amiga porque le permite dedicar más tiempo a resolver problemas en lugar de centrarse en tareas tediosas e interpretar volúmenes de datos. El cerebro humano no es capaz de absorber el creciente volumen de datos que todo, incluso una viga de hormigón llena de sensores, recopila. Las personas necesitamos ayuda computacional para ver patrones y obtener información.

Todo eso es posible con la automatización proporcionada a través de gemelos digitales, diseño generativo y procesos de construcción innovadores como el diseño para la fabricación y el montaje (DFMA). Un gemelo digital, que es una réplica dinámica y actualizada de un activo físico como un automóvil, un edificio o un puente, puede absorber e intercambiar datos a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo. Con la adición de datos operativos en tiempo real, los gemelos digitales adquieren la conciencia conductual necesaria para simular, predecir y tomar decisiones basadas en condiciones del mundo real.

Con el diseño generativo, expresa qué resultado está buscando y permite que el cálculo imparcial y sin procesar cree, pruebe y evalúe las opciones por sí solo. Incluso si no utiliza exactamente lo que se devuelve, este enfoque le muestra cosas en las que no estaba pensando, desencadena innovaciones e ideas y le ayuda a tomar decisiones informadas ante problemas de diseño complejos.

Mientras tanto, el DFMA, un conjunto de principios de diseño que ayuda a conectar el proceso del diseño a la fabricación, es un punto de inflexión para el entorno construido. A través de la automatización, usted y sus equipos pueden ser más productivos y adaptables al cambio, y puede ayudarles a cumplir los objetivos de sostenibilidad, incluido el compromiso de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2021 de hacer que todos los edificios sean energéticamente neutros para 2030.

Toda esta innovación de muestra la promesa de la automatización. Y no es un lujo: si queremos resolver los complejos problemas del mundo, es absolutamente esencial.

Mike Haley

Vicepresidente

Investigación de Autodesk

# Aprovechar la inteligencia artificial y la automatización para rentabilizar la inversión en innovación

## Sector de diseño y fabricación

Las capacidades de innovación son esenciales en el mercado actual. Forrester Research considera que una estrategia de innovación sostenible e impulsada por la tecnología es “fundamental” para evitar la disrupción y capear el cambio continuo, y concluye que las organizaciones que adoptan este tipo de estrategia de innovación crecen 2,6 veces más rápido que las que no lo hacen.<sup>1</sup>

La Inteligencia Artificial (IA) y la automatización se ven a menudo como facilitadores clave de la innovación, permitiendo a las organizaciones trabajar mejor, más rápido y de forma más sostenible y eficiente, a la vez que se reducen los costes. Una encuesta realizada en 2021 por McKinsey & Co.<sup>2</sup> entre 1843 organizaciones mundiales de distintos sectores mostró que el 87 % informó de una disminución de costes como resultado del uso de la IA en la fabricación y el 69 % experimentó una disminución de costes en el desarrollo de productos y/o servicios en 2020. Un 63 % y un 70 %, respectivamente, vieron un aumento de los ingresos en la fabricación y en el desarrollo de productos y/o servicios como resultado de la adopción de la IA en 2020.

“El entorno empresarial, ya sea la cadena de suministro, la energía, el clima o las expectativas de los clientes, cambia continuamente. Creo que solo por eso, la innovación es necesaria para garantizar el crecimiento del negocio”, afirma John Suh, vicepresidente de Hyundai Motor Group y director de New Horizons Studio, un equipo de desarrollo de un vehículo de máxima movilidad (UMV) con sede en Fremont, California. “Debido al cambio, hay que hacer las cosas de nuevas maneras”.

Los sectores de diseño y fabricación (D&M) y de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) están recurriendo a la IA y a la automatización para impulsar la innovación, agilizando los procesos, descubriendo nuevos patrones y conocimientos, y automatizando la toma de decisiones basada en datos. La IA y enfoques como los gemelos digitales, el diseño generativo y el diseño para la fabricación y el ensamblaje (DFMA) ofrecen el potencial de dar rienda suelta a la creatividad de los trabajadores y de llevar la actividad innovadora más allá de casos de uso de nicho para que repercuta en la organización más amplia y en su dirección estratégica.

### CARACTERÍSTICAS DESTACADAS

Las organizaciones de los ecosistemas de fabricación y construcción a veces **tienen dificultades para identificar y rentabilizar las ideas innovadoras.**

Las organizaciones que invierten en la innovación necesaria para **abordar viejos problemas de forma novedosa experimentan un mayor crecimiento.**

La Inteligencia Artificial y enfoques como los gemelos digitales, el diseño generativo y el diseño para la fabricación y el ensamblaje **ofrecen el potencial de dar rienda suelta a la creatividad de los trabajadores.**

Más allá de las presiones de la competencia y de los clientes, factores como la sostenibilidad y la necesidad de atraer a trabajadores jóvenes con conocimientos digitales están aumentando la necesidad de ser más innovadores para impulsar el crecimiento futuro. Pero las organizaciones de los ecosistemas de fabricación y construcción a veces tienen dificultades para identificar y rentabilizar las ideas innovadoras. Entre los obstáculos comunes para fomentar y hacer operativa la innovación se encuentran la resistencia cultural, las prácticas empresariales arraigadas y la incertidumbre sobre cómo instaurar procesos que permitan la innovación.

Las organizaciones que buscan monetizar la innovación en las industrias de D&M y AEC deben aprender qué cambios necesitan hacer para nutrir y adoptar la innovación para poder navegar con éxito en el mercado del futuro. Esta transición requiere comprender por qué es tan importante la innovación y cómo las empresas innovadoras están ganando ventaja al adoptar la IA y las tecnologías relacionadas. También significa aumentar la colaboración, identificar los factores que pueden estar frenando la innovación y aprovechar los métodos prácticos y recomendables que han ayudado a los primeros adoptantes en D&M y AEC a realizar la transición hacia prácticas y culturas empresariales que fomentan la innovación. Entre las medidas exitosas se incluye el establecimiento de equipos diversos e interfuncionales y la formalización de la estructura en torno a la innovación.

“La innovación no solo está impulsando el crecimiento de AEC y D&M; de alguna manera está perturbando la industria desde la base”, dice Angelo Yu, fundador y CEO de PIX Moving, un desarrollador y fabricante multidisciplinario de vehículos inteligentes modulares con sede en Guiyang, China. “Al igual que Henry Ford alimentó la adopción masiva de los automóviles y que Apple inició el *big bang* de la era digital, la innovación en diseño, ingeniería y fabricación acabará cambiando la forma en que trabajamos, vivimos y jugamos”.

