

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Recibido: 30/04/2025

Aprobado: 21/08/2025

El valor de la formación profesional en arquitectura e ingeniería con tecnología dron

The value of professional training in architecture and engineering with drone technology

Néstor Andrés Guarnizo Sánchez

Arquitecto, Universidad Antonio Nariño, Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente - Universidad de Manizales, Filiación Universidad Antonio Nariño, Colombia, neguarnizo@uan.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2500-6586>

Robert Gutiérrez Ortiz

Arquitecto Universidad Santo Tomás. Maestría en dirección gestión de proyectos - Universidad Santo Tomás, Colombia, Filiación Universidad Santo Tomás, Colombia, robert.gutierrez@ustabuca.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4977-6451>

Ruby Milena Bermúdez López

Arquitecta Universidad Antonio Nariño. Filiación Universidad Antonio Nariño, Colombia
rbermudez81@uan.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2027-3150>

Julián Andrés Villa Cuenca

Arquitecto Universidad del Valle / Especialista en Gerencia pública - Universidad Pontificia Bolivariana. Filiación Universidad Antonio Nariño, Colombia, jvilla58@uan.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1156-7817>

DOI: <https://doi.org/10.22267/rceilat.2556.137>

Resumen

En la educación profesional contemporánea, se han promovido experiencias de aprendizaje significativas a través del uso combinado de herramientas analógicas y digitales, facilitando una construcción del conocimiento más amplia e integral. Este artículo reflexiona sobre el impacto del uso de drones en los procesos académicos de las disciplinas de Arquitectura. Mediante un enfoque cualitativo y descriptivo, se analizan las vivencias experimentadas por los estudiantes, resaltando cómo esta herramienta tecnológica ha enriquecido su formación y generado resultados significativos. La investigación se fundamenta en una selección aleatoria no probabilística de estudiantes que cursaron o tuvieron contacto con el Diplomado en Aplicaciones de Drones en Arquitectura e Ingeniería, ofrecido en la Universidad Santo Tomás, Seccional Bucaramanga. Los resultados evidencian que la integración de drones en el ámbito académico y profesional no solo facilita el acceso a nuevas tecnologías, sino que también refuerza competencias técnicas fundamentales, preparando a

los futuros arquitectos e ingenieros para enfrentar los retos de un mercado laboral cada vez más exigente y orientado hacia la innovación.

Palabras clave: tecnología, formación, arquitectura, construcción, diseño.

Abstract

In contemporary professional education, meaningful learning experiences have been promoted through the combined use of analog and digital tools, facilitating a broader and more comprehensive knowledge construction. This article reflects on the impact of the use of drones in the academic processes of Architecture disciplines. Through a qualitative and descriptive approach, it analyzes the experiences of students, highlighting how this technological tool has enriched their training and generated significant results. The research is based on a non-probabilistic random selection of students who attended or had contact with the Diploma in Drone Applications in Architecture and Engineering, offered at the Universidad Santo Tomás, Sectional Bucaramanga. The results show that the integration of drones in the academic and professional environment not only facilitates access to new technologies, but also reinforces fundamental technical skills, preparing future architects and engineers to face the challenges of an increasingly demanding and innovative oriented labor market.

Keywords: technology, training, architecture, construction, design.

Introducción

En Colombia, las primeras cartografías en la época de la conquista y fundación de ciudades como Tunja (1539), Santafé de Bogotá (1538) y San Bonifacio de las Lanzas de Ibagué (1550) se crearon manualmente en pergamino y tinta. Estos mapas fueron fuertemente motivados por los intereses de la monarquía española, que los impulsó como medios estratégicos para reconocimiento de territorios conquistados militarmente, exploración de nuevas tierras y la definición de rutas comerciales (Guarnizo Sánchez, 2024a).

Durante la época de la Independencia y el establecimiento de la República, se hizo imprescindible conocer y definir el territorio nacional. Se fundaron las primeras comisiones científicas y geográficas, destacando la Comisión Corográfica (1850-1859),

bajo la dirección de Agustín Codazzi, que se encargó de la elaboración de un levantamiento del territorio con propósitos científicos, políticos y económicos (Appelbaum, 2017). Para ello, se servían de herramientas de medición topográfica, incluyendo teodolitos, brújulas, reglas y altímetros.

En los años, con la creación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en 1935, la creación de mapas se realiza mediante la aerofotografía, la cual, permitió capturar modelos urbanos y territoriales que sirvieron de referencia para estudios territoriales, con un notable grado de precisión, convirtiéndose en un recurso invaluable para la investigación del territorio, la planificación de ciudades y el análisis del medio ambiente (Guarnizo Sánchez, 2017). Este método fue mejorando sus resultados, obteniendo un mayor grado

de interpretación de la configuración del paisaje, el crecimiento de la ciudad y las interacciones entre las dinámicas sociales y el contexto físico.

