Propuesta de mejora al proceso de vectorización de ocupaciones ilegales

Proceso de captura de ocupaciones ilegales mediante el uso de técnicas de fotogrametría con dron en el sector de El Mirador del Paraíso de la localidad de Ciudad Bolívar en la ciudad de Bogotá.

[1]Santiago Mosquera Martinez

Facultad ingeniería

Ingeniería Civil

Asesor Diana Maria Jurado Gordo

29 de mayo 2024

[1] Santiago Mosquera Martínez - correo: smosqueram1@ulagrancolombia.edu.co

Propuesta de mejora al proceso de vectorización de ocupaciones ilegales

Resumen

Este artículo de investigación tiene como objetivo principal proponer un ajuste metodológico en el proceso de vectorización de ocupaciones ilegales identificables, en una ortofoto generada a partir de un proceso fotogramétrico previo, el cual permite obtener una cobertura geográfica que representa las ocupaciones o infraestructuras ilegales presentes en el territorio, proporcionando un índice de ocupación ilegal y facilitando la ejecución de los planes o programas institucionales para la mitigación de este fenómeno en el distrito.

Palabras clave: Territorio, fotogrametría, ortofoto, dron, Vectorización, ocupación ilegal.

Abstract

The main objective of this research article is to propose a methodological adjustment in the process of vectorization of squatting identifiable in a drone orthophoto generated from a previous photogrammetric process, which allows obtaining a geographical coverage that represents the squatting or illegal infrastructures present in the territory, providing an index of squatting that facilitates the implementation of institutional plans or programs for the mitigation of this phenomenon in the district.

Key words: Territory, photogrammetry, orthophoto, drone, Vectorization, illegal occupation.

Propuesta de mejora al proceso de vectorización de ocupaciones ilegales

Introducción

Según lo expuesto por Riveros et., al (2022) la ocupación ilegal de predios públicos y privados debido a procesos de desplazamiento forzados que determinan la migración de las poblaciones de áreas rurales hacia sectores periurbanos de las ciudades en Colombia, ha tenido un crecimiento vertiginoso en las últimas décadas y ha aumentado con casos migratorios de extranjeros, que para el año 2022 se estimó en tres millones de personas, las cuales agravan estos fenómenos de invasiones informales en los que el Distrito Capital no es ajeno.

Las ocupaciones ilegales generalmente se encuentran ubicadas en la periferia de las ciudades donde no existe planificación urbana, generalmente estas poblaciones cuentan con índices de pobreza altos en territorios sin infraestructuras acordes a las necesidades de sus habitantes (Walls et al., 2017).

Según Garcia y Guerrero (2016), esta problemática se vincula principalmente a grupos de personas de bajos recursos o de inmigrantes como se menciona en el estudio , sin embargo, existen algunas invasiones ilegales asociadas a estratos altos en sectores privilegiados de Bogotá, como el caso que se ha presentado hace algunas décadas en la Reserva forestal del bosque oriental de Bogotá, definida mediante el Acuerdo No. 30 de 1976 del INDERENA, que para esa época era la autoridad ambiental encargada de definir las áreas protegidas para el distrito. Esta invasión, es contigua a un lujoso club denominado Metropolitan Club, en el sector conocido como Bagazal que se localiza en la parte oriental de la avenida circunvalar, por encima del barrio los rosales un exclusivo sector de vivienda, donde las construcciones de viviendas han afectado la zona de reserva con deforestación del bosque, desvió de fuentes hídricas, construcción de infraestructuras urbanas que afectan directamente el equilibrio

ecológico y ambiental de la zona, que como se menciona hace parte del bosque oriental de la ciudad donde está prohibida la construcción.

El objetivo de este articulo busca brindar información tanto teórica como práctica acerca de una de las metodologías más eficientes a la hora de identificar las infraestructuras construidas ilegalmente, haciendo referencia al uso del procesamiento fotogramétrico con drones que permiten sobrevolar áreas de difícil o limitado acceso y generar imágenes con un campo visual amplio, completo y actualizado. Adicional a esto, otros de los objetivos del proyecto giran en torno a la evaluación y posterior mejora del proceso con la vectorización de aquellos elementos presentes en la ortofoto obtenida, adicionando una serie de recomendaciones que puedan influir positivamente en la metodología empleada, permitiendo perfeccionarla y generando un proceso con un resultado más completo.

Revisión de Literatura

En el estudio Proliferación de Asentamientos Ilegales En Bogotá D.C (Cuellar, 2018) plantea, como la ocupación informal de territorios marginados en Bogotá, subyacen de prácticas ilegales realizadas por los denominados tierreros, quienes mediante engaños y falsas promesas de compraventa realizan negociaciones en donde personas de muy bajos ingresos acceden a entregar sus recursos económicos ante la necesidad de un techo donde poder vivir. Algunas de las recomendaciones con las cuales se coindice con el autor es reforzar la presencia de las juntas de acción comunal que permitan ser veedores de áreas ya recuperadas en procesos de reasentamiento y que deben ser provistas de planes de intervención por parte de la administración distrital, procurando establecer amenidades para disfrute y/o

recuperación ambiental de estos territorios, y por último, plantea una serie de roles y responsabilidades por cada ente gubernamental que debe tener de acuerdo a sus misionalidad algunas competencias y funciones en el control de ocupación ilegal con actividades articuladas interinstitucionalmente.

Para el caso de la ciudad de Bogotá la entidad que por competencia realiza el seguimiento y vigilancia de estas actividades irregulares de ocupación en el territorio, es la secretaria Distrital de Hábitat -SDHT- las cuales son notificadas a la secretaria de gobierno y a las alcaldías locales, para que realicen la acción policiva de acuerdo con sus funciones y en el marco de lo establecido en lo dispuesto por el Artículo 82 de la Constitución Política de Colombia de 1991, y lo establecido en el Artículo 42 del Decreto Distrital 165 de 2023.

