

Reporte:

# Digitalización en obra:

## Experiencias y percepciones de profesionales de obra



Mayo 2024

## Key Insights

- ◆ Este estudio analizó 9 entrevistas a profesionales de obra sobre percepciones y experiencias de digitalización en construcción.
- ◆ El nivel de digitalización en 11 áreas claves muestra resultados bajos en casi todos los aspectos, salvo excepciones en el uso de repositorios online de documentos y en visualización de dibujos o modelos de proyecto.
- ◆ Se identifican 21 barreras transversales para la digitalización agrupadas en 6 categorías: culturales, económicas, tecnológicas, de formación, de colaboración y de estrategia.
- ◆ Los resultados sugieren la necesidad de impulsar enfoques de digitalización más integrales y estratégicos, evolucionando desde el uso de herramientas de digitalización de documentos a la transformación de procesos de toma de decisiones basadas en datos digitales.

## ► Introducción

La transformación digital es uno de los pilares fundamentales de la productividad en la construcción. Se trata de un fenómeno técnico y cultural que involucra a toda la cadena de valor de la industria. Distintos estudios reportan que el progreso de la digitalización en las etapas de construcción en Chile ha sido más lento que otras fases del ciclo de vida de los proyectos, lo cual es preocupante pues la fase de obra es una de las etapas más centrales de toda la industria.

Frente a ello, este documento indaga experiencias y percepciones de profesionales de obra sobre los procesos de digitalización en sus actividades, para así identificar los desafíos y barreras detrás de la lenta adopción.

## ► Metodología

Se realizaron 9 entrevistas semiestructuradas a profesionales de obra de empresas constructoras que forman parte de la base de datos de Cámara Chilena de la Construcción (CChC) y de la CDT. La muestra se compuso de 7 administradores/directores de obra, 1 supervisor de calidad y 1 supervisor de seguridad. De los entrevistados, 2 fueron de la Región Metropolitana, 3 de Valparaíso, 3 de Bio-Bío y 1 de Los Lagos. Las entrevistas fueron realizadas entre octubre y diciembre de 2023.

El eje de la conversación se centró en la recolección de experiencias y percepciones sobre 11 áreas claves de digitalización en obra, definidas por Wernicke et al. (2021). El cuestionario incluyó 24 preguntas sobre actividades en todas las áreas, más 6 preguntas generales de profundización.

El análisis se realizó en dos fases. En la primera, se estimó el nivel de digitalización referencial para cada área clave. En la segunda, las entrevistas fueron sometidas a un análisis de contenido para identificar temáticas comunes sobre barreras y desafíos de digitalización en obra.

## ► Resultados

**Nivel referencial de digitalización.** Se estimó sobre la base de 11 áreas claves (cuadro 1), usando una escala simplificada de tres niveles. En el nivel 0, los entrevistados no reportan ningún uso de tecnologías de digitalización. En el nivel 1, se reporta uso de tecnologías de manera inicial para reemplazar o replicar digitalmente procesos tradicionales. Por ejemplo, se usan herramientas de software para documentar y almacenar información existente en papel. En el nivel 2, se reporta uso de tecnologías con el objetivo de transformar y optimizar los procesos tradicionales de trabajo. Por ejemplo, se usan herramientas digitales para recolectar y evaluar información detallada sobre algún aspecto de obra y, sobre ello, tomar decisiones de gestión.