La disponibilidad de metodologías contemporáneas basadas en imágenes satelitales, drones, sistemas de posicionamiento global (GPS) y Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS), ha permitido transformar la educación superior, promoviendo la integración de nuevas herramientas en las dinámicas educativas. Este cambio ha estimulado la exploración de métodos de enseñanza que combinen el saber con la aplicación de tecnología, lo que posibilita a los alumnos adquirir habilidades prácticas y analíticas tanto en entornos reales como virtuales (Galarza, 2025).

Particularmente en los campos de la arquitectura y la ingeniería, la incorporación de herramientas tecnológicas modernizó los procesos de trabajo de campo, optimizando la recolección de datos, el seguimiento de actividades y el control de obras en distintos tipos de terreno, sin importar sus condiciones físicas o ambientales (Hernández E. C., 2024). Procedimientos como el modelado de información de construcción (BIM), la simulación y estudios energéticos en la edificación, estudios de sismicidad, valoración de la materialidad en obra, han facilitado la optimización de los procesos de diseño e integración de datos complejos para la toma de decisiones fundamentadas en evidencias simuladas (Arevalo, 2022).

La incorporación de medios digitales en el ámbito laboral ha revolucionado la formación de los futuros profesionales, permitiendo el desarrollo de competencias prácticas que complementan

la teoría académica y abandonan el modelo convencional de lo analógico. Estas tecnologías han ampliado significativamente la comprensión del entorno construido y sus dinámicas complejas, fomentando la capacidad del profesional de utilizar estas herramientas en diversos contextos.

Un instrumento que ha causado un impacto considerable en este ámbito es la utilización de drones, dispositivos que han evolucionado tanto la enseñanza como las prácticas profesionales. Su integración facilita un acceso rápido a información geoespacial exacta, lo cual se manifiesta en resultados precisos, una optimización del tiempo, una disminución en el uso de recursos y mejora en la calidad y exactitud de los datos obtenidos (Benítez, 2023).

A través de un enfoque descriptivo, se ha evaluado cómo los drones han transformado los métodos tradicionales de enseñanza y aprendizaje en estas disciplinas, destacando experiencias significativas en contraposición al modelo educativo convencional donde se llevan a cabo operaciones análogas y tradicionales (Guarnizo, 2024).

Dentro del campo de la arquitectura y disciplinas afines, la habilidad del piloto es vital para manejar y maniobrar drones para realizar levantamientos, inspecciones o elaboración de documentación técnica. Por esta razón, es esencial proporcionar una formación completa que incluya una combinación de conocimientos técnicos, normativos y operativos, además de desarrollar competencias prácticas en el uso de software para el procesamiento de datos geoespaciales (Poza, 2017).

Por tal motivo, el análisis de las experiencias de aprendizaje relacionadas con el uso de drones ha evidenciado progresos significativos en términos de precisión, eficiencia en procesos investigativos, académicos y profesionales (Saravia, 2022). Esto permite a los profesionales desarrollar habilidades altamente valoradas en un mercado laboral cada vez más exigente y competitivo (Hernández J., 2021). Este avance no solo enriquece la calidad de los proyectos académicos, sino que también incrementa la empleabilidad de los estudiantes al prepararlos para enfrentar contextos profesionales que requieren el dominio de métodos avanzados.

Metodología

Finalmente, el efecto positivo del empleo de drones en la formación académica no se restringe al ámbito de la arquitectura y la ingeniería. Estos dispositivos también han demostrado ser extremadamente versátiles y ventajosos en otras áreas profesionales como la agricultura (Pino, 2019), la ganadería, la administración de recursos naturales y la seguridad, donde su utilización ha optimizado procesos fundamentales y mejorado de manera notable los resultados. La experiencia acumulada en estas disciplinas refuerza la relevancia de integrar herramientas modernas, estableciendo un modelo de enseñanza que se adapta a las exigencias de un mundo cada vez más tecnológico y globalizado (Oliva, 2022).

Fases metodológicas

A. Revisión documental y teórica: Se llevará a cabo una revisión de lite-

ratura académica y científica sobre la evolución de las herramientas de medición en los ámbitos de la arquitectura y la ingeniería, con énfasis en el papel de los drones como instrumento emergente en los procesos educativos y profesionales. Esta fase permitirá construir el marco teórico y contextual del estudio.

B. Selección aleatoria y recolección de experiencias estudiantiles:

Se realizó una selección aleatoria no probabilística de estudiantes que culminaron el Diplomado en Drones de la Universidad Santo Tomás, Seccional Bucaramanga. Posteriormente, se tomaron del repositorio algunas experiencias con el fin de comprender la interacción de los estudiantes con esta tecnología y su impacto en el aprendizaje práctico y técnico.

C. Análisis de la aplicabilidad del dron en contextos formativos:

Con base en la información recopilada, se identificarán experiencias significativas del uso de drones en actividades como levantamientos topográficos, creación de modelos tridimensionales, inspección de terrenos y seguimiento de obras, resaltando su relevancia en los procesos de diseño, planificación y ejecución.

