

Transformación digital en la construcción: Implicaciones para el futuro de la ingeniería en Bolivia

Digital transformation in construction: Implications for the future of engineering in Bolivia

Darwin Eduardo Peña Escalona

darwinpe1990@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-2414-1211>

Universidad Adventista de Bolivia, Bolivia

Recibido 20 de junio 2024 / Arbitrado 17 de julio 2024 / Aceptado 23 de diciembre 2024 / Publicado 03 de enero 2025

RESUMEN

La transformación digital en el sector de la construcción en Bolivia está revolucionando la gestión de proyectos, mejorando la interacción con los clientes y optimizando los procesos. Por lo que se pretende conocer, ¿Qué papel juega la Transformación digital en la Construcción?, ¿Cuales serán sus implicaciones para el futuro de la ingeniería en Bolivia? Se emplearon fuentes artículos científicos donde se seleccionaron 45 de bases de datos como PubMed, ScienceDirect y Google Scholar. Las palabras clave fueron Transformación digital/ digital transformation, e implicaciones para el futuro de la ingeniería en Bolivia / Implications for the future of engineering in Bolivia. Según los criterios de inclusión y exclusión solo 30 fueron sobre la temática a investigar. El 76.67 % estuvo representado por artículos científicos y 23.33 % libros. Las bases de datos citadas el 50 % se encuentran en web science, 10 % Scopus, 26.67 % scielo y 13.33 % en Redalyc. La transformación digital no solo es una tendencia, sino una necesidad estratégica para el futuro de la ingeniería y la construcción en Bolivia.

Palabras clave: Construcción, Infraestructura tecnológica, Ingeniería, Obra civil, Transformación digital.

ABSTRACT

New technologies have assisted in achieving greater autonomy for blind people. The aim of this study was to identify emerging assistive technologies that have been developed to improve the autonomy of people with visual impairments. To this end, a systematic review based on the PRISMA method was carried out, where 20 studies published since 2020 were analyzed. The findings identified a wide variety of proposals developed mainly in 2024, indicating a growing interest in this field. The implemented technologies demonstrated high levels of effectiveness and accuracy in various areas such as mobility, education and object recognition. They include advanced algorithms, mobile applications and innovative devices such as echolocation glasses and GPS shoes. It is concluded that it is essential to continue designing technological solutions for this purpose, and that they are accessible to all blind people.

Keywords: Construction, Technological infrastructure, Engineering, Civil works, Digital transformation

INTRODUCCION

El término "Transformación Digital" (TD) se refiere a la incorporación de tecnologías digitales que revolucionan las relaciones con los clientes, optimizan los procesos operativos y redefinen la propuesta de valor de una organización. La industria de la construcción, que abarca tanto la infraestructura como las obras civiles, ha experimentado una evolución constante a lo largo de la historia. Esta transformación ha sido crucial para mantener la relevancia y el impacto de la ingeniería civil, proporcionando soluciones que han facilitado el desarrollo de las civilizaciones a lo largo del tiempo. Sin embargo, a pesar de su importancia y del contexto desafiante en el que opera, el sector de la construcción se caracteriza por un notable rezago en la adopción tecnológica. De hecho, ocupa el último lugar en el Índice de Madurez Digital de las Industrias, quedando por detrás de sectores como la agricultura, minería, manufactura y energía (García de Soto *et al.*, 2022).

Así estas herramientas tienen ventajas competitivas evidentes para el sector. Sin embargo, la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción (AIC) no se distingue por su rápida adopción de tecnologías emergentes. Hasta hace poco, muchos de los esfuerzos en el ámbito de la AIC se han centrado en mejorar la eficiencia de la producción, donde el costo de la mano de obra ha sido el factor clave (Egana-del Sol *et al.*, 2022). Históricamente, esta industria ha sido percibida como rezagada en comparación con otros sectores en términos de productividad. En la actualidad, la transformación digital, una nueva forma de trabajar que prioriza la colaboración, la integración y la movilidad mediante diversas tecnologías digitales y de información está comenzando a transformar la manera en que se construyen y gestionan los activos físicos (Tomczyk *et al.*, 2021). Impulsada por el crecimiento continuo de las ciudades y los sistemas de transporte, así como por los rápidos avances en tecnología digital, la abundancia de datos disponibles y la innovación en la gestión de activos, el futuro de esta industria clave, y el papel específico de ingenieros y gerentes de proyectos, están experimentando cambios significativos. La transformación digital ofrece una base sólida para que la construcción sea más eficiente en el uso de recursos naturales y financieros, reduzca los desperdicios y mitigue el impacto negativo en la salud. Además, promueve un entorno más accesible, seguro, atractivo y sostenible para los habitantes del mundo (Fernandez-Fuentes *et al.*, 2021).

Además, la industria de la construcción carece de mecanismos de financiamiento estandarizados para la adopción de tecnologías, lo que limita esta aceptación a un número reducido de contratistas. Esta situación no garantiza una implementación generalizada en todo el sector. La falta de normativas específicas sobre tecnología y de límites legales claros elimina las barreras para su introducción. La transformación digital abarca varios componentes. El primero es el cambio cultural, seguido por la adopción de tecnologías que mejoran el rendimiento de los proyectos. Finalmente, incluye la digitalización de los procesos comerciales, lo que implica la implementación de técnicas modernas que optimizan el rendimiento y generan productos con mayor valor agregado. Por lo tanto, la adopción de tecnologías avanzadas avanza junto con un cambio en la mentalidad, buscando soluciones que ofrezcan mayor valor al cliente y culminando en la digitalización. Estos tres pilares son fundamentales en la evolución del concepto de BIM (Building Information Modeling) (Ferronato *et al.*, 2022).

Por lo que, no cabe duda de que la transformación del sector de la construcción ha sido notablemente lenta en comparación con los avances tecnológicos de los últimos años. Diversos estudios evidencian la escasa adopción de tecnologías digitales en esta industria. A menudo se argumenta que las inversiones necesarias para impulsar la digitalización son demasiado elevadas, pero los costos derivados de las malas prácticas, tanto en tiempo como en dinero, son mucho más significativos.

Una correcta implementación digital puede reducir e incluso eliminar estos gastos innecesarios. Además, es fundamental automatizar el portafolio para minimizar los errores asociados a las metodologías manuales. En este contexto, las grandes consultoras internacionales están desarrollando estrategias de innovación centradas en la automatización, lo que podría ser crucial para optimizar la productividad en ingeniería. En nuestro país, se observa un desarrollo notable en el ámbito de la ingeniería civil, respaldado por una serie de proyectos emblemáticos de gran relevancia (Devissche *et al.*, 2021; Carpanese *et al.*, 2024).