## La presión por innovar

Según Gartner, la innovación requiere tres elementos clave: novedad, ejecución y un resultado útil.<sup>3</sup> En las industrias de AEC y D&M, los resultados útiles de la innovación incluyen poder reducir drásticamente el tiempo, el coste y el riesgo, al tiempo que se aumenta la sostenibilidad de los procesos de construcción y fabricación.

Tomemos como ejemplo a Bryden Wood, una empresa londinense de arquitectura, ingeniería y diseño centrada en la innovación en la industria de la construcción. La empresa está automatizando varios procesos de AEC e implantando el diseño para la fabricación y el montaje, lo que le ha permitido reducir los costes de capital entre un 20 % y un 30 %, recortar los plazos en un 20 % en muchos proyectos, así como configurar en dos días diseños que a un equipo de diseño tradicional le llevarían 15 meses. Del mismo modo, PIX Moving ha utilizado algoritmos de diseño impulsados por IA para reducir a una décima parte de lo que se necesitaba antes los componentes de una plataforma de monopatín de conducción autónoma impresa en 3D y aplicar la fabricación digital para recortar el tiempo de ejecución en un 75 %. Estos son solo dos ejemplos de organizaciones que avanzaron más agresivamente que sus competidores para adoptar procesos, tecnologías y mentalidades que permiten la innovación y que están disfrutando de importantes beneficios como resultado.

La capacidad de reducir significativamente los recursos necesarios para diseñar, concebir y construir algo, ya sea un *scooter* o un rascacielos, ofrece una clara ventaja competitiva sobre los métodos tradicionales. Como confirman las conclusiones de Forrester, las organizaciones que invierten en la innovación necesaria para abordar viejos problemas de forma novedosa experimentan un mayor crecimiento. Pero los indicios sugieren que estas capacidades innovadoras también se convertirán en un medio de supervivencia en las industrias de D&M y AEC. Según “Winning the Race for Survival”, un informe técnico del Foro Económico Mundial de mayo de 2020, “puede que estemos en el precipicio del ‘darwinismo operativo’, en el que la mera reducción de costes puede no ser suficiente para competir contra los líderes que hacen de la fabricación una parte rápida y clave de su ventaja de innovación digital”. La presión para innovar procede de los clientes, competidores y del propio personal de las organizaciones.

Aunque la demanda de la competencia y de los clientes no es nada nuevo, la presión para innovar por parte de la mano de obra se está sintiendo en muchos sectores industriales, que luchan por atraer nuevos talentos. “En todo el mundo existe ahora mismo la necesidad de más y mejor talento”, afirma Martin Fischer, profesor de ingeniería civil y medioambiental de la Universidad de Stanford. Fischer ha observado una “expectativa de la generación más joven de no hacer trabajos estúpidos que podrían estar automatizados. No lo toleran. Simplemente se van”.

“The 2021 Future Manufacturing Workforce Study”, una encuesta realizada por la empresa de gestión de personal UKG a 882 empleados de la generación Z del sector industrial, descubrió que el 94 % consideraba que trabajar en proyectos satisfactorios era importante, muy importante o extremadamente importante para su satisfacción laboral. Tres cuartas partes estaban en general de acuerdo, con distintos grados de intensidad, en que el sector industrial tiene unas condiciones de trabajo desfavorables.

Los intentos de atraer nuevos talentos a las organizaciones industriales conducen a una especie de choque cultural cuando los trabajadores establecidos impregnados de experiencia en la fabricación se encuentran con jóvenes talentos expertos en tecnología digital sin esa experiencia. “Y eso provoca bastante desconexión y disfunción cultural en algunos casos en los que los recién llegados no son fácilmente acogidos”, afirma Jo Geraghty, cofundadora de Culture Consultancy, una organización de consultoría de cambio cultural con sede en Londres. Las organizaciones necesitan formas para que los nuevos contratados aprendan de la experiencia y los conocimientos de los trabajadores veteranos, a la vez que usan sus habilidades de datos para actualizar y transformar los procesos.

Los objetivos de sostenibilidad también están aumentando la presión para innovar en el abastecimiento, los materiales y los procesos, y las partes interesadas, incluidos los inversores, los clientes y los empleados, se centran cada vez más en objetivos que van más allá de la simple obtención de ingresos. “Cada vez se reconoce más, sobre todo en torno a la sostenibilidad, que ahora no es aceptable carecer de alguna estrategia sobre cómo se van a reducir los materiales o aumentar la eficiencia de estos y otros aspectos”, afirma Jaimie Johnston, director y responsable de sistemas globales de Bryden Wood.

Los mandatos e incentivos de los gobiernos, como los incentivos fiscales ofrecidos para innovar en Singapur, también están intensificando la presión. Los gobiernos, de



Reino Unido a Brasil y a México, están obligando o impulsando fuertemente el uso de Building Information Modelling (BIM), un proceso holístico de creación y gestión de la información de un activo construido, que suele comenzar con los proyectos financiados por el gobierno. Los requisitos de sostenibilidad se están abriendo camino en los códigos de construcción, como los nuevos requisitos de California para el empleo de paneles solares, baterías y bombas de calor eléctricas en algunas casas nuevas y edificios comerciales.<sup>4</sup> Las propuestas europeas de Green Deal incluyen nuevas normas para que casi todos los bienes físicos sean más respetuosos con el medioambiente y para implantar reglamentos más estrictos en torno a la construcción sostenible. Los resultados de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2021 en Glasgow incluyeron un enfoque para lograr cero emisiones globales de dióxido de carbono para el año 2050, lo que afecta tanto a las organizaciones de AEC como a las de D&M. En el caso de la cadena de valor del cemento y la construcción, por ejemplo, este objetivo requerirá triplicar el ritmo actual de descarbonización. Los participantes en un panel de la industria de la construcción convocado por McKinsey & Co. en el evento determinaron que la creación de una cultura de la innovación es una estrategia clave para lograr ese objetivo.<sup>5</sup>

Hacer frente a este complejo entramado de presiones exigirá profundos cambios en la forma habitual de hacer negocios tanto en AEC como en D&M. Para evitar la interrupción, afrontar el cambio continuo y conseguir un crecimiento más rápido en estas industrias, las organizaciones tendrán que replantearse los procesos y la cultura, tanto internamente como en sus ecosistemas, identificando y comprometiéndose con nuevas maneras de trabajar.