D. Categorización e interpretación de los hallazgos:

La información obtenida será organizada a través de categorías temáticas tales como: beneficios percibidos, desarrollo de competencias, innovación educativa y desafíos en su implementación. El análisis interpretativo permitirá

establecer patrones comunes, diferencias y tendencias emergentes a partir de las experiencias narradas.

Resultados

A. Revisión documental y teórica

Herramientas de Medición en el Diseño Arquitectónico

La arquitectura ha permanecido relacionada con la evolución de instrumentos de medición a lo largo de la historia. En las civilizaciones primigenias, herramientas elementales como cuerdas anudadas, varas de medir y goniómetros básicos facilitaron el establecimiento de proporciones y aseguraron la precisión en estructuras monumentales tales como pirámides y templos. Durante el transcurso de la historia, el diseño arquitectónico ha estado profundamente acoplado con el avance de los instrumentos de medición (National Geographic, 2024). En las civilizaciones antiguas, se em-

plearon herramientas simples como cuerdas con nudos, varas graduadas y goniómetros elementales (Figura 1), que permitieron definir proporciones y asegurar la exactitud en edificaciones representativas como mastabas, templos y pirámides (Wolf, 2015).

Con el avance de las civilizaciones, especialmente durante el Renacimiento, se evidenció un perfeccionamiento significativo de los instrumentos de medición. La aparición del compás, el cuadrante y el astrolabio constituyó un acontecimiento trascendental, permitiendo a los arquitectos trabajar con geometrías y experimentar con diseños más complejos (Figura 2). De igual manera, figuras como Leonardo da Vinci contribuyeron a la formulación de teorías proporcionales y normativas que influyeron en el empleo sistemático de herramientas para representar las dimensiones del espacio público (El Español, 2019).

Figura 1.

Medición de campos. Tumba de Menna, Egipto.



Fuente: Charles Wilkinson (1930).

Figura 2.*Planimetría de Imola, Italia.*

Fuente: Gizmodo (2023).

El impacto de la Revolución Industrial en la arquitectura no únicamente alteró los materiales de edificación, sino también los instrumentos de medición. Dispositivos como las reglas de cálculo y los teodolitos facilitaron la planificación de proyectos a mayor escala, tales como puentes y ferrocarriles. Durante este período, el diseño arquitectónico comenzó a incluir mediciones de precisión científica, lo que permitió desarrollar estructuras más complejas y atender a las crecientes demandas de urbanización.

En la actualidad, la evolución tecnológica ha transformado el ámbito de la medición en el diseño arquitectónico. Herramientas digitales como el software CAD (Diseño Asistido por

Computadora) y tecnologías como los escáneres láser 3D han cambiado la forma en que los arquitectos conceptualizan y evalúan los espacios. Estas herramientas permiten una integración precisa de datos topográficos, climáticos y estructurales, lo que resulta en proyectos más eficientes y sostenibles (Fernandez, 2000). De igual manera, la realidad aumentada y la realidad virtual han añadido nuevas dimensiones al proceso de diseño, al facilitar una visualización inmersiva y la evaluación en tiempo real de los proyectos antes de su construcción.

¿Qué es un dron?

Un dron es una aeronave que opera sin la necesidad de un piloto a bordo

(Figura 3). Estos dispositivos pueden ser controlados de forma remota por un operador humano o pueden volar de manera autónoma utilizando software de vuelo avanzado, frecuentemente apoyado por sistemas de inteligencia artificial (UMILES, 2022). Su trayectoria se remonta al año 1935, cuando un oficial estadounidense llamado William H. Standley presenció una exhibición realizada por la Marina Real Británica, en la que se presentó una aeronave moderna controlada de forma remota cual se destacaba por su versatilidad y por constituir un avance significativo en la categoría de aeronaves no tripuladas de la época (APD, 2024).

Los drones, también conocidos como Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), reciben diversas denominaciones conforme al idioma o contex-

to. En inglés, frecuentemente se les identifica como UAS o UAV. Asimismo, existe otra designación, RPAS que se considera la más precisa para caracterizar estos sistemas, ya que resalta que son controlados a distancia.

En el mercado actual, resulta factible localizar drones de diversos tipos: semiautomáticos, automáticos y autónomos, así como diversas configuraciones que varían en número de hélices. Estos incluyen tricópteros (tres hélices), cuadricópteros (cuatro hélices), hexacópteros (seis hélices) y octacópteros (ocho hélices). Gracias a los avances tecnológicos y su evolución, el uso de drones ha crecido considerablemente en diversas áreas, abarcando campos como la arquitectura, la ingeniería, el medio ambiente, la agricultura y la ganadería, entre otros (Carrillo, 2019).

Figura 3.