La SDHT junto con la intervención de alcaldías y autoridades pertinentes buscan principalmente el orden y control urbano, buscando así maneras de prevenir y mitigar actividades de ocupación ilegal; basándose últimamente en el uso de técnicas fotogramétricas a partir de la obtención de imágenes con dron que busca obtener actualización de la información cartográfica que facilite la toma de decisiones futuras y contrarrestar el fenómeno mencionado.

Cabe resaltar que la SDHT, mediante el decreto 546 de 2007 configura y delimita los polígonos de monitoreo de acuerdo al cruce de información geográfica teniendo en cuenta coberturas de áreas de protección, reservas ambientales, zona de riesgo entre otras y en la actualidad ha definido 280 polígonos de monitoreo en las localidades de la ciudad, abarcando aproximadamente un área de 5.700 hectáreas e identificando un total de 28.902 ocupaciones ilegales, de las cuales 14.586 pertenecen a la localidad de Ciudad Bolívar, es decir más del 50% y específicamente la configuración del área de estudio de esta

investigación en los polígonos de monitoreo 004-Colindancia San José de Los Sauces y el 004A-Colindancia El Mirador, definidos con tipología de Control, es decir que su dinámica de ocupación es alta y por ende su monitoreo es constante realizando dos visitas a terreno al mes por parte de la SDHT, en el sector Mirador del Paraíso de esta localidad, los cuales tienen 570 ocupaciones ilegales discriminadas de acuerdo al avance de la construcción en: 9 lotes, 15 en estado En Proceso, 288 Provisionales y 258 Consolidadas, en un área total de 37 hectáreas según fuente de SDHT en abril de 2024

La secretaria Distrital del Hábitat, tiene entre sus procesos el uso de tecnologías de captura de información como son los drones, para obtener información in situ sobre polígonos de monitoreo establecidos, cuya presencia de ocupaciones ilegales ocurren en áreas donde no está permitido el uso habitacional por las condiciones de riesgo, protección y reserva ambiental, ecológica y de restauración que estas presentan. Existen pocos estudios con antecedentes de uso de tecnología con dron para monitorear áreas de ocupación ilegal y se puede deducir que la SDHT es pionera al emplear esta técnica la cual ha arrojado excelentes resultados para la incorporación y la actualización de este tipo de información.

La Secretaria Distrital de Gobierno -SDG-, genero un documento “Manual de Ocupación Ilegales” (SDG, 2022), donde plantea unos objetivos y responsabilidades para este proceso, unas fases metodológicas para abordar la problemática de ocupación y por último plantea una normatividad y jurisprudencia de acuerdo a las responsabilidades institucionales para contrarrestar este fenómeno en la ciudad, Adicionalmente, la SDG plantea en la primera fase de reacción y control inmediata, que la Policía Nacional como parte integrante del proceso pueda eventualmente realizar vuelos con dron, algo que

como se menciona anteriormente ya ha incorporado la SDHT en su procedimiento de monitoreo de ocupación.

El uso de fotogrametría con drones es una técnica muy versátil que ha tenido muchos campos de aplicación, uno de ellos y de los más representativos es el uso que les drones en la seguridad ciudadana, empleado en varios operativos por parte de la Policía y Ejército Nacional, en donde mediante esta técnica se realizan labores de detección de infraestructuras ilegales de grupos al margen de la ley, que permite detectar con exactitud posicional la georreferenciación donde ocurren los delitos y actores que los cometen, como ejemplo el proyecto en la ciudad de Tunja donde la Policía Nacional adelanta varias acciones de vigilancia y seguridad en tema de investigación penal, inteligencia aérea, Geolocalización, monitoreo y vigilancia urbana y rural y apoyo en procesos electorales.

En el estudio “Implementación de Drones para fortalecer la seguridad empresarial” (Torres, 2021) señala que los drones son una herramienta fundamental en la optimización de procesos y recursos de alta gerencia por la capacidad de salvaguardar infraestructuras empresariales mediante la vigilancia y monitoreo que ofrecen los drones para prevenir su hurto.