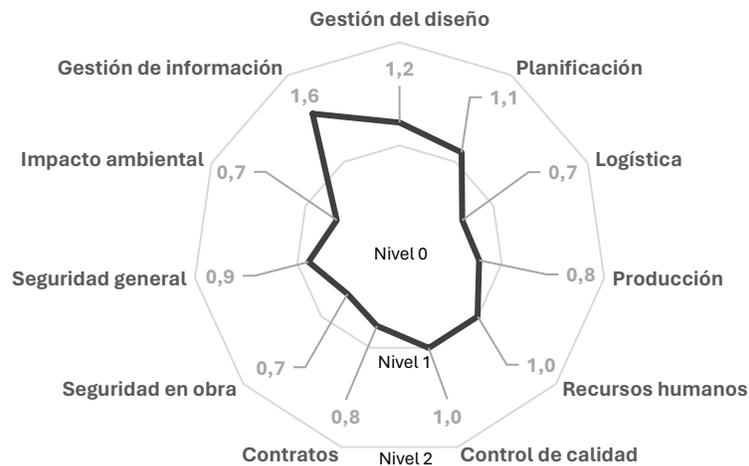
**Cuadro 1:** Áreas claves de digitalización en obra. Adaptado de Wernicke et al. 2021

Área clave	Uso de tecnologías digitales en:
<b>Gestión del diseño</b>	Revisión, administración y actualización de la información de proyecto en obra.
<b>Planificación</b>	Planificación, seguimiento y actualización de la programación y control de avance.
<b>Logística</b>	Gestión de materiales, equipos y cadenas de suministro e inventarios.
<b>Producción</b>	Desarrollo y ejecución automatizada de procesos de construcción.
<b>Recursos humanos</b>	Gestión integral de la fuerza laboral, incluyendo productividad, seguridad y capacitación.
<b>Control de calidad</b>	Monitoreo y control de calidad de los procesos y productos constructivos.
<b>Contratos</b>	Administración y seguimiento de contratos con clientes, subcontratistas y proveedores.
<b>Seguridad en obra</b>	Gestión de riesgos, alertas e incidentes de seguridad en los procesos de construcción.
<b>Seguridad general</b>	Control de riesgos y ataques externos al sitio de construcción y datos de obra.
<b>Impacto ambiental</b>	Monitoreo del impacto ambiental y del cumplimiento de regulaciones.
<b>Gestión de información</b>	Gestión de documentos e información con interesados internos y externos a la obra.

Los resultados por área clave se muestran en el gráfico 1. En general, el área más avanzada es “gestión de información”, fundamentalmente explicado porque varias empresas han implementado gestores documentales, repositorios digitales u otras tecnologías basadas en la nube para el almacenamiento, visualización y distribución de documentos. Le sigue la categoría “gestión del diseño”, explicado por el uso de herramientas digitales CAD y BIM para la visualización de documentación de proyecto en el sitio de construcción, aunque no necesariamente para actualización *as-built*.

Por el contrario, las áreas con menor avance de digitalización están en logística e impacto ambiental. La gestión de contratos y uso de procesos automatizados de construcción también muestran niveles bajos de digitalización. En estas áreas, los entrevistados describen procesos fundamentalmente basados en papel, con un uso muy secundario de herramientas digitales básicas (por ej., correo electrónico y hojas de cálculo Excel para registros en tablas sin cálculos). No se utiliza ninguna herramienta especializada.

**Gráfico 1:** Niveles promedio de digitalización en áreas claves. *Elaboración propia.*



Debido a la metodología del estudio, las cifras mostradas en el gráfico 1 no son generalizables ni representativas de toda la industria; solo describen la situación en las empresas estudiadas. Sin embargo, son útiles para develar una tendencia general que privilegia la digitalización de actividades que replican procesos y documentos tradicionales, sin que ello implique un uso avanzado o un aprovechamiento mayor del valor de la información digital.

Por ejemplo, en gestión de calidad se describen iniciativas de digitalización que sustituyen *checklists* en papel por sus equivalentes en formatos digitales. Sin embargo, la información recolectada, analizada y utilizada es la misma o incluso más limitada a la que se utiliza tradicionalmente. En seguridad, se reportan ejemplos de uso de tecnologías digitales de software y hardware para recolectar información sobre incidentes, pero se limita a un propósito de registro documental, sin aprovechar el valor de los datos para hacer análisis predictivo o una gestión de riesgos más proactiva. En recursos humanos, se describe el uso de herramientas digitales para el cálculo y pago de remuneraciones a través de servicios de contabilidad externalizados, sin que ello tenga un impacto significativo en las operaciones diarias en obra.