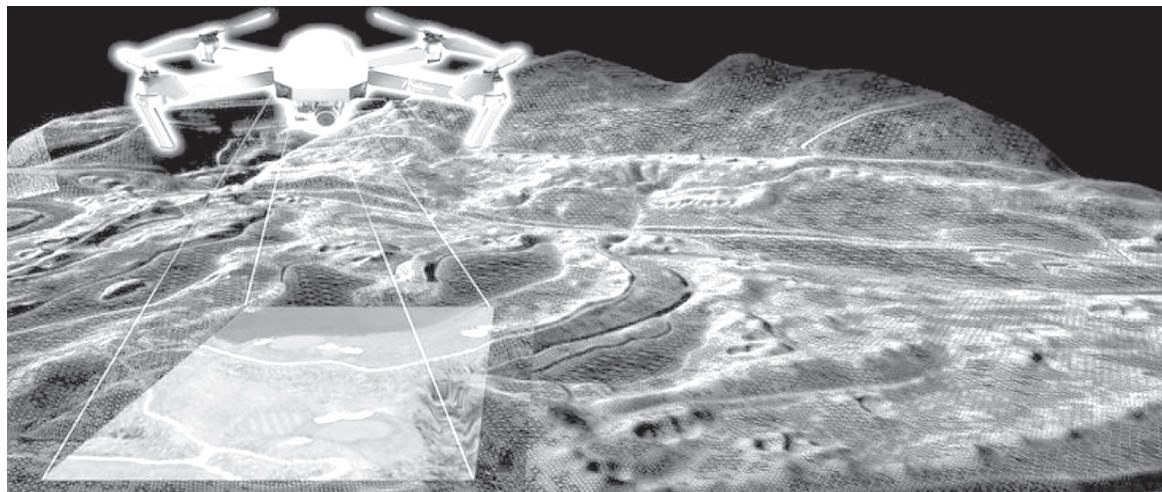
Drones y tipo de actividades profesionales.



Fuente: Volando con drones (2024).

Figura 4

Dron en la elaboración de planos.



Fuente: FilmaDron (2024).

Un aspecto clave de la utilización de drones en el ámbito de la ingeniería es su rol en la mejora de la seguridad en el trabajo. Su capacidad para acceder a lugares de alto riesgo, como techos, construcciones elevadas o áreas afectadas por catástrofes naturales, reduce la necesidad de que los empleados se expongan a situaciones peligrosas. Esto no solo potencia la seguridad, sino que también optimiza la eficiencia operativa, permitiendo realizar inspecciones rápidas y exhaustivas en entornos de alto riesgo. Además, el uso de drones fomenta la implementación de métodos rigurosos, gracias a la posibilidad de generar informes técnicos detallados, precisos y con respaldo visual que facilitan la toma de decisiones informadas en proyectos de planificación, monitoreo y evaluación del territorio (Gutierrez Ortiz, 2020). Adicionalmente, se han exhibido múltiples trabajos académicos que incorporan la utilización de drones como componente de actividades profesionales vinculadas a

la arquitectura e ingeniería y el medio ambiente (Vadell, 2021).

La incorporación de drones en los campos de la ingeniería y la arquitectura ha mejorado significativamente los procesos técnicos, y ha creado nuevas posibilidades para el manejo de la información geográfica como se aprecia en la tabla 1.

Además, los drones han permitido explorar áreas distintas a la ingeniería y la construcción, por ejemplo, en la fotografía artística, los drones han cambiado radicalmente la forma en que se producen contenidos audiovisuales al permitir obtener imágenes aéreas de gran calidad y movimiento sin la necesidad de costosos dispositivos (Pérez, 2020). En la conservación del medio ambiente, sirve para el monitoreo de especies, la supervisión de áreas protegidas, la evaluación de procesos de deforestación y erosión del suelo, así como la documentación de eventos naturales sin alterar ecosistemas (Trujillo-Núñez, 2025).

Tabla 1.

Matriz de Herramientas que complementan el uso de drones.

Matriz de Herramientas complementarias con el uso de drones	
Herramienta	Descripción
Ortofotografías	Imágenes aéreas corregidas digitalmente para eliminar distorsiones de perspectiva y errores del lente. Gracias a estas correcciones, pueden utilizarse como mapas precisos para realizar mediciones geográficas y superponerse con otras capas cartográficas.
Curvas de nivel	Líneas en los mapas que conectan puntos situados a la misma altitud sobre el nivel del mar. Facilitan la interpretación del relieve, permitiendo identificar pendientes, montañas, valles y otras formas del terreno.
Modelos Digitales de Elevaciones (MDE) y del Terreno (MDT)	Representaciones digitales que muestran las variaciones en la altitud del terreno. Analiza el relieve y la morfología del paisaje, identificando cerros, depresiones, planicies, entre otros elementos.
Cartografía 3D	Representación tridimensional del terreno que ofrece una visualización más realista del relieve. Realiza análisis detallados mediante cortes, perfiles topográficos y simulaciones espaciales.
Medición del movimiento de tierras	Técnica que cuantifica los volúmenes de tierra removidos o desplazados en un área determinada. Aplicado en proyectos de construcción, excavación y estudios sobre procesos erosivos o de transformación del terreno.
Modelos 3D del terreno	Representaciones digitales detalladas del relieve construidas a partir de mallas triangulares (TIN - Triangular Irregular Network), que simulan con gran realismo la superficie terrestre. Funcionan como maquetas virtuales y son muy útiles para análisis topográficos, planificación territorial y visualización en entornos tridimensionales.