### Claves de la innovación

La tecnología está demostrando ser un elemento clave de la innovación, aplicando algoritmos y modelos cada vez más sofisticados a los datos y automatizando la iteración de las opciones de diseño. Las fuentes de datos esenciales están proliferando en la fabricación y la construcción, gracias a sensores y cámaras cada vez más asequibles y a la capacidad de recoger y acumular datos a través de redes inalámbricas y celulares y de la nube. Más allá de la simple digitalización de los procesos analógicos existentes utilizando estos datos, las organizaciones los están digitalizando cada vez más, reorganizando los procesos empresariales al compartir y colaborar en la información digital de nuevas maneras, con la información en el centro de este nuevo modelo operativo. Las organizaciones de AEC y D&M están aprovechando la automatización, IA, gemelos digitales, diseño generativo y DFMA para fomentar la innovación y crear valor empresarial mediante la racionalización de los procesos, el descubrimiento de nuevos patrones y conocimientos, y la automatización de la toma de decisiones basada en datos.

La IA promete tener un profundo efecto en toda la economía mundial. McKinsey diseñó un modelo que simula el impacto acumulativo potencial del uso de la IA en la economía mundial para 2030, incluyendo un análisis de cómo podría afectar a las empresas. En su informe, “Notas desde la frontera de la IA: Modelización del impacto de la IA en la economía mundial”, publicado en septiembre de 2018, los analistas de McKinsey descubrieron que los pioneros en la adopción de la IA podrían duplicar su flujo de caja (beneficio económico captado menos la inversión asociada y los costes de transición) para 2030,



Quienes no la adopten [la inteligencia artificial] “podrían experimentar un descenso de alrededor del 20 % en su flujo de caja con respecto a los niveles actuales”, según el informe de McKinsey & Co. de 2018.

con un cambio acumulado del 122 %. **FIGURA 1** Quienes no la adopten “podrían experimentar un descenso de alrededor del 20 % en su flujo de caja con respecto a los niveles actuales, asumiendo el mismo modelo de costes e ingresos que hoy”, según el informe.

La capacidad de aprovechar las técnicas de IA para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, a menudo a una escala y velocidad que superan la capacidad humana, está permitiendo a las organizaciones crear nuevas formas de trabajar en los procesos de diseño, ingeniería y producción. PIX Moving, por ejemplo, está aprovechando la IA y la automatización para desarrollar sistemas que puedan producir rápidamente un producto personalizado listo para la fabricación. Yu de PIX Moving afirma que el uso de técnicas de diseño impulsadas por la IA y de fabricación digital da lugar a un menor número de componentes, a un plazo de ejecución más corto, a una menor dependencia de la cadena de suministro, a una respuesta más rápida a las necesidades de personalización y a un enfoque de mentalidad abierta, todo lo cual reduce los costes de forma significativa para la organización.

Según Yu, estos sistemas de fabricación definidos por software liberan a PIX Moving de los factores que limitan la innovación de los fabricantes de automóviles tradicionales. Entre estos factores figuran fábricas extragrandes, fuertes inversiones, altas barreras de entrada, plazos de ejecución más largos y procesos que consumen mucho tiempo, como la configuración de las herramientas y la línea de producción, que ralentizan la iteración e imponen riesgos. Cuando la misma tarea, diseño y producción de automóviles, se habilita con herramientas como la IA, el proceso “se distribuye, participa el usuario y se descentraliza, y no se necesitan más moldes, lo que reduce los utillajes de fabricación y [nos permite] responder con flexibilidad a los cambios del mercado”, afirma.

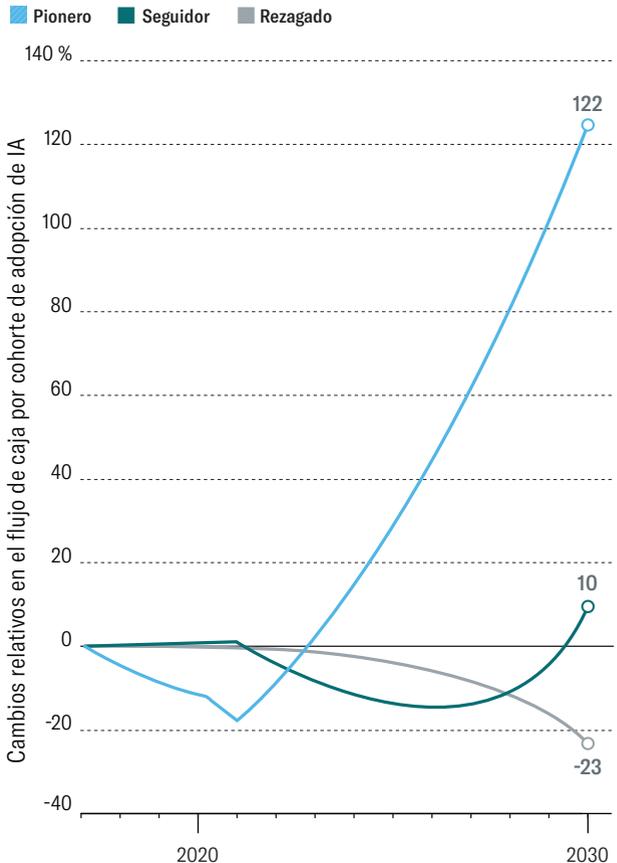
Algunas de las aplicaciones más utilizadas de la IA en la construcción son el seguimiento del progreso y la seguridad. Mediante el análisis de los datos de las imágenes captadas por las cámaras montadas en las grúas, y cada vez más, por los drones, las empresas de construcción están reduciendo notablemente las muchas horas y personas que se necesitan para preparar informes sobre el estado actual de los trabajos, una métrica clave, a solo unos minutos.