**Barreras para la digitalización.** En las entrevistas, los profesionales levantaron 21 barreras para la digitalización en obra (cuadro 2), que pueden ser agrupadas en 6 categorías generales.

- **Barreras culturales.** Todos los profesionales señalaron la “resistencia al cambio” o el “miedo al cambio” como uno de los principales obstáculos para la digitalización en construcción. Los profesionales indican que es una característica transversal en la industria, desde ejecutivos a trabajadores, y que es más marcada especialmente en profesionales y trabajadores de generaciones mayores. Es una barrera que destaca, pero no sorprende, pues es frecuentemente mencionada en análisis similares.

### **Cuadro 2:** Barreras mencionadas por entrevistados

1. Resistencia al cambio de prácticas establecidas, especialmente en generaciones mayores.
2. Falta de visión más allá de la digitalización de documentos e información existente.
3. Desincentivo a la capacitación debido a la alta transitoriedad y movilidad del personal.
4. Escasez de mano de obra en la fuerza de trabajo debido a mayor atractivo de otras industrias.
5. Incentivos contractuales para cumplir solo con lo mínimo que exige el mandante.
6. Desconexión entre directivos de empresas y las necesidades de los profesionales de terreno.
7. Productos y servicios digitales de origen internacional sin garantías locales.
8. Prejuicio frente al uso de equipos móviles como dispositivos de ocio más que de trabajo.
9. Falta de oferta de tecnología orientada a proyectos pequeños y/o de baja complejidad.
10. Costos de productos y servicios tecnológicos inaccesibles para empresas pequeñas.
11. Desconocimiento gerencial del valor práctico de las tecnologías para labores de obra.
12. Dificultad en la integración tecnológica con subcontratistas y actores externos.
13. Riesgos en la transparencia de datos y responsabilidades profesionales asociadas.
14. Priorización en tecnologías tangibles de mecanización por sobre digitalización.
15. Procesos de aprendizaje excesivamente largos para los plazos de proyecto.
16. Falta de estándares normativos que dificulta la integración de información entre actores.
17. Poca visualización de los beneficios a corto y mediano plazo.
18. Procesos administrativos públicos basados en documentación tradicional.
19. Fragmentación de la información debido a separación entre diseño y construcción.
20. Baja conectividad y acceso a plataformas digitales en zonas remotas.
21. Informalidad laboral que impide establecer procesos digitales continuos en el personal.

- **Barreras económicas.** Los profesionales mencionan que los altos costos de hardware y software constituyen una barrera económica importante para el acceso a tecnología. Explican que la inversión inicial en implementación y en capacitación continua exceden los márgenes de los proyectos, haciendo la adopción prohibitiva. Señalan que la barrera económica es especialmente fuerte para empresas pequeñas.
- **Barreras tecnológicas.** Los profesionales son críticos de la oferta de productos y servicios tecnológicos para la construcción, señalando en ello una barrera práctica para la digitalización. Por ejemplo, explican que las soluciones de software no son integrales; cada producto tecnológico aborda una tarea específica de la gestión. Esto obliga a mantener varios productos en paralelo, haciendo el proceso complejo y costoso. Señalan, también, que los productos —la mayoría de origen extranjero— se orientan fundamentalmente a grandes empresas o proyectos complejos, siendo excesivamente sofisticadas para empresas o proyectos pequeños. En muchos casos, señalan que las soluciones tradicionales en papel resultan más simples, efectivas y convenientes. Algunos profesionales tienen suspicacias sobre usar software especializado de origen internacional sin soporte local. Por último, los profesionales de regiones explican que también existen barreras de conectividad en muchas zonas remotas del país, lo que impide el acceso eficiente a plataformas digitales que requieren Internet.

