

Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Industria de la Construcción: una transformación necesaria

Marisol López Arias, Rosa Gómez Domínguez, Miguel Pérez Vasconcelos, Fidelio Castillo Romero, Eutimio Sosa Silva

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Villahermosa; División de Estudios de Posgrado e Investigación; Carretera Villahermosa - Frontera Km. 3.5 Ciudad Industrial Villahermosa, Tabasco, México. C.P. 86010.

Resumen

Una de las industrias que causa más impacto en el desarrollo económico y social es el sector de la construcción, sin embargo, en cuanto a incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, se encuentra rezagada del resto de las industrias. El presente artículo expone la situación actual de la incorporación de las TIC en las empresas constructoras, fundamentado en estudios y contenido generado por el mismo sector, así como explora los cambios que se están gestando en la industria para promover una mayor digitalización. En base a lo investigado se propone el uso de un sistema de planificación de recursos empresariales que le permita a las constructoras realizar una gestión integral de sus recursos haciendo uso de los elementos que le brindan las TIC para alcanzar de forma eficiente y exitosa sus objetivos.

Abstract

One of the industries that has the greatest impact on economic and social development is the construction sector, however, in terms of incorporation of Information and Communication Technologies, it lags behind the rest of the industries. This article presents the current situation of the incorporation of ICT in construction companies, based on studies and content generated by the same sector, as well as explores the changes that are taking place in the industry to promote greater digitization. Based on the research, the use of a business resource planning system is proposed that allows construction companies to carry out a comprehensive management of their resources making use of the elements provided by ICT to efficiently and successfully achieve their objectives.

Palabras clave: Tecnologías de la información y la comunicación, industria de la construcción, sistema de gestión, sistema de planificación de recursos empresariales.

Keywords: Information and communication technologies, construction industry, management system, enterprise resource planning system.

1. INTRODUCCIÓN

En el ramo de la construcción prevalecen las prácticas conservadoras, tanto en su forma de trabajo como en las herramientas y recursos que incorporan para materializar sus proyectos, la tecnología implementada suele aplicarse a su forma de construir o a los materiales con los que trabaja, dejándose de lado el empleo de tecnologías digitales en los procesos relacionados.

En la actualidad las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se encuentran presentes en cada aspecto de nuestro entorno y de forma marcada les ha permitido a las empresas enfrentar la realidad de un mercado siempre cambiante en el que la competitividad es una feroz constante; es así que las TIC les proporciona herramientas para la mejora y agilización de sus procesos además de la adecuada gestión de sus recursos.

Diversos sectores industriales han sido beneficiados por la aplicación de las TIC, sin embargo, el sector de la construcción ha sido uno de los últimos en abrazar esta tendencia a lo digital. Al revisar la literatura

perteneciente al rubro podemos encontrar muchas noticias y artículos hablando de la incorporación de drones, impresión modular, entre otras herramientas de hardware y software, pero la tendencia es a utilizarlas en un ambiente desconectado, es por ello que se plantea la utilización de un software de gestión empresarial que permita la unificación de todos los aspectos (físicos y digitales) que forman parte de los proyectos de construcción y genere cambios visibles en la industria, minimizando los márgenes de error y aumentando el apego a los planes de obra; esto se traducirá en una mayor rentabilidad, calidad, competitividad y prestigio, a la vez que esta área incrementará su impacto en el desarrollo social.

2. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Existen diversas acepciones para las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), si hacemos una búsqueda nos encontraremos con cientos de definiciones, y estas diferirán según su autor y año en que hayan sido publicadas, esto último enfatiza la discordancia en lo que abarca este término ya que en los inicios solo se consideraba parte de él a los dispositivos tradicionales (como la computadora, el teléfono, televisión), el software que estos utilizaban para funcionar y el medio que proporcionaba la interconectividad. Hoy en día sabemos que existe un universo muy amplio y siempre en expansión que ahora incluye sensores, drones, geolocalizadores, entre otros.