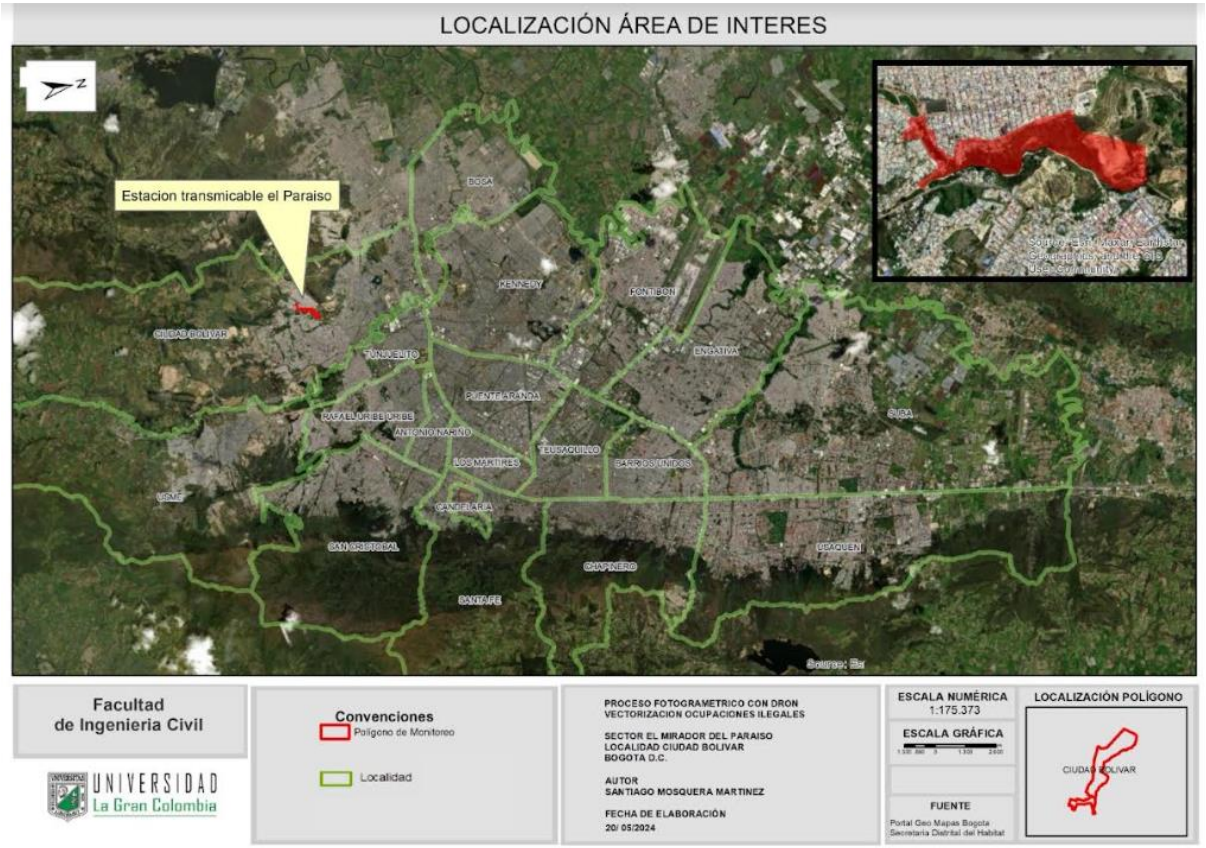
Metodología

Estudios previos y selección del área de trabajo.

En primera instancia, antes de realizar cualquier tipo de actividad práctica, se realizó una investigación con el fin de conocer cuáles son las zonas limítrofes de Bogotá, en las que se presentan

problemas de infraestructura construida fuera de los corregimientos urbanos legales; cabe aclarar que esta será una investigación mixta, es decir tanto cualitativa como cuantitativa, en la cual se hará una recolección de datos e imágenes, además de una conteo de infraestructuras ilegales encontradas, haciendo uso de una zona específica.

Imagen 1. ***Localización del área de trabajo en Bogotá D.C.***



Nota. Tomado de: Portal Geo mapas Bogotá. Localización área de interés.

El área de trabajo incluye el sector denominado como el Mirador del Paraíso en la localidad de Ciudad Bolívar en sur de la ciudad de Bogotá, sitio donde funciona actualmente la estación de Transmicable, en un sector periférico y vulnerable de la ciudad, que en su entorno y contigüidad cuenta

con varias ocupaciones o invasiones de tipo ilegal, causando una serie de afectaciones ambientales y de riesgo para sus habitantes.

De acuerdo con la última normatividad de la Aeronáutica Civil definida en el RAC 100 (Reglamentos Aeronáuticos de Colombia), una vez aprobados y concedidos los permisos requeridos a las instituciones gubernamentales distritales y a sus pilotos autorizados, se cumplen con todos los protocolos de seguridad para el uso de UAS, entre los que podemos nombrar las alturas máximas (para el ejercicio descrito que se realizará con 80 - 100 metros de altura), cercanía a estaciones militares y la respectiva precaución en el sobrevuelo sobre asentamientos urbanos o en ciudades.

Selección del área de trabajo y configuración de la misión por medio del Software PIX4D CAPTURE.

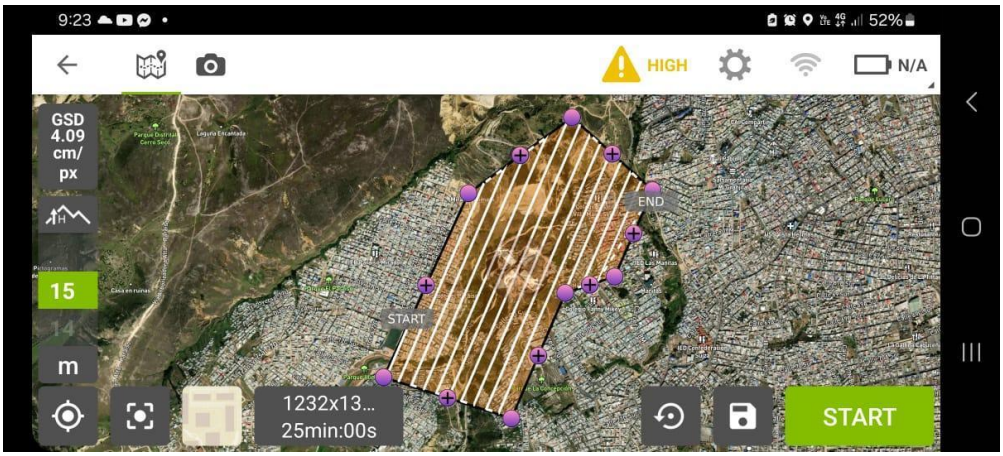
El área de trabajo incluye el sector denominado como el Mirador del Paraíso en la localidad de Ciudad Bolívar en sur de la ciudad de Bogotá, sitio donde funciona actualmente la estación de Transmicable, en un sector periférico y vulnerable de la ciudad, que su entorno y contigüidad cuenta con varias ocupaciones o invasiones de tipo ilegal, causando una serie de afectaciones ambientales y de riesgo para sus habitantes.

Imagen 2. ***Estación de Transmicable Mirador de El Paraíso.***

Nota. Tomado de: Google Maps, Google, 2019. https://www.google.com/maps/search/mirtador+de+el+paraiso+ciudad+bolivar/@4.5499633,-74.1642185,16z?entry=ttu.