“Con las tecnologías digitales integradas, nuestros gestores de proyectos pueden evaluar objetivamente el estado del

FIGURA 1

### Las ventajas se acumulan para los primeros en adoptarla

Para 2030, los pioneros en la adopción de la inteligencia artificial podrían duplicar su flujo de caja



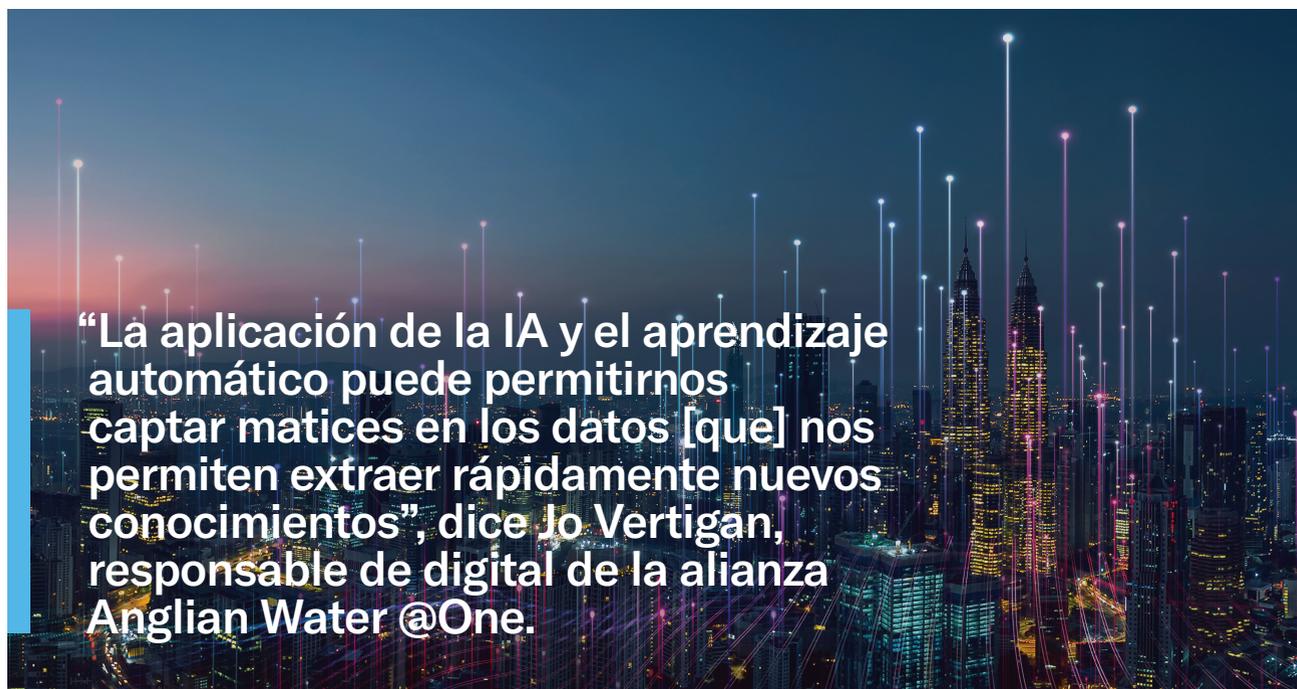
Fuente: McKinsey & Co., septiembre de 2018

proyecto, la productividad y cualquier riesgo, y [pueden] tomar decisiones basadas en datos con mayor rapidez para mejorar la seguridad, el rendimiento y los resultados”, afirma Francesco Tizzani, director del grupo de construcción digital de Leighton Asia, un contratista internacional de la construcción con sede en Hong Kong y parte del Grupo CIMIC. “Las tecnologías también reducen los informes manuales, lo que permite a nuestro personal centrarse en el análisis de datos inteligentes para mejorar la entrega de los proyectos”.

La digitalización se utiliza para innovar en todas las áreas en Leighton Asia, incluida la seguridad, dice Tizzani. Por ejemplo, se ha probado en una obra de Leighton Asia una solución de seguridad de Nexlore, la empresa de innovación de software interna de su grupo más amplio. Un sistema de cámaras de detección de proximidad impulsado por IA supervisa las zonas de exclusión (áreas prohibidas alrededor de las actividades de alto riesgo) y da la alarma si, por ejemplo, un operario o

**Los analistas de McKinsey descubrieron que los pioneros en la adopción de la inteligencia artificial (IA) podrían duplicar su flujo de caja (beneficio económico captado menos la inversión asociada y los costes de transición) para 2030, con un cambio acumulado del 122 %.**

**“Notas desde la frontera de la IA: Modelización del impacto de la IA en la economía mundial”, McKinsey & Co., septiembre de 2018**



trabajador entra en una zona de exclusión establecida para protegerlo de los equipos en movimiento.

Pero muchos consideran que estas aplicaciones son solo el principio. La IA es idónea para una amplia gama de casos de uso innovador en los procesos de diseño y producción de AEC y D&M, desde el filtrado de *big data* hasta la identificación de oportunidades de sostenibilidad, pasando por la captación de conocimientos de una mano de obra envejecida o la realización de simulaciones. “Puede ser la codificación del conocimiento y el intelecto humanos”, afirma Jo Vertigan, responsable de digital de la alianza Anglian Water @One, una asociación de siete empresas que colaboran en una parte importante del programa de inversiones de capital de la empresa de aguas británica. “La aplicación de la IA y el aprendizaje automático puede permitirnos captar matices en los datos [que] nos permiten extraer rápidamente nuevos conocimientos”.

Clasificar rápidamente un problema multidimensional, como la optimización de los parámetros para la versión más sostenible de un diseño, facilita que la gente centre su atención en los lugares adecuados.

“Hay tantas cosas en las que podríamos innovar”, dice Fischer, de Stanford. “Ahí es donde veo que la IA puede darnos las ideas para que podamos priorizar lo que realmente importa y [qué] tiene el mayor impacto”.

Como ilustran estos ejemplos, las organizaciones de AEC y D&M están adoptando la IA para descubrir nuevos conocimientos y optimizar las elecciones en una amplia gama de variables dispares, innovaciones que de otro modo serían muy difíciles de conseguir. Estos beneficios prometen incrementarse a medida que las organizaciones comiencen a recopilar más y mejores datos. De hecho, según la encuesta de

Deloitte de 2020 “AI Enablement in Smart Manufacturing”, el 54 % de los encuestados está de acuerdo, y el 39 % muy de acuerdo, en que la IA será clave para el crecimiento y la innovación en la fabricación. Los encuestados eran altos directivos de 110 empresas industriales chinas.