Cabe destacar que la operación de drones en Colombia está sujeta a regulaciones específicas establecidas por la Aeronáutica Civil (RAC, 2019). Estas normativas establecen limitaciones sobre la altitud de vuelo, las áreas donde está permitido volar, el tipo de actividad que se puede realizar y la obligación de obtener permisos con anterioridad, especialmente en zonas

urbanas o de importancia estratégica. Por esta razón, tanto las instituciones educativas como los profesionales tienen la responsabilidad de familiarizarse con estas normativas y cumplirlas, asegurando un uso legal y responsable de esta tecnología, lo que ayudará a prevenir sanciones y a mantener la seguridad tanto aérea y civil (IDC, 2025).

B. Selección aleatoria y recolección de experiencias estudiantiles

En la Universidad Santo Tomás, Seccional Bucaramanga, la Facultad de Arquitectura ha incorporado de manera estratégica esta herramienta a través de la oferta del Diplomado en Drones en Arquitectura y Modelación 3D con aplicativos Pix4d Capture y Pix4d Mapper. Esta iniciativa tiene como objeto fortalecer la formación académica mediante el desarrollo de competencias prácticas y técnicas en la operación de drones, aplicadas a actividades como levantamientos topográficos, creación de modelos tridimensionales, inspección de obras y análisis territorial de manera híbrida e (remoto y presencial).

Para este trabajo se realizó una selección aleatoria no probabilística de estudiantes que cursaron o tuvieron contacto con el Diplomado. Esta estrategia permitió recoger una diversidad de experiencias y percepciones del repositorio CRAI, sin buscar representatividad estadística, sino enfocándose en la riqueza cualitativa de las experiencias (USTA, 2019). La selección se orientó a garantizar la inclusión de distintos procesos sobre el uso de drones en la formación académica.

C. Análisis de la aplicabilidad del dron en contextos formativos

Prácticas con drones y su impacto en el sector académico.

El empleo de drones en el ámbito de la arquitectura y la ingeniería no solamente ha optimizado los procedimientos profesionales, sino que tam-

bién ha producido un impacto considerable en la educación y formación de futuros especialistas. En este aspecto, la integración de estas herramientas contemporáneas en los programas académicos de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Santo Tomás ha facilitado que tanto estudiantes de pregrado como de posgrado desarrollen competencias técnicas y prácticas altamente apreciadas en el mercado laboral actual.

Por ejemplo, el presente estudio tuvo como objetivo comparar la precisión (Figura 6), eficiencia y confiabilidad de dos métodos de levantamiento topográfico aplicados a un predio de las Empresas Públicas Municipales de El Banco, en el departamento del Magdalena (Delgado, 2023). Se llevaron a cabo dos levantamientos: uno utilizando el método tradicional con estación total y otro a través de fotogrametría con un dron, complementado por software especializado.

Los datos obtenidos de ambas metodologías fueron comparados con la cartografía oficial del área, lo que facilitó el análisis de los márgenes de error y la exactitud de cada técnica. Los hallazgos mostraron que ambas metodologías son técnicamente factibles y proporcionan un nivel de precisión adecuado para actividades topográficas. A pesar de esto, la tecnología con dron, presentó ventajas notables en términos de eficiencia, al reducir considerablemente el tiempo de trabajo en el campo, disminuir la necesidad de personal y mejorar la calidad del resultado final gracias a su alta resolución y amplia cobertura.

Figura 5.

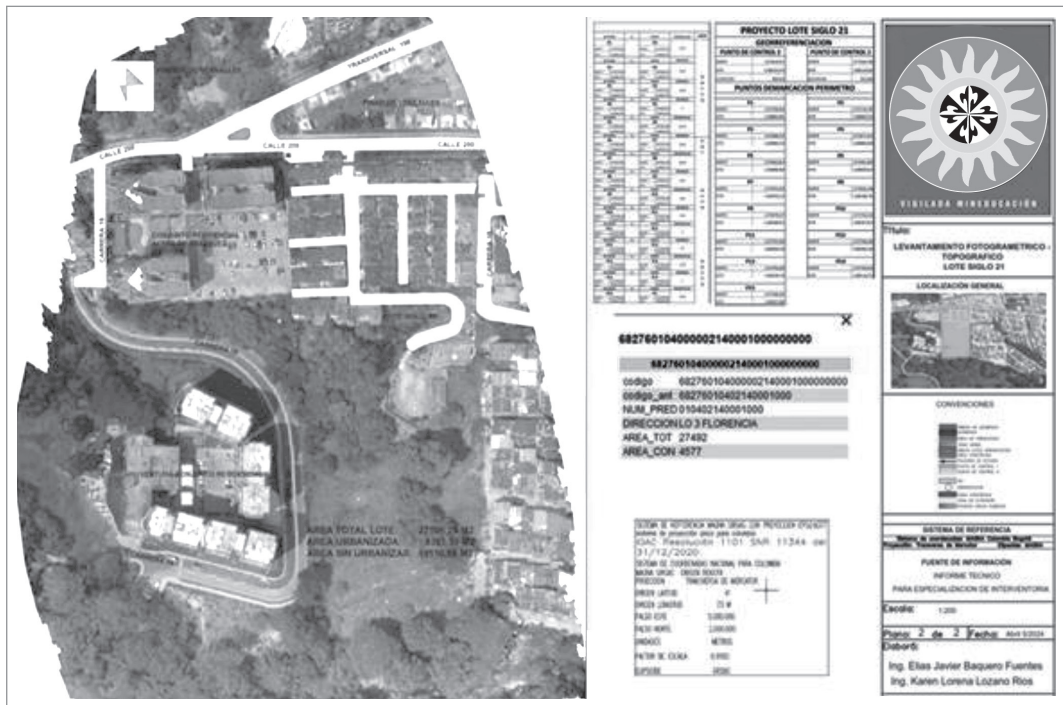
Instructor en práctica sobrevuelo campus Universidad Santo Tomás, Piedecuesta Santander.