- **Barreras de formación.** Existe acuerdo en que la fuerza de trabajo no está suficientemente capacitada para llevar adelante la digitalización. Los profesionales mencionan que la transitoriedad y la alta movilidad del personal en los proyectos son obstáculos importantes que desincentivan la inversión en capacitación. Mas aún, se reconoce que la capacitación debe ser un esfuerzo constante en el tiempo debido a la rápida evolución de las tecnologías, lo que lo hace aún más costoso. Se indica, además, que existen condiciones contextuales adversas, como la informalidad laboral y la preferencia de los trabajadores jóvenes por otras industrias.
- **Barreras de colaboración.** Los profesionales señalan una serie de obstáculos de integración y colaboración en la industria que dificultan la digitalización de los procesos. Mencionan, por ejemplo, la alta variedad de herramientas para un mismo proceso, la falta de estándares para intercambiar información digital entre empresas, la dificultad de integrar información desde y hacia actores externos a la obra, la separación administrativa entre diseño y construcción que impide el flujo de información continua, y el no reconocimiento de la información digital como oficialmente válida en la normativa chilena.
- **Barreras de estrategia.** Los profesionales observan barreras a nivel estratégico en sus empresas que limitan la digitalización en obra. Indican que hay un entendimiento generalizado de la transformación digital como la “digitalización del papel”, por lo que las iniciativas solo tienden a la transcripción de información física a formatos digitales. Según sus impresiones, también hay un sesgo en la industria hacia innovaciones tecnológicas físicas o materiales (por ej., equipos, maquinarias), por sobre procesos digitales intangibles. Algunos profesionales expresan que un mayor involucramiento de las gerencias en las actividades en obra ayudaría a comprender el alcance, beneficios y valor de la digitalización.

**Cuadro 3:** Citas de entrevistados referidas a las barreras para la digitalización.

*“¿Para qué lo voy a capacitar? Si lo capacito y después se me va porque encuentra un mejor trabajo, perdí la plata”.*

*“Nosotros hace poco terminamos un proyecto que nos pedía utilizar BIM [...] Pero la verdad que ni la empresa ni nadie abrió el archivo. Por decirlo de una manera más coloquial: no hay capacitación”.*

*“El mandante no nos permite en esta obra entregar en digital. Todavía lo quiere en papel”.*

*“Creo que tiene que ser una exigencia a nivel de gobierno por un tema de medioambiente también, porque uno gasta mucho papel”.*

*“Es miedo al cambio. Es difícil lograr que personas que toda la vida han llenado un papel tengan que hacerlo por el teléfono”.*

*“Tratamos de implementar, pero creo que fue un error. Era un software que te permite ingresar bastante información, pero nosotros somos chicos [...]. Perdíamos mucho tiempo en cosas que hoy día las podemos ver sumamente rápido”.*

*“Los profesionales [estamos] acostumbrados a la digitalización, pero para la gerencia y para los maestros es más complicado”.*

## ► Reflexiones

**Autopercepción de resistencia al cambio.** Existe acuerdo en que la “resistencia al cambio” es un obstáculo fuerte para la digitalización. Sin embargo, las respuestas no permiten clarificar las causas reales subyacentes a esta actitud. En general, la resistencia al cambio puede ocurrir por múltiples factores, tanto a nivel organizacional como personal, incluyendo, por ejemplo, aversión al riesgo, satisfacción o comodidad con la situación actual, desconocimiento de beneficios, miedo al fracaso, o, incluso, percepciones de la propia identidad (“industria conservadora”).

Sin una indagación más profunda resulta imposible desarrollar una estrategia de respuesta efectiva y la “resistencia al cambio” termina convertida solo en una frase comodín para justificar la inacción de la industria. Esta es una situación peligrosa, pues si la idea se generaliza y los profesionales reconocen a la industria como inherentemente “resistente al cambio”, entonces se convierte en una profecía autocumplida muy difícil de combatir.