### Los gemelos digitales dan vida a nuevas ideas

Los gemelos digitales también están aumentando su papel como herramienta de innovación en AEC y D&M. Las organizaciones están aprovechando la capacidad de los gemelos digitales para crear una versión virtualizada de un producto o estructura que permita a los diseñadores e ingenieros experimentar con los diseños, los materiales y otras variables como parte del proceso de diseño inicial. La naturaleza dinámica de los gemelos digitales y su capacidad para representar los datos y el rendimiento del mundo real sobre un modelo virtual crean un bucle de retroalimentación entre el entorno físico y el virtual. Este bucle ayuda a los usuarios y a las organizaciones a tomar mejores decisiones, a mejorar sus prácticas empresariales y a acceder a beneficios como la reducción del tiempo de inactividad y el aumento del retorno de la inversión durante la construcción y la fabricación. Los gemelos digitales también benefician el uso continuo de productos y edificios.

Se prevé que el mercado mundial de gemelos digitales crezca a una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) del 58 % entre 2020 y 2026, pasando de 3100 millones de dólares a 48 200 millones de dólares, respectivamente, según un informe de Markets and Markets.<sup>6</sup> Se espera que la región

## INFORMACIÓN SOBRE EL SECTOR

### Abordar los desafíos de innovación en diseño y fabricación

El sector del diseño y la fabricación (D&M) tiene una larga tradición de innovación. Pero las prácticas convencionales, como asignar la generación de nuevas ideas a un puñado de equipos, construir y probar prototipos físicos y realizar largos estudios de mercado, ya no son lo suficientemente rápidas ni dinámicas. Trabajar al ritmo del mercado actual requiere un nuevo enfoque de la innovación que incluya una mayor velocidad, una colaboración más amplia y un marcado cambio cultural.

El cambio a una cultura más innovadora puede ser difícil, especialmente para las organizaciones de fabricación con mucha experiencia. Uno de los desafíos es la falta de innovación en ingeniería como disciplina académica establecida, dice Andrew Kusiak, profesor de ingeniería industrial y de sistemas en la Universidad de Iowa. “Como los conocimientos sobre innovación son relativamente débiles, es difícil que las empresas los practiquen”, dice.

Los recientes intentos de incorporar talento en nuevas disciplinas, como la ciencia de los datos, han provocado choques culturales y desconfianza, dice Jo Geraghty, cofundadora de Culture Consultancy, una organización de consultoría de cambio cultural con sede en Londres. El sector de D&M también está limitado en su acceso a los datos procesables y en su voluntad de compartir los datos que tiene. Los expertos entrevistados para este informe recomiendan los siguientes pasos para que las organizaciones de D&M innoven a través de los desafíos:

**Implantar equipos interdisciplinarios.** Fomentar una cultura en la que cada trabajador se sienta alentado y capacitado para innovar requiere un cambio deliberado. Geraghty afirma que los centros de innovación pueden ser una estrategia eficaz a corto plazo, pero a largo plazo las organizaciones de D&M necesitarán un trabajo en equipo diverso e interdisciplinario. Su consultoría sometió a los trabajadores de un gran fabricante de alimentos a un ejercicio en el que se asignaba una tarea de innovación a equipos formados por diferentes generaciones, disciplinas, géneros y orígenes. El éxito del ejercicio llevó al fabricante a adoptar la práctica en proyectos más grandes.

“Se les ocurrió innovar, lo que funcionó”, dice. “Pero la mayor victoria de ello fue más bien esta parte de comprensión de: ‘Oh, veo la utilidad que tu diferencia aporta a la mesa’”.

**Involucrar a universidades y *start-ups*.** Ese enfoque de colaboración puede extenderse fuera de la

organización para incluir asociaciones académicas y empresariales, incluyendo el trabajo con *start-ups* que carecen del bagaje de culturas arraigadas. La asociación puede ser especialmente eficaz para evitar guerras por el talento en las organizaciones de fabricación, dice John Suh, vicepresidente de Hyundai Motor Group y director fundador de New Horizons Studio, un equipo que desarrolla vehículos de máxima movilidad (UMV) con sede en Fremont, California. Su grupo colabora con terceros para acceder al pensamiento más innovador en lo que respecta al diseño de UMV. La colaboración requiere resolver cuestiones críticas, como la propiedad intelectual (PI) y la titularidad de las patentes, pero puede beneficiar a todas las partes de la asociación.

“Estamos ampliando los límites en ese ámbito tecnológico concreto para que las organizaciones se beneficien y puedan trasladarlo a otras oportunidades económicas”, dice Suh. “Lo financiamos, pero está beneficiando a otros aparte de nosotros. Y tenemos que estar de acuerdo con eso”.

**Resolver los problemas de datos.** Al igual que con las cuestiones de propiedad intelectual, la colaboración en la innovación puede servir para superar los problemas de datos. Es posible que la maquinaria y los equipos más antiguos aún no estén equipados para captar datos útiles. E incluso cuando los datos se recogen, las organizaciones no siempre han estado dispuestas a compartirlos, dice Kusiak, de la Universidad de Iowa. Este problema puede abordarse modificando las políticas internas para ponerse al día con la necesidad de compartir los datos con el fin de impulsar la innovación colaborativa.

**Hacer sitio para la experimentación.** El liderazgo también debe dar cabida a los trabajadores para que innoven: dedicando tiempo, recursos y aceptando que los fallos son inevitables. Los trabajadores de todos los niveles deben sentirse tan seguros compartiendo información sobre los proyectos que no salieron como se esperaba como cuando comparten los que tuvieron éxito. El apoyo debe extenderse no solo a través del proceso de innovación, con todos sus contratiempos, perfeccionamientos y primeras implantaciones, sino también a la hora de garantizar la adopción. Las nuevas ideas a menudo necesitan un periodo de uso sostenido antes de ganar aceptación y llegar a ser plenamente rentables.

La tecnología puede ayudar en el proceso de innovación automatizando las tareas manuales y descubriendo ideas que estimulen otras nuevas.

CONTINÚA EN LA PÁGINA 8

## INFORMACIÓN SOBRE EL SECTOR

CONTINÚA DESDE LA PÁGINA 7

Geraghty de Culture Consultancy también aboga por el uso de herramientas de ideación y colaboración para capturar y compartir experiencias. “Muchas de las mejores ideas para la innovación van a provenir de su personal de primera línea porque son las personas [que] ven lo que está pasando, sobre el terreno”, dice.