Imagen 3. ***Creación de proyecto de vuelo en el software PIX4D.***

Teniendo en cuenta la zona a trabajar, se realiza el proceso de creación y planeación del plan de vuelo, como se observar en la siguiente imagen, se crea mediante puntos el plan de vuelo, plasmando este sobre el polígono de monitoreo respectivo.



Nota. Elaboración propia.

Alistamiento de dron, actualización software y cargue eléctrico de baterías y Control.

Imagen 4. ***Dron PHANTOM 4 DJI.***

El equipo Phantom 4 Pro se caracteriza por su alta calidad y precisión en la captura de imágenes aéreas, cabe resaltar que para esta investigación el GSD utilizado es de 2,74 cm a una altura de vuelo de 100 metros

Nota. Elaboración propia.

Este procedimiento consiste en la verificación del estado y correcto funcionamiento del equipo, baterías, control, memoria, hélices, gimbal, cámara, rotores y todas las partes integrantes, así como la actualización de software en su última versión para el dron fotogramétrico profesional PHANTOM 4 DJI.

Toma del vuelo en el área de trabajo.

De acuerdo con la última normatividad de la Aeronáutica Civil definida en el RAC 100 (Reglamentos Aeronáuticos de Colombia) y sus disposiciones en cuanto a la viabilidad de sobrevuelos profesionales autorizados, para los cuales se otorgan permisos para realizar sobrevuelos en áreas que están reguladas con algún tipo de restricción que pueden ser consultadas en el Visor Geográfico UAS de esta entidad.

Para el proyecto de investigación se realiza un plan de vuelo con una altura de 80-100 metros teniendo en cuenta que las áreas a monitorear son de difícil acceso topográfico, tiene un riesgo alto de inseguridad y la extensión de estas pueden emplear una o más baterías teniendo en cuenta que el tiempo estimado para cada una es de aproximadamente 17 minutos en vuelo.

Postprocesamiento fotogramétrico.

Una vez el proceso de campo culmina, se inicia el proceso de oficina, descargando las imágenes capturadas durante el plan de vuelo y almacenadas en el dron, las cuales se incorporan en el equipo con el software donde se realiza el procesamiento para generar la ortofotoimagen, el cual involucra las siguientes actividades:

Procesamiento de imágenes.

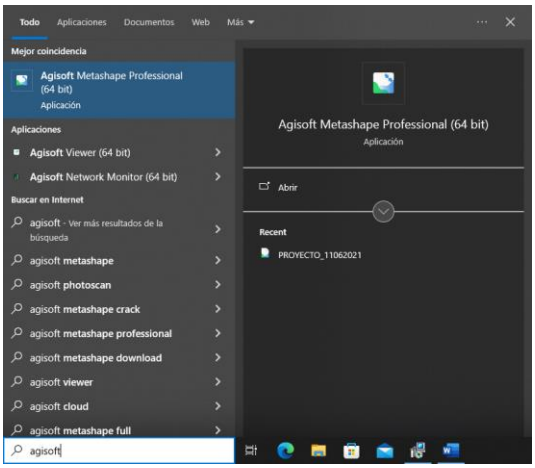
La toma de puntos de control mediante fotogrametría, es fundamental para ejecutar correctamente el proceso de georreferenciación, en busca de una buena precisión cartográfica tanto en

levantamientos geodésicos como topográficos que cumplan con los estándares definidos por el IGAC, entidad encargada de producir la cartografía oficial de Colombia; Sin embargo, este proceso no es empleado por la Secretaría Distrital del Hábitat, entidad que tiene como función principal identificar ocupaciones ilegales en la ciudad, ya que al buscar una detección primaria de estas ocupaciones el proceso de ortorectificación es asignado por el UAV y el software fotogramétrico utilizado.

Finalmente, teniendo en cuenta lo que se mencionó anteriormente, se tomarán distintas fotografías, que, al terminar el proceso de vuelo, permitan visualizar de manera clara todas las infraestructuras presentes en el área del vuelo; Las fotografías tomadas, se utilizan para lograr identificar elementos urbanos nuevos, y de esta forma realizar un procesamiento de estas, con el fin de generar una ortofoto con un formato de salida TIFF o JPG, llevando a cabo los siguientes pasos:

- Abrir el software AGISOFT METHASHAPE, el cual es un software que procesa fotogramétricamente imágenes digitales y genera datos espaciales 3D que se pueden utilizar en sistemas de información geográfica (SIG).

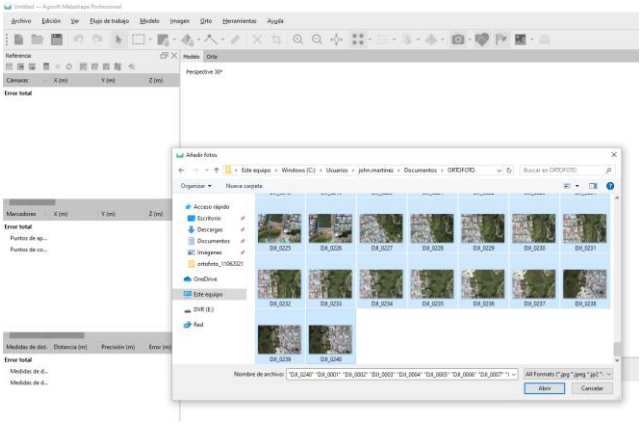
Imagen 5. ***Ingreso al software Agisoft Metashape.***



Nota. Elaboración propia.

