



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador | Sede
Ambato

**PUCE TEC
TECNOLOGÍA SUPERIOR EN CONSTRUCCIÓN**

Tema:

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON USO DE DRON PARA ACTUALIZAR
CATASTROS MEDIANTE IMÁGENES AÉREAS FOTOGRAMETRÍA**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Tecnólogo
Superior en Construcción**

Línea de investigación:

CONSTRUCCIÓN, TECNOLOGÍA, SEGURIDAD Y SOCIEDAD

Autor:

Álvaro Mauricio Sandoval Veloz

Directora:

Mg. Verónica Cristina Oñate Oñate

Ambato – Ecuador

Abril 2025

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo: **ALVARO MAURICIO SANDOVAL VELOZ**, con cédula de ciudadanía **1803533064**, autor del trabajo de graduación titulado: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON USO DE DRON PARA ACTUALIZAR CATASTROS MEDIANTE IMÁGENES AÉREAS FOTOGRAMETRÍA”, previa a la obtención del título de **TECNÓLOGO SUPERIOR EN CONSTRUCCIÓN**, en **PUCE TEC**.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ambato, abril 2025



Álvaro Mauricio Sandoval Veloz

CC. 1803533064

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Tema:

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON USO DE DRON PARA ACTUALIZAR
 CATASTROS MEDIANTE IMÁGENES AÉREAS FOTOGRAMETRÍA**

Línea de investigación:

CONSTRUCCIÓN, TECNOLOGÍA, SEGURIDAD Y SOCIEDAD

Autor:

Álvaro Mauricio Sandoval Veloz

Verónica Cristina Oñate Oñate, Ing. Mg.

CC. 1206607382

CALIFICADOR

Diego Sebastián Viera Pérez, Ing. Mg.

CALIFICADOR

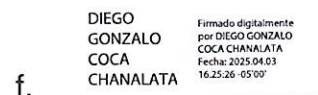
Jorge Leonardo Vélez Brito, Ing. Mg.

CALIFICADOR

Daniel Marcelo Acurio Maldonado, Ing. Mg.

COORDINADOR GENERAL PUCE TEC

Diego Gonzalo Coca Chanalata, Dr.

SECRETARIO GENERAL PUCESA

Ambato – Ecuador

Abril 2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación científica a Dios por ser el hacedor de todo en mi vida, a mi padre Jaime Iván Sandoval Ortiz por su ejemplo, amor y apoyo en todo momento, a mi madre Fabiola Veloz Salazar por ser una gran madre que siempre está de forma incondicional y que nunca ha perdido la fe en mí, a mis hermanos Xavier y Verónica que con su consejo me fortalecieron cuando lo necesitaba, a mi amada esposa Sandra Herrera por ser uno de los pilares de mi vida y a mis queridos hijos Emilio Sandoval y Emilia Herrera por llenar mi espacio de alegría.

Ing. Álvaro Mauricio Sandoval Veloz.

AGRADECIMIENTO

Extiendo un sincero agradecimiento a la Ing. Verónica Cristina Oñate Oñate por ser una Docente con verdadera vocación educativa y con un alto grado de ética, humanismo y liderazgo.

Mi eterno agradecimiento a la dirección de escuela de la Facultad de Posgrados de la pontificia “Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato” por su calidad educativa y por sembrar en cientos de alumnos la verdadera mística investigativa que promueve el avance de nuestra nación.

Y un agradecimiento a las principales autoridades de la “Pontificia Universidad Católica del Ecuador” por ser el impulso para cientos de hombres y mujeres que queremos promover un cambio sustancial incidiendo e impactando a través de la sociedad en los cimientos de nuestra sociedad.

Gracias y que vengan muchos años de educación de calidad y calidez.

Ing. Álvaro Mauricio Sandoval Veloz.

RESUMEN

El presente estudio busca de una forma innovadora acercar los incesantes avances tecnológicos a las cada vez crecientes necesidades de la población para obtener data fiable y precisa. Los métodos tradicionales para levantar catastros tienen algunas oportunidades de mejora que pueden suplirse con la utilización de herramientas de vanguardia, la problemática central pone a prueba los procedimientos existentes y el uso de dron para actualizar catastros mediante imágenes aéreas fotogrametría, esta investigación recoge las principales definiciones de fotogrametría y la utilización de vehículos no tripulados, utilizando el enfoque cualitativo, de campo, no experimental y transversal.

Entre los resultados obtenidos se determinó que, mediante la aplicación de encuestas a una muestra de la población determinada, el 95% de los consultados aplauden la idea de implementar nuevos procesos de levantamiento de catastros con tecnologías actuales y miran como prometedor que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provincial, Municipal o Parroquial los utilicen en beneficio de la población.

Palabras clave: innovación, drones, fotogrametría, catastros.

ABSTRACT

This study seeks to innovatively connect ongoing technological advances with the ever-growing needs of the population to obtain reliable and accurate data. Traditional methods for surveying cadastres have some opportunities for improvement that can be addressed with the use of cutting-edge tools. The central issue is testing existing procedures and the use of drones to update cadastres using aerial photogrammetry images. This research gathers the main definitions of photogrammetry and the use of unmanned vehicles, using a qualitative, field-based, non-experimental, and cross-sectional approach.

Among the results obtained, it was determined that by administering surveys to a sample of the population, 95% of those surveyed applaud the idea of implementing new cadastre survey processes with current technologies and view it as promising that the Provincial, Municipal, or Parish Decentralized Autonomous Governments will use them for the benefit of the population.

Keywords: *innovation, drones, photogrammetry, cadastres.*

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA	5
1.1. Monitoreo del estado de parques y jardines de la ciudad de Cuenca	6
1.2. Aplicaciones en cartografía y topografía	7
1.3. Teoría de la fotogrametría	11
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO	14
2.1. Enfoque de la investigación	14
2.2. Diseño de la investigación	15
2.3. Tipo de investigación	15
2.4. Nivel de investigación	16
CAPÍTULO III. PROPUESTA	48
3.1. Planteamiento del problema	48
3.2. Problemas actuales	48
3.3. Impacto del problema	49
3.4. Determinación de áreas de conocimiento	50
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Género	21
Tabla 2. Edad.....	22
Tabla 3. Zona a la que pertenece.....	23
Tabla 4. Educación.....	24
Tabla 5. Estado Civil	25
Tabla 6. Etnia	26
Tabla 7. Situación Laboral.....	27
Tabla 8. Ingresos Mensuales	28
Tabla 9 ¿Qué es un dron para usted?.....	29
Tabla 10. ¿Qué es un catastro para usted?	30
Tabla 11. ¿Ha oído hablar sobre el uso de drones en la actualización de catastros?	31
Tabla 12. ¿Qué piensa sobre el uso de drones en la actualización de catastros?.....	32
Tabla 13. ¿Qué beneficios piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?	33
Tabla 14. ¿Qué desventajas piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?	34
Tabla 15. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría mejorar la precisión y eficiencia del proceso?	35
Tabla 16. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría reducir los costos y el tiempo de actualización?.....	36
Tabla 17. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la privacidad de los ciudadanos?	37
Tabla 18. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la seguridad de los ciudadanos?	38
Tabla 19. ¿Piensa que se deben tomar medidas para proteger la privacidad y seguridad de los ciudadanos en caso de que se utilicen drones en la actualización de catastros?.....	39
Tabla 20. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros es una buena idea en general?.....	40

Tabla 21. Comparación entre métodos tradicionales y drones LiDAR para actualización catastral	58
Tabla 22. Precisión de los datos LiDAR	58
Tabla 23. Aplicación de drones LiDAR en la gestión de infraestructuras	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Población cantón Ambato - Tungurahua.....	18
Gráfico 2. Género.....	21
Gráfico 3. Edad	22
Gráfico 4. Zona a la que pertenece	23
Gráfico 5. Educación	24
Gráfico 6. Estado Civil.....	25
Gráfico 7. Etnia.....	26
Gráfico 8. Situación Laboral	27
Gráfico 9. Ingresos Mensuales.....	28
Gráfico 10. ¿Qué es un dron para usted?	29
Gráfico 11. ¿Qué es un catastro para usted?.....	30
Gráfico12. Cuadro estadístico porcentual.....	31
Gráfico 13. ¿Qué piensa sobre el uso de drones en la actualización de catastros?	32
Gráfico 14. ¿Qué beneficios piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?	33
Gráfico 15. ¿Qué desventajas piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?	34
Gráfico 16 ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría mejorar la precisión y eficiencia del proceso?	35
Gráfico 17. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría reducir los costos y el tiempo de actualización?.....	36
Gráfico 18. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la privacidad de los ciudadanos?	37
Gráfico 19. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la seguridad de los ciudadanos?	38

Gráfico 20. ¿Piensa que se deben tomar medidas para proteger la privacidad y seguridad de los ciudadanos en caso de que se utilicen drones en la actualización de catastros?	39
Gráfico 21. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros es una buena idea en general?	40
Gráfico 22. Determinación áreas del conocimiento	53

INTRODUCCIÓN

En diversas naciones y áreas, los registros catastrales no están actualizados, lo que plantea diversos desafíos para la planeación territorial, la recaudación de impuestos y la administración eficaz de los recursos. Las técnicas convencionales de levantamiento catastral, como la topografía terrestre o las imágenes satelitales, son costosas, demoradas y a veces inexactas, particularmente en zonas difíciles de acceder o con cambios territoriales inmediatos.

La actualización catastral es un procedimiento esencial para las autoridades regionales y nacionales, posibilita una gestión más eficiente del suelo, supervisión de las edificaciones y organización del crecimiento urbano. Sin embargo, las limitaciones económicas y tecnológicas obstaculizan la implementación de métodos más sofisticados y eficaces (López, 2020).

Con el avance tecnológico, los drones se han transformado en un recurso valioso para la captura de imágenes aéreas de alta exactitud a un precio inferior a los procedimientos tradicionales.

Es imperativo investigar si los drones logran ser una alternativa efectiva para mejorar la exactitud y la celeridad en la actualización de los datos catastrales, particularmente en áreas urbanas y rurales que enfrentan dificultades logísticas (Ríos, 2021).

El requerimiento de innovar los métodos tradicionales de recopilación de datos catastrales ha surgido debido al progresivo requerimiento del conocimiento geoespacial exacta. La actualización catastral es empleada en la planificación urbanística, en la gestión de recursos ecológicos y en la ejecución de políticas públicas. En este aspecto, las capturas de imágenes aéreas, donde se emplean drones puede ser una opción muy adecuada, la cual permite conseguir valores precisos en corto tiempo y a precios mínimos.

El uso de drones para la actualización catastral podría ser crucial por distintos motivos, para empezar, el uso de esta técnica aparentemente incrementaría ampliamente la efectividad y la exactitud de la recolección de datos geoespaciales. Por su parte la técnica del levantamiento de información topográfico y geométrico por medio de la fotogrametría se basa en imágenes aéreas, habilita la creación de mapas y modelos tridimensionales de elevada resolución.

Ante la inminente contaminación los drones también podrían mejorar la ecológico al disminuir la existencia de recorridos y reducir el impacto ambiental de las operaciones de cartografía. Se realiza el estudio de factibilidad con uso de dron para actualizar catastros mediante imágenes aéreas fotogrametría con el propósito de optimizar la precisión, eficiencia y rapidez en la obtención de datos actuales.

Situación problemática

La problemática central gira en torno a una pregunta que se hacen algunos especialistas que es: ¿es posible evaluar la utilización de drones para capturar imágenes aéreas empleando fotogrametría como una alternativa útil para actualizar los datos catastrales?, el presente proyecto científico incluye analizar los rasgos técnicos, financieros y jurídicos de los drones para determinar si son más precisos, accesibles y económicos que los sistemas convencionales.

Planteamiento del problema

¿Es posible evaluar la utilización de drones para capturar imágenes aéreas empleando fotogrametría como una alternativa útil para actualizar los datos catastrales?

A la luz de lo expuesto se propone con este estudio examinar la viabilidad técnica a precios mínimos, empleando innovaciones en los procedimientos de actualización catastral cuyo objetivo general se basa en estudiar la factibilidad del uso de drones para actualizar catastros mediante imágenes aéreas fotogrametría, mientras que los específicos son en primer lugar analizar las principales teorías existentes con

respecto a la utilización de drones en la actualización de catastros mediante imágenes aéreas de fotogrametría, en segunda instancia identificar las áreas de mejora en la actualización catastral tradicional mediante el uso de drones, tales como la detección de construcciones no registradas o cambios en la distribución de predios y tercero desarrollar una propuesta de implementación de drones en las entidades encargadas de la gestión catastral, asegurando su integración con los sistemas de información geográfica (SIG) existentes.

Objetivo general

Estudiar la factibilidad del uso de drones para actualizar catastros mediante imágenes aéreas fotogrametría.

Objetivos específicos

1. Analizar las principales teorías existentes con respecto a la utilización de drones en la actualización de catastros mediante imágenes aéreas de fotogrametría
2. Identificar las áreas de mejora en la actualización catastral tradicional mediante el uso de drones, tales como la detección de construcciones no registradas o cambios en la distribución de predios.
3. Desarrollar una propuesta de implementación de drones en las entidades encargadas de la gestión catastral, asegurando su integración con los sistemas de información geográfica (SIG)

La tipología de la investigación para el presente trabajo científico plantea partir de un paradigma positivista asumiendo la objetividad como única vía para alcanzar el conocimiento sobre la viabilidad del uso de drones en la actualización de catastros mediante fotografías aéreas en fotogrametría, el enfoque es cuantitativo, privilegia la data como esencia consustancial de la argumentación, de diseño no experimental, no hay manipulación de variables, eminentemente de campo con especialistas en topografía quienes den a conocer sus evaluaciones y de nivel exploratorio, revisa

fuentes bibliográficas de segundo y primer orden (Hernández, 2014), para describir la caracterización de nuevas tecnologías y correlacionar o no el impacto de la utilización de drones sobre la técnica de la fotogrametría.

Las técnicas e instrumentos de recolección de información que se utilizaran son las encuestas (Palella, 2012) cuya funcionalidad tiene un papel preponderante para indagar sobre las variables expuestas en virtud de la experiencia de arquitectos, ingenieros, trabajadores y técnicos de la construcción, los cuestionarios se basan en adaptaciones de artículos científicos sobre nuevas tecnologías en actualización catastral. El cuestionario es un conjunto de preguntas en base a una escala de Likert o preguntas cerradas que demuestren aspectos claves sobre la investigación.

Justificación

La incorporación de nuevas tecnologías geoespaciales y la gestión de catastro con drones abre nuevas oportunidades para los trabajos de mapeo y planificación territorial, al generar imágenes de alta resolución y precisión, la tecnología de drones se ha convertido en una estrategia, eficiente y eficaz en la gestión de territorios, próximamente esta nueva práctica de verificación serán muy comunes en la cartografía de estructuras, terrenos, lotes y parcelas para llevar el registro a otro nivel (Pérez, 2024).

CAPITULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

El presente estudio toma como punto de partida teórico las aportaciones de (Bernard O Binns, 1996) en su estudio denominado “Los Levantamientos Catastrales y el de la Propiedad de la Tierra”. EE.UU.

“La fotogrametría es otro método mediante el cual es posible establecer gran número de puntos de control sobre una zona limitada, siempre que en las fotografías puedan verse claramente puntos adecuados del terreno. Las posiciones de algunos puntos en el terreno deben determinarse mediante el SPM, triangulación o levantamientos poligonales” (p.15).

Por su parte (Ivars, 2013) “Geo tecnologías aplicadas a levantamientos catastrales y cartografía catastral urbana”. Argentina

“Es decir que cualquiera sea el método de levantamiento, directo o indirecto – en contacto con el objeto o no – sus resultados serán utilizados para ubicar objetos naturales o artificiales sobre la superficie terrestre y representarlos cartográficamente” (p.62).

Y para complementar se cita las aportaciones de (Irineu da Silva, 2015) “Topografía para Engenharia”. Brasil

“Para que las deformaciones sean controladas, el área de proyección de la superficie elipsoidal sobre el cilindro debe estar restringida a 6° de amplitud, determinando varias porciones de proyección denominados husos” (p.152).

Los vehículos aéreos no tripulados (UAV) también conocidos como drones con sistemas de sensores LiDAR (*Light Detection and Ranging*), se ha convertido en una herramienta disruptiva para la gestión del territorio, puesto que han revolucionado la industria de la topografía y la cartografía, abriendo nuevas posibilidades para el desarrollo del catastro multipropósito requerido por la planeación del ordenamiento territorial (L. G. Benavides Ramírez, 2024).

En la actualidad, las técnicas de la fotogrametría se consideran integradas con las técnicas de percepción remota y las de fotointerpretación; tres técnicas que se complementan entre sí. (Otero, 2008)

La fotogrametría hace posible documentar, de manera adecuada, construcciones completas a escala, con medidas o alturas muy aproximadas a la realidad y, además, con texturas y detalles reales (Serna Prieto, 2016). Otro producto posible a obtener de la fotogrametría y el VANT, es el modelo digital de superficies (MDS) que muestra las alturas sobre el nivel medio del mar. Esto, en conjunto con la ortofotografía, provee el componente altimétrico que proporciona información útil para planificación de infraestructuras u otras aplicaciones.

Una de las utilidades urbanas de estos equipos es la generación de información cartográfica para procesos planificación territorial, entre ellos: la actualización de fichas catastrales, actualización y verificación de información urbana, gestión de centros históricos, seguimiento y control de áreas de reservas naturales y gestión de zonas con valor ambiental (Torres Patricia, Zamora Ramón, 2015). Existen investigaciones que buscan usar esta tecnología para evaluar el tráfico vehicular en base a los videos que se pueden obtener del dron (Salvo, 2014).

1.1. Monitoreo del estado de parques y jardines de la ciudad de Cuenca

Estudios realizados afirman la existencia de una correlación entre las posibilidades de confort urbano - calidad de vida- y la existencia de zonas verdes (Gómez, 2005). Esta correlación determina la importancia de preservar y conservar las áreas verdes para el bienestar de los ciudadanos. Para la conservación de estas áreas se buscan y se establecen estrategias de monitoreo, con la finalidad de evidenciar los cambios ocurridos a lo largo del tiempo -recuperación o degradación- y la toma de decisiones oportunas. Dentro de estas estrategias, los drones cumplen un rol de generación de ortofotos y cartografía con una alta resolución espacial y temporal en corto tiempo (Fiorillo, 2013).

1.2. Aplicaciones en cartografía y topografía

Como se ha mencionado, los drones se usan para el control de obra, control de acopio y para visionado de imagen aérea de 360°; principalmente para obtener topografía aérea mediante técnicas de fotogrametría. De esta manera se pueden estudiar obras en su fase de licitación, realizar cálculos de volúmenes y superficies en acopios, control de certificaciones, estudio de patologías como deslizamiento de taludes y realizar seguimientos.

El sector de la construcción siempre ha estado en la búsqueda de reducir sus costos para poder ganar licitaciones de obras; esto ha dado pauta a la inclusión de nuevas tecnologías como los drones; se ha investigado como combinar su uso aplicado a la captura de información periódica para el control y seguimiento de las obras civiles como carreteras y vías férreas (Sánchez, 2016).

El uso de drones en la cartografía contribuye a la obtención de datos espaciales en un periodo corto de tiempo con una alta resolución espacial a un costo reducido; anteriormente todo dependía de la disponibilidad de los satélites, de aviones tripulados o de la cartografía realizada a pie. Con los datos obtenidos a partir de los sensores se pueden crear mapas catastrales mediante la digitalización de las orto fotografías geo referenciadas.

Esta tarea se puede realizar con AutoCAD, ArcGIS o cualquier cliente SIG (Morales, 2016). Hoy en día las aplicaciones de los drones para la cartografía son múltiples abarcando diversos campos del conocimiento como el medio ambiente, la agricultura, las actividades industriales, el urbanismo, etc. (Hassanalian M, 2017).

Con la fotogrametría se pueden obtener modelos digitales en 3D de objetos y superficies, con secuencias de imágenes 2D e información de sensores de movimiento. Las imágenes resultantes de este proceso son analizadas por algoritmos computacionales que realizan una triangulación de los puntos superpuestos de las imágenes, usando su posición geográfica relativa (James et al., 2017).

Cuando se utilizan drones para un levantamiento, cambia la forma de trabajar. No es necesario definir una serie de puntos a medir, se modela de una vez toda el área de trabajo, y más tarde los puntos necesarios se miden cómodamente en el modelo. Esto elimina el riesgo de tener que volver a hacer trabajo de campo si hacen falta nuevas medidas. Los topógrafos tradicionales también pueden complementar su trabajo con un modelo topográfico generado por un dron (Gonçalves JA, 2015).

La inclusión de los drones en obra permite hacer de forma sistemática, precisa, rápida y económica el seguimiento de las obras, ya sea con carácter métrico para realización de certificaciones y proyectos, o como para seguimiento visual del proceso constructivo mediante la realización de vuelos regulares que permitan tener una vista global de la obra a lo largo de toda la línea temporal de la misma para su análisis. La unificación de los datos en cuanto a calidad, homogeneidad temporal y capacidad de procesamiento y análisis en series temporales hace de los drones una herramienta muy apropiada para el control de las obras y el análisis del impacto en las mismas (ATyges, 2014).

La variedad de aplicaciones de drones en las obras se amplía considerablemente en el momento que se empieza a trabajar con otro tipo de sensores. Como ejemplos de ello se tiene:

- 1) **Análisis de impacto ambiental en la obra:** En el entorno de afección de la obra se puede analizar el estado de la deforestación de forma recurrente para analizar si se ha visto afectada o no por la actividad constructiva. Del mismo modo se pueden detectar vertidos de contaminantes, voluntarios o no, que puedan darse a lo largo del proceso de explotación en arroyos, lagos, etc.
- 2) **Análisis del estado de materiales:** Los materiales constructivos pueden sufrir degradaciones y efectos de origen provocados por la interacción con el medio ambiente a lo largo de su vida útil. Estos cambios producen diferencias en la oposición de los materiales a una iluminación dada. Mediante el juego de filtros de distintas longitudes de onda se pueden llegar a aislar e identificar estos fenómenos, lo que a simple vista difícilmente se podría lograr.

Los drones presentan ventajas que los han convertido en firmes apuestas a sustituir o complementar la actividad del ser humano en multitud de ámbitos. En la mayoría de los casos la ventaja principal es la flexibilidad de uso del recurso que representa el vehículo y la reducción del riesgo para la vida humana; en otras aplicaciones, a estas ventajas se suma la simplicidad de uso y la reducción de costos respecto a otras soluciones posibles (Green DR, 2019). Adicionalmente se obtiene (Zcopters, 2015):

Seguridad. No es necesario que el operario lleve personalmente la estación a lugares arriesgados.

Mayor cobertura. Algunos puntos son sencillamente inaccesibles para las personas. Un saliente en medio de un acantilado o un claro rodeado de árboles no son problema para un dron.

Más información. Un levantamiento tradicional consigue determinar una serie de puntos que sirven para crear un plano preciso. El levantamiento topográfico de un dron captura a la vez millones de puntos y le añade además la información de color de las fotografías, con lo que consigue nubes de puntos de alta resolución que muestran la apariencia real del terreno.

Existe un gran potencial para la manufactura de drones y en la actualidad se tiene una capacidad muy grande en electrónica avanzada. De igual manera se está presentando un cambio generacional enorme; los drones tendrán que adaptarse a nuevas aplicaciones. Hoy en día se espera que un dron realice diversas funciones, por lo que el mercado de vehículos aéreos no tripulados crece como la espuma y se exigen cada vez más innovaciones.

Los expertos aseguran que el negocio de esta tecnología incipiente tardará pocos años en madurar; como se ha mencionado, se está utilizando para cartografiar, fotografía profesional, en medios de comunicación y en vigilancia de eventos masivos. Los drones se aplican en diferentes áreas, desde la seguridad pública que se lleva a cabo para la inspección y monitoreo en lugares en los que se realizan

eventos masivos como carnavales y ferias populares, hasta la inspección de luminarias, de fuentes de energía y alta tensión (Robles, 2015).

También se emplean para fotografía y video, en conciertos y en construcción; otros que la emplean son peritos y periodistas. En las universidades y centros de investigación los drones juegan un papel importante, llevan la robótica y programación un paso adelante.

Los drones participan en proyectos de agricultura, ganadería y pesca, donde las famosas cámaras remoto infrarrojo (IR) multiespectrales montadas en un equipo permiten la comparación entre las diferentes zonas del suelo examinado para ayudar a la selección de los lugares para la siembra. Actualmente los drones y sus servicios son usados por empresas para sus actividades propias, y también para ofertar servicios a externos.

La apertura para volar los drones es amplia; solo existen restricciones para no hacerlo en aeropuertos. De hecho, en el monitor del mismo equipo los operadores pueden visualizar las zonas rojas de prohibición.

Con el uso de drones se dará un paso en materia de recaudación, pues no se descarta el uso de estos equipos para la captura y reproducción de las tomas de registro de predial y catastro. Los drones recolectarían la imagen de manera tridimensional por medio de una cámara que se encuentra en la parte superior; el equipo podría capturar varios polígonos municipales, lo que además serviría para hacer actualizaciones constantes en el servicio. Autoridades municipales consideran que sería conveniente invertir una buena cantidad de dinero en la adquisición de un dron, en lugar pagar la contratación de un vuelo aéreo; la idea es optimizar recursos gestionando una nueva propuesta de inversión de acuerdo con un estudio y compararla con la propuesta de un proveedor de dicha tecnología (Robles, 2015).

El presente estudio se basa en una variedad de diversos campos de conocimiento vinculadas con la cartografía, la topografía, la tecnología de drones (UAV) y los

mecanismos de conocimientos geográfica (SIG), que componen estrategias de fotogrametría para la captura y análisis de imágenes aéreas para propósitos catastrales, detalladas en diferentes fundamentos teóricos que son:

1.3. Teoría de la fotogrametría

Es una metodología amparada en la captura y el análisis de imágenes que produce diseños tridimensionales y orto-mosaicos a través de diversas imágenes aéreas para adquirir información acerca de la superficie terrestre (Fernández, 2023). La ubicación, aspectos y forma de los contenidos en las imágenes se pueden establecer utilizando criterios característicos de la fotogrametría, como la composición de la proyección central y la triangulación aérea (Mubanga, 2024).

La fotogrametría ha evidenciado ser una técnica útil en el ámbito del levantamiento catastral para la formación de mapas precisos que señalan características, edificaciones y componentes territoriales con alta exactitud. La utilización de drones en este procesamiento reduce ampliamente el tiempo y los costos, mejorando la efectividad y la frecuencia de actualización (Oliveros, 2022).

Drones y Vehículos Aéreos No Tripulados (UAV): Los drones para la captura de datos geofísicos han cambiado la cartografía y el catastro. Los drones, equipados con cámaras de alta resolución y sensores LIDAR (Detección y Rango de Luz), pueden tomar imágenes aéreas de forma independiente. Esta técnica elimina las restricciones almacenistas y los gastos elevados de las técnicas convencionales, como el uso de avionetas o imágenes satelitales (YellowScan, 2023).

Conceptualmente, los drones son una innovación de los métodos tradicionales porque pueden trabajar a poca altitud y en lugares difíciles de acceder, lo que les permite conseguir imágenes más precisas y exactas. También, son ideales para repetir vuelos y programarlos (González, 2019).

Sistemas de Información Geográfica (SIG): En la gestión catastral permite el almacenamiento, análisis y visualización de datos espaciales obtenidos a partir de

las imágenes capturadas por drones (Benavides, 2024). Los SIG permiten integrar los resultados obtenidos mediante fotogrametría y generar información clave para la toma de decisiones en la planificación territorial y la actualización catastral (Cartagena, 2024).

Desde el punto de vista teórico, el SIG actúa como una plataforma de integración de datos geospaciales, donde las imágenes procesadas se superponen con bases de datos de información catastral preexistente. Esto no solo permite una actualización más eficiente de los datos, sino que también facilita el análisis de cambios en la propiedad o en el uso del suelo (Cartagena, 2024)

Teoría del Catastro Multipropósito: Es una idea contemporánea que cree que los datos catastrales tienen que utilizarse no solo para propósitos fiscales (como el cálculo del impuesto predial), sino además para planeación urbana, administración del territorio y protección ecológica. En este sentido, la utilización de drones para la actualización catastral se ajusta dentro de esta ideación porque permite adquirir información detallada y precisa sobre la utilización del suelo, las edificaciones y el entorno natural (Dorado, 2022).

Según la teoría del catastro multipropósito, los sistemas catastrales tienen que ser flexibles, actuales, periódicamente y accesibles para una variedad de tipos de análisis, incluido el registro de propiedades y el monitoreo de recursos naturales. Los drones pueden capturar datos para una diversidad de utilidades gracias a su flexibilidad (Pérez, 2020)

La fotogrametría con drones enfocada a diferentes áreas municipales ha sido de gran valor. Este es el caso del catastro municipal. Temas como la actualización del padrón catastral, el cálculo de impuesto predial, avalúos catastrales, así como los traslados de dominio, son realizados con mayor precisión y eficiencia. Los tiempos del proceso, desde la toma de información hasta su procesamiento, se han reducido considerablemente gracias a esta herramienta.