Entonces, ¿qué son las TIC?, una de las definiciones más aproximadas actualmente es la que nos proporciona la Conferencia de Autoridades Iberoamericanas de Informática (CAIBI):

“Las Tecnologías de la Información y la Comunicación se pueden concebir como resultado de una convergencia tecnológica, que se ha producido a lo largo de ya casi medio siglo, entre las telecomunicaciones, las ciencias de la computación, la microelectrónica y ciertas ideas de administración y manejo de información. Se consideran como sus componentes el hardware, el software, los servicios y las telecomunicaciones”.(CAIBI,2001, como se citó en Ruiz, 2015)

Existen múltiples clasificaciones referentes a las TIC, algunas se definen según el sector al que se dirijan, en este caso se hará referencia a una clasificación general (Biblioteca Médica Nacional, s/f), la cual considera tres componentes:

- **Redes:** Conformado por los medios físicos e inalámbricos que permiten la conexión entre los dispositivos. Dentro de este rubro podemos encontrar las redes móviles, redes de telefonía fija, redes inalámbricas, entre otras.
- **Terminales:** Son los dispositivos, y su software, que permiten la interacción con el usuario como las computadoras, teléfonos móviles, pantallas, sistemas operativos, etcétera.
- **Servicios:** Comprenden los servicios ofertados que hacen uso de las TIC entre los que encontramos el correo electrónico, redes sociales, banca en línea y el streaming.

Algunos de los beneficios de las TIC en el ámbito empresarial son los siguientes:

- **Interconexión:** La posibilidad de utilizar diversos dispositivos, herramientas y medios que trabajen de forma conjunta.

- **Automatización:** El trasladar tareas manuales a un sistema permite hacerlos más eficientes lo que se traduce en un ahorro de tiempo y costos.
- **Comunicación:** Mejora la comunicación tanto interna (entre los distintos departamentos de la organización) como externa (con el cliente), haciéndola más ágil.
- **Inmediatez:** Obtener resultados en tiempo real a las consultas realizadas.
- **Gestión eficiente de los recursos:** La automatización de los procesos de la organización impactará de forma positiva a la administración de los recursos, maximizando su aprovechamiento.
- **Imagen innovadora:** El incorporar nuevas tecnologías para la comunicación, tanto con clientes como otros agentes involucrados, brindará la idea de una corporación que se preocupa por utilizar los instrumentos disponibles para ello.
- **Mejor toma de decisiones:** El contar con un sistema que permita el fácil e inmediato acceso a la información generada y a su análisis, en tiempo real, permitirá conocer el estado actual de las operaciones de la organización y en base a esto generar las acciones adecuadas para alcanzar los objetivos.
- **Interactividad:** Existe una comunicación, entre el usuario y los dispositivos usados, que reside en el intercambio de información, el usuario inicia y puede reaccionar a los cambios y respuestas generados por el sistema.
- **Satisfacción del cliente:** Con los avances tecnológicos aplicados a distintas partes del proceso se genera valor para el usuario, ofertando productos y servicios de mejor calidad, cumpliendo con los tiempos o mejorando la comunicación y atención.

3. CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

La industria de la construcción es uno de los sectores más importantes a nivel económico en el ámbito mundial, y esta no es su única aportación, ya que permite el desarrollo de las comunidades de manera directa con la construcción de infraestructura (vivienda, carreteras, centrales eléctricas, etcétera) o a través de la generación de empleos y bienestar social.

Allá donde miremos encontraremos una obra fruto de este sector ya sea que haya sido edificado para el sector privado o público; esto lo convierte en una industria compleja ya que involucra muchos procesos y recursos (humanos, materiales, tiempo) por cada proyecto que maneje la empresa (consideremos que una organización puede ejecutar más de un proyecto a la vez), todo este aporte y trabajo genera volúmenes de datos masivos de distinto tipo que son primordiales para llevar a buen término la obra.