Un aspecto interesante es que en las entrevistas se observa un desapego o disonancia entre percepción individual y percepción grupal. Los profesionales indican que la resistencia al cambio existe tanto en ejecutivos como en trabajadores, pero que los profesionales de obra sí están abiertos al cambio. Independientemente si esa apertura es realmente efectiva, esta autopercepción positiva abre una ventana de oportunidad para abordar estrategias de participación y comunicación que motiven un cambio cultural en la industria.

**Horizonte de evaluación de la inversión.** Cuando los profesionales señalan que los costos de la digitalización son altos y no tienen retornos suficientes, indirectamente están transparentando un horizonte de evaluación a corto plazo, limitado al margen de un proyecto de construcción específico. Es muy posible que este enfoque de análisis esté influido por el rango de actuación que tienen los profesionales de terreno, pero a nivel gerencial la perspectiva debería ser más amplia.

Es evidente que los beneficios de la digitalización trascienden a un solo proyecto. De hecho, la digitalización no se trata (solamente) de implementar herramientas digitales para solucionar problemas prácticos en una obra; implica transformar los procesos de gestión en toda la organización para mejorar su capacidad operativa. Por definición, requiere una visión estratégica de más largo plazo y, por consiguiente, una redefinición de la forma como se valoran estas inversiones. Al final, la digitalización no solo mejora la eficiencia, seguridad y calidad de la información de gestión en un proyecto; es una necesidad para mantener la empresa productiva y competitiva en un mercado cada vez más tecnologizado.

**Capacitación transversal e integral.** La falta de capacitación es una de las razones más comunes del poco uso de tecnologías digitales en la obra. Ante ello, se deposita demasiada confianza en que las nuevas generaciones llegarán ya capacitadas. Sin embargo, esto es solo un espejismo, pues ignora el principio básico que el valor de las competencias digitales no radica solo en el manejo de herramientas, sino principalmente en la capacidad para integrarlas de manera valiosa dentro de los procesos de trabajo existentes. Cualquier potencial que puedan tener los jóvenes se pierde si se integran a organizaciones donde los procesos digitales son incomprensibles, subvalorados o, peor aún, vistos con desconfianza por profesionales mayores que aún ven en la digitalización una amenaza de reemplazo laboral. En este sentido, los profesionales, supervisores y mandos medios juegan hoy un papel central en la promoción de la digitalización, no solo a través de su propia formación y la mentoría a otros, sino que, principalmente, en la detección de oportunidades para la creación de mayor valor agregado para la empresa a través de iniciativas de digitalización.

Por otra parte, es fundamental comprender que la digitalización es un desafío de toda la industria. Es cierto que la alta movilidad laboral desalienta la inversión en capacitación, pero la transitoriedad del personal es un factor estructural de la industria que ha sido efectivamente abordado en otras áreas donde también se requiere capacitación, como, por ejemplo, la seguridad. La adopción de marcos comunes de capacitación, la certificación de competencias y, sobre todo, la definición de estándares sectoriales que permitan la transferencia de habilidades, aparecen como estrategias viables de respuesta. La capacitación en digitalización no puede ser vista como un esfuerzo individual, ni siquiera corporativo, sino como un compromiso de todo el sector.

**Digitalización más allá del papel.** Las entrevistas revelaron de manera evidente que existe la noción que el propósito de la digitalización es la sustitución de papel por otras representaciones digitales. De hecho, se mencionan como beneficios importantes el “ahorro en papel” o la “reducción de residuos de papel”. Si bien estas visiones no son incorrectas, son considerablemente limitadas.

La esencia de la digitalización no es la conversión de documentos físicos a sus equivalentes digitales, sino la transformación de los procesos de toma de decisiones en la obra. La información digital es más accesible, escalable y actualizable, y dependiendo de cómo se recolecte y mantenga, es también más detallada, objetiva y segura. Esto permite planificar operaciones de manera más precisa, optimizar el uso de recursos, mejorar la colaboración entre partes, acelerar la capacidad de respuesta ante problemas y, en definitiva, aumentar la eficiencia de todas las operaciones de construcción.