Para garantizar una adecuada cobertura fotográfica del levantamiento topográfico de la zona de estudio, es necesario realizar la planificación de un proyecto de vuelo fotogramétrico. Para esto se deben considerar las condiciones atmosféricas locales, las características topográficas de la zona de estudio, los límites del área de estudio, la escala del mapa que se busca obtener, la precisión requerida, etc. Con esta información se determinarán parámetros importantes del vuelo, como son la altura de vuelo, separación entre líneas, velocidad, entre otros.

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema, (Hernández, 2014), a lo largo de la historia han existido algunas corrientes del pensamiento pero son dos las aproximaciones principales de la investigación y que se definen en: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo, los dos agrupan una serie de pasos que contribuyen a la búsqueda de los fenómenos que intervienen en las variables que consisten del interés del investigador.

2.1. Enfoque de la investigación

Para la realización del presente trabajo investigativo su autor ha seleccionado el enfoque cuantitativo, aporta experiencias secuenciales rigurosas de tipo probatorio y analítico con una serie de pasos a seguir en donde cada etapa precede a la siguiente. El origen de la palabra “cuantitativo” proviene del latín “*quantitas*” cuyo significado hace referencia a conteos numéricos y métodos matemáticos, (Niglas, 2010).

El enfoque seleccionado aporta características como la racionalidad, construida desde la razón y por conceptos que combinan un orden de reglas y normas lógicas sobre las variables seleccionadas en el estudio de factibilidad con uso de dron para actualizar catastros mediante imágenes aéreas de fotogrametría. Otra particularidad que aporta el enfoque cuantitativo es la objetividad desde la verificación de datos para agrupar los conceptos que converjan.

Este enfoque no podía dejar de lado la sistematización en donde se sustenta las ideas y lógicas fundamentales (Martins, 2012) para ser analizadas y verificadas con claridad o precisión, A partir de sus características, la ciencia permite que la investigación sea una forma de actuación humana orientada al conocimiento de la realidad observable, del mundo que nos rodea (Sierra, 1995).

El paradigma con enfoque cuantitativo se fundamenta en el positivismo, el cual percibe la uniformidad de los fenómenos, aplica la concepción hipotética-deductiva como una forma de acotación y predica que la materialización del dato es el resultado de procesos derivados de la experiencia. Esta concepción se organiza sobre la base de procesos de operacionalización que permiten descomponer el todo en sus partes e integrar éstas para lograr el todo. El positivismo (Comte, 2009) afirma que el espíritu humano debe renunciar a conocer el ser mismo (la naturaleza) de las cosas y contentarse con las verdades que proporcionan la observación y la experimentación.

2.2. Diseño de la investigación

Para el diseño de la investigación el autor ha seleccionado el no experimental debido a que no se realizará manipulación alguna en forma premeditada de ninguna variable. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes (Martins, 2012). Se observarán los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos. Por lo tanto, en este diseño no se construye una situación específica si no que se observan las que existen.

En este sentido las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, lo que impide influir sobre ellas para modificarlas (Palella, 2012) es decir para analizar el estudio de factibilidad con uso de dron para actualizar catastros mediante imágenes aéreas fotogrametría se verificará el potencial de las nuevas tecnologías existentes y posible adaptabilidad de estas en los entornos locales, tomando como partida los estudios empíricos.

2.3. Tipo de investigación

Se refiere a la clase de estudio a realizar siendo la más apropiada la investigación de capo que consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde se producen los hechos que para efectos del presente análisis está enfocado en las edificaciones donde se podría utilizar drones que permitan actualizar sus

catastros con la generación de imágenes áreas de fotogrametría recalcando que no existirá manipulación de variables (Ramírez, 1999)

Por su parte (Sabino, 1192) señala que este tipo de investigación se fundamente en las informaciones primarias recabados directamente de la realidad, donde se verán los comportamientos y las condiciones de los drones para actualizar catastros, el investigador sistematizara la observación en el caso que surjan interrogantes a medida que se levante las imágenes de fotogrametría.

2.4. Nivel de investigación

El nivel de investigación, tal como lo plantea (Arias, 1997), se refiere "al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno" (pA7). El tipo de investigación a realizar determina los niveles que es preciso desarrollar.

La investigación de campo comprende los siguientes niveles:

Exploratorio: es el inicio de cualquier proceso científico. Se realiza especialmente cuando el tema elegido ha sido poco examinado, se podría mencionar que la utilización de drones en el levantamiento de catastros es un tema nuevo del cual no hay suficientes estudios previos y es difícil formular hipótesis. Se aplica cuando el tópico ha sido tratado escasamente, cuando no existe suficiente información o cuando no se dispone de medios para lograr mayor profundidad (Ary, 1194).

De forma particular, el nivel exploratorio permitirá analizar y centralizar la importancia de los drones en los catastros mediante levantamiento de imágenes de fotogrametría, establecer el problema de investigación y proponer futuras investigaciones sobre su aplicabilidad y los resultados que esta arroje.

Descriptivo: el propósito de este nivel es el de interpretar realidades de hecho. En la presente investigación incluirá descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos. El nivel descriptivo hará énfasis sobre conclusiones dominantes de como los especialistas o técnicos

en ingeniería civil o arquitectura trabajan con drones y realizan levantamiento de imágenes de fotogrametría (Arias, 1997).

Proyectivo: según Hurtado de Barrera (Barrera, 2000), es el que "intenta proponer soluciones a una situación determinada. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio". De esta forma se podría proponer una nueva forma de realizar catastros fotogramétricos con drones como una forma segura, eficiente y ecológica para cubrir necesidades y basadas en conocimientos anteriores. De allí que el término proyectivo refiere a un proyecto en cuanto a aproximaciones o modelo teórico.

Modalidad de la investigación

Proyecto factible: esta modalidad es factible, se pretende realizar una propuesta viable destinada a atender nuevas necesidades, específicamente en la industria de la construcción, determinadas a partir de una base científica. El Manual de tesis de grado de especialización y maestría y tesis doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL, 2003), expresa que es "la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos" (p. 16).

Población y muestra

Todo estudio, en la fase de diseño, implica la determinación del tamaño poblacional y muestral necesario para su ejecución. La ausencia de este paso puede conducir a que el estudio carezca del número adecuado de sujetos, con lo cual es imposible estimar adecuadamente los parámetros ni identificar diferencias significativas, cuando en realidad sí existen. Por otra parte, se corre el riesgo de estudiar un número innecesario de personas, lo cual acarrea no sólo pérdida de tiempo e inversión innecesaria de recursos, sino que puede afectar la calidad del estudio (Méndez, 2011).

Para (Romero, 2017) población es “El universo poblacional es el conjunto de individuos y objetos de los que se desea conocer algo en una investigación”. Por su parte, (Serna Prieto, 2016) muestra es “El modo más científico como parte de un conjunto o población debidamente elegida, que se somete a observación efectiva en representación del conjunto, con el propósito de obtener resultados válidos”.

Para efectos del presente estudio se tomará la totalidad de la población de Ambato y que alcanza los 370.664 personas repartidas entre la zona urbana y rural, el justificativo para tomar este punto de partida en el establecimiento de la muestra es que los sujetos de investigación son todas las personas que pueden acceder a una edificación y podrían en su momento necesitar el uso de drones para actualizar los catastros mediante imágenes aéreas fotogrametría (INEC, 2022)

Gráfico 1. Población cantón Ambato - Tungurahua



Fuente: (INEC, 2022)

El estudiar la factibilidad del uso de drones en la actualización de catastros mediante imágenes aéreas fotogrametría se caracteriza por presentar una

población finita, su muestra es de tipo probabilístico o aleatorio (azar simple) y la misma estará determinada por la siguiente fórmula:

$$n = \frac{m}{e^2(m - 1) + 1}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

m= Universo

e= Margen de error admisible 10% = 0,1

Es decir:

$$n = \frac{370.664}{(0,1)^2(370.664 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{370.664}{(0,01)(370.663) + 1}$$

$$n = \frac{370.664}{3.707,63}$$

$$n = 99,97$$

Se determina después de la aplicación de la fórmula propuesta, la aplicación de 100 encuestas a los sujetos de investigación denominados ciudadanos del cantón Ambato. La corrida de la encuesta será realizada en una sola toma de forma directa y a través de un cuestionario, el cual se mencionará más adelante.

Tipo de recolección de la información

La encuesta

La encuesta es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones interesan al investigador. Para ello, a diferencia de la entrevista, se utiliza

un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos quienes, en forma anónima, las responden por escrito. Es una técnica aplicable a sectores amplios del universo, de manera mucho más económica que mediante entrevistas individuales (Hernández, 2014).

Fases de una encuesta

Preparación: conocimiento general del tema, evaluación del tema, evaluación del interés, evaluación de la posibilidad de obtener la información deseada y de la adecuación de la encuesta como técnica, determinación de los objetivos específicos de la encuesta, indicación del tipo de usuarios.

Diseño: determinación de la población objeto de estudio, decisión sobre ámbito geográfico, diseño muestral, decisión sobre métodos de administración, diseño del instrumento.

Ejecución: selección del personal y entrenamiento, realización del trabajo de campo y control de calidad.

Instrumento de recolección de datos

El cuestionario

El cuestionario es un instrumento de investigación que forma parte de la técnica de la encuesta. Es fácil de usar, popular y con resultados directos. El cuestionario, tanto en su forma como en su contenido, debe ser sencillo de contestar. Las preguntas han de estar formuladas de manera clara y concisa; pueden ser cerradas, abiertas o semiabiertas, procurando que la respuesta no sea ambigua. Como parte integrante del cuestionario o en documento separado, se recomienda incluir unas instrucciones breves, claras y precisas, para facilitar su solución.

Procesamiento y análisis de la información

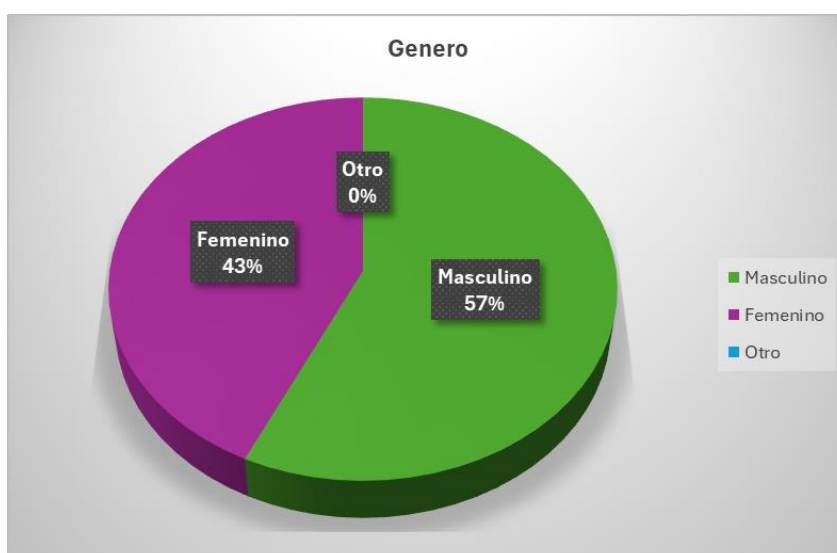
Afirmación 1. Género

Tabla 1. Género

GÉNERO	NÚMERO	PORCENTAJE
Masculino	57	57,0%
Femenino	43	43,0%
Otros	0	0,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 2. Género



Fuente: elaboración propia

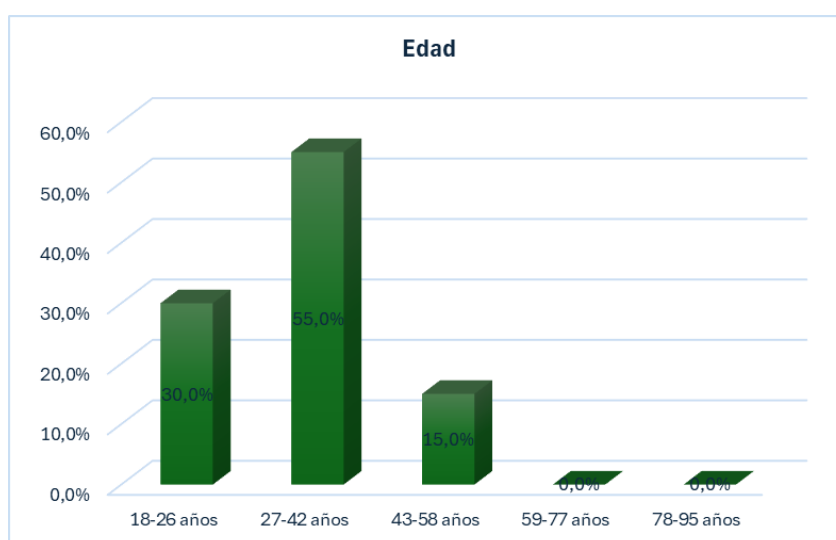
Análisis e interpretación

La presente investigación demuestra que la mayor cantidad de ciudadanos encuestados son en su mayoría hombres quienes alcanzan un 57%, mientras que las mujeres llegan a un porcentaje del 43%. Las personas, las entidades comerciales y los gobiernos se han dado cuenta de que los drones tienen muchos usos, algunos de los cuales incluyen: fotografía aérea para periodismo, cine y bienes raíces.

Afirmación 2. Edad**Tabla 2. Edad**

GÉNERO	NÚMERO	PORCENTAJE
18 – 26 años	30	30,0%
27 – 42 años	55	55,0%
43 – 58 años	15	15,0%
59 – 77 años	0	0,0%
78 – 95 años	0	0,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3. Edad

Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

El núcleo central de los encuestados se ubica en las edades de 27-42 años llegando a un 55% considerándose a este segmento como los denominados *millennials* o generación y/o nativos digitales, teniendo predilección por la utilización de drones y la experiencia que estos ofrecen. El segundo grupo se refiere a las personas de 18-26 años considerados como *centennials*, preferentemente son aquellos que utilizan internet para buscar información y realizar compras, también suelen realizar búsquedas de mapas y direcciones, tiempo atmosférico y compras online.