Aun siendo una industria de gran valor y dimensión, en la actualidad su forma de trabajar continúa siendo muy tradicional tanto en su operación como gestión. Un reporte generado por el McKinsey Global Institute acerca de los avances en la digitalización, muestra que, de 22 industrias, el sector de la construcción se encuentra localizado en el penúltimo lugar, solo por encima de la agricultura y la cacería.(Vidali, 2020)

En México, la realidad de este ramo puede llegar a ser muy dispar debido a diversos factores; uno de ellos es el tamaño de las organizaciones, teniendo pequeñas y medianas empresas a, incluso, grandes transnacionales; otros aspectos por los cuales no todas las empresas adquieren tecnología son los que menciona Jessurun Solomou (2021), quien apunta que los empresarios lo perciben como un costo y no como una inversión que aumentará su productividad, además de la negación que implica el pensar que si algo se ha estado realizando

de una misma forma por muchos años entonces no hay necesidad de cambiarlo y como último punto se encuentra la resistencia al cambio.

Debido a todas estas circunstancias, Germán Elera indica que el sector de la construcción continúa en la era del papel donde todavía existe una gran cantidad de datos transfiriéndose de forma manual, realizándose el trabajo mediante flujos desconectados y con una gran dificultad para la implementación de tecnología digital (CICM oficial, 2020, 4m33s). Es por ello que podemos encontrarnos organizaciones que aun estén utilizando medios tradicionales como papel y documentos realizados en software de ofimática en combinación con sistemas más especializados como tecnologías de diseño asistido por computadora, programas para creación de presupuestos y software de contabilidad. Por otro lado, aun con la integración, en algunos casos, de tecnología de punta como drones, sensores y realidad aumentada, pocas organizaciones realmente se encuentran manejando software integral que les proporcione una herramienta para gestionar los datos desde la fase de diseño hasta llegar a la construcción y posterior mantenimiento de las obras con lo que podrían relacionar los resultados de información de todas las áreas y tareas llevadas a cabo para contar con un panorama general de la realidad de su proceso constructivo.

Como una muestra de esta realidad podemos revisar un estudio que se llevó a cabo en Puebla para conocer el impacto del uso de las TIC en la Pyme Constructora de ese estado, el cual se encuentra en la octava posición nacional en cuanto a cantidad de empresas constructoras y segundo lugar en obra referente a electricidad y comunicaciones (Publimetro, 2021). Dicho estudio identifica las herramientas tecnológicas utilizadas para la toma de decisiones y el diseño y ejecución del proyecto, y concluye que solo el 50% de los procesos llevados a cabo dentro de los proyectos que comprenden desde su conceptualización hasta su entrega son gestionados con la conjunción de Office, Autocad, Project y Neodata u Opus y que solo el 39.6% usa esta combinación para basar las decisiones que se toman para el rumbo del proyecto; además establece que el resto de empresas utiliza diferentes configuraciones (una o más de las herramientas antes mencionadas) en cada una de las situaciones referentes al proceso constructivo (Suárez Zamora, 2021). Con estos datos podemos visualizar que las herramientas empleadas no están trabajando de forma interconectada, sino que cada una genera información de un área o proceso específico y esta no tiene impacto en las demás, por lo mismo las decisiones de peso y a nivel de alta gerencia se están basando en información parcial o que podría contener algún punto ciego.

Los problemas que se suscitan por esta falta de digitalización, y de un sistema integral de gestión, son muchos y algunos que podemos identificar son los siguientes:

- Redundancia de información o desfase de la misma.
- Retrasos en la búsqueda de información necesaria.
- Información faltante o no documentada.
- Administración deficiente de los recursos de la empresa.
- Falta de información histórica bien registrada.
- Comunicación no fluida entre las diferentes áreas de la empresa.
- Decisiones basadas en información que no refleja el estado del proyecto.

