

## Smart Construction: Transformación digital del sector

La industria de la construcción es de vital importancia en nuestra vida diaria, puesto que es la encargada de cimentar toda la infraestructura presente a nuestro alrededor.



Este sector representa aproximadamente el 13% del PIB mundial. No obstante, tiene un gran potencial de crecimiento en cuanto a términos de productividad. Entre los factores a mejorar, se perciben: los elevados costos, escasez de habilidades, limitada digitalización y escasa inversión en I&D. A su vez, constituye un sector muy regulado, sujeto a varios niveles de permisos y aprobaciones. En este sentido, la Construcción Inteligente o Smart Construction, permitiría avanzar en la resolución de los inconvenientes antes mencionados.

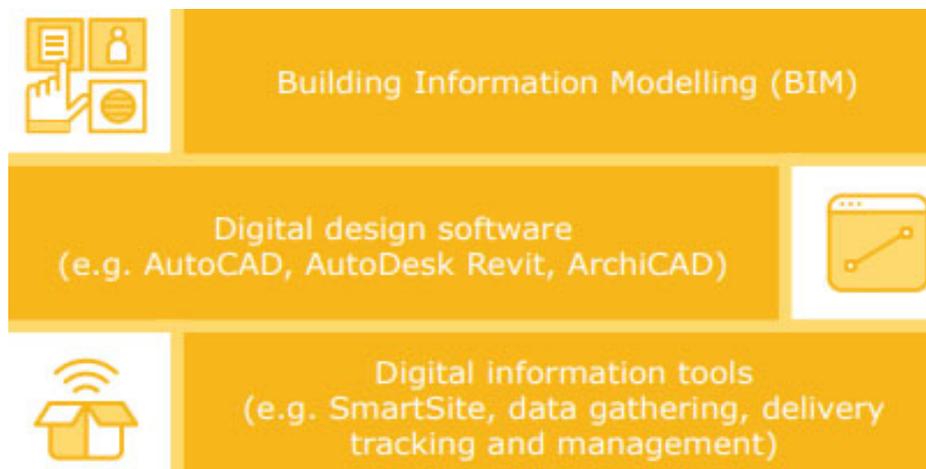
***De acuerdo al CLC (Construction Leadership Council), se denomina “construcción inteligente” al diseño, la construcción y la operación de activos, llevados a cabo a través de asociaciones***

**que efectúan un uso completo de las tecnologías digitales y las técnicas de fabricación industrializadas, con el objetivo de mejorar la productividad, minimizar los costos de vida, mejorar la sostenibilidad y maximizar los beneficios de los usuarios.**

Este tipo de construcción no sólo perfecciona la industria de la vivienda, sino que, además, mejora la calidad de vida de sus ocupantes. Por otro lado, la industria de la construcción posee un gran impacto en el medio ambiente, ya sea por los recursos que utiliza, como por los desperdicios que genera.

Los avances en las nuevas soluciones también permitirían, el diseño de construcciones más sustentables, con consumos más eficientes en materia de energía. A nivel general, estamos hablando de una reducción de los costos que se derivan del funcionamiento cotidiano de un edificio, puesto que se mejora el rendimiento y durabilidad del mismo, lo cual se traduce en un beneficio para los inversores como para sus ocupantes.

Con las tecnologías digitales, es posible disponer del diseño y la planificación de una manera más inteligente, contando con predicciones que conlleven a optimizar la etapa de la construcción, utilizando los activos de un modo más eficiente. Algunos ejemplos de estas soluciones digitales podrían ser:



## Transformación digital en el sector de la construcción

Al referirnos a una transformación digital, la inteligencia artificial (A.I.) se convierte en protagonista fundamental. La misma se refiere a la capacidad que poseen las máquinas para simular el comportamiento humano. Pueden ser explícitamente programadas o “aprender solas”. Las técnicas de A.I. pueden ser aplicadas dentro de la construcción, para agregarle valor al proceso, transformando los datos provenientes de los sensores, en información útil que permita incrementar los beneficios de las empresas e impulsar la transformación digital del sector.