**Medir el progreso.** Las métricas ayudan a mantener el rumbo de las iniciativas de innovación y a identificar las más prometedoras. PIX Moving, un desarrollador de tecnología multidisciplinar con sede en Guiyang (China) especializado en robótica y automatización, evalúa sus propias innovaciones en términos de coste, flexibilidad, eficiencia, nivel de “revolución” que representan y experiencia del usuario, así como el impacto en su propia mano de obra. La cultura del fabricante hace hincapié en lograr el equilibrio entre la eficiencia de los trabajadores y la equidad. En este entorno, “los trabajadores están más dispuestos a utilizar equipos automatizados, como los robots, para mejorar la eficiencia en su trabajo diario, y están más dispuestos a recopilar datos de producción para optimizar los productos y los procesos de producción”, afirma Angelo Yu, fundador y CEO. “Se necesita una cultura orientada al futuro.”



La naturaleza dinámica de los gemelos digitales y su capacidad para representar los datos y el rendimiento del mundo real sobre un modelo virtual crean un bucle de retroalimentación entre el entorno físico y el virtual. Este bucle ayuda a los usuarios y a las organizaciones a tomar mejores decisiones, a mejorar sus prácticas empresariales y a acceder a beneficios como la reducción del tiempo de inactividad y el aumento del retorno de la inversión durante la construcción y la fabricación.

de Asia-Pacífico experimente la CAGR más rápida, y se prevé que el sector de fabricación sea el que más pronto lo adopte.

Según una encuesta mundial realizada por la Royal Institution of Chartered Surveyors de Londres entre septiembre y noviembre de 2021, el 26 % de los encuestados utiliza actualmente gemelos digitales y el 18 % ha empezado a dar los primeros pasos para implantarlos. Los principales casos de uso son la facilitación del intercambio de datos para ofrecer eficiencia en el rendimiento a todas las partes interesadas y la recopilación de datos de la obra en tiempo real para la toma de decisiones y la colaboración (cada uno de ellos en un 54 %).

“Los gemelos digitales ayudarán a reducir el coste de desarrollo de algunas partes de los [procesos] de diseño y demostración, lo que puede contribuir a mejorar la rentabilidad”, afirma Yuya Kajikawa, profesor de la Escuela de Medio Ambiente y Sociedad del Instituto de Tecnología de Tokio y del Instituto de Iniciativas Futuras de la Universidad de Tokio.

El estudio New Horizons de Hyundai está poniendo gemelos digitales de sus UMV en mundos simulados digitalmente. El objetivo a largo plazo es evaluar el rendimiento del vehículo en ese entorno. Debido a la complejidad de emular una tracción realista del vehículo en superficies simuladas, el objetivo a más corto plazo de New Horizon es mostrar cómo podría utilizarse un UMV en diversos escenarios en los que se simplifica la física del rendimiento del vehículo. Esa visión ofrece a los clientes potenciales una forma de entender lo que podría hacer un futuro producto y proporcionar sus comentarios,

que los ingenieros pueden utilizar para idear nuevos diseños, sin tener que construir nunca un prototipo físico.

“Si tiene un nuevo tipo de producto con nuevas capacidades, es difícil articular o incluso asimilar cuál es el beneficio de algo que nunca han tocado antes”, dice Suh de New Horizon. “Pero si están interactuando con él virtualmente, pueden hacerlo”. La simulación de los diseños y del uso de los materiales también está ayudando a las organizaciones de AEC en todo el proceso de construcción.

Tizzani, de Leighton Asia, está entusiasmado al ver que la empresa lidera el uso de gemelos digitales. “Estamos construyendo el activo y su gemelo digital para nuestros clientes. Un gemelo digital comienza con un modelo BIM dinámico de lo que hay que construir. Integramos los múltiples flujos de trabajo de un proyecto en el modelo e introducimos los datos a medida que el proyecto avanza”, explica. Gracias a que Leighton Asia no está congelando los datos en hojas de cálculo y dibujos 2D, el equipo puede utilizar el modelo y los informes visuales para colaborar en la gestión de los cambios. Luego, pueden utilizar la simulación y el aprendizaje automático para ayudar a la toma de decisiones, mejorar la eficiencia y reducir las repeticiones. “Una vez terminada la construcción, el gemelo digital tiene un valor incalculable para las operaciones y el mantenimiento a lo largo de la vida del activo”, añade Tizzani.

Aunque los avances actuales son alentadores, aún queda por delante el potencial de los gemelos digitales para transformar gran parte del proceso de diseño y producción de bienes y estructuras en AEC y D&M. Al aumentar el volumen y la variedad de sus actividades de recopilación de datos, las organizaciones pueden sentar las bases para cosechar conocimientos e impulsar la experimentación en el futuro.

**“Los gemelos digitales ayudarán a reducir el coste de desarrollo de algunas partes de los [procesos] de diseño y demostración, lo que puede contribuir a mejorar la rentabilidad”.**

**Yuya Kajikawa, profesor de la Escuela de Medio Ambiente y Sociedad del Instituto de Tecnología de Tokio y del Instituto de Iniciativas Futuras de la Universidad de Tokio**



**“Si tiene un nuevo tipo de producto con nuevas capacidades, es difícil articular o incluso asimilar cuál es el beneficio de algo que nunca han tocado antes. Pero si están interactuando con él virtualmente, pueden hacerlo” afirma John Suh, vicepresidente de Hyundai Motor Group y director de New Horizons Studio.**

## Innovación mediante enfoques de diseño de nueva generación

La necesidad de potenciar la capacidad de innovación de las organizaciones también está impulsando un mayor uso del diseño generativo y del diseño para la fabricación y el montaje. El diseño generativo es un proceso de exploración del diseño que tiene en cuenta los objetivos, parámetros y limitaciones del diseño para generar y probar rápidamente alternativas de diseño. El DFMA permite a los ingenieros incorporar la construcción en las primeras fases del diseño, cuando los cambios son menos costosos. También permite a los diseñadores/arquitectos, ingenieros, fabricantes, contratistas y subcontratistas trabajar mano a mano en el proceso de diseño y colaborar en objetivos, como la reducción del tiempo y los costes totales del proyecto. Los arquitectos, por ejemplo, pueden saber cómo se fabricará y ensamblará cada pieza para poder optimizar sus diseños en consecuencia. Y los fabricantes y constructores pueden compartir sus limitaciones por adelantado, para que los arquitectos o diseñadores puedan tenerlas en cuenta. La eficacia en el proceso de diseño proporciona enormes beneficios en cuanto a costes y eficiencia a medida que avanzan los proyectos.