Dichas problemáticas estarían incidiendo directamente en la productividad, calidad, tiempos y costos de la obra, ya que la información es vital dentro de cualquier organización para poder ejecutar los proyectos

manteniéndose dentro de los planes generados y respondiendo a los cambios que se susciten. Se considera que el 90% de los proyectos se retrasan en el tiempo de entrega y 40% sobrepasan el presupuesto (Orozco Vázquez, 2018), es por ello que se deben utilizar todas las herramientas disponibles que permitan impulsar la productividad y uso eficiente de los recursos organizacionales y, sin duda, las TICs son imprescindibles para ello.

4. REVOLUCIÓN INDUSTRIAL 4.0... ¿CONSTRUCCIÓN 4.0?

La humanidad ya ha vivido tres marcadas revoluciones industriales (producción industrial masiva, máquina de vapor, avance técnico y científico aplicado a las comunicaciones, inclusión digital) que transformaron la realidad que hasta entonces se vivía.

Ahora en este entorno tecnológico nos encontramos ante una nueva era, la denominada Cuarta revolución industrial que viene de la mano de tecnologías como la robótica, la Inteligencia Artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT), la nanotecnología, impresión 3D y la realidad virtual, todo esto combinado con una gran generación de datos (Big Data). En el caso de México, Albarrán Nuñez (2019) menciona que el país ha sido un espectador del desarrollo económico que fue resultado de las revoluciones industriales anteriores y que ante las puertas de esta nueva época debemos ocupar un rol más activo y ser partícipes del cambio.

Pero, ¿Qué hace diferente a esta revolución industrial 4.0? El fundador del Foro Económico Mundial, Klaus Schwab, menciona que no se trata solo acerca de máquinas y sistemas conectados e inteligentes sino que su alcance es más amplio ya que están ocurriendo olas de descubrimientos que implican áreas desde la secuenciación genética a la nanotecnología y desde las energías renovables a la computación cuántica; es la fusión de estas tecnologías y su interacción a través de los campos físico, digital y biológico lo que marca la diferencia (Schwab, 2017).

Es así que esta Industria 4.0 pone el foco en la información, su generación en tiempo real y su transformación en resultados relevantes, mediante la búsqueda de la integración de los datos provenientes de distintas fuentes de forma que refleje el acto de hacer negocios mediante esta interacción, los datos pasan una transformación a través de un ciclo denominado PDP (Physical-digital-physical) pasando del plano físico a su representación digital donde será procesado mediante analítica de datos y arrojará un resultado que incidirá en las decisiones en el mundo físico.



Figura 1. Ciclo PDP (Physical-digital-physical)

Este cambio comienza a impactar al sector de la edificación, bajo el término de Construcción 4.0 esta industria empieza a reconocer que necesita una transformación de fondo en la que apueste por integrar tecnologías a su entorno tal como otras industrias que ya han dado ese paso a la digitalización.

La Construcción 4.0 busca que se realice una industrialización de los procesos del sector permitiendo la construcción modularizada mediante el uso de tecnología, utilizando dispositivos como sensores, robótica, metodologías centradas en procesos y tecnologías, impresiones 3d, realidad virtual y aumentada, entre otros.

5. UN CAMBIO DE PARADIGMA: BIM

En medio de toda esta adopción de las tecnologías en el sector de la construcción nace BIM (Building Information Modeling); muchos consideran que es un sistema de software, sin embargo, aunque BIM esta intrínsecamente relacionado con la tecnología (y las TIC) este es un marco de trabajo que apuesta por la integración de todas las partes que conforman el ciclo de vida del proceso constructivo y la colaboración entre todos los departamentos y agentes que operan en el mismo.

Con esto en mente, el BIM Steering Committee en la guía de BIM la define como “una colección de usos, flujos de trabajo y métodos de modelado usados para obtener información específica, repetible y confiable resultado del Modelo” (BIM Steering Committee, 2012) dónde percibe el Modelo como una representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación.