Fuente: Autores (2024).

Figura 6.

Planimetría levantamiento fotogramétrico lote con ortofotografía.



Fuente: Universidad Santo Tomás (2024).

Figura 7.*Planimetría levantamiento fotogrametría Global Mapper.*

Fuente: Universidad Santo Tomás (2024).

Otro ejemplo aplicado subyace del estudio del canal de drenaje en el barrio Prados del Este ubicado en el municipio de San José de Cúcuta, Norte de Santander. Para ello, se adoptó una operación de medición que utiliza la fotogrametría mediante drones, con el fin de mejorar las labores de supervisión y control técnico. La metodología se dividió en cuatro fases fundamentales, utilizando un dron DJI Mavic 2 Pro equipado con un sensor de una pulgada para la toma de imágenes aéreas y un GPS Spectra Precision Mobile Mapper 50 para georreferenciación en el lugar, facilitando la creación de ortomosaicos y modelos 3D con alta precisión métrica. Durante el proceso, se identificaron las fases críticas de la obra, tales como la excavación, la alineación, los rellenos y la compactación, en conformidad con los requisitos del RAS 200 y las directrices contractuales.

Como resultado, se elaboró un protocolo de supervisión técnica que combinó los vuelos con drones, el control mediante GPS y el análisis con software especializado. La comparativa entre las mediciones realizadas y lo estipulado en el contrato reveló múltiples ventajas: un mejor control y verificación en campo en relación a los métodos convencionales, una notable eficiencia en el tiempo de recolección de datos, cobertura total del área de intervención y documentación exacta del progreso de la obra (Camacho, 2023).

La experiencia en evaluación visual mediante drones ha surgido como una alternativa eficaz para la identificación de patologías en edificaciones civiles de difícil acceso. Gracias a la capacidad de captación de imágenes en alta resolución y a la maniobrabilidad en espacios complejos, los drones permi-

ten detectar fisuras, desprendimientos, humedades, corrosión de elementos estructurales y otros daños que afectan la estabilidad de las construcciones. Su aplicación en situaciones reales, evidencia no solo una disminución considerable en los tiempos de inspección y en los riesgos para los operadores, sino también una mejora en la exactitud del diagnóstico técnico (Ortigoza, 2023).

Otro ejemplo es el análisis comparativo entre los métodos de topografía realizados con drones y fotogrametría en contraste con la topografía tradicional. Reafirma que el empleo de estas herramientas, facilita la obtención de datos de alta resolución con mayor celeridad, eficacia y cobertura, optimizando los plazos de ejecución y disminuyendo los costos operativos frente al método convencional (Figura 7).

Asimismo, la exactitud lograda a través de la fotogrametría aérea, en ciertas ocasiones, excede la que proporcionan los métodos tradicionales. Esto crea nuevas posibilidades para el estudio e implementación de proyectos relacionados con el espacio público y la movilidad, así como para el fortalecimiento de procesos de planificación territorial (Martínez Díaz, 2024).

Por esta razón, las herramientas digitales han posibilitado en la actualidad importantes avances en la investigación ambiental y urbana, haciendo más accesible la creación de proyectos que generan un gran impacto social basados en metodologías para la planificación y desarrollo territorial (Ariza Rodríguez, 2022). Estas tecnologías no solo mejoran los procesos de evaluación y análisis del territorio, sino

que también refuerzan la capacidad de tomar decisiones en la planificación y ejecución de intervenciones que son sostenibles e inclusivas.

Conclusiones

Reconocer que la obtención de herramientas y recursos en el ámbito catastral en Colombia, ha surgido de una evolución histórica caracterizada por cambios técnicos, normativos y metodológicos. Con el paso del tiempo, este desarrollo ha facilitado la integración continua de innovaciones tecnológicas que han potenciado la gestión territorial, incrementado la exactitud de la información y perfeccionado la toma de decisiones en la planificación urbana, así como en la organización y gestión del suelo.