Afirmación 3. Zona a la que pertenece**Tabla 3.** Zona a la que pertenece

ZONA	NÚMERO	PORCENTAJE
Urbana	85	85,0%
Rural	15	15,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 4. Zona a la que pertenece

Fuente: elaboración propia

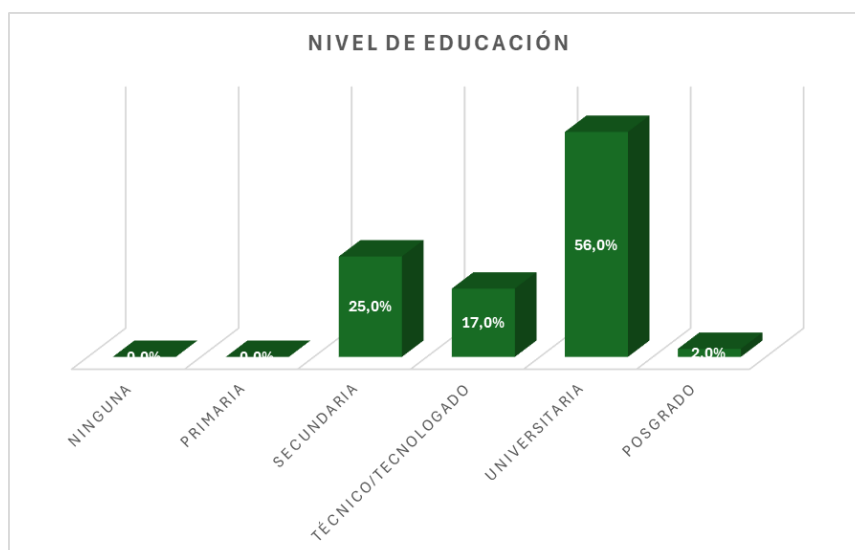
Análisis e interpretación

La presente investigación demuestra que la mayor cantidad de consultados y por ende socios o clientes están en la zona urbana alcanzando un 85%, mientras que las personas provenientes del sector rural llegan a un 15%. Esta pregunta abre una oportunidad para la diversidad y la inclusión porque ayudan a celebrar a audiencias de diferentes orígenes.

Afirmación 4. Educación**Tabla 4.** Educación

EDUCACIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Ninguna	0	0,0%
Primaria	0	0,0%
Secundaria	25	25,0%
Técnico/ Tecnológico	17	17,0%
Universitaria	56	56,0%
Posgrado	2	2,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 5. Educación

Fuente: elaboración propia

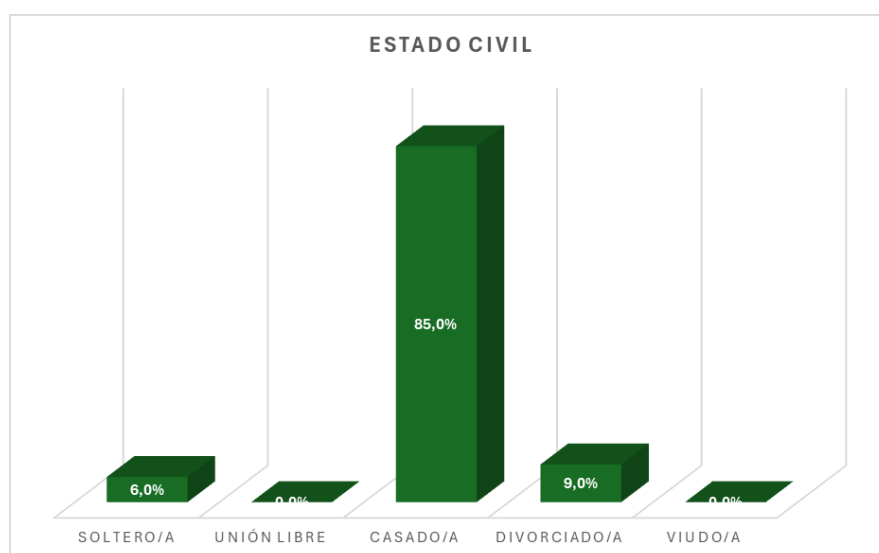
Análisis e interpretación

En orden de ponderación numérica y del total de consultados un 56% tiene estudios universitarios, seguido de un 25% de formación secundaria y un 17% de instrucción técnica lo que permite establecer un nivel de comunicación claro y sencillo y en cuanto al desarrollo de servicios como el levantamiento de catastro por drones que estén acordes a sus necesidades.

Afirmación 5. Estado Civil**Tabla 5.** Estado Civil

ESTADO CIVIL	NÚMERO	PORCENTAJE
Soltero/ a	6	6,0%
Unión libre	0	0,0%
Casado/ a	85	85,0%
Divorciado/ a	9	9,0%
Viudo/ a	0	0,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 6. Estado Civil

Fuente: elaboración propia

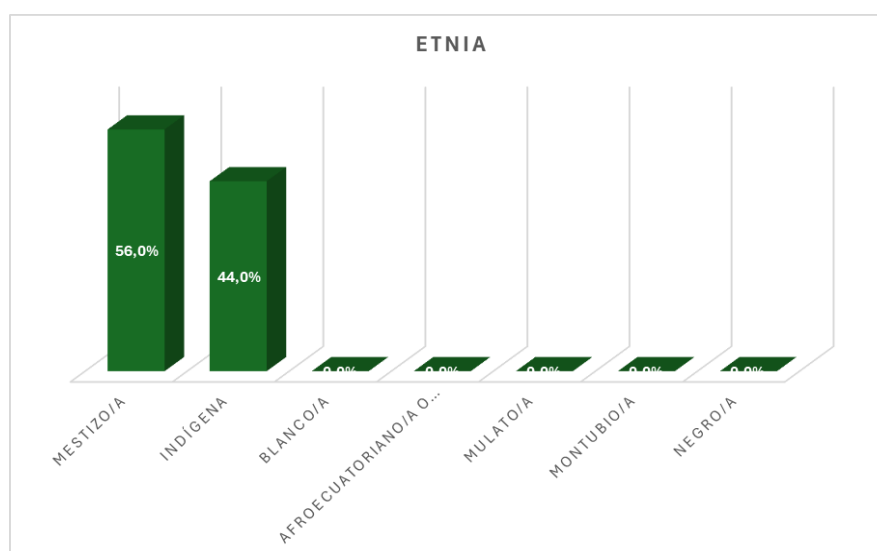
Análisis e interpretación

Existe un porcentaje representativo en cuanto al número de personas casadas llegando a un 85% lo que puede aprovecharse para centrarse en los beneficios que presenta el levantamiento de catastros por drones, esta nueva forma de registro estaría alineándose con su estilo de vida orientado a la familia.

Afirmación 6. Etnia**Tabla 6.** Etnia

ETNIA	NÚMERO	PORCENTAJE
Mestizo/ a	56	56,0%
Indígena	44	44,0%
Blanco/ a	0	0,0%
Afroecuatoriano /a o Afrodescendiente	0	0,0%
Mulato/ a	0	0,0%
Montubio/ a	0	0,0%
Negro/ a	0	0,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 7. Etnia

Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

Existen dos presencias importantes de personas encuestadas, un 56% son mestizos junto a un 44% de indígenas lo que reconoce y representa la diversidad de los consumidores en términos de sus orígenes culturales, valores, preferencias y comportamientos. Debe considerarse que los consumidores étnicos tienen un poder adquisitivo significativo.

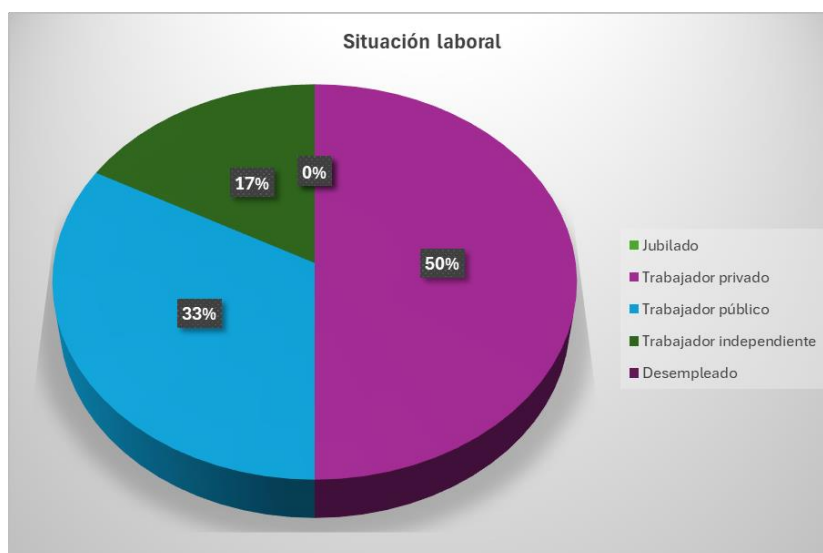
Afirmación 7. Situación Laboral

Tabla 7. Situación Laboral

SITUACIÓN LABORAL	NÚMERO	PORCENTAJE
Jubilado	0	0,0%
Trabajador privado	50	50,0%
Trabajador público	33	33,0%
Trabajador independiente	17	17,0%
Desempleado	0	0,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 8. Situación Laboral



Fuente: elaboración propia

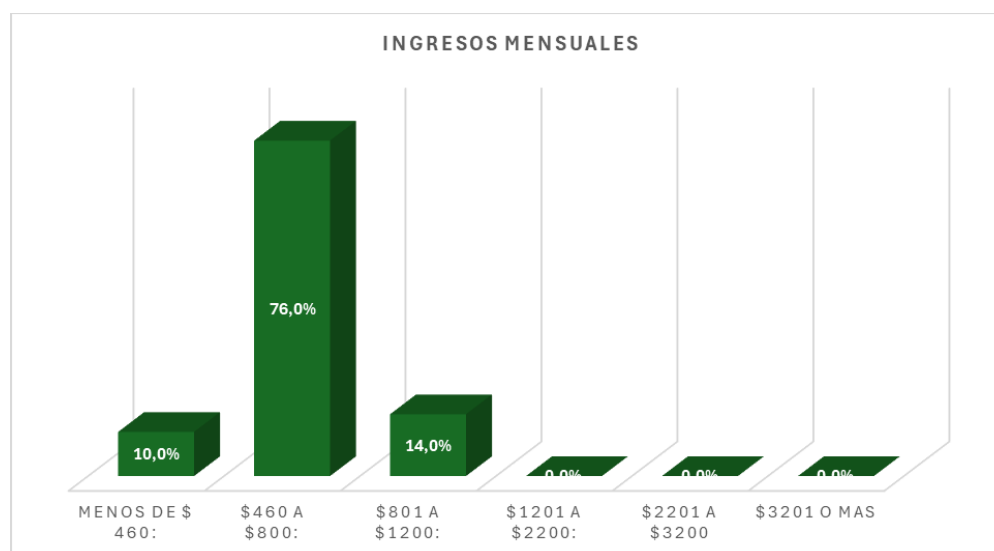
Análisis e interpretación

La situación laboral de una persona es fundamental al momento de analizar la pertinencia de usar drones la presente encuesta muestra a los “trabajadores privados” muy interesados en esta clase de tecnologías con un 50%, seguido de los “trabajadores en el sector público” que llegan a 33%, en términos generales los dos segmentos marcan una tendencia de presencia de personas que forman parte de la población económicamente activa.

Afirmación 8. Ingresos Mensuales**Tabla 8.** Ingresos Mensuales

INGRESOS MENSUALES	NÚMERO	PORCENTAJE
Menos de \$460	10	10,0%
\$461 a \$800	76	76,0%
\$801 a \$1200	14	14,0%
\$1201 a \$2200	0	0,0%
\$2021 a \$ 3200	0	0,0%
\$3201 o mas	0	0,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 9. Ingresos Mensuales

Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

Sobre los ingresos mensuales la presente corrida de la técnica de investigación muestra que el 76% tiene ingresos entre los \$460 y \$800 lo que demuestra que la incorporación de drones como herramientas de trabajo se expande a un ritmo vertiginoso en diversos sectores comerciales e industriales. Este fenómeno está dando lugar a un crecimiento imparable en el ámbito laboral.

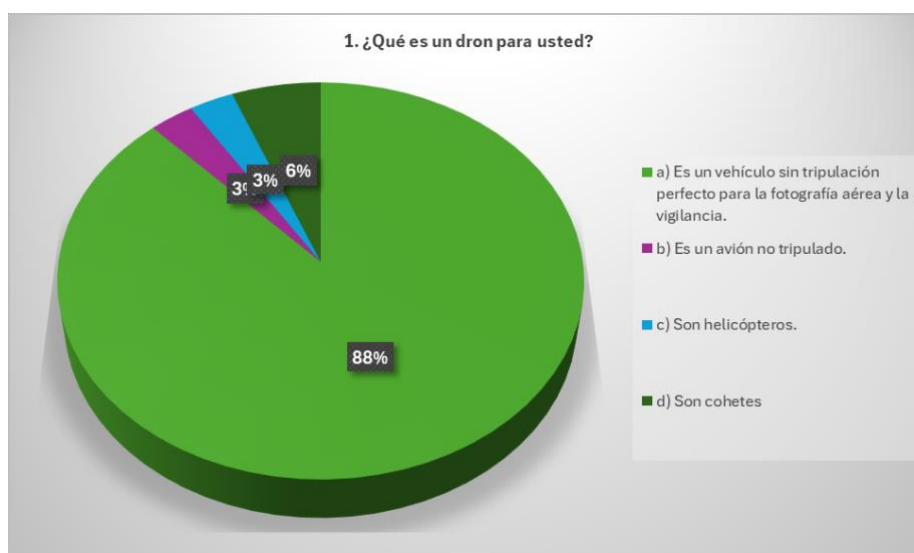
Pregunta 9. ¿Qué es un dron para usted?

Tabla 9. ¿Qué es un dron para usted?

¿Qué es un dron para usted?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Es un vehículo sin tripulación perfecto para la fotografía aérea y la vigilancia	88	88,0%
b) Es un avión no tripulado	3	3,0%
c) Son helicópteros	3	3,0%
d) Son cohetes	6	6,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 10. ¿Qué es un dron para usted?



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

El 88% de los encuestados conoce que un dron es una herramienta que es un vehículo sin tripulación perfecto para la fotografía aérea y la vigilancia. Según un informe de Droneii, el sector energético lidera en las aplicaciones de drones, seguido de cerca por la cartografía, la topografía, las inspecciones técnicas, la fotografía y la filmación para películas y series

Pregunta 10. ¿Qué es un catastro para usted?

Tabla 10. ¿Qué es un catastro para usted?

¿Qué es un catastro para usted?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Es un registro público que contiene información	12	12,0%
b) Es un sistema de información geográfica	16	16,0%
c) Es un registro legal público	15	15,0%
d) Todas las anteriores	57	57,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 11. ¿Qué es un catastro para usted?



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

El 57% de los encuestados conoce que un catastro es un registro público que contiene información detallada sobre la propiedad y descripción de los bienes inmuebles de una región o país. Para el sector público permite construir un sistema de información geográfica que registra y rescribe, la superficie y valoración de los bienes inmuebles, así como la información sobre los propietarios y los derechos de propiedad.