Bryden Wood utiliza el diseño generativo de varias maneras para infundir innovación en sus procesos, entre ellas para ayudar a los constructores “en serie” que necesitan levantar variaciones del mismo activo en múltiples emplazamientos. En lugar de diseñar cada emplazamiento como si fuera uno solo utilizando enfoques convencionales, el diseño generativo puede producir rápidamente más de 100 000 variaciones propuestas, que pueden ser “seleccionadas posteriormente” según los impulsores de valor del cliente, para llegar al diseño ideal para cada sitio en particular. Ese éxito permitió a Bryden Wood llevar el concepto de diseño generativo al siguiente nivel, preguntándose qué *más* podía hacer la organización al

tener un diseño optimizado en la mano. La empresa utilizó el diseño automatizado para desarrollar un conjunto de piezas de montaje rápido y gran precisión para la superestructura de The Forge, un proyecto de oficinas comerciales de carbono neto cero en el sur de Londres.

“Entonces [preguntamos] al contratista mecánico y eléctrico: ‘Si supieran que la superestructura es superprecisa, que todos sus puntos de fijación están ya en la losa y que además son muy precisos, ¿qué harían con eso?’”, dice Johnston, de Bryden Wood. En un proyecto convencional, el contratista mecánico y eléctrico instalaría los componentes eléctricos manualmente en la obra como una serie de oficios individuales debido a la inevitable variación en, por ejemplo, la colocación de una columna. Pero como la superestructura se construyó según las especificaciones exactas del diseño, el contratista eléctrico pudo, en cambio, crear casetes de servicios múltiples que contenían componentes mecánicos y eléctricos en una fábrica, y luego colocarlos en su posición e izarlos rápidamente en su lugar. Básicamente, el contratista podía diseñar para la fabricación y el montaje. “El tiempo de instalación se redujo de horas a minutos”, dice Johnston. El mismo concepto, aplicado a las piezas de la fachada, redujo el tiempo necesario para instalar cada panel de una hora a siete minutos y medio.

La posibilidad de tener en cuenta los procesos de fabricación y montaje automatizados en la fase de diseño aportará un valor especial a medida que los robots se encarguen de más procesos de producción, señala Suh de New Horizons. “Vincularemos nuestros modelos digitales de los componentes diseñados para el ensamblaje automatizado, entonces ese archivo irá directamente al robot que fabrica y une los componentes”, explica. “Luego, en la obra, el personal utilizará una automatización sencilla para dar soporte al montaje final de los subconjuntos de forma rápida y precisa”.

Al adoptar el diseño generativo y el DFMA, las organizaciones de AEC y D&M están aumentando su capacidad de generar,



## La eficacia en el proceso de diseño proporciona enormes beneficios en cuanto a costes y eficiencia a medida que avanzan los proyectos.

probar y colaborar en ideas en las primeras fases del proceso de diseño, lo que les permite desarrollar enfoques innovadores en su forma de trabajar, al tiempo que minimizan los costes y aumentan la eficiencia. A medida que el uso del diseño generativo y el DFMA sigue expandiéndose, prometen aportar una colaboración y cohesión mucho mayores a los procesos de principio a fin tanto en AEC como en D&M.

### Estimular nuevos enfoques de sostenibilidad

Quizá no haya mayor necesidad de innovación que la de aumentar la sostenibilidad de los procesos de diseño, producción y construcción. A medida que la presión mencionada de los gobiernos y los clientes para crear productos, procesos y estructuras más sostenibles sigue aumentando, las organizaciones de AEC y D&M aprovecharán cada vez más las herramientas y técnicas de IA y modelado para conseguir nuevos diseños que equilibren el propósito, el diseño y los materiales sostenibles y los factores económicos.

“Por lo general, existe un compromiso entre la sostenibilidad medioambiental y la eficiencia económica”, afirma Kajikawa, de la Universidad de Tokio. La IA y el modelado pueden ser afinados para ayudar a los humanos a tomar esas decisiones en un complejo equilibrio, dice.

Una encuesta de Capgemini Research Institute a 480 ejecutivos del sector industrial mundial, realizada en febrero y marzo de 2021, reveló que las organizaciones ya están viendo los beneficios de la sostenibilidad gracias a las tecnologías digitales escaladas, como la automatización, la IA/el aprendizaje automático y el análisis de datos.

**FIGURA 2** Por ejemplo, los encuestados informan de una reducción media del 15 % de los residuos en los últimos dos años y de otro 20 % esperado en los próximos cinco. Según el informe, “la innovación, impulsada por la tecnología y los datos, puede ayudar a los fabricantes a abordar simultáneamente las preocupaciones económicas y de sostenibilidad”.

“Cuando uno observa las estructuras de los edificios y trata de eliminar el carbono de estos, intenta reducir la energía en uso, pero también hay que tener en cuenta el carbono incorporado en el propio edificio, los materiales”, dice Jacqui Glass, vicedecana de investigación y profesora de gestión de la construcción en el University College London.

Un ejemplo de innovación en materia de sostenibilidad, señala, es el proyecto de Automatización de la Construcción de Hormigón de la Universidad de Bath del Reino Unido,

que pretende mejorar drásticamente la sostenibilidad y la productividad en la construcción mediante la definición de un enfoque holístico para la fabricación, montaje, reutilización y deconstrucción de edificios de hormigón. El aprendizaje automático, un subconjunto de la IA que permite a una máquina aprender automáticamente a partir de datos pasados sin necesidad de programarse específicamente para ello, se está utilizando para diseñar losas inteligentes que luego se crean utilizando marcos de hormigón, reduciendo el uso de materiales hasta en un 50 % al asegurar que el hormigón se coloca solo donde es necesario para proporcionar la estabilidad y la resistencia suficientes. A continuación, la impresión en 3D y la producción robotizada mejoran la eficacia del proceso de producción. “Es una buena demostración de cómo se combinan las tecnologías para impulsar la innovación en el modo en que los procesos de construcción pueden hacerse más sostenibles”, dice Glass.