Además, el comercio electrónico ha emergido como un motor clave para la transformación digital en Bolivia. Se proyecta que los ingresos del comercio electrónico superen los \$700 millones en 2024, lo que indica un creciente interés por parte de las empresas de construcción en adoptar soluciones digitales para mejorar su alcance y conectar directamente con los clientes. Esta tendencia está impulsada por un aumento en el acceso a internet y el uso de dispositivos móviles, permitiendo a las empresas llegar a un público más amplio. Diversas entidades han señalado que Bolivia es uno de los países cuya economía depende en gran medida del sector de recursos naturales, lo cual muestra una fuerte correlación con el PIB del país. Al analizar el desarrollo de la ingeniería a través de proyectos complejos, se observa que los costos tienden a aumentar y los plazos suelen desviarse. Por lo tanto, la adopción de tecnologías digitales se presenta como la única solución para sostener las tasas de crecimiento en el sector de la ingeniería en mercados emergentes, incluyendo Bolivia (Eras-Almeida *et al.*, 2019).

El Annual Industry Report 2018 revela que la construcción y el sector inmobiliario representan el 6.8% del PIB del país. Un dato notable es la significativa participación de empresas extranjeras en esta actividad, especialmente en la edificación, donde dos de cada tres hogares son construidos por firmas foráneas. Aunque el 75% del movimiento económico en la construcción de viviendas nuevas puede atribuirse a las ventas de hogares, este impacto se ve considerablemente atenuado por el alto número de adquisiciones financiadas mediante crédito. En contraste, un análisis similar sobre locales y oficinas comerciales no refleja este fenómeno. El aumento del precio de la tierra, que ha crecido alrededor del 50%, ha sido un factor clave en este crecimiento. Además, el crédito hipotecario ha mantenido una expansión anual cercana al 20%, mientras que el volumen de financiamiento destinado a la edificación se ha mantenido relativamente constante durante un periodo prolongado, con un crecimiento lento en el último año (Lehnert y Carrasco, 2020). Por lo que se pretende conocer, ¿Qué papel juega la Transformación digital en la Construcción?, ¿Cuales serán sus implicaciones para el futuro de la ingeniería en Bolivia?

METODOLOGÍA

Para profundizar en los aspectos pertinentes relacionados sobre ¿Qué papel juega la transformación digital en la construcción? y ¿Cuales serán sus implicaciones para el futuro de la ingeniería en Bolivia?, para lo que se tuvo en cuenta un enfoque metodológico descriptivo.

La metodología empleada con enfoque inductivo que se sustentó principalmente de fuentes provenientes de plataformas académicas reconocidas como PubMed, ScienceDirect, Google Scholar y Scielo. La búsqueda y posterior redacción de información se realizará en el periodo que comprende desde 2015-2025. Las palabras clave que se utilizarán para la recopilación de información ya sean en idioma español e inglés.

Construcción/contrucción, ingeniería/ engineering, transformación digital/ digital transformation, y implicaciones para el futuro de la ingeniería en Bolivia / Implications for the future of engineering in Bolivia.

Los criterios para la selección de información utilizada en esta revisión fueron artículos científicos y libros actualizados fueron “principales tipos de herramientas para transformación digital”, “papel de estas herramientas en el sector de la construcción en Bolivia”, "efectos de la transformación digital en la construcción" y " implicaciones de la transformación digital para el futuro de la ingeniería en Bolivia". Se excluyeron los trabajos que se enfocaran en la transformación digital para sectores como la educación, sociedad, comercio y transporte. Sólo se consideraron documentos en un periodo que abarcan desde el año 2015-2025, que fuesen artículos investigación y revisiones sistemáticas; libros y capítulos de libros publicados en revistas y editoriales arbitradas e indexadas en español e inglés.

Se descargaron los artículos recuperados de las diferentes fuentes. Se guardaron en una carpeta digital almacenada en la nube y compartida por los investigadores. Se nombró cada artículo con el título del estudio; de esta forma era posible minimizar la presencia de duplicados. Los artículos fueron examinados por los investigadores de forma independiente para depurar la muestra, (aplicando los criterios de inclusión), seleccionar los artículos e identificar las categorías para el análisis cualitativo. Para evitar sesgo en el análisis se siguió el siguiente protocolo interno de cribado y análisis:

Cada investigador abrió cada archivo y procedió a la lectura de los títulos y el resumen o abstract para verificar que provinieran de revistas arbitradas e indexadas y que su temática fuera sobre la transformación digital y sus implicaciones para el sector de la construcción civil. Se incluyeron artículos independientemente del enfoque y el diseño del estudio para poder buscar las tendencias de la investigación sobre el tema. Se excluyeron artículos escritos en otro idioma diferente al inglés y español.

Se conservaron solo los archivos elegibles en la carpeta de almacenamiento. Finalmente, se hizo una lectura completa de cada artículo para ir conformando las categorías. Una vez finalizada la lectura de todos, de forma independiente, se cotejaron las categorías presentadas por los autores y se sinceraron las mismas. El porcentaje de coincidencia en las categorías fue de 98%. Las diferencias se dirimieron con la participación de un investigador externo. El plan de análisis incluyó un abordaje cuantitativo para el registro de información bibliométrica de interés. Se usaron las herramientas „Tabla dinámica“ y „segmentación de datos“ para analizar los datos cuantitativos relativos al material. Por otra parte, el análisis cualitativo de contenido del artículo para establecer las categorías en función de los patrones observados.

RESULTADOS

De acuerdo con los criterios de búsqueda se encontraron 300 documentos, libros (20), tesis de pregrado (15), doctorados (10) y maestrías (15), así como artículos científicos (240). Según los criterios de inclusión y exclusión solo 30 fueron sobre la temática a investigar. De ellos 50 % en idioma inglés, en español 50 %, además, el 21.74 % fueron artículos de investigación y 78.26 % revisión sistemática. Según el tipo de documentos 76.67 % estuvo representado por artículos científicos y 23.33 % libros (Figura 1). Las bases de datos citadas el 50 % se encuentran en web science, 10 % Scopus, 26.67 % scielo y 13.33 % en Redalyc (figura 2).