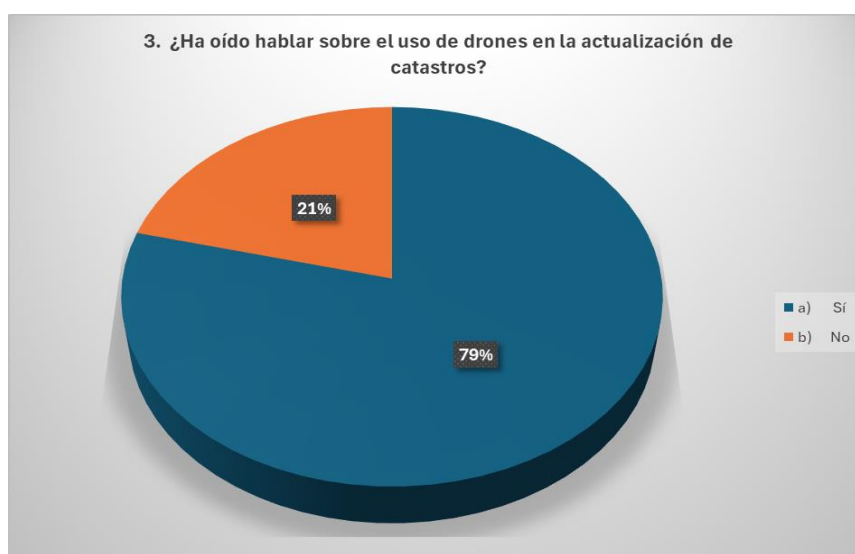
Pregunta 11. ¿Ha oído hablar sobre el uso de drones en la actualización de catastros?

Tabla 11. ¿Ha oído hablar sobre el uso de drones en la actualización de catastros?

¿Ha oído hablar sobre el uso de drones en la actualización de catastros?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Si	79	79,0%
b) No	21	21,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 22. Cuadro estadístico porcentual



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

El 79% de los consultados menciona haber escuchado sobre los drones y las múltiples utilidades que se le puedan dar, en los actuales momentos constituyen la base de varios productos topográficos que permiten determinar distancias y ángulos entre objetos y la posición de los objetos dentro del modelo.

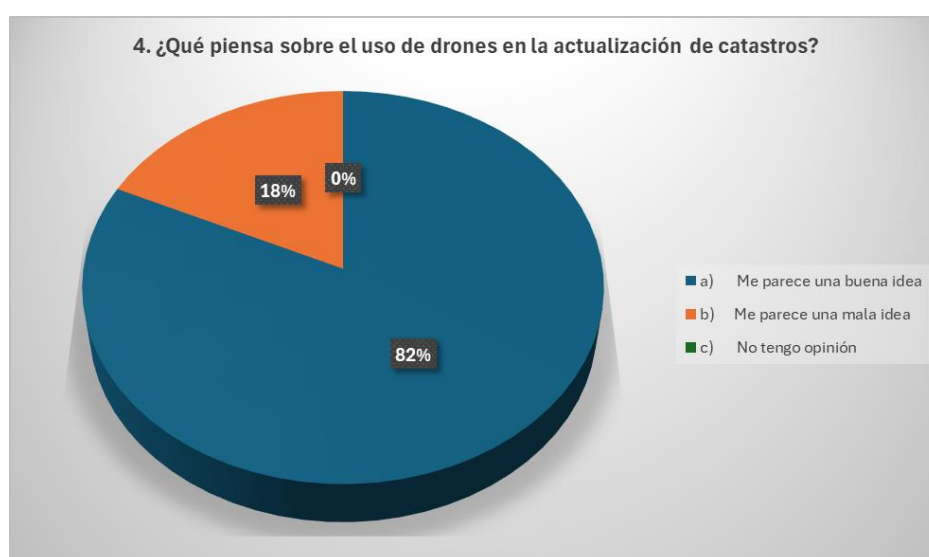
Pregunta 12. ¿Qué piensa sobre el uso de drones en la actualización de catastros?

Tabla 12. ¿Qué piensa sobre el uso de drones en la actualización de catastros?

¿Qué piensa sobre el uso de drones en la actualización de catastros?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Me parece una buena idea	82	82,0%
b) Me parece una mala idea	18	18,0%
c) No tengo opinión	0	0,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 12. ¿Qué piensa sobre el uso de drones en la actualización de catastros?



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

El 82% manifiesta que es una buena idea la utilización de drones. La tecnología de los drones se ha hecho más fiable y segura con el tiempo según varias investigaciones. Los sistemas de carga útil más pequeños y ligeros que integran baterías, almacenamiento digital de datos, cámara y tecnología de escaneo láser permiten realizar levantamientos profesionales con drones.

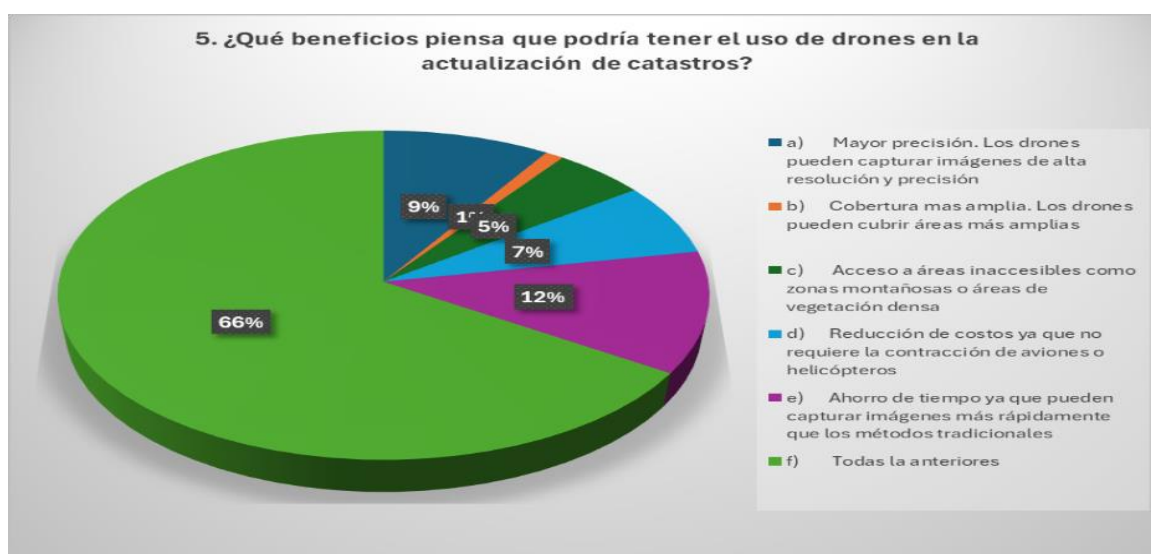
Pregunta 13. ¿Qué beneficios piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?

Tabla 13. ¿Qué beneficios piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?

¿Qué beneficios piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Mayor precisión. Los drones pueden capturar imágenes de alta resolución	9	9,0%
b) Cobertura más amplia. Los drones pueden cubrir áreas más amplias	1	1,0%
c) Acceso a áreas inaccesibles como zonas montañosas o áreas de vegetación densa	5	5,0%
d) Reducción de costos, no requiere la contratación de aviones o helicópteros	7	7,0%
e) Ahorro de tiempo, pueden capturar imágenes más rápidamente que los métodos tradicionales	12	12,0%
f) Todas las anteriores	66	66,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 13. ¿Qué beneficios piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

El 66% piensa que los beneficios de la utilización de drones son múltiples desde la mayor precisión, pueden capturar imágenes de alta resolución y precisión hasta el ahorro de tiempo, pueden capturar imágenes más rápidamente que los métodos tradicionales.

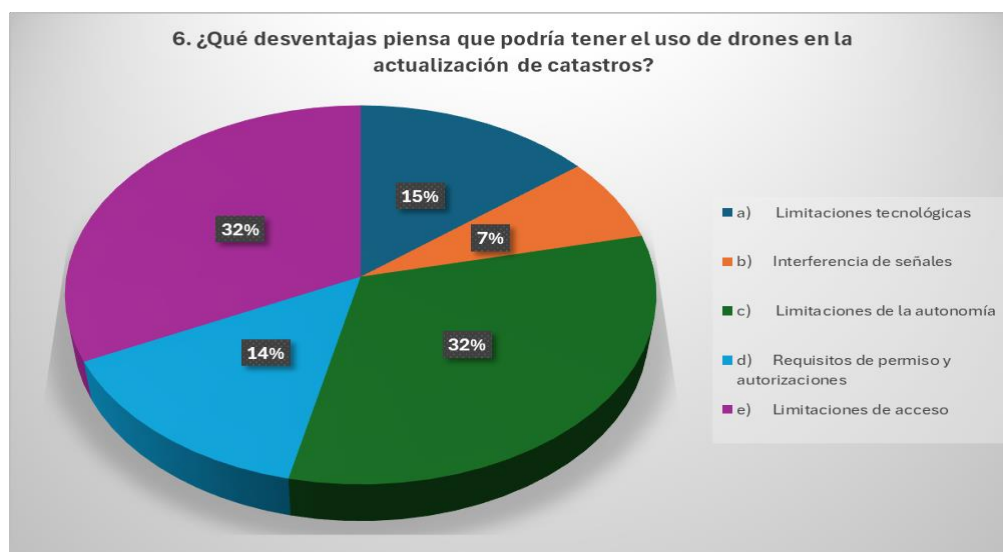
Pregunta 14. ¿Qué desventajas piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?

Tabla 14. ¿Qué desventajas piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?

¿Qué desventaja piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Limitaciones tecnológicas	4	4,0%
b) Interferencia de señales	2	2,0%
c) Limitación de la autonomía	9	9,0%
d) Requisitos de permisos y autorizaciones	4	4,0%
e) Limitación de acceso	9	9,0%
f) Riesgos de accidentes	16	16,0%
g) Todas las anteriores	56	56,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 14. ¿Qué desventajas piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

El 16 % de los consultados expresa avizorar cierta desventaja sobre la utilización de drones debido a los riesgos por cuestiones de accidentabilidad, actualmente no existe una normativa aeronáutica clara que norme su utilización.

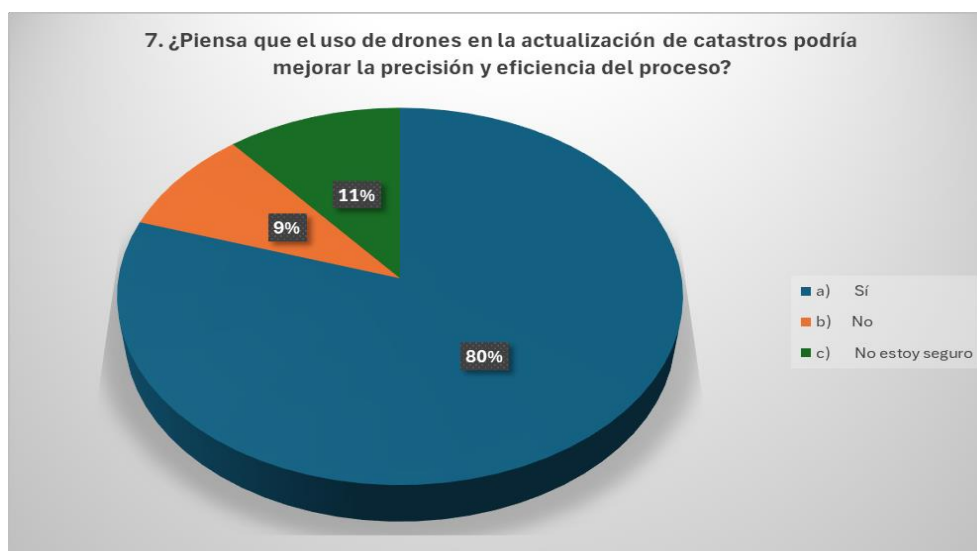
Pregunta 15. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría mejorar la precisión y eficiencia del proceso?

Tabla 15. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría mejorar la precisión y eficiencia del proceso?

¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría mejorar la precisión y eficiencia del proceso?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Sí	80	80,0%
b) No	9	9,0%
c) No estoy seguro	11	11,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 15 ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría mejorar la precisión y eficiencia del proceso?



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

Un significativo 80% de personas coincide que el uso de drones en la actualización de catastros podría mejorar la precisión y eficiencia del proceso, su uso permite mejorar la eficiencia, la precisión, la actualización y la transparencia en la gestión del territorio. A pesar de los desafíos existentes, las oportunidades que ofrecen los drones son significativas y pueden contribuir a un mejor desarrollo territorial.

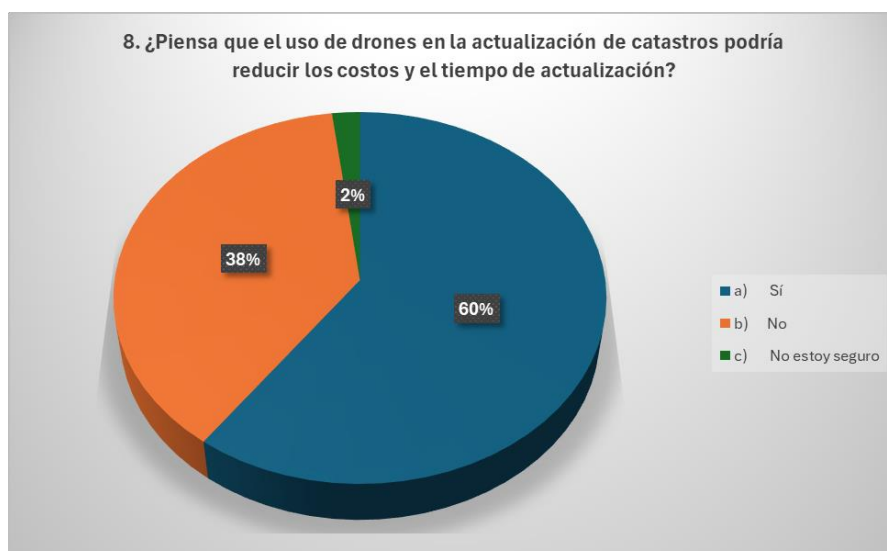
Pregunta 16. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría reducir los costos y el tiempo de actualización?

Tabla 16. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría reducir los costos y el tiempo de actualización?

¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría reducir los costos y el tiempo de actualización?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Sí	60	60,0%
b) No	38	38,0%
c) No estoy seguro	2	2,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 16. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría reducir los costos y el tiempo de actualización?



Fuente: Sandoval, (2024)

Análisis e interpretación

El 60% piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría reducir los costos y el tiempo de actualización la captura de datos topográficos con un dron es hasta cinco veces más rápida que con los métodos terrestres y requiere menos mano de obra.