La incorporación de la tecnología de drones en la formación profesional constituye un avance importante que ha transformado las dinámicas tradicionales de enseñanza y práctica en diversas disciplinas. Estos dispositivos no solo han optimizado procesos clave como el levantamiento topográfico, el modelado tridimensional y el monitoreo de obras, sino que también han ampliado el horizonte de competencias técnicas, analíticas y creativas en diversas ramas profesionales.

Para las instituciones de educación superior, incluir tecnología en sus programas educativos, es una forma eficaz de preparar mejor a los alumnos para las competencias que exige el ámbito laboral. Al exponer a los estudiantes a las herramientas que ya están revolucionando la práctica profesional, se les proporciona la posibilidad de

implementar habilidades prácticas, potenciar su capacidad de análisis crítico y ajustarse con mayor agilidad a las exigencias del mercado, permitiendo así, integrar profesionales más cualificados y responsables en su labor.

La experiencia adquirida por los estudiantes a través del diplomado de drones, guiado por la Universidad Santo Tomás ha tenido un impacto importante en áreas como el urbanismo, la construcción e interventoría de obras, que han facilitado la integración de los drones como recurso educativo y técnico. Gracias a estas iniciativas, los estudiantes han tenido la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en proyectos concretos, desarrollando informes técnicos, con un enfoque práctico que se ajusta a las demandas del ámbito profesional.

No obstante, es importante enfatizar que el piloto de drones debe tener habilidades certificadas que le permitan manejar el equipo de manera independiente, además, tener un dominio del software específico y a la vanguardia de las tecnologías que están revolucionando diversos sectores industriales.

Eso le permite desempeñar sus tareas de manera responsable, segura y en cumplimiento con las regulaciones actuales nacionales e internacionales. La diversidad de experiencias con drones facilita la colaboración en equipos multidisciplinarios, donde se unen distintos conocimientos profesionales, intereses variados y procesos que se complementan. Todo esto ayuda a mejorar las capacidades logísticas, tecnológicas, financieras y humanas de los proyectos en los que se utilizan estas herramientas.

En conclusión, la incorporación de drones en la formación profesional de arquitectos e ingenieros, constituye un auténtico cambio de enfoque en la forma en que se enseña, se aprende e investiga en entornos urbanos y rurales. Así, el uso de drones en la educación universitaria no debe percibirse como una tendencia, sino como una necesidad educativa que capacita a los estudiantes no únicamente para afrontar los desafíos del siglo XXI, sino para anticiparse a ellos con una base sólida de conocimiento, ética y una perspectiva creativa y dinámica vanguardista.

Bibliografía

- APD. (1 de 10 de 2024). *¿Qué es un Drone y para qué sirve?* Obtenido de <https://idc.apd-drones.com/educacion/que-es-un-drone-y-para-que-sirve/>
- Appelbaum, N. P. (2017). *Dibujar la nación: La Comisión Corográfica en la Colombia del siglo XIX*. Ediciones Uniandes. Universidad de los Andes.
- Arevalo, A. S. (2022). *Building Information Modeling (BIM) y su desarrollo en la industria de la construcción*. Piura: Universidad de Piura.
- Ariza Rodríguez, M. F. (2022). Reflexiones sobre la estrategia de transporte del ayuntamiento de Melbourne city 2030. *Revista M*, 19, 22–31. <https://doi.org/10.15332/rev.m.v19i0.3081>.
- Benítez, E. A. (2023). *Método de la supervisión de la interventoría para verificación de los perímetros catastrales a través de la tecnología dron y la fotogrametría en un lote a intervenir para el desarrollo del proyecto Centro Oncológico FOSUNAB*. Universidad Santo Tomás. <http://hdl.handle.net/11634/54358>.
- Camacho, F. L. (2023). *Método de medición de obra para la interventoría y supervisión utilizando los postprocesos de la fotogrametría y la tecnología de drones aplicados a la construcción de canal de aguas lluvias en el barrio Prados del Este*. Universidad Santo Tomás. <http://hdl.handle.net/11634/52768>.
- Carrillo, J. L. (2019). El mundo de los drones: tipos de drones y sus principales usos. *FIN-GUACH Ingeniería y Ciencia. Una Mirada a la investigación científica*, 4(14), 3-5. <https://revistascientificas.uach.mx/index.php/finguach/article/view/332>.
- Delgado, J. K. (2023). *Análisis Comparativo Entre el Levantamiento Topográfico Tradicional y el Desarrollado con Fotogrametría y Tecnología de Drone Aplicado a un Predio de Propiedad de las Empresas Públicas Municipales del del Banco – Magdalena*. Universidad Santo Tomás. <http://hdl.handle.net/11634/52752>.
- El Español. (11 de Abril de 2019). *Cómo Leonardo Da Vinci hizo un mapa satélite hace más de 500 años*. Obtenido de https://www.elespanol.com/omicrono/software/20190411/leonardo-da-vinci-hizo-satelite-hace-anos/390212682_0.html
- Fernandez, F. A. (2000). *El Renacimiento del Patrimonio a través del Dibujo Digital*. In *Actas del Congreso Nacional: El Dibujo del fin del milenio* (pp. 247-250). Granada: Universidad Granada. Facultad de Bellas Artes.
- Galarza, F. A. (2025). La influencia de la tecnología en la educación superior. Un estudio desde la percepción de los estudiantes. Una revisión sistemática. *IRECIMUNDO* 9(1), 143-159. [https://doi.org/10.26820/recimundo/9.\(1\).enero.2025.143-159](https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(1).enero.2025.143-159).
- Guarnizo Sánchez, N. A. (2017). *Análisis del proceso de expansión y desarrollo urbano del barrio Ancon - Ibagué*. Manizales [Tesis de posgrado, Universidad de Manizales].