Figura 1. *Distribución según tipos de documentos*

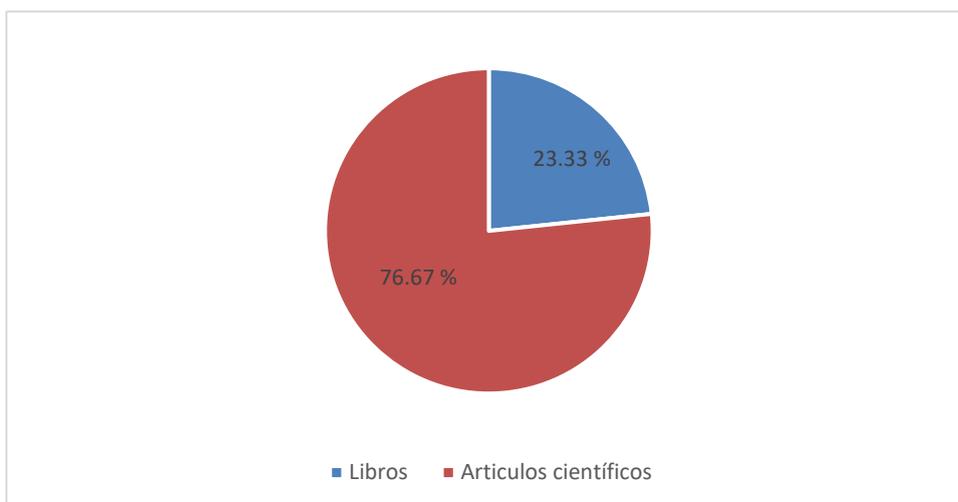
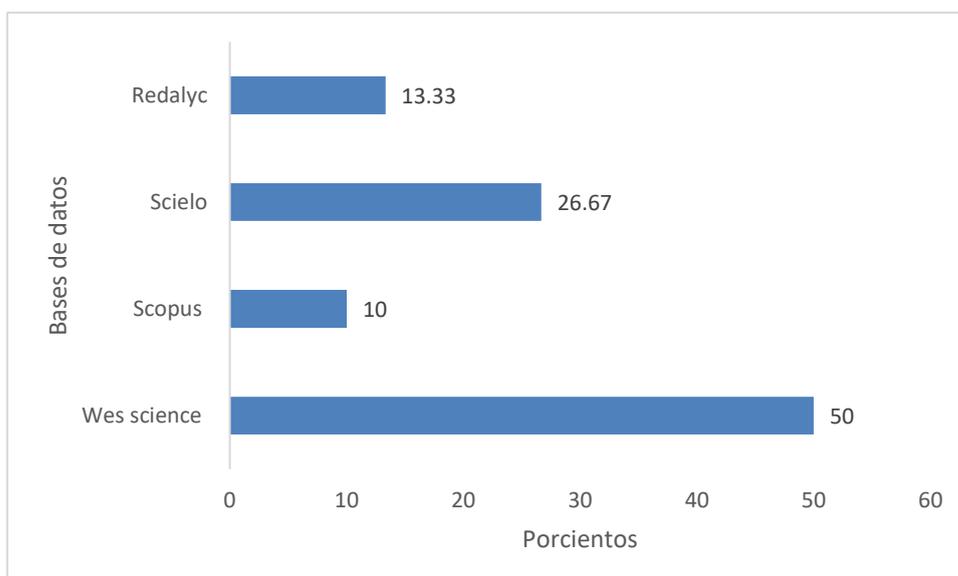


Figura 2. *Indexación de los documentos seleccionados según bases de datos*



Como se muestra en la Tabla 1, mientras que América Latina muestra un avance más consolidado en la transformación digital del sector construcción, Bolivia está comenzando a dar pasos significativos hacia esta modernización, enfrentando desafíos únicos relacionados con su contexto económico y social. El crecimiento del sector está impulsado por el aumento del precio de la tierra y la demanda de infraestructura urbana, con un enfoque creciente en sostenibilidad y eficiencia en América latina; mientras que en Bolivia, el crecimiento del precio de la tierra ha sido significativo (alrededor del 50%), pero el mercado aún enfrenta retos en cuanto a modernización y eficiencia en la construcción.

Tabla 1. Situación de la evolución de la transformación digital en la construcción

| Aspecto | América Latina | Bolivia |
|--------------------------------------|---|---|
| Participación en el PIB | La construcción y el sector inmobiliario representan un porcentaje significativo del PIB en varios países. | En Bolivia, este sector representa el 6.8% del PIB. |
| Adopción de tecnologías | La digitalización ha avanzado con la implementación de tecnologías como BIM, IoT y robótica en varios países. | La adopción de tecnologías digitales es más reciente; startups como Agendar Obras están liderando este cambio. |
| Inversión extranjera | Alta penetración de empresas extranjeras en la construcción, especialmente en edificación. | Dos de cada tres hogares son construidos por empresas foráneas. |
| Estrategias de digitalización | Se están desarrollando estrategias de digitalización que incluyen automatización y análisis de datos. | La digitalización se centra en mejorar la gestión de obras y presupuestos a través de plataformas digitales. |
| Desafíos en la adopción | A pesar del avance, muchas empresas aún utilizan métodos tradicionales y enfrentan resistencia al cambio. | Muchas empresas bolivianas siguen utilizando hojas de cálculo y métodos tradicionales para la gestión de proyectos. |
| Crecimiento del mercado | El crecimiento del precio de la tierra ha impulsado el desarrollo del sector, con un aumento significativo en los costos. | El crecimiento del precio de la tierra también impacta el desarrollo, aunque la modernización es lenta. |
| Perspectivas futuras | Se espera un aumento continuo en la adopción de tecnologías digitales, con un enfoque en sostenibilidad y eficiencia. | Con iniciativas como Agendar Obras, se vislumbra un futuro más eficiente y competitivo para el sector en Bolivia. |

Como desafíos comunes, en América a pesar del progreso, existe una brecha considerable en términos de habilidades digitales y conectividad que afecta la capacidad para implementar cambios tecnológicos efectivos. Por su parte Bolivia, la falta de infraestructura adecuada y habilidades digitales limita la adopción tecnológica, creando un reto adicional para las empresas locales que buscan modernizarse.

Las perspectivas futuras, se prevé en América un aumento continuo en la digitalización del sector construcción, con un enfoque en mejorar la productividad y sostenibilidad a través de tecnologías avanzadas y en Bolivia iniciativas emergentes como Agendar Obras, hay un potencial para que el sector evolucione hacia prácticas más eficientes y competitivas, aunque el camino hacia una transformación digital completa aún es largo.

El análisis de las tecnologías claves (tabla 2) resalta cómo cada región enfrenta sus propios desafíos y oportunidades en el contexto de la transformación digital en el sector construcción, mostrando un panorama diverso que va desde avances significativos hasta áreas donde aún hay mucho por desarrollar.