## ► Conclusión

Los resultados de este estudio, si bien son muy parciales debido al tamaño y selección de la muestra, permiten ilustrar los desafíos de la digitalización en construcción desde el punto de vista de los profesionales de obra.

En general, los resultados sugieren la necesidad de adoptar enfoques de adopción más estratégicos y holísticos, que consideren a la digitalización no solo como el uso de herramientas digitales para solucionar problemas puntuales, sino como una transformación integral de los procesos para avanzar en eficiencia, calidad, productividad y competitividad. Esto implica revisar los modos actuales de definición de tecnologías a implementar, evaluación de inversiones, capacitación de fuerza laboral, e, incluso, comunicación corporativa interna. Los resultados muestran que el desafío de digitalización es multidimensional y exige acciones completas para derribar barreras culturales, económicas, tecnológicas, humanas y estratégicas en las empresas.

Se recomienda continuar y profundizar este estudio con una muestra más extensa para así obtener resultados más representativos y generalizables que puedan influir decisiones a nivel sectorial.

## ► Referencias

Wernicke, B., Stehn, L., Sezer, A.A. and Thunberg, M. (2021). Introduction of a digital maturity assessment framework for construction site operations. *International Journal of Construction Management*, Vol. 23 No. 5, pp. 898–908, doi: 10.1080/15623599.2021.1943629.

## ► Agradecimientos

Agradecemos profundamente a los profesionales participantes en estudio por su tiempo y apertura para compartir sus experiencias y percepciones. Igualmente, agradecemos a las Sedes Regionales de la Cámara Chilena de la Construcción de Valparaíso, Concepción, Los Ángeles, Osorno y Puerto Montt y a la Comisión de Productividad CChC por su apoyo en la identificación y contacto con empresas relevantes para el estudio.

Agradecemos con especial reconocimiento a las empresas Desco S.A., Terratec Ltda., Ezarc, Bezanilla Inmobiliaria, ReStudio, Invico Spa, Carpo & Lagos, Axial Ltda y a todos los profesionales participantes del estudio por su tiempo y apertura para compartir sus experiencias y percepciones.

## ► Créditos

Este estudio fue realizado por el profesor Mauricio Loyola, el arquitecto Luis Mosquera y el estudiante Ricardo Sepúlveda del Departamento de Arquitectura de la Universidad de Chile. La coordinación general fue realizada por Mariela Muñoz, líder de Capital Humano y Academia de la CDT. La revisión editorial fue realizada por Mariela Muñoz y José Luis Jiménez, líder Productividad de la CDT. Publicado en Santiago, mayo de 2024.

Los contenidos del presente documento consideran el estado actual del arte en la materia al momento de su publicación. CDT no escatima esfuerzos para procurar la calidad de la información presentada en sus documentos técnicos. Sin embargo, advierte que es el usuario quien debe velar porque el personal que va a utilizar la información y recomendaciones entregadas esté adecuadamente calificado en la operación y uso de las técnicas y buenas prácticas descritas en este documento, y que dicho personal sea supervisado por profesionales o técnicos especialmente competentes en estas operaciones o usos. El contenido e información de este documento puede modificarse o actualizarse sin previo aviso. Sin perjuicio de lo anterior, toda persona que haga uso de este documento, de sus indicaciones, recomendaciones o instrucciones, es personalmente responsable del cumplimiento de todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos necesarias frente a las leyes, ordenanzas e instrucciones que las entidades encargadas imparten para prevenir accidentes o enfermedades. Asimismo, el usuario de este documento será responsable del cumplimiento de toda la normativa técnica obligatoria que esté vigente, por sobre la interpretación que pueda derivar de la lectura de este documento.