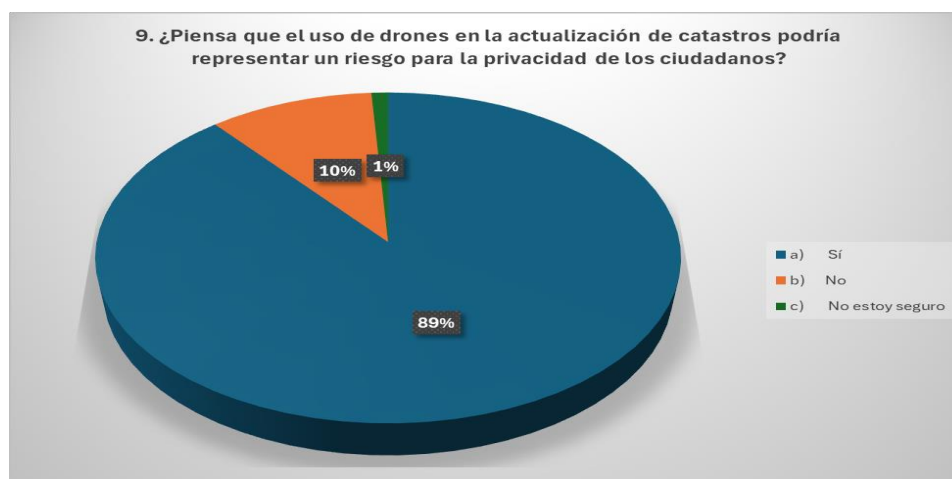
Pregunta 17. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la privacidad de los ciudadanos?

Tabla 17. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la privacidad de los ciudadanos?

¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la privacidad de los ciudadanos?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Sí	89	89,0%
b) No	10	10,0%
c) No estoy seguro	1	1,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 17. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la privacidad de los ciudadanos?



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

Debido a la falta de regulaciones aeroespaciales el 89% piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la privacidad de los ciudadanos el uso de drones, en diferentes campos en la actualidad, es una realidad de la cual se debe explorar sus implicaciones respecto al derecho a la privacidad e intimidad de los ciudadanos del Ecuador, en el contexto de su uso en la seguridad ciudadana.

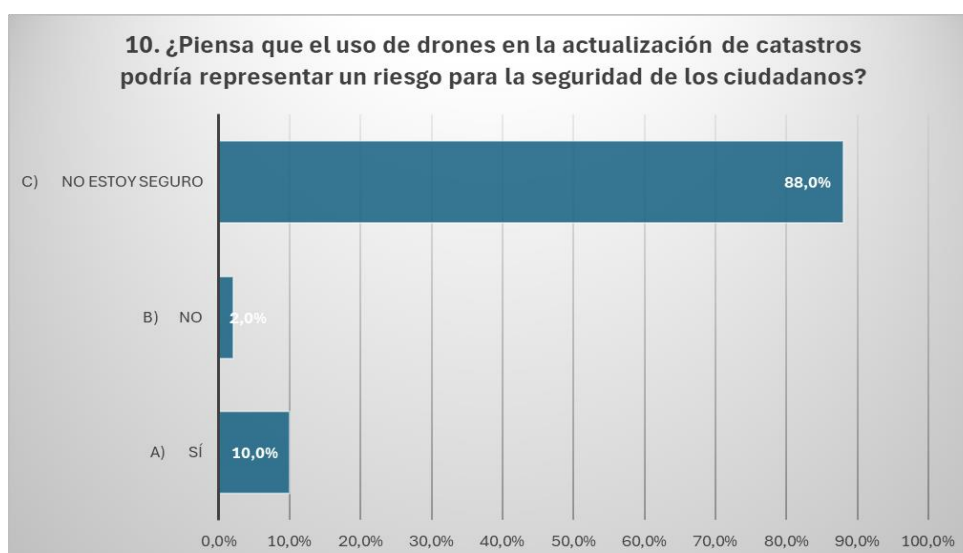
Pregunta 18. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la seguridad de los ciudadanos?

Tabla 18. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la seguridad de los ciudadanos?

¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la seguridad de los ciudadanos?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Sí	10	10,0%
b) No	2	2,0%
c) No estoy seguro	88	88,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 18. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la seguridad de los ciudadanos?



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

Con respecto a que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la seguridad de los ciudadanos el 88% no está seguro, no existe normativas seccionales que ilustren sobre normalización y aplicación, sin embargo, su ayuda y aporte marca un sisma en el registro catastral y topográfico.

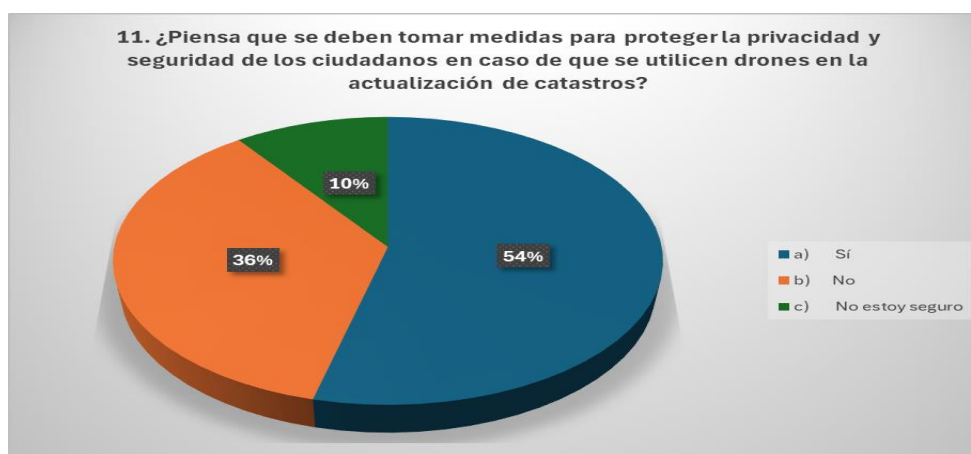
Pregunta 19. ¿Piensa que se deben tomar medidas para proteger la privacidad y seguridad de los ciudadanos en caso de que se utilicen drones en la actualización de catastros?

Tabla 19. ¿Piensa que se deben tomar medidas para proteger la privacidad y seguridad de los ciudadanos en caso de que se utilicen drones en la actualización de catastros?

¿Piensa que se deben tomar medidas para proteger la privacidad y seguridad de los ciudadanos en caso de que se utilicen drones en la actualización de catastros?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Sí	54	54,0%
b) No	36	36,0%
c) No estoy seguro	10	10,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 19. ¿Piensa que se deben tomar medidas para proteger la privacidad y seguridad de los ciudadanos en caso de que se utilicen drones en la actualización de catastros?



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

El 54% de los ciudadanos consultados piensa que se deben tomar medidas para proteger la privacidad y seguridad de los ciudadanos en caso de que se utilicen drones en la actualización de catastros, esta es una oportunidad para las Instituciones Públicas de implementar planes y proyectos para su utilización y aplicabilidad.

Pregunta 20. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros es una buena idea en general?

Tabla 20. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros es una buena idea en general?

¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros es una buena idea en general?	NÚMERO	PORCENTAJE
a) Sí	95	95,0%
b) No	5	5,0%
c) No estoy seguro	0	0,0%
	100	100,0%

Fuente: elaboración propia

Gráfico 20. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros es una buena idea en general?



Fuente: elaboración propia

Análisis e interpretación

Pese a toda la información recolectada y frente a sus múltiples desventajas, pero muy amplias ventajas el 95% está consciente que el uso de drones en la actualización de catastros es una buena idea en general y para efectos del presente trabajo integrador se debe mencionar que pueden desplazarse rápidamente sobre terrenos irregulares o accidentados.

Caracterización de los procesos tecnológicos y la viabilidad que genera el uso de drones en la realización de topografías, identificando así las ventajas y desventajas que ha traído consigo la implementación de estos.

Es muy común que las autoridades municipales aun hagan uso de cartografía histórica, imágenes satelitales e inspecciones manuales. Sin embargo, en la actualidad se observa cómo los drones y sensores comienzan a ser utilizados con mayor frecuencia para medición de terrenos, lotes y parcelas. Estas tecnologías permiten recolectar, procesar y actualizar la información catastral de cualquier tipo de inmueble con tan solo un vuelo.

Los gobiernos y ayuntamientos tienen el reto de mantener un registro actualizado y preciso de las parcelas existentes, en especial cuando se refiere al registro de propietarios, de los linderos, y de las mejoras sobre los inmuebles. Con un dron esto es posible. Principalmente, el objetivo es tener la opción de detectar irregularidades, como construcciones ilegales y asentamientos clandestinos.

El catastro multipropósito

Emerge como una herramienta esencial que despierta el interés de gobiernos, empresas, comercios y organizaciones comunitarias. Es una pieza fundamental para todo lo relacionado a planificación urbana y rural. Es un sistema de información geoespacial que reúne datos sobre la propiedad de la tierra en una región específica. Se basa en la recopilación, organización y actualización constante de datos geoespaciales.

El catastro con drones multipropósito se utiliza en una variedad de aplicaciones, desde la planificación urbana y rural hasta la gestión de desastres naturales. También se utiliza en la toma de decisiones gubernamentales y en la protección de los derechos de propiedad.

Caracterización del catastro con drones:

En términos generales, el catastro multipropósito se genera en tres etapas:

1. Captura y recopilación de datos sobre las propiedades, límites territoriales, usos de la tierra y otras características geoespaciales. Esto se realiza mediante diversos métodos, como levantamientos topográficos, imágenes satelitales y fotografías aéreas. De este modo, los drones impactan de manera positiva los resultados (Machado, 2020). Especialmente, en la calidad de la data recolectada en muy poco tiempo.
2. El almacenamiento de datos en una base de datos centralizada. Esta base de datos actúa como un repositorio que contiene información detallada sobre cada propiedad en la demarcación geográfica intervenida.
3. La integración de los datos de diferentes fuentes para facilitar la creación de una imagen completa del territorio. Esto incluye información catastral, geodésica, cartográfica y otros datos relacionados con informaciones de los censos de población y vivienda. Además de registros de actividad comercial, información sobre infraestructuras de servicio público, registros de planteles escolares e iglesias, etc.
4. Procesamiento de la información con el software de topografía para drones tan importante como la ejecución del vuelo será el tratamiento de la información obtenida. Se precisará de una tarjeta gráfica adecuada, así como un procesador y suficiente memoria RAM.

Para el procesamiento de las imágenes habrán de tenerse en cuenta ciertos puntos bastante importantes como son:

- La rectificación simple, la cual corrige el efecto de la inclinación de la fotografía.

- La orientación interna, que recupera la geometría de cada una de las fotografías.
 - La orientación relativa, que establece sus coordenadas.
 - La aérea triangulación, para poder orientar todos los puntos.
 - La orientación absoluta, con la que se da escala y se nivela el modelo.
 - La restitución, la cual entrega detalles cartográficos de altimetría y planimetría. A partir de esta última se crearán nuevos planos.
5. Presentación final Una vez procesada toda la información obtenida, se generarán los archivos en el formato necesario o conveniente en cada caso (por ejemplo, formato para trabajar en entorno CAD, en SIG, en PDF...etc.). (Mendoza, 2018).

Adicionalmente, los datos de catastro multipropósito se deben actualizar y ampliar de forma continua. Es beneficioso contar con un instrumento que pueda reflejar cambios en el territorio. Entre los cambios más vistos están nuevas construcciones, cambios en estructuras previamente levantadas, distribución y medición de solares y terrenos, reclasificación del uso de suelo.

Los datos ortomosaicos generados son procesados a través de software especializado. Esta tecnología permite identificar los cambios encontrados de manera precisa, fiable y en tiempo récord para las actualizaciones de registro catastral. El uso de drones en la actualización de catastros puede tener varios beneficios, entre los que se incluyen:

Beneficios técnicos

1. **Mayor precisión:** Los drones pueden capturar imágenes de alta resolución y precisión, lo que permite una actualización más detallada y precisa del catastro.

- 2. Cobertura más amplia:** Los drones pueden cubrir áreas más amplias en menos tiempo, lo que reduce el tiempo y el costo de la actualización del catastro.
- 3. Acceso a áreas inaccesibles:** Los drones pueden acceder a áreas inaccesibles o de difícil acceso, como zonas montañosas o áreas con vegetación densa.

Beneficios económicos

- 1. Reducción de costos:** El uso de drones puede reducir los costos de la actualización del catastro, no requiere la contratación de aviones o helicópteros.
- 2. Ahorro de tiempo:** El uso de drones puede ahorrar tiempo en la actualización del catastro, pueden capturar imágenes más rápidamente que los métodos tradicionales.
- 3. Incremento de la eficiencia:** El uso de drones puede incrementar la eficiencia de la actualización del catastro, pueden capturar imágenes de alta calidad y precisión.

Beneficios ambientales

- 1. Reducción del impacto ambiental:** El uso de drones puede reducir el impacto ambiental de la actualización del catastro, no requiere la emisión de gases de efecto invernadero asociados con la aviación tradicional.
- 2. Preservación de la biodiversidad:** El uso de drones puede ayudar a preservar la biodiversidad, pueden capturar imágenes de áreas remotas o inaccesibles sin perturbar el hábitat natural.

Beneficios sociales

- 1. Mejora de la transparencia:** El uso de drones puede mejorar la transparencia en la actualización del catastro, pueden proporcionar imágenes claras y precisas de la propiedad y la tierra.
- 2. Incremento de la confianza:** El uso de drones puede incrementar la confianza en la actualización del catastro, pueden proporcionar información precisa y actualizada sobre la propiedad y la tierra.
- 3. Mejora de la toma de decisiones:** El uso de drones puede mejorar la toma de decisiones en la actualización del catastro, pueden proporcionar información precisa y actualizada sobre la propiedad y la tierra.

La utilización de drones en la actualización catastral puede tener varias desventajas, entre las que se incluyen:

Desventajas técnicas

- 1. Limitaciones de la tecnología:** La tecnología de los drones puede tener limitaciones en cuanto a la resolución de las imágenes, la precisión de la navegación y la estabilidad en condiciones adversas.
- 2. Interferencia de señales:** Los drones pueden sufrir interferencia de señales de GPS, lo que puede afectar la precisión de la navegación y la captura de imágenes.
- 3. Limitaciones de la autonomía:** Los drones pueden tener limitaciones en cuanto a la autonomía, lo que puede requerir la necesidad de recargar o reemplazar las baterías con frecuencia.

Desventajas operativas

- 1. Requisitos de permisos y autorizaciones:** La utilización de drones puede requerir permisos y autorizaciones especiales, lo que puede ser un proceso lento y burocrático.
- 2. Limitaciones de acceso:** Los drones pueden tener limitaciones de acceso a ciertas áreas, como zonas urbanas densas o áreas con restricciones de vuelo.
- 3. Riesgos de accidentes:** Los drones pueden representar un riesgo de accidentes, especialmente si se utilizan en áreas concurridas o cerca de infraestructuras críticas.

Desventajas económicas

- 1. Costos de adquisición y mantenimiento:** Los drones pueden ser costosos de adquirir y mantener, especialmente si se requiere equipo de alta precisión y tecnología avanzada.
- 2. Costos de capacitación y personal:** La utilización de drones puede requerir la capacitación y el personal especializado, lo que puede ser costoso.
- 3. Riesgos de pérdida o daño:** Los drones pueden ser susceptibles a pérdidas o daños, lo que puede resultar en costos adicionales para reemplazar o reparar el equipo.