Tabla 2. *Tecnologías claves para el empleo de transformación digital en la construcción*

| Tecnología Clave | Europa | América Latina | Bolivia |
|-------------------------------------|--|---|---|
| BIM (Building Information Modeling) | Utilizado en proyectos grandes y complejos, aunque solo el 29% de las empresas lo empleaban en 2020. | La adopción está en aumento, pero todavía es moderada en comparación con Europa. | En fase inicial de implementación, con algunas startups comenzando a adoptarlo. |
| Digital Building Permit | Mejora la eficiencia administrativa y la ejecución de proyectos, promovido por políticas europeas. | No se ha implementado ampliamente; la regulación es menos estricta en comparación con Europa. | Ausente; el proceso de permisos sigue siendo manual y tradicional. |
| Escaneo 3D y Drones | Cada vez más utilizados para la adquisición de datos y monitoreo de proyectos. | Comenzando a ser adoptados, pero con variaciones significativas entre países. | Uso limitado; la mayoría de los proyectos aún dependen de métodos tradicionales. |
| Inteligencia Artificial y Big Data | Integrados en procesos para mejorar la toma de decisiones y optimizar recursos. | En crecimiento, especialmente en empresas que buscan mejorar la eficiencia y la sostenibilidad. | Poco uso; las empresas locales carecen de infraestructura y capacitación para implementarlas. |

| | | | | |
|------------------------------|--|---------------------------------------|--|---|
| Construcción Industrializada | Promovida como parte de la estrategia para aumentar la eficiencia y reducir costos. | como la para culturales y económicas. | Comenzando a ser considerada, pero aún enfrenta barreras culturales y económicas. | En desarrollo; algunos proyectos están explorando métodos más eficientes, pero son excepcionales. |
| Financiación Digital | Programas como Horizon Europe apoyan la digitalización del sector con recursos significativos. | como la del | La financiación es variable; algunos países reciben apoyo internacional, pero otros carecen de ello. | Limitada; las iniciativas locales dependen principalmente de financiamiento privado o familiar. |

De acuerdo con las diferentes tecnologías, BIM: en Europa, el uso del Modelado de Información de Construcción es más avanzado, aunque su adopción es desigual entre los países miembros. En América Latina, su implementación está creciendo, pero todavía no alcanza los niveles europeos. En Bolivia, el uso de BIM es incipiente y se limita a algunas startups. Para los permisos digitales: Europa ha implementado sistemas digitales que mejoran la eficiencia administrativa en la construcción, mientras que América Latina carece de una regulación similar. Bolivia aún utiliza procesos manuales para obtener permisos. Mientras que, los scaneo 3D y drones: Estas tecnologías están siendo adoptadas rápidamente en Europa para mejorar la precisión y eficiencia en los proyectos. En América Latina, su uso está aumentando, pero todavía hay una gran dependencia de métodos tradicionales en Bolivia.

Además, para el empleo de la Inteligencia Artificial y Big Data: Estas herramientas están integrándose en los procesos europeos para optimizar recursos y decisiones. En América Latina se están comenzando a utilizar, pero Bolivia enfrenta desafíos significativos debido a la falta de infraestructura adecuada. Así, la Construcción Industrializada: Esta tendencia está siendo promovida en Europa como una solución para aumentar la eficiencia, mientras que en América Latina se está empezando a considerar, aunque enfrenta barreras culturales. En Bolivia, algunos proyectos están explorando este enfoque; y Financiación Digital: Europa cuenta con programas robustos que apoyan la digitalización del sector construcción, mientras que América Latina tiene un acceso variable a financiamiento. En Bolivia, las iniciativas dependen mayormente del financiamiento privado.

Para 2025, tanto a nivel global como en Bolivia, la digitalización promete transformar radicalmente el sector de la construcción, generando beneficios tangibles que van desde mejoras en productividad y seguridad hasta avances significativos en sostenibilidad y acceso a vivienda. Estos resultados numéricos subrayan la importancia de adoptar tecnologías digitales para enfrentar los desafíos actuales y futuros del sector. En el mundo, se estima que la digitalización puede aumentar la productividad en el sector de la construcción entre un 10 % y un 20 % en comparación con métodos tradicionales. La implementación de tecnologías como BIM y automatización podría reducir los costos de construcción en un 15 % a 30 %, al disminuir errores y mejorar la planificación, el uso de drones y sensores, pueden reducir los accidentes laborales hasta en un 30 %, mejorando las condiciones de trabajo, el uso de prácticas sostenibles y

tecnologías digitales permitirá una reducción del 20% en la huella de carbono del sector para 2025 y la adopción de tecnologías digitales en construcción se espera que alcance alrededor del 70 % entre las empresas líderes del sector.

Mientras que, en Bolivia el sector de la construcción continuará siendo un importante generador de empleo, alcanzando aproximadamente 400,000 empleos directos para 2025. Se espera que la superficie autorizada para nuevas construcciones alcance los 500,000 m², lo que representa un crecimiento significativo respecto a años anteriores, se estima que el desarrollo de soluciones habitacionales innovadoras podría reducir el déficit habitacional en un 15 %, mejorando el acceso a viviendas asequibles, las inversiones en capacitación y formación de mano de obra aumenten en un 25 %, preparando a los trabajadores para integrar nuevas tecnologías y la adopción de herramientas digitales como BIM y plataformas de gestión podría aumentar al menos un 40 %, facilitando una mejor gestión y planificación en proyectos constructivos.

Aunque, la transformación digital en Bolivia enfrenta varios desafíos que limitan su avance y efectividad. La falta de leyes actualizadas y claras sobre la protección de datos personales y el uso de tecnologías digitales crea un entorno regulatorio inadecuado. Esto puede dar lugar a abusos y no garantiza los derechos de los ciudadanos en el ámbito digital. Además, la infraestructura tecnológica es insuficiente, con una conectividad que no alcanza a toda la población. Sin acceso a internet adecuado, es difícil implementar una economía digital efectiva. Según la Agenda Patriótica 2025, se busca que el 100 % de la población tenga acceso a servicios de comunicación e internet, pero este objetivo aún está lejos de cumplirse. Una gran parte de la economía boliviana es informal (se estima que representa hasta el 77 %), lo que dificulta la integración de estas actividades en el ámbito digital. La digitalización podría ser una herramienta para formalizar estas transacciones, pero requiere un marco normativo adecuado y accesible.