Al considerar a la A.I. como un disparador para la evolución digital del sector, es conveniente, en primer lugar, analizar cómo es el ecosistema presente: en la actualidad, *el proceso se encuentra altamente basado en el proyecto puntual, es decir, desarrollos específicos para los requerimientos del cliente, usando diseños concebidos desde cero y con muy poco grado de repetitividad. A su vez, existe una multitud de actores implicados en cada paso, lo que puede*

*derivar en importantes fricciones entre las interfaces. La construcción es realizada en el sitio quizás en entornos hostiles, con una gran parte de la mano de obra temporal y manual, y con un uso limitado de herramientas y procesos digitales de un extremo a otro.*

*Por contraposición, la construcción a futuro podría reflejar: una gran parte de proyectos erigidos utilizando componentes personalizables y modulares, elaborados mediante procesos estandarizados en fábricas externas, los cuales se enviarán y montarán in situ. La producción consistirá en procesos similares a una línea de montaje en entornos seguros, con un alto grado de repetición. Cada proveedor desarrollará su propia biblioteca de diseño de elementos y componentes, que se pueden ensamblar de acuerdo con los requisitos del cliente. La cadena de valor está más consolidada, tanto verticalmente como horizontalmente. La digitalización se encuentra a lo largo de todo el proceso.*

***En términos generales, lo que se busca es pasar de un ecosistema altamente complejo, fragmentado y con el foco en el proyecto, hacia uno que sea estandarizado, consolidado y con el foco puesto en el producto.***

Las implementaciones y usos concretos de la A.I. dentro del sector de la construcción, pueden ser numerosos. Se destacan entre ellos:

Mantenimiento predictivo: Mediante la inteligencia artificial – o aprendizaje automático – las empresas pueden incrementar la eficiencia de los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, posibilitando un pronóstico sobre el desgaste o estado de un equipo o instalación. El proceso se basa en el monitoreo del estado operativo de los elementos que se encuentran en la obra o en un edificio, a través de la medición y seguimiento de ciertos parámetros. De este modo, lo que se intenta calcular es cuándo se producirá un fallo, minimizando su ocurrencia. Luego, para analizar la información derivada de cada técnica, el empleo de machine learning es fundamental, ya que permite trazar un plan predictivo. Entre las técnicas predictivas más usuales, encontramos la inspección por ultrasonido, el análisis de vibraciones y la termografía; entre otras.

Diseño y optimización del proyecto: En la etapa del diseño, los modelos 3D deben considerar los planos de arquitectura, los de ingeniería, los mecánicos, eléctricos, etc.; junto a la cadena de actividades de cada equipo. En este caso, el objetivo es que los modelos de cada equipo no se opongan entre sí, con lo cual, el aprendizaje automático puede ayudar a identificar y mitigar esos conflictos, para que no se deba recomenzar la planificación o el diseño. Esto se lleva a cabo utilizando algoritmos de machine learning que exploran todas las posibles variaciones de una solución, generando diseños alternativos. Los diseñadores podrán ingresar los requisitos del proyecto, además de parámetros tales como rendimiento, costos y materiales, para que el software busque todos los diseños disponibles, generando alternativas de acuerdo a los datos suministrados. Al disponer de una herramienta de este estilo, el diseño y la planificación son más certeros, de mayor calidad y más económicos.

Mitigación de riesgos: Todos los proyectos constructivos poseen alguna cuota de riesgo, en cualquiera de sus formas, ya sea, en seguridad, en tiempo, en costos, etc. A mayor magnitud del proyecto, mayores serán los riesgos a asumir, dado que existe una conglomeración de participantes trabajando en diferentes tareas a la vez. Aquí, la A.I. puede ser de utilidad para el control de prioridades en el sitio de trabajo, con la finalidad de que el equipo pueda concentrarse en solucionar los inconvenientes a los que la AI asignó mayor prioridad. Esto funciona así, dado que los subcontratistas se valoran mediante puntos de riesgo para que luego, el sistema pueda llevar a cabo su manejo de prioridades.