Imagen 6. ***Selección de fotos en el software Agisfot Metashape.***

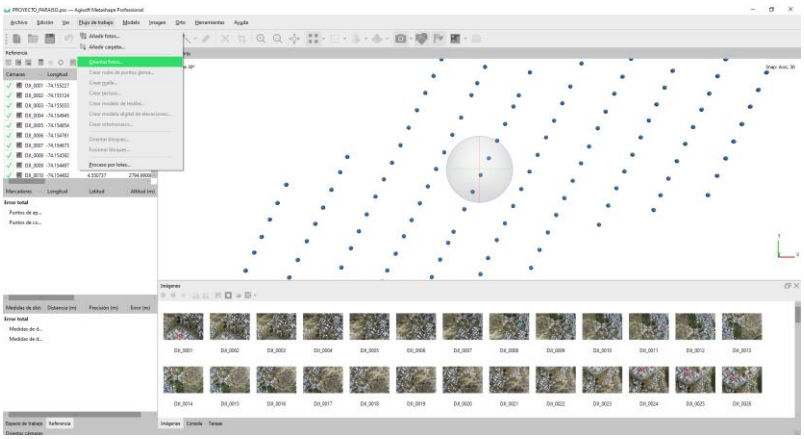
En la siguiente imagen se puede observar la interfaz de cargue de imágenes del software Agisoft Metashape, en la cual se selecciona la totalidad de imágenes capturadas y se cargan al programa.



Nota. Elaboración propia.

- Realizar la orientación de las fotos permite identificar puntos coincidentes u homólogos en las fotografías para realizar la orientación adecuada de cada una de ellas.

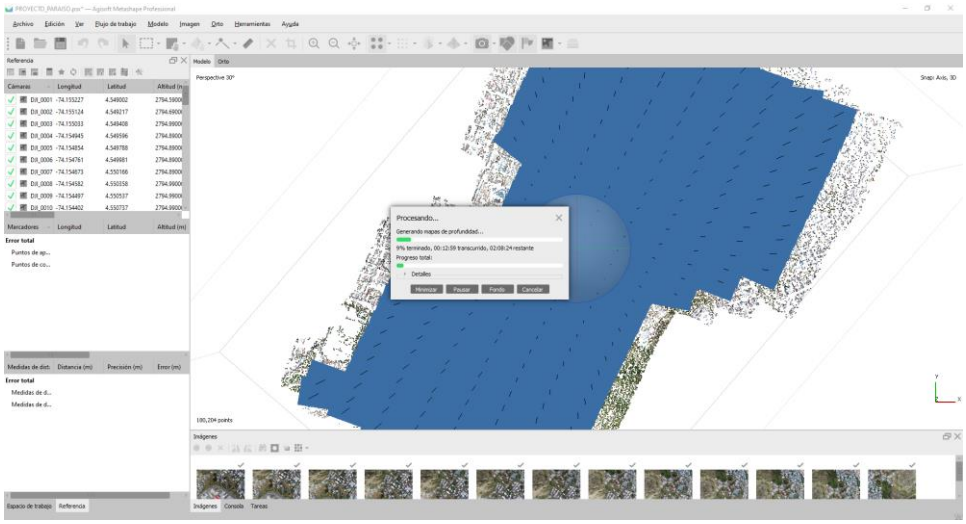
Imagen 7. ***Proceso de orientación de fotos.***



Nota. Elaboración propia

- Seguido de esto, se procede a crear una nube de puntos, proceso que siempre y cuando la imagen posea suficiente calidad, superposición y textura permite generar nubes de puntos muy densas y precisas y adicionalmente, es posible levantar diversa información como profundidad, elevación, geometría y ubicación.

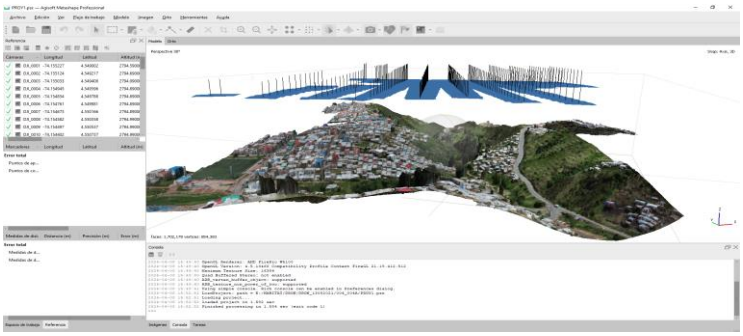
Imagen 8. ***Creación nube de puntos.***



Nota. Elaboración propia

- A continuación, se debe crear malla de puntos, con el fin de obtener la altura para sobre la malla de puntos densa, lo que se traduce en visualización de las diferencias de alturas del relieve para el producto.

Imagen 9. ***Visualización de malla de puntos.***



Nota. Elaboración propia.

- Finalmente se realiza el proceso de creación de la ortofoto y exportación del archivo de salida a un formato TIFF o JPG. Esto hace referencia a la salida final del proceso y esta foto es el resultado que se obtiene de una imagen ortorectificada, la cual puede ser empleada como el insumo georreferenciado para la captura de información cartográfica.

Imagen 10. ***Visualización de ortofoto.***

Nota. Elaboración propia.

Propuesta de mejora al proceso de vectorización de ocupaciones ilegales

Se realizo un único vuelo con la captura de 240 imágenes y un porcentaje de traslape horizontal del 70% entre foto y foto, lo que garantiza un proceso de ortorectificación y corrección geométrica de alta calidad en el proceso fotogramétrico, al encontrar un gran número de puntos homólogos entre el cubrimiento de una foto traslapada con la contigua.

Digitalización de áreas de interés a partir de ortofoto.