Por lo que, la brecha digital es significativa, especialmente en educación y capacitación laboral. La pandemia exacerbó esta situación, mostrando que muchos estudiantes carecen de habilidades tecnológicas adecuadas para el mercado laboral actual. Las universidades no están formando profesionales con las competencias necesarias en desarrollo web y tecnologías digitales, resistencia cultural hacia la adopción de nuevas tecnologías, tanto en el sector público como en el privado. Esto se traduce en una lenta implementación de herramientas digitales que podrían mejorar la eficiencia y productividad. La escasez de programas de formación adecuados para preparar a la fuerza laboral en competencias digitales limita el avance hacia una economía más digitalizada. Muchos profesionales buscan capacitación alternativa fuera del sistema educativo formal. La transformación digital podría aumentar las desigualdades existentes si no se implementan políticas inclusivas que garanticen que todos los sectores de la población tengan acceso a las tecnologías digitales. Para superar estos desafíos, es crucial que Bolivia desarrolle un marco normativo robusto, invierta en infraestructura tecnológica y promueva la capacitación en habilidades digitales. Solo así podrá aprovechar plenamente las oportunidades que ofrece la transformación digital y avanzar hacia una economía más moderna y competitiva.

De ahí que, la adopción de la transformación digital en la ingeniería en Bolivia presenta diversas implicaciones para el futuro, que abarcan desde mejoras en la eficiencia operativa hasta el impulso de la innovación y la inclusión financiera. Donde la digitalización permitirá a las empresas de ingeniería optimizar sus procesos, reduciendo costos y tiempos de ejecución. La implementación de herramientas como BIM y plataformas de gestión digital, como Agendar Obras, facilitará una planificación más precisa y un seguimiento efectivo de los proyectos, abrirá oportunidades para el desarrollo de nuevos modelos de negocio y servicios innovadores. Las empresas podrán explorar soluciones disruptivas que respondan a las necesidades del mercado, impulsando así el crecimiento del sector y la digitalización también impactará en el ámbito financiero, facilitando el acceso a servicios financieros digitales. Esto permitirá a más personas y empresas participar en la economía formal, mejorando su capacidad para invertir en proyectos de construcción e ingeniería.

Además, la adopción de tecnologías digitales requerirá una fuerza laboral capacitada. Esto impulsará iniciativas educativas y programas de formación que preparen a los profesionales del sector para enfrentar los desafíos tecnológicos, fomentando así un ecosistema laboral más competente. Con una infraestructura digital adecuada, las empresas bolivianas podrán acceder a mercados internacionales, aumentando su competitividad. Esto es especialmente relevante para startups tecnológicas que buscan expandirse más allá de las fronteras nacionales, permitirá implementar prácticas más sostenibles en la construcción e ingeniería, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental. Herramientas digitales pueden ayudar a monitorizar y optimizar el uso de recursos naturales en los proyectos. A medida que las empresas adopten tecnologías digitales, se fomentará la creación de un ecosistema digital robusto que incluya proveedores, clientes y plataformas tecnológicas, lo cual es crucial para el crecimiento, también existirán desafíos relacionados con la regulación y normativas que deben ser abordados para facilitar una transición efectiva hacia un entorno digitalizado. Así, la transformación digital en la ingeniería en Bolivia tiene el potencial de revolucionar el sector, mejorando la eficiencia, fomentando la innovación y promoviendo una mayor inclusión financiera. Sin embargo, para capitalizar estas oportunidades, será fundamental abordar los desafíos existentes y crear un entorno propicio que apoye esta transición hacia un futuro más digitalizado y sostenible.

DISCUSIÓN

Los diversos desafíos y oportunidades se identifican los relacionados específicamente con el uso de gemelos digitales en el sector de la construcción. La implementación de esta tecnología representa una valiosa oportunidad para que las empresas del sector mejoren su competitividad. Una de las razones por las que este sector ha estado rezagado podría abordarse mediante el uso de gemelos digitales, ya que ofrecen una perspectiva integral del flujo de trabajo, esencial para la planificación general y la comunicación efectiva con clientes, supervisores y otros actores involucrados en el proyecto (Ravillard *et al.*, 2021). Sin embargo, es crucial que las empresas bolivianas no estén acostumbradas a reconocer los beneficios tangibles de estas tecnologías ni a aprovechar su potencial. Además, existe incertidumbre respecto a la fiabilidad de los sistemas utilizados para la recopilación de datos. Por último, otro desafío importante es desarrollar una metodología adecuada que integre los gemelos digitales en las estrategias de innovación y en los procesos de gestión existentes (Egana-del Sol *et al.*, 2022; Paco Vargas, 2023).

Es por esto que, la tecnología, procesos y modelos de negocio están cambiando drásticamente con la irrupción de la digitalización en el ecosistema de la construcción. La madurez de tecnologías que se configuran alrededor del BIM ha permitido el desarrollo de aplicaciones digitales innovadoras para transformar los procesos de diseño, construcción y gestión de activos (Herbas Torrico *et al.*, 2018). Desagregando las soluciones BIM, tenemos conjuntos probados de herramientas y aplicaciones como almacenamiento en la nube, modelos de predicción para diseño de estructuras innovadoras; realidad aumentada; realidad virtual; fabricación y ensamblado automatizado; y visualización, comunicación y colaboración en contexto 3D (Cruz-Aguayo *et al.*, 2022).

Por lo que, El mundo de la construcción está cambiando hacia procesos más eficientes basados en la tecnología; conceptos como construcción offsite, industrializada, automatizada y modelada digitalmente se posicionan con fuerza en la planificación estratégica a largo plazo de las comunidades. El término BIM, por sí solo, ha quedado obsoleto. Si bien este se mantendrá como el eje en la producción e intercambio de información digital, al estar soportado en avances tecnológicos y novedosas visiones de negocio que están emergiendo, a la par de otros procesos socioculturales, BIM desaparecerá del vocabulario común para dar paso al término modelo digital, en la concepción de proyecto basado en los cuatro pilares fundamentales: nodo, proceso, representación e información (Sampietro-Saquicela, 2020; Páez-Gabriunas *et al.*, 2022).

El modelo BIM permite no solo la generación de planos en dos y tres dimensiones, sino la inserción de toda la información asociada al proyecto; permite la eficiencia en el manejo de la información al permitir su actualización simultánea en tiempo real. Ayuda en la gestión de la construcción al vincular la información del modelo con el costo, tiempo, calidad y toda la información referente al proyecto. La utilización de modelos BIM reduce costos asociados a los cambios en los planos, ya que con un simple ajuste en uno de estos se afecta a todos los otros planos. En proyectos de infraestructura existen otros potenciales beneficios adicionales cuyo impacto puede variar, como el análisis de interferencias en túneles, la alineación de corredores o el análisis de impactos en la circulación, al grado que el diseño del modelo permita la simulación de estos eventos (Ynzunza Cortés *et al.*, 2017).