Mayor productividad en sitio: para lograr una mejor productividad junto a una mayor disponibilidad de mano de obra, existen maquinarias de construcción semiautónomas que realizan tareas repetitivas de un modo más eficiente que los seres humanos. Para ejemplificar podemos mencionar: el vertido de hormigón, albañilería, soldadura y excavación, entre otros.

Esto da como resultado la existencia de un caudal de trabajadores que pueden ser reubicados en otras tareas, como así también genera una merma en el tiempo de finalización del proyecto. Como se mencionó con anterioridad, el tiempo y los costos constituyen factores muy importantes a tener en cuenta, con lo cual, el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV) y los drones, pueden ser muy eficaces. La técnica del reconocimiento de imágenes es clave a la hora de contar con información en tiempo real, dado que permite interpretar gráficos e imágenes a fin de hallar determinados patrones. Se puede encontrar aplicada al campo facial, al de seguridad y vigilancia, al reconocimiento de objetos, de gestos, etc. Combinada con drones, proporciona un mejor conocimiento de la agrimensura del sitio, y provee una mayor seguridad a los trabajadores.

Seguridad en la construcción: El riesgo de fatalidad en el sector de la construcción es mucho mayor que en otras áreas. Frente a este panorama, existen empresas que se encuentran desarrollando algoritmos para analizar fotos de los sitios de trabajo, escaneando en busca de posibles peligros para la seguridad, y correlacionando las imágenes obtenidas con los registros de accidente que posee.

En base a esto, la AI serviría no sólo como mecanismo de detección de daños, sino que con la información que provee, se podría capacitar/informar a los trabajadores sobre las amenazas detectadas.

Construcción acelerada fuera de sitio: Otra modalidad que está cobrando importancia, es la del ensamble de elementos fuera del sitio de construcción. Esto significa que las empresas derivan parte de su construcción a organizaciones externas que utilizan maquinarias autónomas para que se encarguen de ensamblar los componentes que luego serán utilizados por las personas en el lugar de construcción. Dentro de este tipo de construcción, podemos encontrar:



- Impresión 3D inteligente: Mediante la inteligencia artificial y la robótica, las empresas pueden llevar a cabo la construcción de una vivienda en muy poco tiempo. En cuanto a la durabilidad, la impresión inteligente contribuye a la solidez de los elementos estructurales, debido al modo en que se fabrican los materiales y a cómo se ensamblan. Al contar con edificios más

perdurables, habrá menos reparaciones, lo que significa un menor gasto para las empresas. Asimismo, se reducen costos asociados a materiales, debido a que las impresoras emplean la cantidad precisa de concreto para efectuar una determinada construcción. Además, estas máquinas son mucho más veloces que las técnicas de desarrollo convencionales. Mientras un proyecto puede demorar meses en completarse, la impresora 3D lo puede realizar en horas o días. Esto redundará en proyectos finalizados más rápido, con la posibilidad de abarcar una mayor cantidad de ellos en menos tiempo. Este sistema de impresión 3D fue aplicado en China, bajo la denominación de Construcción por contornos o Contour Crafting. Esta tecnología, disminuye el uso de energía y las emisiones, dado que fabrica rápidamente piezas estructurales de gran tamaño. El mecanismo está compuesto por un sistema de brazos robóticos y boquillas de extrusión inyectoras de cemento, todo controlado digitalmente.

- *Casas modulares*: Los edificios modulares se sustentan en una combinación de tecnologías modernas de construcción, tales como paneles, cimientos de hormigón prefabricados, telares de cableados preformados, etc. Estos “métodos modernos de construcción” (MMC) ya son utilizados en Europa, para levantar casas en formato modular que se pueden transportar en camiones, acelerando plazos de ejecución a un costo inferior. A diferencia de las casas prefabricadas, otorgan acabados externos adecuados a los deseos del cliente. La automatización permite, además, controlar los niveles de luz y color de la casa, manejar los sistemas de sonido y el oscurecimiento de ventanas. La variedad de componentes es amplia: pueden aplicarse sensores de CO<sub>2</sub>, y sensores cinéticos para detección de inundaciones, manejo inalámbrico de termostatos, etc.