La vectorización o digitalización cartográfica consiste en capturar la información de los objetos o elementos presentes en la ortofoto con geometría de línea, punto o polígono según corresponda, específicamente para capturar las ocupaciones, se vectoriza un polígono que describe el área ocupada ilegalmente en un archivo de tipo geográfico como un Dataclass almacenado en una geodatabase (base de datos espacial). Por lo tanto, se propone analizar y ajustar el proceso de vectorización implementado en el manual brindado por la SDHT, con el fin de mejorar el resultado final de dicho proceso, dado que en la actualidad la captura de ocupaciones ilegales se representa mediante un punto que no siempre corresponde al centroide del área ocupada y que no representa una realidad del paisaje que se quiere simbolizar cartográficamente. Este procedimiento tendrá las siguientes acciones:

- Se identifican cada una de las construcciones presentes en la ortofoto y se procede a digitalizar cada una con tipología de polígono.

- El procedimiento de vectorización se realiza para todas las ocupaciones identificables en la ortofoto y que se encuentran dentro del polígono de monitoreo definido.

Imagen 11. ***Vectorización completa de ocupaciones pertenecientes al polígono de monitoreo en ArcGIS Pro.***

En la siguiente imagen se logra observar como con geometría de polígono se logra vectorizar la totalidad de las ocupaciones identificadas en la zona sobrevolada, resaltando que la mayor concentración de estas se encuentra en el extremo sur del mismo.

Nota. Elaboración propia.

Salida final y productos derivados.

Generar una salida cartográfica con la digitalización de las áreas ocupadas en el sector de interés y posteriormente, este insumo se puede utilizar para la construcción de cartografía temática y crear modelos espaciales de Hotspot y Couldspot o modelos predictivos que permitan identificar clusters (concentración) que describan el comportamiento del fenómeno y su posible expansión en el territorio.

El modelo de puntos calientes (hotspots) permite determinar si existe algún tipo de clustering estadísticamente significativo que permita explicar la existencia de patrones en la representación geográfica de las ocupaciones. Para el caso aplicado, se observa que existe un clustering, es decir una mayor densificación de las ocupaciones ilegales hacia la parte sur del polígono de monitoreo.

Imagen 12. ***Salida cartográfica final.***

Nota. Elaboración propia.

Resultados

Como valor agregado al proceso de digitalización propuesto, se podría obtener un índice de ocupación ilegal del suelo, al realizar análisis espacial o cruces de información geográfica que permitan identificar zonas vulnerables, zonas en riesgo, barrios en proceso de legalización y áreas ocupadas ilegalmente con valores exactos.

Este indicador, permite conocer cuál es el porcentaje de área ocupada de manera ilegal dentro del polígono de monitoreo, que se podrá estimar igualmente para establecer el área ocupada de manera informal a escala geográfica de barrio, sector, catastral, UPZ, localidad y dentro del Distrito Capital. Lo anterior, contribuye a la generación de políticas o programas que conlleven a mitigar la problemática por parte de las diferentes instituciones gubernamentales en la ciudad de Bogotá, estableciendo comportamientos y análisis a través del tiempo sobre modelos predictivos de expansión geográfica del fenómeno de ocupación ilegal en territorios periurbanos de la ciudad.

Se genera un indicador del área ocupada (Ao) ilegal, dentro del polígono de monitoreo:

Indicador 1. ***Indicador para determinar el área ilegal ocupada dentro del polígono.***

$$Ao = \frac{Área\ total\ del\ polígono}{\sum Áreas\ de\ cada\ ocupación}$$

Nota. Elaboración propia.

Al tomar los resultados del caso aplicado, que permite encontrar el índice de área ocupada y al reemplazar estos valores obtenidos, se tendría:

Área total de polígono= 17.5 (ha)

Sumatoria de áreas de ocupaciones ilegales dentro del polígono=1.24 (ha)

Sustituyendo:

$$Ao = \frac{17.5\ (ha)}{1.24\ (ha)}$$

$$Ao = 0.07$$

$$Ao = 7\%$$

Se vectorizan 232 construcciones que corresponden a ocupaciones ilegales y que equivalen a 1.24 (ha) del área total del polígono que cuenta con un área de 17.5 (ha), como se observa anteriormente, el área ocupada por construcciones ilegales dentro del polígono corresponde al 7% del área total del mismo. Al interpretar este resultado, se evidencia que el porcentaje es bajo, teniendo en cuenta que en los últimos años este polígono de monitoreo fue priorizado para reasentamiento de ocupaciones ilegales por parte del Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) y la Caja de vivienda popular (CVP), dado que es un sector de intervención prioritaria a nivel de infraestructura civil, en el cual se construyó las pilonas que soportan el cable conductor de las cabinas que hacen parte del sistema modal de transporte de TransMiCable de la Estación Mirador del Paraíso y en el cual adicionalmente, se incorporaron dos proyectos estratégicos de amenities como lo son el parque Mirador Illimani (Mirador Del Paraíso) y la alameda El Paraíso dentro del programa de mejoramiento integral de barrios adelantado por la Secretaría distrital del Hábitat en la localidad de Ciudad Bolívar, obras de infraestructura que permitieron la recuperación de las áreas reasentadas por invasiones ilegales en este territorio.

Clasificación de ocupaciones por cabida superficiaria

Gráfico 1. ***Número de ocupaciones por Área.***

Nota. Elaboración propia.

En el gráfico anterior, se observa que el mayor número de ocupaciones se encuentran con un área menor a los 40 metros cuadrados, lo que indica que este tipo de obras obedecen a elementos constructivos provisionales de fácil y rápida ocupación en el territorio, en segundo lugar se encuentran las ocupaciones en un rango de área de 60 a 100 metros cuadrados, que corresponden dimensiones estándar de la construcción de un lote promedio en la ciudad de Bogotá y en el último lugar, se observan las construcciones con más de 100 metros cuadrados de área construida, que a su vez representan un menor número e indican que estas son las de menor preferencia por parte de los invasores de estos territorios.