Además, el modelo de información del sistema de gestión constituye una colección de equipos de construcción, instalaciones de ingeniería, actividades y otros elementos relevantes. La adopción de avances tecnológicos en la presentación, comunicación y almacenamiento de información ha alcanzado niveles sorprendentes en todas las actividades productivas, destacándose especialmente el desarrollo del modelado de información aplicado a la edificación. A nivel mundial, existen numerosos casos de éxito que demuestran resultados significativos en el control y ejecución de proyectos. Estos incluyen la reducción de costos y reclamaciones, así como la generación de información valiosa para la fase operativa del edificio a lo largo de su vida útil (García de Soto *et al.*, 2022).

Entre otras cosas, la adopción del internet de las cosas (IoT) y sensores en la construcción, este concepto se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con internet. La finalidad es otorgar a estos objetos la capacidad de recolectar y transmitir información, permitiendo así que se comuniquen con servidores.

En el ámbito de la construcción, existen diversas tecnologías para conectar objetos, como el uso de sensores integrados y la implementación de soluciones basadas en la nube, que ofrecen amplias capacidades de almacenamiento y procesamiento de datos (Miranda-Torrez, 2023). La tecnología en la nube también facilita la comunicación en tiempo real entre los dispositivos presentes en el sitio de construcción. Cualquier sensor conectado a internet puede intercambiar información con otros sensores integrados, siempre que utilicen un lenguaje común. De este modo, pueden realizar consultas como "¿Cuál es tu estado?" o "¿Ha ocurrido tal evento?" (Martínez *et al.*, 2020).

En este sentido, los sistemas integrados han logrado disminuir significativamente sus costos, el consumo energético y las capacidades de procesamiento previamente necesarias, siendo aplicables en diversas áreas de la industria. Un ejemplo ilustrativo de esta tecnología en el sector de la construcción es la propuesta de una firma que introduce un concepto innovador: cerramientos de fachada que no solo separan la parte exterior, calificada energéticamente, de la interior, sino que también ofrecen una solución IoT al usuario (Hancock *et al.*, 2018 Carpanese *et al.*, 2024). La propuesta consiste en paneles modulares que integran sensores, dispositivos de actuación y placas solares térmicas. La información recopilada por los sensores se envía a una nube dedicada, lo que permite controlar y optimizar la gestión de la fachada exenta. Esto facilita el mantenimiento de un registro histórico sobre las posibilidades de ventilación nocturna de la fachada, asegurando así una máxima eficiencia en su rendimiento general (Carpanese *et al.*, 2024).

Para el caso de la ingeniería en Bolivia, en el ámbito de la construcción, específicamente en los dos campos de la ingeniería (civil y arquitectura), ocupa el 50% del mercado de la ingeniería y genera alrededor del 4% del Producto Interno Bruto (PIB) del país. Es notoria la falta de calificación de los egresados; es decir, se requieren profesionales que vayan más allá de la parte técnica de sus disciplinas. Hoy día, asociar lo técnico con la tecnología es fundamental. Un ejemplo concreto es el caso de Singapur, donde se tendió una estrategia nacional para formar profesionales con mirada hacia la digitalización y el uso de avances tecnológicos (Lehnert y Carrasco, 2020).

Hasta la fecha de publicación de artículos y estudios consultados, no se dio a conocer de forma clara un modelo de trabajo formal de estas tecnologías o de proyectos de inversión en este tipo de herramientas, de manera que nosotros, como estudiantes de ingeniería, no pudimos identificar con claridad en qué hay aplicaciones activas en Bolivia al cumplir tareas dentro del sector industrial y/o tecnológico-laboral. Hasta el término de la redacción del artículo, no hubo foros, talleres, etc., donde las empresas tecnológicas mostraran sus aplicaciones en el sector maquinista y/o tecnológico para despertar interés en el ministerio correspondiente a la inversión en estas tecnologías, siendo esta ignorada en el ámbito tecnológico y laboral como una tónica. A pesar de que los estudiantes y/o profesionales exijamos a las empresas tecnológicas la presencia de aplicaciones activas en Bolivia al cumplir tareas dentro del sector maquinista y/o tecnológico-laboral (Dini *et al.*, 2021).

Así, con los adelantos tecnológicos se necesitan profesionales con nuevos perfiles, se estima que la digitalización de la economía cambiará radicalmente el mundo laboral, alterando de manera significativa la demanda de trabajadores y nuevos tipos de profesionales que se requerirán, por ejemplo, en el ámbito de la industria manufacturera. Predominarán ocupaciones asociadas a funciones de oficios, entre otros, a la ejecución sostenible de actividades de fabricación y cuidado de las plantas. La gestión de procesos de producción y mantenimiento y la optimización del funcionamiento de plantas. Se requiere personal altamente cualificado, incluyendo técnicos superiores en informática, fabricación mecánica, ingenieros industriales y especialistas en desarrollo de aplicaciones multiplataforma. Las ocupaciones demandadas abarcan áreas como construcción sostenible, arquitectura e ingeniería asistida por ordenador, modelización en 5D y gestión eficiente de información en proyectos. También se buscan expertos en diseño automatizado, robótica aplicada a la construcción, ciberseguridad en la nube y edificación 3D multidisciplinaria. Además, se necesitarán más profesionales para el diseño y mejora de edificaciones utilizando CAD (Cespedes y Philippe, 2017; Chinkes y Julien, 2019).

De ahí que, las universidades, en particular las facultades de Ingeniería Civil, deberían cambiar su enfoque en la formación de ingenieros del futuro. Un número muy importante de materias impartidas, tanto en la carrera de grado de Ingeniería Civil como en las de posgrado, no están trabajando bajo la metodología del Building Information Model, lo que supone a nuestros egresados un serio problema de competitividad en su desempeño profesional. Los cambios en el modelo educativo no solo tendrán que ver con la teoría, sino que deberán entrar a trabajar con tecnología de última generación y metodologías activas y situadas que permitirán la transformación del perfil del ingeniero, especialmente en las áreas del conocimiento relativamente estáticas y cerradas (Barandiarán, 2019; Navia *et al.*, 2022).

Por otro lado, la metodología de aprendizaje que utilizaron nuestros padres durante su formación en Ingeniería resulta inadecuada para los profesionales de hoy y del futuro. Es necesario transformar no solo todas las áreas de la educación básica, sino también los enfoques pedagógicos, con el fin de preparar mejor a los Ingenieros Civiles para el mercado actual. Los profesionales deben sobresalir no solo por su sólida formación técnica, sino también por su capacidad para desarrollar habilidades interpersonales; su nivel de competencia se medirá a través de entregas versátiles y su habilidad para ser gestores o líderes en proyectos de Ingeniería (Eras-Almeida *et al.*, 2019). Un docente menciona que tecnologías que parecen interesantes en un horizonte de cinco años tienen como objetivo principal formar a estudiantes de nivel medio superior, centrándose en cómo utilizar las herramientas tecnológicas actuales en el ámbito de la Ingeniería. Los programas educativos en este nivel deberían iniciar el proceso para fomentar la fluidez en el manejo de información; al concluir su formación superior, los egresados estarán preparados para desempeñarse de manera inmediata y diversa en entornos laborales, donde se espera que adquieran competencias como las del enfoque Seis Sigma (Machado *et al.*, 2021).