A medida que la necesidad de una mayor sostenibilidad en los procesos y materiales de fabricación y construcción ha ido ganando en urgencia, las organizaciones de AEC y D&M están recurriendo a la innovación para superar las limitaciones

FIGURA 2

### Las inversiones digitales aportan beneficios en materia de sostenibilidad

Los fabricantes informan de los beneficios del uso a escala de las tecnologías digitales, incluyendo la automatización y la inteligencia artificial/el aprendizaje automático

¿Cuáles son los beneficios promedio de sostenibilidad de las tecnologías digitales escaladas?



Fuente: Instituto de Investigación Capgemini, 2021

de las prácticas tradicionales. Los enfoques que incorporan la IA, los gemelos digitales, el diseño generativo y el DFMA prometen permitir nuevas formas de trabajar que eliminen los residuos, aceleren los procesos, reduzcan los costes y creen formas de trabajo mucho más cohesionadas e integradas.

Descubrir nuevas formas de eliminar el tiempo, los materiales y otros costes del diseño y la producción de bienes y edificios requiere superar algunos obstáculos considerables. Las empresas de AEC y D&M deben afrontar los retos organizativos, culturales y tecnológicos propios de sus sectores para sentar con éxito las bases de unas prácticas más innovadoras.

## Abordar desafíos complejos con innovación

Por supuesto, las industrias de AEC y D&M siempre se han enfrentado a desafíos. Pero las presiones actuales de la competencia y de los clientes, los desafíos de sostenibilidad y mano de obra y el aumento de los mandatos se hacen sentir con más intensidad que antes. Muchos ven la innovación como la clave para desbloquear los nuevos materiales, procesos y energía creativa necesarios para afrontar este momento.

La mayor atención a la innovación está impulsando a las organizaciones de AEC y D&M a explorar formas de trabajo habilitadas por la tecnología. La IA y los enfoques como los gemelos digitales, el diseño generativo y el DFMA están automatizando los procesos rutinarios y ayudando a las personas a descubrir, probar e implantar mejores formas de alcanzar los objetivos de la organización. Los primeros en adoptar estas tecnologías, como Bryden Wood y PIX Moving, están viendo notables reducciones en los costes de capital y en los plazos de diseño y producción, y descubriendo materiales y métodos más sostenibles.



**“En los tiempos que corren, no hay otra opción que innovar para crecer”, dice Jo Geraghty, cofundadora de Culture Consultancy.**

Para aprovechar realmente los beneficios de los nuevos enfoques tecnológicos de la innovación, las organizaciones también están cambiando su forma de trabajar. En AEC, las estrategias exitosas incluyen el cambio de la estructura de los contratos, la mejora de la recopilación y el análisis de datos y la creación de una estructura más formal para infundir la innovación en el trabajo diario. En D&M, el fomento de equipos internos más diversos y multifuncionales, la colaboración con universidades y empresas de nueva creación y la creación de un espacio en la cultura para la innovación están ayudando a las organizaciones a alimentar y monetizar con éxito las nuevas ideas. Los expertos confían en que aquellos que sean capaces de superar los obstáculos para la adopción estén preparados para beneficiarse de la adopción de la innovación en sus ecosistemas.

“En los tiempos que corren, no hay otra opción que innovar para crecer”, señala Geraghty, de Culture Consultancy.

## Referencias

- 1 Forrester Research, "Grow And Differentiate Business Value Through Continuous Innovation", 10 de mayo de 2021. <https://www.forrester.com/report/grow-and-differentiate-business-value-through-continuous-innovation/RES165159?objectId=RES165159>.
- 2 McKinsey & Co., "The state of AI in 2021," diciembre de 2021. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Analytics/Our%20Insights/Global%20survey%20The%20state%20of%20AI%20in%202021/Global-survey-The-state-of-AI-in-2021.pdf>.
- 3 Gartner, "Gartner Says Marketing Innovation Makes Up More Than 20% of Marketing Budgets, Yet Many Marketers Lack a Clear Definition of Innovation", 11 de agosto de 2021. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/gartner-says-marketing-innovation-makes-up-more-than-20--of-mark#:~:text=Gartner%20defines%20innovation%20as%20%E2%80%9Cthe,execution%20and%20a%20useful%20outcome.>
- 4 Penn, Ivan, "California's Plan to Make New Buildings Greener Will Also Raise Costs", The New York Times, 30 de agosto de 2021. <https://www.nytimes.com/2021/08/30/business/energy-environment/californias-solar-housing-costs.html>.
- 5 Tony Hansen, Focko Imhorst, Anna Moore, et al., "Decarbonizing the built environment: Takeaways from COP26", McKinsey.com, 12 de enero de 2022. <https://www.mckinsey.com/industries/engineering-construction-and-building-materials/our-insights/decarbonizing-the-built-environment-takeaways-from-cop26>.
- 6 Markets and Markets, "Digital Twin Market by Enterprise, Application (Predictive Maintenance, Business Optimization), Industry (Aerospace, Automotive & Transportation, Healthcare, Infrastructure, Energy & Utilities) and Geography - Global Forecast to 2027", septiembre de 2020. [https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/digital-twin-market-225269522.html?gclid=EAlaIqobChMI9Mz6wv\\_A7wlVinZgCh0gBgMFEAYASAAEgJQI\\_D\\_BwE](https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/digital-twin-market-225269522.html?gclid=EAlaIqobChMI9Mz6wv_A7wlVinZgCh0gBgMFEAYASAAEgJQI_D_BwE).



**Harvard  
Business  
Review**

ANALYTIC SERVICES

## **SOBRE NOSOTROS**

Harvard Business Review Analytic Services, una unidad de investigación comercial independiente dentro del Harvard Business Review Group, realiza investigaciones y análisis comparativos sobre importantes desafíos de gestión y oportunidades comerciales emergentes. Cada informe se publica basándose en los resultados de la investigación cuantitativa y/o cualitativa original, con el objetivo de proporcionar inteligencia empresarial y conocimientos a grupos de pares. Las encuestas cuantitativas las realiza el Consejo Asesor del HBR, el panel de investigación global del HBR, mientras que las investigaciones cualitativas las llevan a cabo ejecutivos sénior y expertos en la materia, tanto de la comunidad de autores de *Harvard Business Review* como externos. Envíenos un correo electrónico a [hbranalyticservices@hbr.org](mailto:hbranalyticservices@hbr.org).

**[hbr.org/hbr-analytic-services](https://hbr.org/hbr-analytic-services)**