Mapa de calor

Por otra parte, El mapa de calor es una técnica de interpolación que se elabora a partir de elementos de formato vector para construir un formato ráster, (conversión de geometría de punto o polígono para obtener una imagen con unidad de celda denominado píxel con un nivel digital de gris asignado) que es bastante usado para determinar la densidad de un determinado elemento en un espacio de estudio. Para el caso de esta investigación, al construir este modelo se visualiza espacialmente donde se densifican más las ocupaciones ilegales dentro del polígono de monitoreo objeto de análisis, lo que conlleva a un análisis espacial que permite inferir de forma rápida y visual donde se deben enfatizar los planes o programas que permitan la mitigación del fenómeno de ocupación informal en el territorio. Igualmente, podría estimarse hacia donde se encuentra la expansión espacial de la problemática, con el fin de identificar dónde existen tensiones territoriales de apropiación ilegal en el territorio para crear las barreras que permitan la mitigación de este por parte de los entes gubernamentales establecidos para este fin. Específicamente, en el polígono de monitoreo denominado Colindancia El Mirador el modelo permitió establecer que las ocupaciones ilegales se encuentran en el costado sur del mismo y es allí donde se centró las actividades de reubicación y desalojo que permitieron recuperar gran parte de este espacio urbano, para la intervención de obras de infraestructuras de obra civil para este caso como lo son la estación de TransMiCable, la alameda El Paraíso y el parque Mirador Del Paraíso, bienes comunes que se entregan a la ciudad para el gozo y disfrute de todos los ciudadanos.

Imagen 13. ***Mapa de calor.***

Nota. Elaboración propia.

Ventaja significativa de la propuesta de vectorización

La representación actual de las ocupaciones ilegales de geometría de punto no refleja la realidad de representación simbólica de la misma, con inconsistencias de exactitud posicional y por ende representación cartográfica no acorde, que limita el análisis espacial resultante que se puede extraer a partir de esta información. Sin embargo, como se observa en la siguiente imagen, hay una gran ventaja comparativa al vectorizar las ocupaciones con geometría de polígono propuesta a partir de la ortofoto de dron ya que estas conservan un alto grado de posicionamiento espacial y representan áreas o cabidas superficiarias invadidas en distintos territorios de la ciudad.

Por lo anterior, la vectorización con geometría de polígono es una representación más ideal y fidedigna, con alto grado de exactitud posicional que incorpora adicionalmente elementos atributivos de

las ocupaciones como son el área, perímetro, identificación de linderos y colindantes de dichas ocupaciones, que permite establecer de forma certera análisis espaciales y superposición entre coberturas de distintas temáticas e índices de área que no eran posibles de calcular con la metodología anterior.

Imagen 13. ***Vectorización convencional contrastada con vectorización propuesta.***

Nota. Elaboración propia.

En la imagen anterior se pueden observar las diferencias entre el método de vectorización convencional y el método implementado, evidenciando que en la imagen de la derecha se tienen en cuenta todos los elementos reales de una ocupación, cubriendo la totalidad de esta, y permitiendo conocer el área de cada una de forma individual o agrupada.

Conclusiones y recomendaciones

El uso de herramientas en teledetección como los UAVS, facilitan la comprensión del mundo real, evidenciando una problemática en proceso de planificación y urbanización en el territorio, susceptible de

análisis para generar instrumentos de reconfiguración espacial acorde a las necesidades de sus habitantes.

La ortofoto obtenida a partir de la captura de imágenes por medio Dron es una realidad del momento que permite ser comparada y contrastada con otras capturas similares, que permiten identificar modelos o comportamientos predictivos de fenómenos socioespaciales que se presentan en el territorio.

El empleo del dron para las ingenierías y específicamente en la civil, se convierte en un herramienta poderosa con la capacidad de obtener estados en tiempo real de obras de infraestructura (vías, puentes, edificaciones, infraestructuras de servicios públicos, etc.) en procesos de interventoría, de construcción o de control de calidad, evitando así reprocesos, economizando costos de materiales y disminuyendo tiempo de ejecución de obras, ya que permite obtener detalles por medio de fotos o videos que con otras herramientas no es posible o donde el uso de estas incrementan considerablemente los presupuestos de obra programados.

Las últimas directrices y normas establecidas por la autoridad en materia del espacio como la aeronáutica civil, condicionan y limitan el uso de esta tecnología de UAVS, ya que con el aumento en la restricción de áreas, alturas, especificaciones técnicas de aparatos, autorización y requisitos para profesionales, no permiten el adecuado desarrollo de esta tecnología en el país, que presenta cada vez más rezago ante las potencialidades en multicampos y casos de aplicación con éxito en otros países de la región y de otros continentes.

Propuesta de mejora al proceso de vectorización de ocupaciones ilegales

El uso cada vez más frecuente de captura de imagen y video por medio de drones, deja claro la multifuncionalidad y versatilidad que esta tecnología ofrece por ejemplo en el campo militar, en aspectos de seguridad urbana y rural, vigilancia y monitoreo de infraestructuras que incluyen cámaras con infrarrojo térmico que permiten discriminar objetos específicos en horarios nocturnos como actualmente lo emplea la Policía Nacional y el ejército Nacional de Colombia.

La importancia del proceso fotogramétrico con dron como insumo fundamental en el proceso técnico de definición de áreas dispuestas para el diseño y ejecución de proyectos de infraestructura civil que revitalizan sectores marginales de la ciudad. Lo anterior, dado que a partir de la vectorización de la ortofoto generada de las ocupaciones ilegales se puede establecer la georreferenciación y caracterización de estas para adelantar programas de reasentamiento y que posibilita la habilitación de áreas para la construcción de proyectos civiles que permiten mejorar las características urbanísticas del territorio y las condiciones socioespaciales de sus habitantes.