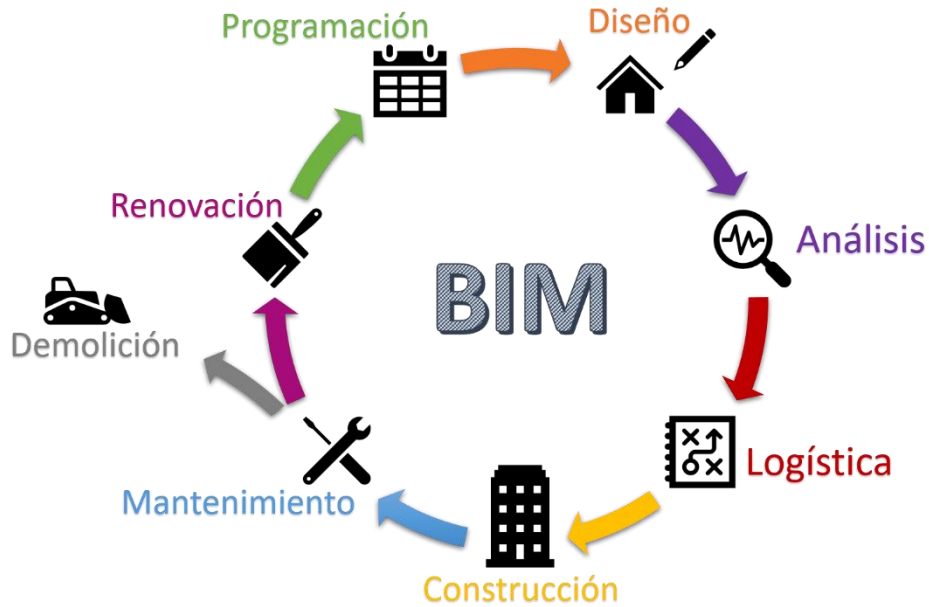


Figura 2. Ciclo de vida del Modelo BIM

Al ver que BIM promueve el abarcar todos los pasos del proceso constructivo nos queda la idea de que utiliza un solo sistema de software para gestionar cada parte, esto no es así, para que esta nueva forma de trabajo funcione permite la incorporación de software especializado para cada tarea, posibilitando el uso de la herramienta que más se adecue al proyecto a realizar. Distintos proveedores de software han querido establecer su solución como una que abarque todo lo que BIM espera, pero debido a la naturaleza diversa de los proyectos esto se vuelve una tarea titánica.

Para permitir la interconexión y comunicación de las herramientas que se requieren se necesitan dos cosas:

- Un formato universal en el que las herramientas puedan publicar la información producida sin sufrir pérdida o distorsión; uno de los estándares en este conjunto es el IFC (Industry Foundation Classes) desarrollado por buildSmart.
- Un entorno que permita que todas las herramientas puedan comunicar sus resultados entre ellas y que gestione la información generada por las mismas.

En México, en el año 2015 no se contaba con una normativa que regulara y obligara al uso de BIM en proyectos públicos, y había sido mayormente el sector privado el que había comenzado su adopción, sin embargo, algunas instituciones de gobierno hicieron uso de BIM para la ejecución de algunos proyectos como:

- **Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT):** Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM).
- **Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS):** En hospitales ubicados en distintos estados de la República Mexicana.
- **Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA):** Aplicado en distintos laboratorios especializados.

El 20 de septiembre de 2018, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público publica la Estrategia para la adopción del Modelado de Información en la Construcción (MIC), BIM por sus siglas en inglés, en los proyectos de infraestructura de la Administración Pública Federal buscando mejorar los procesos desarrollados haciendo eficiente la planeación y, por ende, disminuyendo los sobretiempos y sobrecostos, además de fortalecer la transparencia y la rendición de cuentas (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2019). La estrategia establece que los Sectores de Comunicaciones y Transportes, Medio Ambiente y Recursos Naturales, Turismo, Salud y Educación Pública serán los primeros en adoptar la medida para el año 2022 y se sumarán el resto de sectores que ejecuten proyectos de infraestructura en el año 2023.