Si tenemos en cuenta que en los países desarrollados, ya existen un conjunto de normativas para la construcción, así como regulaciones específicas para diversas tecnologías. Familiarizarse con las normativas extranjeras, además de las nacionales, puede contribuir significativamente a mejorar la calidad final de los proyectos. En Bolivia, aunque se dispone de diferentes normativas, la mayoría se considera solo una fuente de información obligatoria que ha sido traducida al español y adaptada de los países donantes o de estándares internacionales; sin embargo, estas no son de cumplimiento obligatorio (Velázquez Sánchez *et al.*, 2020; Fernandez-Fuentes *et al.*, 2021).

Sin embargo, como resultado de la transformación digital en la ingeniería de la construcción, el personal requerirá ser formado progresivamente en nuevas tecnologías que no son solo uno o dos software, sino un conjunto de herramientas relacionadas entre sí que resultan altamente novedosas y productivas (Devissche *et al.*, 2016). Por ejemplo, el manejo de un modelador en 3D es obligatorio hoy en día para realizar un proyecto integralmente con BIM. Se deben superar los prejuicios para aceptar la posibilidad que existe, ya que la transformación no se puede afrontar por completo (Ojeda Copa, 2023).

No obstante, Resistencia al cambio, generalmente originada por el miedo o temor de realizar una actividad nueva o desconocida que conducirá al rechazo. Falta de conocimiento del cambio, los motivos del mismo o los beneficios que puede aportar. En cada área concreta dentro de la ingeniería existen diferentes grados de resistencia en cuanto a su adopción, variando desde aquellas que lo hacen de forma progresiva y sólida, hasta las que simplemente siguen trabajando como lo hacían hace décadas (Ferronato *et al.*, 2022). El desafío para las empresas es doble: por un lado, mantenerse a la vanguardia en el modelo más avanzado para cada área y, por otro, lograr una eficiente continuidad en todos los ámbitos. Finalmente, esta es una decisión estratégica por parte de las empresas constructoras al haberse convertido la misma en un proyecto de empresa (Birle y Windus, 2024).

También, es fundamental que los profesionales de ingeniería (civil, mecánica, eléctrica) adquieran conocimientos digitales específicos, como el modelado de información y el análisis de datos, para optimizar el diseño de proyectos. La actualización curricular en estas disciplinas debe priorizar estas habilidades. Las instituciones de formación deben desarrollar programas que utilicen técnicas de aprendizaje en línea y vinculen a expertos en tecnologías digitales. Los arquitectos requieren herramientas multidisciplinarias para optimizar proyectos y presentar propuestas (Tomczyk *et al.*, 2021). Los ingenieros constructores deben visualizar diseños y realizar simulaciones energéticas, mientras que los ingenieros civiles se beneficiarán del monitoreo remoto mediante sensores y GPS. Los ingenieros mecánicos deben dominar la manufactura aditiva, y los electricistas deben enfocarse en sistemas de automatización. Las empresas de construcción deben avanzar hacia la digitalización, cerrando brechas con los stakeholders y unificando equipos en un ciclo de aprendizaje colaborativo. Espero que esta versión cumpla con tus expectativas (Vega Cano *et al.*, 2023).

CONCLUSIONES

La transformación digital no solo es una tendencia, sino una necesidad estratégica para el futuro de la ingeniería y la construcción en Bolivia. De ahí que, la implementación de metodologías como BIM (Building Information Modeling) y la construcción 4.0 está mejorando la eficiencia, optimizando recursos y facilitando la colaboración en proyectos, lo que es esencial para el desarrollo sostenible en el sector. Es crucial que las instituciones educativas actualicen sus currículos para incluir habilidades digitales, preparando a los ingenieros del futuro para enfrentar los desafíos del mercado laboral actual y fomentar su capacidad de innovación. Además, el aumento del comercio electrónico en Bolivia está transformando la forma en que las empresas de construcción interactúan con clientes y proveedores, permitiendo una mayor eficiencia en las operaciones comerciales. Por lo que, en Bolivia Startups como GoBox y Agendar Obras están liderando la revolución digital en el sector, ofreciendo soluciones

tecnológicas que mejoran la gestión de proyectos y promueven la formalización del sector. La cooperación entre el sector público y privado es fundamental para impulsar la transformación digital, asegurando que los proyectos se alineen con las necesidades sociales y ambientales. A pesar de los avances, persisten desafíos como la resistencia al cambio y la necesidad de cerrar brechas tecnológicas, lo que requiere un enfoque colaborativo para maximizar las oportunidades que ofrece la digitalización.

REFERENCIAS

- Barandiarán, J. (2019). Lithium and development imaginaries in Chile, Argentina and Bolivia. *World Development*, 113, 381-391. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.09.019>
- Birle, P., & Windus, A. (Eds.). (2024). *Conocimiento, poder y transformación digital en América Latina*. Iberoamericana. Ibero-Amerikanisches Institut Preußischer Kulturbesitz (Instituto Ibero-Americano. Fundación Patrimonio Cultural Prusiano) Vol. 191. https://publications.iai.spk-berlin.de/servlets/MCRFileNodeServlet/iai_derivate_00000303/BIA_191_Online.pdf
- Carpanese, C., Saxinger, G., & Wilson, E. (2024). Clean and future-oriented: Local perceptions of lithium extraction in Bolivia during the presidency of Evo Morales. *The Extractive Industries and Society*, 19, 101522. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2024.101522>
- Cespedes, M., & Philippe, D. (2017). Technology foresight in traditional Bolivian sectors: Innovation traps and temporal unfit between ecosystems and institutions. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 280-293. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.023>
- Chinkes, E., & Julien, D. (2019). Las instituciones de educación superior y su rol en la era digital. La transformación digital de la universidad: ¿transformadas o transformadoras? *Ciencia y Educación*, 3(1), 21-33. Doi: <https://doi.org/10.22206/cyed.2019.v3i1.pp21-33>
- Cruz-Aguayo, Y., Mateo, M., Verónica, X., Ramallo, V., De Marco, C., & Sessa, M. (2022). Hacia una transformación digital del sector educativo: Aprendizajes de la virtualización de emergencia. División de Educación. NOTA TÉCNICA N°. IDB-TN-02409. https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_investigacion_pdf/4459.pdf
- Devisscher, T., Boyd, E., & Malhi, Y. (2016). Anticipating future risk in social-ecological systems using fuzzy cognitive mapping: The case of wildfire in the Chiquitania, Bolivia. *Ecology and Society*, 21(4). <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08599-210418>
- Dini, M., Gligo, N., & Patiño, A. (2021). Transformación digital de las mipymes: elementos para el diseño de políticas. Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/99), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://goo.su/yIvqMd>
- Egana-del Sol, P., Bustelo, M., Ripani, L., Soler, N., & Viollaz, M. (2022). Automation in Latin America: are women at higher risk of losing their jobs?. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121333. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121333>
- Eras-Almeida, A. A., Fernández, M., Eisman, J., Martín, J. G., Caamaño, E., & Egido-Aguilera, M. A. (2019). Lessons learned from rural electrification experiences with third generation solar home systems in latin America: Case studies in Peru, Mexico, and Bolivia. *Sustainability*, 11(24), 7139. <https://doi.org/10.3390/su11247139>