A partir de la vectorización de la ortofoto se pueden generar modelos predictivos y cartografías temáticas que, mediante análisis espacial de la información, permita estimar el comportamiento o el avance del fenómeno de ocupación ilegal en los territorios y establecer así políticas públicas que conlleven a la mitigación de este fenómeno en el Distrito Capital.

La digitalización de las áreas ocupadas ilegalmente permite establecer un indicador con el cual se establece el índice de ocupación por asentamientos informales dentro de las diferentes entidades político-administrativas en la ciudad de Bogotá D.C y que puede ser adoptada en otras ciudades del país que permita promover programas de reasentamiento y recuperación de invasiones.

Lista de Referencias

-Civil, A. (2024). OPERACIÓN DE SISTEMAS DE AERONAVES NO TRIPULADAS UAS. https://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC-100%20UAS.pdf

-de Gobierno, S. D. (2022). Manual de Ocupaciones Ilegales. Secretaria Distrital de Gobierno. https://gaia.gobiernobogota.gov.co/sites/default/files/sig/manuales/get-ivc-m001_v1.pdf

-CEACSC, (2016). Centro de Estudios y Análisis en Convivencia y Seguridad Ciudadana, formulación de políticas públicas en materia de conflictividad urbana y regional, convivencia y seguridad humana

-ONU Hábitat, (2014). Hábitat y Superación de la Pobreza.

-Drones para la prevención y el control desde el aire. (2023, septiembre 16). Policía Nacional de Colombia. https://www.policia.gov.co/noticia/drones-prevencion-y-control-aire

-IAEROCOL. (2024, enero 19). Nuevas leyes para volar drones en Colombia: ¡RAC 100! Instituto Educativo Aeronáutico de Colombia. https://iaerocol.co/blog/leyes-para-volar-drones-en-colombia/

-Secretaria Distrital de Hábitat (2017). Informe anual de asentamientos ilegales, mapa único de monitoreo, subsecretaria de inspección, vigilancia y control de vivienda de Bogotá.

-Novoa, H. T. (2021). IMPLEMENTACIÓN DE DRONES PARA FORTALECER LA SEGURIDAD EMPRESARIAL. https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/38423/TorresNovoaHarold2021.PDF?sequence=1&isAllowed=y

-Suárez, A. L., Mitchell, A., Lépore, (2014). Las villas de la Ciudad de Buenos Aires: territorios frágiles de inclusión social.

-Ruiz, P. (2022, octubre 24). Barrios de invasión en Bogotá: cuáles son y quién está al tanto. Alerta Bogotá. https://www.alertabogota.com/noticias/local/barrios-de-invasion-en-bogota-cuales-son-y-quien-esta-al-tanto

-Ordoñez, Matamoros. G, (2013). Manual de análisis y diseño de políticas públicas.

-Barbarita, E., & Olaya, V. (2019). Planeación y ocupación de los Cerros Orientales de Bogotá 1977-2005. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/75972

-Ángel, M., & Quiroga, P. (2021). Vivienda informal y control urbano, una difícil realidad: caso polígono 194, colindancia la Esmeralda en la Localidad de Usme.

-Novoa, H. T. (2021). IMPLEMENTACIÓN DE DRONES PARA FORTALECER LA SEGURIDAD EMPRESARIAL.

-Valentina, L., & Rubio, W. (n.d.). Análisis de los Pactos de Borde de los cerros orientales de Bogotá D.C Frente al cumplimiento de los compromisos adquiridos por las entidades distritales y regionales.

-Ministerio de Sanidad de España, (2015). Estudio-Mapa sobre Vivienda y Población Gitana.

-Riguey, C., & Obando, C. (n.d.). MOVIMIENTOS BARRIALES: REIVINDICACIÓN DEL DERECHO A LA CIUDAD Neighborhood Movements: Acceptance of the Right to the City Movimentos nos bairros: reivindicação do direito à cidade.

-Camargo y Hurtado, (2012). Urbanización informal en Bogotá: agentes y lógicas de producción del espacio.

-SciELO - Scientific electronic library online. (n.d.). Retrieved June 4, 2024, from https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-83582013000200003&scr

-Hernández, Y. C. A. (2024). Prácticas espaciales y recuperación socioambiental. El caso del barrio Guadalupe en Bogotá. Anekumene, 24. https://revistas.upn.edu.co/index.php/anekumene/article/view/21419

-Dureau, F. (2002). Capitulo 2 BOGOTA: UNA DOBLE DINAMICA DE EXPANSION ESPACIAL V DE DENSIFICACION DE ESPACIOS VA URBANIZADOS.

-Alejandro, J., Ayala, P., Marco, A., & Pineda Bernal, A. (n.d.). Cartilla preventiva e informativa sobre las construcciones informales de Bogotá de 2 a 5 pisos Nathali Montejo Ortegón.

-Caquimbo Salazar, S., Lucía, O., Ramos, C., & López Pérez, C. (n.d.). Espacio público, pErifEria urbana y dErEcho a la ciudad. intErvEnción parquE caracolí, ciudad bolívar*.

-Sánchez Steiner, L. M. (2015). La ciudad-refugio: migración forzada y reconfiguración territorial urbana en Colombia: el caso Mocoa. 256. https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/5546

-Intervención del estado en los asentamientos humanos ilegales. (n.d.). Retrieved June 4, 2024, from https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/27195

-GENERACIÓN Y ANÁLISIS DE POSIBLES INDICADORES PARA UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE VIVIENDA (SIV) EN COLOMBIA. (n.d.).

-Butts, K. (2021). Difference-in-Differences Estimation with Spatial Spillovers. http://arxiv.org/abs/2105.03737

-Morales, L. (n.d.). LA PAZ Y LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN COLOMBIA: Propuestas para un desarrollo rural sostenible.

Propuesta de mejora al proceso de vectorización de ocupaciones ilegales