Esta implementación de BIM en México, en el sector público, significa dar un salto en la forma de trabajo en la construcción, pero también presenta un gran desafío para la industria; en el año 2017 se realizó una encuesta por parte de la Fundación de la Industria de la Construcción (FIC) en la que se detectó que el 58% de las organizaciones desconocían BIM y cómo aplicarlo, a su vez el 46% de ellas no aplicaban modelos digitales de BIM en ningún área, además el grueso de las empresas utilizaban BIM enfocándose en la parte arquitectónica del proyecto con un 29% y de esta forma relegaban las otras áreas como la planeación y programación (6%) y la supervisión y gerencia de los proyectos (1%)(Fundación de la Industria de la Construcción para el Desarrollo Tecnológico y de la Productividad, A.C. (FIC), 2017).

En concordancia con esta encuesta, un estudio realizado en Guadalajara, ubicado en el estado de Jalisco que es considerado el tercer lugar en aportación del Producto Interno Bruto del sector de la construcción a nivel nacional(Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción, 2019), establecía que el 38% de las empresas en el estado no utilizaban BIM en sus proyectos y 31% era un usuario indirecto o hacia uso a través de un tercero (Durán Alarcón, 2017).

Otro aspecto a considerar para la adopción de BIM suele ser la inversión económica necesaria, la cual tiene un costo promedio por implementación y capacitación que se sitúa en un rango que va de los 100 000 a los 250 000 pesos mexicanos (Padilla & Bigurra-Alzati, 2019), por esto, al igual que para la adopción de las TICs en general, muchos empresarios se enfocan en el gasto a ejecutar más que en los beneficios que les podría generar, tales como:

- Interconexión de las múltiples áreas y disciplinas involucradas en el proyecto.
- Optimización de los procesos.
- Mejora de la calidad de los proyectos.
- Mejor gestión de los recursos destinados a la obra.
- Mayor oportunidad de cumplir los plazos proyectados.
- Aumento de la productividad.
- Reducción de costos.
- Mayor comunicación entre todos los agentes involucrados (tanto internos como externos, considerando a los miembros de la organización, clientes, proveedores e interesados).

Con estos datos y revisando el panorama actual en las empresas que forman parte del sector de la construcción podemos ver que México aún se encuentra en una brecha digital que tiene que salvar para ponerse al corriente no solo de las normativas sino de la realidad tecnológica.

6. UN SOFTWARE DE GESTIÓN GLOBAL

Los procesos de construcción no solo abarcan la fase en que se edifica el proyecto, también incluye su diseño, planeación, administración y la gestión financiera, de recursos y tiempo que abarcan muchas disciplinas y por ende los roles que necesitan colaborar para la creación de los proyectos como arquitectos, ingenieros, constructores, administradores, directivos, entre otros. Además, se debe considerar la comunicación con los clientes y proveedores y la información generada por las herramientas, equipo y maquinaria utilizada, así como los dispositivos como drones, instrumentos de medición, etcétera; todo esto genera una gran cantidad de datos que deben considerarse como un activo vital para la empresa y que deben administrarse de tal manera que su análisis en conjunto le permita a la empresa planificar y revisar el estado actual de todas las tareas que se realicen como parte del desarrollo de sus actividades con la finalidad de que propicie la toma de decisiones informadas sobre las acciones a seguir para la consecución de sus objetivos; para responder a esta necesidad se necesita un sistema de gestión que impulse y facilite el trabajo unificado.

Respecto a los sistemas de gestión, Jiménez Chaveo (2019), quién cuenta con más de 30 años de experiencia en la dirección y diseño de proyectos sobre este tipo de sistemas, indica que estos tienen un gran impacto en la competitividad ya que se convierten en una garantía de la prevención y el control de los riesgos que se puedan suscitar y, por lo tanto, aseguran que los resultados se puedan alcanzar.