- Fernandez-Fuentes, M. H., Eras-Almeida, A. A., & Egido-Aguilera, M. A. (2021). Characterization of technological innovations in photovoltaic rural electrification, based on the experiences of Bolivia, Peru, and Argentina: Third generation solar home systems. *Sustainability*, *13*(6), 3032. <https://doi.org/10.3390/su13063032>
- Ferronato, N., Pasinetti, R., Valencia Vargas, D., Calle Mendoza, I.J., Guisbert Lizarazu, E.G., Gorritty Portillo, M.A., Conti, F., y Torretta, V. (2022). Circular Economy, International Cooperation, and Solid Waste Management: A Development Project in La Paz (Bolivia). *Sustainability*, *14*, 1412. <https://doi.org/10.3390/su14031412>
- García de Soto, B., Turk, Ž., Maciel, A., Mantha, B., Georgescu, A., & Sonkor, M. S. (2022). Understanding the significance of cybersecurity in the construction industry: Survey findings. *Journal of Construction Engineering and Management*, *148*(9), 04022095. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002344](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002344)
- Hancock, L., Ralph, N., & Ali, S. H. (2018). Bolivia's lithium frontier: Can public private partnerships deliver a minerals boom for sustainable development?. *Journal of Cleaner Production*, *178*, 551-560. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.264>
- Herbas Torrico, B., Frank, B., & Arandia Tavera, C. (2018). Corporate social responsibility in Bolivia: meanings and consequences. *International Journal of Corporate Social Responsibility*, *3*, 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40991-018-0029-0>
- Lehnert, M., & Carrasco, N. (2020). Del vivir bien y del desarrollo sustentable. Extractivismos y construcción de alternativas al desarrollo en Bolivia y Chile. *Diálogo andino*, (63), 189-204. <https://www.scielo.cl/pdf/rda/n63/0719-2681-rda-63-189.pdf>
- Machado, F.A., Delatorre, J.P.M., Ruschel, R.C. (2021). BIM in Latin American Countries: An Analysis of Regulation Evolution. In: Toledo Santos, E., Scheer, S. (eds) Proceedings of the 18th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. ICCCBE 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 98. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51295-8_30
- Martínez, R., Palma, A., & Velásquez, A. M. (2020). Revolución tecnológica e inclusión social: reflexiones sobre desafíos y oportunidades para la política social en América Latina, serie Políticas Sociales, N° 233 (LC/TS.2020/88), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://goo.su/Eah9F>
- Miranda Torrez, J. M. (2023). La transformación digital: estrategia generadora de cambios en las organizaciones. *Revista Estrategia Organizacional*, *12*(2), 109-135. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9425237>
- Navia, M., Orellana, R., Zaráte, S., Villazón, M., Balderrama, S., & Quoilin, S. (2022). Energy transition planning with high penetration of variable renewable energy in developing countries: The case of the Bolivian interconnected power system. *Energies*, *15*(3), 968. <https://doi.org/10.3390/en15030968>

- Ojeda Copa, A. (2023). Un laboratorio de tecnologías sociales desde Bolivia. *Pléyade (Santiago)*, (32), 32-44. <https://www.scielo.cl/pdf/pleyade/n32/0719-3696-pleyade-32-32.pdf>
- Paco Vargas, M. (2023). La transformación digital en las instituciones de educación superior de la ciudad de La Paz. *Revista Tribunal*, 3(6), 62-73. <https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v3i6.33>
- Páez-Gabriunas, I., Sanabria, M., Gauthier-Umaña, V., Méndez-Romero, R. A., Rivera Virgüez, L., Anzola, D., ... & Saucedo Meza, G. M. (2022). *Transformación digital en las organizaciones*. Editorial Universidad del Rosario. <https://goo.su/IfJId>
- Ravillard, P., Chueca, J. E., Weiss, M., & Hallack, M. C. M. (2021). Implications of the energy transition on employment: Today's results, tomorrow's needs. Energy Division. TECHNICAL NOTE No. IDB-TN-02338. <http://dx.doi.org/10.18235/0003765>
- Sampietro-Saquicela, J. L. (2020). Transformación digital de la industria 4.0. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(8), 1344-1356. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7554338>
- Tomczyk, Ł., Jáuregui, V. C., de La Higuera Amato, C. A., Muñoz, D., Arteaga, M., Oyelere, S. S., ... & Porta, M. (2021). Are teachers techno-optimists or techno-pessimists? A pilot comparative among teachers in Bolivia, Brazil, the Dominican Republic, Ecuador, Finland, Poland, Turkey, and Uruguay. *Education and Information Technologies*, 26(3), 2715-2741. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10380-4>
- Vega Cano, R., García Rangel, F., & Cruz Hernández, U. (2023). Retos y oportunidades para el desempeño profesional de la ingeniería civil desde la óptica de los empleadores. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(27). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1736>
- Velázquez Sánchez, L. M. V., García, G. M., & Flores, M. A. (2020). Proyectos internacionales para la igualdad de género y la transformación digital desde las universidades *para la inclusión a través de la internacionalización*, 61. <https://goo.su/sC0iC5I>
- Ynzunza Cortés, C., Manuel, J., Landeta, I., Guadalupe, J., Chacón, B., & Pereyra, F. A. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras Implications and Perspectives of Industry 4.0. *Conciencia tecnológica*, 54, 33-45. <https://www.redalyc.org/journal/944/94454631006/94454631006.pdf>