Desventajas legales y regulatorias

- 1. Regulaciones y leyes:** La utilización de drones puede estar sujeta a regulaciones y leyes específicas, lo que puede requerir la obtención de permisos y autorizaciones especiales.

- 2. Privacidad y seguridad:** La utilización de drones puede generar preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad, especialmente si se utilizan para capturar imágenes o datos personales.
- 3. Responsabilidad y seguro:** La utilización de drones puede generar responsabilidad y seguro adicionales, especialmente si se utilizan para fines comerciales o gubernamentales.

CAPÍTULO III. PROPUESTA

Título del proyecto

Propuesta de actualización de catastros mediante Imágenes aéreas y fotogrametría utilizando drones para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipio de Ambato.

3.1. Planteamiento del problema

El Municipio de Ambato enfrenta desafíos en la actualización de sus catastros debido a la falta de información precisa y actualizada sobre la propiedad y la tierra. Esto puede generar problemas en la planificación urbana, la recaudación de impuestos y la gestión de los recursos naturales.

Esto se debe a varios factores, incluyendo:

- La falta de recursos financieros y humanos para realizar actualizaciones periódicas de los catastros.
- La complejidad del territorio, que incluye áreas montañosas y rurales, lo que hace difícil la recopilación de información precisa.
- La falta de tecnología y herramientas adecuadas para la recopilación y análisis de datos.

3.2. Problemas actuales

Los problemas actuales que enfrenta el Municipio de Ambato en cuanto a la actualización de sus catastros son:

- La información catastral está desactualizada y no refleja la realidad actual de la propiedad y la tierra.

- La falta de precisión en la información catastral puede generar conflictos y disputas entre propietarios y el Municipio.
- La falta de información precisa y actualizada sobre la propiedad y la tierra puede generar problemas en la planificación urbana y la gestión de los recursos naturales.

3.3. Impacto del problema

El impacto del problema es significativo, puede generar:

- Pérdidas económicas para el Municipio y los propietarios debido a la falta de precisión en la información catastral.
- Conflictos y disputas entre propietarios y el Municipio.
- Problemas en la planificación urbana y la gestión de los recursos naturales.

Objetivos del proyecto

Objetivo General:

Actualizar la información catastral del Municipio de Ambato utilizando imágenes aéreas y fotogrametría.

Objetivos específicos:

1. Mejorar la precisión y la exactitud de la información catastral.
2. Reducir los conflictos y disputas entre propietarios y el Municipio.
3. Mejorar la planificación urbana y la gestión de los recursos naturales.

3.4. Determinación de áreas de conocimiento

Las áreas del conocimiento para el proyecto de actualización de catastros mediante imágenes aéreas y fotogrametría utilizando drones para el Municipio de Ambato son las que se presenta a continuación:

1. Tecnología de drones

- **Diseño y construcción de drones:** Conocimientos sobre la diseño y construcción de drones, incluyendo la selección de componentes y la integración de sistemas.
- **Sistemas de navegación y control:** Conocimientos sobre los sistemas de navegación y control de drones, incluyendo la programación de rutas y la estabilización de la plataforma.
- **Sensores y cámaras:** Conocimientos sobre los sensores y cámaras utilizados en drones, incluyendo la selección de equipos y la configuración de parámetros.
- **Seguridad y regulaciones:** Conocimientos sobre la seguridad y regulaciones aplicables a la utilización de drones, incluyendo la obtención de permisos y la cumplimentación de normas.

2. Fotogrametría

- **Principios básicos de la fotogrametría:** Conocimientos sobre los principios básicos de la fotogrametría, incluyendo la triangulación y la estereoscopía.
- **Técnicas de captura de imágenes:** Conocimientos sobre las técnicas de captura de imágenes aéreas, incluyendo la planificación de misiones y la configuración de cámaras.

- **Procesamiento de imágenes:** Conocimientos sobre el procesamiento de imágenes aéreas, incluyendo la corrección de errores y la generación de modelos digitales de terreno.
- **Análisis e interpretación de resultados:** Conocimientos sobre el análisis y la interpretación de resultados obtenidos mediante la fotogrametría, incluyendo la identificación de patrones y la extracción de información.

3. Sistemas de información geográfica (SIG)

- **Principios básicos de los SIG:** Conocimientos sobre los principios básicos de los SIG, incluyendo la representación de datos geográficos y la realización de análisis espaciales.
- **Herramientas y software de SIG:** Conocimientos sobre las herramientas y software de SIG, incluyendo la creación de mapas y la realización de consultas.
- **Integración de datos:** Conocimientos sobre la integración de datos en los SIG, incluyendo la importación de datos y la realización de análisis.
- **Visualización y presentación de resultados:** Conocimientos sobre la visualización y presentación de resultados obtenidos mediante los SIG, incluyendo la creación de mapas y la realización de informes.

4. Catastros y propiedad

- **Principios básicos de los catastros:** Conocimientos sobre los principios básicos de los catastros, incluyendo la definición de propiedades y la asignación de valores.

- **Legislación y regulaciones:** Conocimientos sobre la legislación y regulaciones aplicables a los catastros, incluyendo la obtención de permisos y la cumplimentación de normas.
- **Procesos y procedimientos:** Conocimientos sobre los procesos y procedimientos utilizados en la actualización de catastros, incluyendo la recopilación de datos y la realización de análisis.
- **Análisis y resolución de conflictos:** Conocimientos sobre el análisis y la resolución de conflictos relacionados con la propiedad y los catastros, incluyendo la negociación y la mediación.

5. Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

- **Principios básicos de las TIC:** Conocimientos sobre los principios básicos de las TIC, incluyendo la transmisión de datos y la realización de análisis.
- **Herramientas y software de TIC:** Conocimientos sobre las herramientas y software de TIC, incluyendo la creación de redes y la realización de consultas.
- **Seguridad y privacidad:** Conocimientos sobre la seguridad y privacidad en las TIC, incluyendo la protección de datos y la prevención de ataques cibernéticos.
- **Integración con otros sistemas:** Conocimientos sobre la integración de las TIC con otros sistemas, incluyendo la integración con los SIG y los catastros.

Gráfico 21. Determinación áreas del conocimiento



Fuente: elaboración propia

La inteligencia artificial en drones

La fusión de la Inteligencia Artificial (IA) con los drones ha transformado diversos ámbitos, desde la agricultura hasta la seguridad pública. Originalmente concebidos para realizar tareas simples de reconocimiento y entrega, los drones han avanzado hacia herramientas autónomas que pueden tomar decisiones en tiempo real gracias a la IA. Este progreso ha aumentado notablemente las aplicaciones de los drones en el ámbito profesional y su efectividad, creando nuevas oportunidades en múltiples sectores (UMILES, 2024).

Un ejemplo claro de la aplicación de estas tecnologías es el que se muestra en el Departamento Nacional de Planeación del Gobierno Colombiano quienes afirmaron que la inteligencia artificial será clave para alcanzar las metas del Gobierno en

cuanto a la actualización del catastro multipropósito. (Espectador, 2023) ¿Cómo funciona? La sonada inteligencia artificial está en todas partes, incluso el equipo de Catastro Multipropósito (de la Dirección de Ordenamiento Territorial del Departamento Nacional de Planeación) la está usando para actualizar la información catastral.

El Catastro Multipropósito fue uno de los compromisos adquiridos en el Acuerdo de Paz, es esencial para la inversión social y también está contemplado en el Plan Nacional de Desarrollo. La falta de información predial, entre otras cosas, impide que tributen quienes podrían y deberían hacerlo y esto implica menos recursos para temas como la inversión social en el campo.

“El uso de la inteligencia artificial y las nuevas tecnologías geoespaciales mejoran los procesos de captura de los elementos del territorio que apoyan la implementación del catastro multipropósito. Además, estos avances tecnológicos permiten disminuir tiempos y costos en la producción de estos insumos empleados en la actualización catastral”, (Avendaño, 2023).

Funciones y habilidades

La combinación de Inteligencia Artificial con drones ha llevado a estos dispositivos a alcanzar habilidades avanzadas, incluyendo la identificación de objetos, el reconocimiento visual y la capacidad de tomar decisiones instantáneamente. Estas habilidades permiten a los drones ejecutar tareas complejas sin la necesidad de intervención humana.

Disminución de errores y agilidad en la toma de decisiones

La IA no solo potencia las habilidades de los drones, sino que también contribuye a una notable disminución de errores y al acortamiento del tiempo requerido para la toma de decisiones. Equipados con IA, los drones pueden analizar grandes cantidades de datos al instante, lo que les proporciona la capacidad de tomar decisiones bien fundamentadas y ajustarse rápidamente a los cambios en el

entorno. Esta capacidad es fundamental en situaciones críticas, como en misiones de rescate o en la distribución de medicamentos durante emergencias.

Microsoft AirSim

Microsoft ha desarrollado AirSim, una plataforma de simulación para drones y otros vehículos autónomos. AirSim utiliza IA para crear entornos virtuales realistas donde los drones pueden entrenar y mejorar sus capacidades. Esta plataforma permite a los desarrolladores probar y optimizar algoritmos de IA en un entorno controlado antes de implementarlos en el mundo real. AirSim ha sido fundamental en el desarrollo de drones más seguros y eficientes, capaces de operar en entornos complejos.

Avances en *Machine Learning*

El *Machine Learning* es otra área clave en el desarrollo de drones autónomos. Los avances en esta tecnología han permitido a los drones aprender de experiencias pasadas y mejorar su rendimiento con el tiempo. Esto es particularmente útil para los drones de vigilancia y seguridad, donde éstos deben identificar y responder a amenazas en tiempo real. El *Machine Learning* también ha mejorado la capacidad de los drones para operar en entornos no estructurados, como zonas rurales o áreas afectadas por desastres.

“Fomentar el uso de métodos indirectos para el levantamiento de información cartográfica y catastral, por medio de algoritmos de inteligencia artificial y nuevas tecnologías geoespaciales, aportará en gran medida a alcanzar la meta propuesta por el actual Gobierno de tener un catastro con enfoque multipropósito actualizado para el país y brindar herramientas tecnológicas que faciliten su sostenibilidad en el tiempo”, (Gil, 2023).

A continuación, se presentan diversas aplicaciones de los drones en el ámbito del ordenamiento territorial (Benavides, 2024):

Actualización de información catastral: Los drones son herramientas útiles para capturar imágenes aéreas de alta definición, las cuales pueden ser procesadas para generar ortofotos, modelos digitales de terreno (MDT) y modelos digitales de superficie (MDS). Esta tecnología permite realizar actualizaciones en la información catastral, incluyendo la ubicación, dimensiones y características de las parcelas, así como de las construcciones existentes.

Identificación y valoración de propiedades: Las imágenes aéreas de alta resolución obtenidas por drones son ideales para identificar y delimitar propiedades, así como para estimar su valor.

Planificación urbana: Equipados con tecnología LiDAR, los drones pueden ser empleados para crear gemelos digitales tridimensionales de áreas urbanas y rurales, mostrando la ubicación de infraestructuras, áreas verdes y espacios públicos. Esto contribuye a una mejor planificación urbana y a una toma de decisiones más eficaz sobre el desarrollo del territorio.

Gestión de infraestructuras: Los drones permiten la inspección de diversas infraestructuras, como represas, edificios, puentes, carreteras y líneas de energía o gas, facilitando así la identificación de daños potenciales y la implementación de medidas preventivas o correctivas.

Gestión de riesgos: Esta tecnología también se utiliza para reconocer zonas de riesgo, como áreas vulnerables a deslizamientos de tierra o inundaciones, así como otros desastres naturales, lo que posibilita la adopción de estrategias de prevención y respuesta ante emergencias.

Monitoreo ambiental: Los drones son valiosos para vigilar la salud de ecosistemas como bosques, ríos y embalses, permitiendo la implementación de acciones para proteger estos recursos frente a la deforestación, la contaminación y el deterioro de la calidad del agua.

Drones y Ordenamiento Territorial

Como insumo fundamental para el ordenamiento territorial se requiere realizar procesos de levantamiento y/o actualización de la información catastral, para lo cual los drones pueden usarse para obtener imágenes aéreas de alta resolución que luego se procesan para generar ortofotos, modelos digitales de terreno (MDT) y modelos digitales de superficie (MDS). Esta información se utiliza para actualizar la información catastral, incluyendo la ubicación, el tamaño y las características de las parcelas, así como las construcciones existentes. Los drones pueden mapear grandes extensiones de terreno de forma rápida y precisa, lo que permite actualizar los catastros con información actualizada (Carrillo, 2021).

Las imágenes aéreas de alta resolución tomadas por drones pueden ser utilizadas para identificar, delimitar y determinar el valor de las propiedades. Los drones pueden ser utilizados para identificar predios baldíos, ocupaciones ilegales y construcciones informales. Los sensores LiDAR capturan millones de puntos por segundo, generando nubes de puntos densas y precisas que permiten crear modelos 3D detallados del terreno y las estructuras. Esto permite una mejor identificación de los límites de las propiedades, las características de las construcciones y otros elementos relevantes para la información catastral, tales como:

- **Delimitación de predios:** Los datos LiDAR se pueden utilizar para delimitar con precisión los límites de las propiedades, incluso en áreas con terrenos accidentados o vegetación densa.
- **Cálculo de áreas:** La información LiDAR permite calcular de manera precisa el área de las propiedades, lo cual es esencial para la valoración catastral.
- **Caracterización de construcciones:** Los modelos 3D generados a partir de datos LiDAR permiten identificar y caracterizar las construcciones existentes, incluyendo su altura, tipo de construcción y materiales utilizados.

- **Detección de cambios:** La comparación de datos LiDAR de diferentes épocas permite detectar cambios en el paisaje y las construcciones, lo que es útil para actualizar la información catastral.

Tabla 21. Comparación entre métodos tradicionales y drones LiDAR para actualización catastral

Características	Métodos Tradicionales	Drones LiDAR
Actualización	Poco frecuente	Alta
Seguridad	Baja	Alta
Costos	Altos	Bajos
Precisión	Baja	Alta
Detalle	Baja	Alta
Eficiencia	Baja	Alta

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Precisión de los datos LiDAR

Método	Precisión horizontal (cm)	Precisión vertical (cm)
Topografía terrestre	5-10	10-20
Fotogrametría aérea	10-20	20-50
LiDAR	1-5	2-10

Fuente: elaboración propia

En cuanto a planificación urbana y rural los drones con tecnología LiDAR pueden usarse para crear gemelos digitales n-Dimensionales de territorios urbanos y/o rurales, incluyendo la ubicación de infraestructuras, zonas verdes y espacios públicos. lo que facilita la planificación y la toma de decisiones sobre el desarrollo del territorio, en cuanto:

Planificación urbana:

Creación de modelos 3D detallados de ciudades y edificios: Estos modelos se pueden utilizar para visualizar el entorno urbano existente, planificar nuevos desarrollos y evaluar el impacto de los proyectos de infraestructura.