La idea de una solución de software que abarque todas las áreas de una organización no es nueva, el concepto de ERP (Enterprise Resource Planning – Sistema de planificación de recursos empresariales en español) fue acuñado en 1960 cuando se comenzaban a crear programas que permitían registrar los datos financieros, llevar el control de inventarios y arrojar reportes basados en ellos; con el tiempo esta idea fue ampliándose hasta convertirse en una solución integral que permite la planeación, gestión y monitorización de todas las áreas de la empresa de forma fácil, ágil y eficiente.

El ERP en la actualidad permanece vigente, el nacimiento de nuevas tecnologías y métodos no lo hace obsoleto, sino que lo vigoriza en tanto que se pueden ir integrando a la solución para hacerla crecer y sobre todo para generar información más completa que ayude a las empresas a tener una visión amplia de lo que sucede con su negocio.

En el caso de la industria de la construcción si utilizamos un sistema ERP en conjunto con BIM tendremos una herramienta poderosa que no solo haga énfasis en el diseño y planeación, sino que integre la visión (ya madura) del ERP en el área del negocio hacia el monitoreo de la construcción del proyecto y sus finanzas trayendo beneficios a la organización dentro de los que podemos listar los siguientes:

- Integración de la información generada por los procesos y herramientas digitales y tecnológicas involucradas en la realización del proceso constructivo.
- Mejora en la gestión y cumplimiento de tiempos planificados.
- Generación y posterior consulta de información histórica.
- Mejora de la calidad de los proyectos.
- Mayor productividad.
- Reducción de costos al utilizar de forma eficiente los recursos y reducir el desperdicio.
- Facilidad para la consulta de la información necesaria para la toma de decisiones a nivel gerencial.

Otro factor relevante de los sistemas ERP es la implementación y crecimiento modular que brinda la posibilidad de ir ampliando su catálogo de funciones en cuanto sean necesarias para la empresa, permitiendo el desarrollo escalonado del sistema e incrementando la adaptación a la forma de trabajo establecida por la organización.

Debe considerarse que, el planificar la automatización de los procesos del negocio le permite a la empresa revisar sus procedimientos, pulirlos y hacerlos eficientes no solo desde el lado de las tareas y como llevarlas a cabo, sino que también ayudará a aplicar los roles de trabajo, su autoridad y vías de comunicación de forma más clara; el impacto no solo se genera en el entorno digital sino también en el organizacional y físico.

7. CONCLUSIÓN

Las tecnologías de la información, y todo lo que implican, resultan de gran relevancia en el ámbito empresarial, transformando los procesos involucrados y maximizando la interacción, comunicación y aprovechamiento de los recursos.

Es evidente que para abrazar esta transformación es necesario un cambio de mentalidad, una profunda renovación en la cultura de la industria de la construcción que siempre ha tendido a trabajar de forma tradicional, aun cuando todas las demás industrias comenzaban su cambio a lo digital incorporando avances tecnológicos desde su atención al cliente hasta la finalización del ciclo de producción y entrega de sus productos y servicios.

Quizá el dar el salto a esta nueva forma de trabajo le resulte más complejo debido precisamente a su naturaleza conservadora, solo los que ya hayan implementado tecnología, aún a pequeña escala, sentirán la evolución menos invasiva, sin embargo, este paso les resultará sumamente beneficioso no solo dentro de la organización sino también para sus relaciones con sus clientes, proveedores y demás agentes que participen con estas organizaciones.

Los motivos para embarcarse en esta transición son muchos, pero no debemos perder de vista que se deben aplicar los modelos, métodos y herramientas que vayan acorde con la empresa, la realidad de cada una es distinta y merece ser analizada como una entidad por sí sola para decidir cuáles alternativas de este vasto conjunto de métodos y tecnologías potencializarán su alcance y lo encausaran al logro eficiente de sus objetivos.