- Guarnizo Sanchez, N. A. (2024a). Historia y evolución del entramado urbano en la época colonial, republicana y moderna en Ibagué. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 26 (1) pp. 31-48. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2024.26.4042>.
- Guarnizo, N. A. (2024). Representación de prácticas en aula a partir de instrumentos análogos y digitales en el desarrollo de ejercicios de diseño. *Revista Nodo*, 18 (36), 57-69. <https://doi.org/10.54104/nodo.v18n36.1615>.
- Gutierrez Ortiz, R. (2020). *Informe tecnico nuevo Metodo de Modelacion 3D con Tecnologia Drone con aplicativos Pix4d Capture y Pix4d Mapper*. Bucaramanga: Semillero de Investigacion SIMO 3D. Universidad Santo Tomas de Bucaramanga.
- Hernández, E. C. (2024). *Aplicación del método de fotointerpretación de nube de puntos, escalamiento de ortomosaico y postproceso de muestras fotogramétricas mediante el uso de una aeronave remotamente tripulada RPAS, utilizando procesos de fotogrametría con Pix4d Mapper, ArcGIS*. Universidad Santo Tomás. <http://hdl.handle.net/11634/54436>.
- Hernández, J. (2021). Aplicación de los drones en la industria de la construcción. *Nextia* (6), 5-16. <https://revistas.uvp.mx/index.php/nextia/article/view/65>.
- IDC. (7 de 2 de 2025). *Regulación Drone: ¿Cómo volar legalmente tu Drone en cualquier país de Latinoamérica?* Obtenido de <https://idc.apddrones.com/regulacion/regulacion-drone-volar-legalmente-en-latinoamerica/>
- Martínez Díaz, A. J. (2024). *Análisis comparativo de magnitudes de los métodos de topografía ejecutado con sistemas RPAS y fotogrametría y la topografía tradicional aplicado en el espacio público del Parque San Felipe del Municipio de Pasto - Nariño*. Universidad Santo Tomás. <http://hdl.handle.net/11634/56395>.
- National Geographic. (26 de Junio de 2024). *El desarrollo de las matemáticas en el antiguo Egipto*. Recuperado el 2025 de Enero de 25, de https://historia.nationalgeographic.com.es/a/el-desarrollo-de-las-matematicas-en-el-antiguo-egipto_19170
- Oliva, B. (2022). *Elaboración de material didáctico interactivo para la carrera de arquitectura*. Xochimilco: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco.
- Ortigoza, D. N. (2023). *Metodologías de inspección visual con drones para la identificación de patologías en construcciones civiles de difícil acceso: análisis y aplicaciones reales*. Universidad Santo Tomás. <http://hdl.handle.net/11634/54142>.
- Pérez, M. B. (2020). Fotografía aérea con tecnología drone. Tipología y aplicaciones. *Discursos Fotográficos*, 16(29), 76-101.
- Pino, E. (2019). Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología. *Idesia (Arica)*, 37(1), 75-84. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019005000402>.
- Poza, J. L. (2017). *Arquitectura distribuida para el control autónomo de drones en interior*. Actas de las XXXVIII Jornadas de Automática.

- RAC. (2019). *Reglamento Aeronáutico de Colombia (RAC) 91: Reglas generales de vuelo y de operación. Apéndice 13: Operación y certificación de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS)*. Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. <https://www.aerocivil.gov.co/>.
- Saravia, V. M. (2022). *Drones e inteligencia artificial para investigación y competición*. Rivera: Universidad Tecnológica do Uruguay.
- Trujillo-Núñez, M. R.-V.-P.-F. (2025). Monitoreo de una red WSN para sensores meteorológicos utilizando un dron autónomo. *MQRInvestigar*, 9(1), e52-e52.
- UMILES. (3 de noviembre de 2022). *¿Qué es un dron y para qué sirve? Características y funciones*. Obtenido de <https://umilesgroup.com/que-es-un-dron-y-para-que-sirve/>
- USTA. (2019). *Políticas y Lineamientos Multicampus de investigación, innovación, creación artística y cultural*. Bogotá: Departamento de Comunicaciones.
- Vadell, L. M. (2021). *Drones, investigación y medio ambiente*. Barcelona: Atelier.
- Wolf, P. &. (2015). *Topografía*. México: Alpha Omega Editorial.