Se cree que, a futuro, la conjunción de IoT (Internet of Things) e IA, puede favorecer aún más la toma de decisiones acerca de la construcción y organización de la vivienda, propiciando la transición hacia la construcción de viviendas cognitivas. Los elementos fundamentales de una estructura cognitiva incluyen conexiones inteligentes seguros con familiares, médicos, cuidadores, etc., todas personas involucradas al cuidado de los residentes. Así, ciertas condiciones médicas tales como la demencia, podrían abordarse desde tecnologías de “pérdida sensorial”, basadas en el estudio de patrones de actividad y comportamiento. Por otro lado, los sensores ayudarían a prevenir accidentes en el hogar como, por ejemplo, cocinas encendidas.



- Manipulación y automatización de grandes cantidades de datos: existe una enorme cantidad de datos que la AI puede manejar; por ejemplo, imágenes, videos de drones, sensores de seguridad, etc. Esto representa un beneficio para los profesionales de la construcción, debido a la información que pueden reunir y las conclusiones que pueden obtener mediante el uso de inteligencia artificial.

Los datos, son una herramienta clave a la hora de la toma de decisiones, con lo cual, los errores humanos pueden acarrear resultados no deseados, y el hecho de rectificar también manualmente estos datos, no resulta muy eficiente. A fin de eliminar posibles fallas, se podría automatizar el proceso de entrada manual de datos, y, por consiguiente, los flujos de trabajo derivados del mismo.

## Smart Construction en Argentina

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, llevó a cabo un “Manual de Vivienda Sustentable” en el que se especifican los lineamientos y la documentación técnica para la construcción y uso sustentable de barrios y viviendas a construir, en el marco del Plan Nacional de Vivienda. El Manual también está dirigido a aquellos profesionales del ámbito privado que pretendan incorporar el desarrollo sustentable en sus proyectos.

***Este manual desarrolla las particularidades de diseño, construcción y uso sustentable de barrios y viviendas, haciendo foco en segmentos tales como el sitio de construcción, el diseño, plan energético, y propiamente la ejecución de obra.***

Para esta última, se define un Plan de Manejo Ambiental (PMA), que resumidamente, debe:

- Contener las medidas de prevención, mitigación o compensación para las actividades que se desprenden del proceso constructivo;
- Detallar las actividades que se desarrollarán, con sus respectivos plazos, responsables, indicadores de seguimiento, costos, etc.; todo esto para cada programa;
- Contar con un cronograma para cada componente asociado con el avance de obra, que sea de utilidad para efectuar un seguimiento de su implementación y de posibles desvíos;
- Servir como herramienta para asegurar la adecuada gestión ambiental, de acuerdo a los impactos identificados y las medidas para abordarlos.
- Incluir los contenidos mínimos que debe atender el operador de obra.

Si bien todas las fases del plan son susceptibles de ser abordadas con AI, es puntualmente la de la construcción la que posee mayor potencial. Al analizar los objetivos descriptos, notamos que la AI puede optimizar todos los procesos, debido a que lo que plantea este programa, es la innovación permanente y la promoción de nuevas tecnologías que mejoren los distintos aspectos de la construcción.

En conclusión, y tal como se detalló en el presente artículo, el sector de la construcción precisa de un cambio para pasar de un entorno complejo y fragmentado hacia uno estandarizado y consolidado. Y esa transformación digital se denomina Smart Construction. La inteligencia Artificial juega un papel central en el desarrollo de las aplicaciones que son necesarias para esta transformación. Al digitalizar el proceso, los datos pueden ser transformados para obtener de ellos información útil en post de mejorar la eficiencia del sector.

**Autor: Ing. Marcelo Cammisa y por la Lic. Solange Erlij**