El futuro está aquí y será de los que innoven y se adapten a esta nueva era tecnológica.

REFERENCIAS

- [1] Albarrán Nuñez, J. F. (2019, febrero). El papel de la ingeniería mexicana ante la cuarta revolución industrial. *IC Ingeniería Civil*, 595, 10–15.
- [2] Biblioteca Médica Nacional. (s/f). *¿Qué son las TIC? | BMN*. Biblioteca Médica Nacional. Recuperado el 15 de abril de 2021, de <http://www.bmns.sld.cu/que-son-las-tic>
- [3] BIM Steering Committee. (2012). *Singapore BIM Guide Version 2.0*. Building and Construction Authority. <https://www.corenet.gov.sg/general/bim-guides/singapore-bim-guide-version-20.aspx>
- [4] Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción. (2019). *Valor de la Producción de la Industria de la Construcción, en el estado de JALISCO*. Enero—Diciembre 2018 (p. 13). <https://www.cmico.org.mx/cmico/ceesco/2015/valor%20estados%20julio/SITUACION%20C3%93N%20JALISCO.pdf>

- [5] CICM oficial. (2020, agosto 26). *Germán Elera: Transformación Digital* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=cH_J3Y8vrik
- [6] Durán Alarcón, J. (2017). *Diagnóstico del uso de tecnologías en la construcción y factibilidad financiera de un modelo BIM 5D* [Maestría, Universidad Panamericana Campus Guadalajara]. <https://scripta.up.edu.mx/bitstream/handle/20.500.12552/4586/104302.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [7] Fundación de la Industria de la Construcción para el Desarrollo Tecnológico y de la Productividad, A.C. (FIC). (2017). *Resultados Encuesta BIM*. https://issuu.com/lidiamro/docs/resultados_encuesta_bim
- [8] Jessurun Solomou, M. (2021, marzo). La tecnología, no es costo es inversión / Entrevistado por Daniel N. Moser. *IC Ingeniería Civil*, 617, 24–27.
- [9] Jiménez Chaveo, L. (2019, abril). Importancia de los sistemas de gestión en la ingeniería civil. *IC Ingeniería Civil*, 596, 20–23.
- [10] Orozco Vázquez, E. (2018, noviembre–diciembre). Optimización tecnológica del proceso constructivo. *Revista Mexicana de La Construcción*, 636, 34–37.
- [11] Padilla, Y. Ll., & Bigurra-Alzati, C. A. (2019). La influencia de la gestión del cambio en la implementación de BIM en la industria de la construcción Sostenible de México. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 6(12), 24–31. <https://doi.org/10.29057/icbi.v6i12.3579>
- [12] Publímetro. (2021, febrero 24). *Crece valor de producción de la industria de la construcción en Puebla*. Publímetro. <https://www.publímetro.com.mx/mx/puebla/2021/02/24/crece-valor-produccion-la-industria-la-construccion-puebla.html>
- [13] Ruiz, A. de los Á. R. (2015). Tecnologías de la Información y Comunicación (Tic's) en la educación superior a distancia en México: Estudios de derecho, retos y oportunidades. *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 12(3), 124–141.
- [14] Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown.
- [15] Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2019, julio 5). *Plan estratégico MIC*. gob.mx. <http://www.gob.mx/shcp/documentos/plan-estrategico-mic?state=published>
- [16] Suárez Zamora, V. M. (2021). Evaluación del impacto del uso de las TICS en la productividad de la PYME constructora de Puebla. *Revista de la Alta Tecnología y Sociedad*, 13(1), 28–41. <https://www.academiajournals.com/revista-alta-tec-y-sociedad>
- [17] Vidalí, M. (2020, abril). Nuevas generaciones y nuevas tecnologías. *IC Ingeniería Civil*, 607, 20–23.

Correo autor: marisol.lopez.arias85@gmail.com