Análisis de la densidad de población: Los datos LiDAR se pueden utilizar para estimar la densidad de población en diferentes áreas de una ciudad. Esta

información se puede utilizar para planificar la asignación de recursos y la prestación de servicios.

Monitoreo del crecimiento urbano: Los datos LiDAR se pueden utilizar para monitorear el crecimiento urbano a lo largo del tiempo. Esta información se puede utilizar para identificar áreas de rápido crecimiento y planificar en consecuencia.

Planificación rural:

Evaluación de recursos naturales: Los datos LiDAR se pueden utilizar para evaluar los recursos naturales, como la vegetación, el agua y el suelo. Esta información se puede utilizar para la planificación del uso de la tierra y la gestión de recursos.

Planificación de infraestructura rural: Los datos LiDAR se pueden utilizar para planificar la infraestructura rural, como carreteras, puentes y líneas eléctricas.

Monitoreo de desastres naturales: Los datos LiDAR se pueden utilizar para monitorear los desastres naturales, como inundaciones, terremotos y deslizamientos de tierra. Esta información se puede utilizar para responder a desastres y planificar la recuperación.

Determinación de componentes del proyecto

La determinación de los componentes del proyecto es un paso crucial en la planificación y ejecución de cualquier proyecto. En el caso del proyecto de actualización de catastros mediante imágenes aéreas y fotogrametría utilizando drones para el Municipio de Ambato, es fundamental identificar y definir los componentes que integran el proyecto para asegurarse de que se aborden todos los aspectos necesarios para lograr los objetivos del proyecto.

A continuación, se presentan los componentes del proyecto, que se han identificado y definido en función de las necesidades y objetivos del proyecto. Estos

componentes se han agrupado en varias categorías para facilitar su comprensión y gestión.

1. **Diseño y planificación:** Diseño y planificación del proyecto, incluyendo la definición de objetivos, alcance y cronograma.
2. **Adquisición y configuración de drones:** Adquisición y configuración de drones para la captura de imágenes aéreas.
3. **Captura y procesamiento de imágenes:** Captura y procesamiento de imágenes aéreas utilizando técnicas de fotogrametría.
4. **Creación de mapas y datos geográficos:** Creación de mapas y datos geográficos utilizando SIG.
5. **Actualización de catastros:** Actualización de catastros utilizando la información recopilada y procesada.
6. **Capacitación y transferencia de conocimientos:** Capacitación y transferencia de conocimientos a los funcionarios municipales y otros *stakeholders*.

Para la gestión de infraestructuras los drones pueden usarse para:

Inspecciones: Evaluación del estado de puentes, carreteras, edificios, tuberías, torres de energía y otras estructuras críticas, identificando daños, deformaciones y potenciales riesgos de falla. Detección de grietas, corrosión, desprendimiento de hormigón y otros daños estructurales en puentes, permitiendo la programación oportuna de reparaciones y evitando colapsos.

Monitoreo: Seguimiento del desarrollo de proyectos de construcción, excavaciones, movimientos de tierra y cambios en el terreno a lo largo del tiempo.

En el caso de las carreteras: Evaluación del estado del pavimento, identificando baches, hundimientos, grietas y otros deterioros que afectan la seguridad vial.

Topografía: Creación de modelos 3D precisos del terreno y las infraestructuras, facilitando el diseño, la planificación y la ejecución de proyectos.

Gestión de activos: Inventario y registro detallado de las infraestructuras existentes, permitiendo una mejor planificación del mantenimiento y la inversión de recursos.

Respuesta a emergencias: Evaluación de daños en zonas afectadas por desastres naturales o eventos catastróficos, facilitando la toma de decisiones y la asignación de recursos de emergencia.

Gestión de edificios: Análisis de la fachada y estructura de edificios, detectando fisuras, filtraciones, daños por humedad y otros problemas que comprometen la integridad de la edificación.

Tabla 23. Aplicación de drones LiDAR en la gestión de infraestructuras

Aplicación	Descripción	Beneficios
Inspecciones	Evaluación del estado de estructuras	Eficiencia, precisión, seguridad, completitud
Monitoreo	Seguimiento de proyectos y cambios en el terreno	Eficiencia, precisión, completitud
Topografía	Creación de modelos 3D precisos	Eficiencia, precisión, completitud
Gestión de activos	Inventario y registro de infraestructuras	Eficiencia, completitud
Respuesta a emergencias	Evaluación de daños en zonas de desastre	Eficiencia, precisión, seguridad

Fuente: elaboración propia

Validación / análisis de factibilidad

La validación y análisis de factibilidad es un paso crucial en la planificación y ejecución de cualquier proyecto. En el caso del proyecto de actualización de catastros mediante imágenes aéreas y fotogrametría utilizando drones para el Municipio de Ambato, es fundamental evaluar la factibilidad del proyecto para determinar si es viable y si se pueden alcanzar los objetivos propuestos.

El análisis de factibilidad tiene como objetivo evaluar la viabilidad del proyecto desde diferentes perspectivas, incluyendo la técnica, económica, social, ambiental y legal. A través de este análisis, se busca identificar los riesgos y desafíos potenciales que podrían afectar el proyecto y determinar si es posible superarlos.

En este capítulo, se presentan los resultados del análisis de factibilidad del proyecto, que se ha realizado en función de las necesidades y objetivos del proyecto. Los resultados de este análisis serán fundamentales para determinar si el proyecto es viable y si se deben realizar ajustes o modificaciones para asegurar su éxito.

- 1. Análisis de la legislación y regulaciones aplicables:** Análisis de la legislación y regulaciones aplicables a la utilización de drones para la actualización de catastros.
- 2. Evaluación de la tecnología y el equipo disponible:** Evaluación de la tecnología y el equipo disponible para la captura y procesamiento de imágenes aéreas.
- 3. Análisis de la disponibilidad de recursos humanos y financieros:** Análisis de la disponibilidad de recursos humanos y financieros para la implementación del proyecto.
- 4. Evaluación de los riesgos y desafíos potenciales:** Evaluación de los riesgos y desafíos potenciales asociados con la implementación del proyecto.

CONCLUSIONES

- La innovación y el acceso a nuevas formas de levantamiento de catastros deja entrever una oportunidad latente y como se demuestra en la encuesta realizada el 95% está consciente que el uso de drones en la actualización de catastros es una buena idea en general y para efectos del presente trabajo integrador se debe mencionar que pueden desplazarse rápidamente sobre terrenos irregulares o accidentados.
- Las instituciones públicas como el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato tienen y deben actualizar sus sistemas de información con información de calidad y acorde a la realidad de los terrenos p edificaciones que catastra.
- El estudio determina que es factible implementar un proyecto de actualización de catastros mediante Imágenes aéreas y fotogrametría utilizando drones para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipio de Ambato, existe el conocimiento y lo que se requiere es la inversión económica para abrir un campo nuevo de oportunidades.

RECOMENDACIONES

- Es evidente que el estudio propuesto abre oportunidades pero, también es un tema de debate sobre la seguridad que ofrece esta clase de tecnologías, por lo tanto se recomienda proteger fuertemente la privacidad de los ciudadanos en ejercicio de los derechos del usuario en el marco de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales publicada en el Suplemento del Registro Oficial No 459 del 26 de mayo de 2021, incluyendo sus reformas posteriores a través del establecimiento de políticas, reglamentos, normas y demás referente al uso de drones para actualizar catastros mediante imágenes aéreas de fotogrametría.
- Las instituciones públicas cada vez están utilizando nuevas tecnologías que permiten minimizar los impactos social, ambiental y psicológico, la nueva trazabilidad catastral mejorara considerablemente los tiempos de reacción de los profesionales en la construcción haciéndoles más previsivos, por lo tanto, se sugiere que haya un manual del uso de estas tecnologías y códigos de ética que incluyan la utilización de drones, la generación de imágenes y su correcta difusión.
- Tecnologías de este tipo son integrales y mejoran la inclusión e interacción de los seres humanos, sería pertinente incluir a personas con discapacidad física en la manipulación vía drones e inteligencia artificial del levantamiento catastral sin necesidad de realizar el trabajo en el lugar mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Arias. (1997). *El proyecto de investigación*. Caracas: Episteme.

Ary. (1194). *Introducción a la investigación pedagógica*. México: McGraw-Hill.

ATyges. (02 de 03 de 2014). Drones para el uso Civil Profesional, fotogrametría en minutos. *Geofumadas*. Obtenido de <http://www.geofumadas.com/drones-para-el-uso-civil-profesional-fotogrametría-en-minutos/>

Barrera, H. d. (2000). *Metodología de la investigación holística*. Caracas: Fundación Sypal.

Benavides, L. P. (2024). Drones para el catastro multipropósito y el ordenamiento territorial: Un vuelo hacia la eficiencia y la transparencia. *EIEI ACOFI*, 1-11. doi:<https://doi.org/10.26507/paper.3657>

Bernard O Binns, S. y. (1996). Los Levantamientos Catastrales y el de la Propiedad de la Tierra. 15.

Cartagena. (2024). Importancia de los registros geográficos que genera el Centro Nacional de Registros (CNR) para la seguridad y desarrollo nacional de El Salvador. *Revista Con-Secuencias*, , 8, 116-140.

Comte. (2009). *Augusto Comte y la metafísica*. Montpellier: «Philosophica Malacitana». Obtenido de <http://www.philosophica.info/archivo/2009/voces/comte/Comte.html>

Dorado. (2022). El catastro Multipropósito (1.a ed.). *Escuela Superior de Administración Pública - ESAP*. Obtenido de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/20.500.14471/26087/catastroMultiproposito.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Fernández. (2023). Propuesta de aplicación de fotogrametría con drones y metodología BIM en el diseño geométrico de una carretera en el distrito de Limabamba . *Unjversidad Catolica de Perú*.
- Fiorillo, F. R. (Septiembre de 2013). 3D digitization and mapping of heritage monuments and comparison with historical drawings. *ISPRS II*. doi:<https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-W1-133-2013>
- Gómez, F. (2005). Las zonas verdes como factor de calidad de vida en ciudades. *CIUDAD Y TERRITORIO Estudios Territoriales*, 37, 417-436.
- Gonçalves JA, H. R. (2015). UAV photogrammetry for topographic monitoring of coastal areas. *ISPRS J. Photogram*, 104: 101-111. doi:[doi:10.1016/j.isprsjprs.2015.02.009](https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.02.009)
- González, R. U. (2019). Drones. Aplicaciones en Ingeniería Civil y Geociencias. . *Interciencia*, 44(6), 326-331.
- Green DR, H. J. (2019). Using low-cost UAVs for environmental monitoring, mapping, and modelling: Examples from the coastal zone. *Coastal Management. Global Challenges and Innovations*, 465-501. doi:[doi:10.1016/B978-0-12-810473-6.00022-4](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810473-6.00022-4)
- Hassanalian M, A. A. (2017). Classifications, applications, and design challenges of drones. *Progr. Aerosp. Sci.*, 91: 99-131. doi:[doi:10.1016/j.paerosci.2017.04.003](https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2017.04.003)
- Hernández. (2014). *Metodología de la Investigación*. C.P. 01376, México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- INEC. (2022). *Censo Ecuador*. Obtenido de <https://censoecuador.ecudatanalytics.com/>

Irineu da Silva, P. C. (2015). Topografía para Ingeniería. 544.

Ivars, L. B. (2013). Geo tecnologías aplicadas a levantamientos catastrales y cartografía catastral urbana. 16.

L. G. Benavides Ramírez, A. P. (2024). Drones para el catastro multipropósito y el ordenamiento territorial: un vuelo hacia la eficiencia y la transparencia. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería*. doi: <https://doi.org/10.26507/paper.3657>

López. (2020). Catastro Multipropósito: Transformación al Servicio de los Colombianos (Vol. 4). Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales . ICDE. Obtenido de https://www.icde.gov.co/sites/default/files/boletin/202008_BoletinCulturaGeoIV.pdf

Machado. (2020). *Análisis de la utilización de drones para el levantamiento topográfico en sitios habitados donde se presentan aguas estancadas en el Municipio de Ciénaga Magdalena*. Santa Martha: Universidad Cooperativa de Colombia.

Martins. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Experimental Libertador FEDUPEL.

Méndez. (2011). *Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en Ciencias Empresariales*. Mexico: LIMUSA.

Mendoza. (2018). Levantamiento topográfico con drones. Obtenido de <https://www.certicalia.com/blog/levantamiento-topografico-drones#puntosde-control>

- Morales. (08 de 02 de 2016). Ejemplos de uso de drones en GIS. *MappingGIS*.
Obtenido de <http://mappinggis.com/2014/09/ejemplos-de-uso-de-drones-en-gis/>
- Mubanga. (2024). Qué es la fotogrametría. *Artec 3D*. Obtenido de <https://www.artec3d.com/es/learning-center/what-is-photogrammetry>
- Niglas. (2010). The multidimensional model of research methodology: an integrated set of continua. *Handbook of mixed methods research*. Sage Publications, 215-236.
- Oliveros. (2022). Fotogrametría aérea basada en RPAS para la caracterización de Fanerógamas Marinas en el Fondo de Abades. *Caminos*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Otero, I. E. (2008). Fotogrametría. *Fotogrametría*, 1–134. Obtenido de http://ocw.upm.es/ingenieria-cartograficageodesica-y-fotogrametria/topografiacartografia-ygeodesia/contenidos/TEMA_11_FOTOGRA METRIA_Y_TELEDETECCION/Fotogrametria/fotogrametria_cap_libro.pdf
- Palella. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. La editorial pedagógica de Venezuela.
- Pérez. (3 de Septiembre de 2024). *Actualización de catastro con drones, ¿Cómo funciona?* Obtenido de UAV Latam: <https://uavlatam.com/actualizacion-de-catastro-con-drones-como-funciona/>
- Ramírez. (1999). *Cómo hacer un proyecto de investigación* (2da. Edición ed.). Caracas: Carhel, CA.

- Ríos. (2021). Uso de los Drones o Vehículos no Tripulados en la Agricultura de Precisión. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(4), e10.
- Robles. (3 de Mayo de 2015). Drones topográficos. *Milenio Novedades*. Obtenido de <http://sipse.com/milenio/yucatan-drones-mucho-imagenes-preciosas-149823.html>
- Romero, G. (2017). *‘Chicos, ahora vamos a hablar de sexualidad’*. *Prácticas, discursos, regulaciones y tensiones en la implementación de la educación sexual en escuelas confesionales católicas de la ciudad de La Plata*. BUenos Aires: Universidad Nacional de San Martín.
- Sabino. (1992). *El proceso de investigación*. Caracas: PANAPO.
- Salvo, G. C. (2014). Urban Traffic Analysis through an UAV. . *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.143>
- Sánchez. (08 de 02 de 2016). La guerra de los drones por ganar un lugar en el mercado. *El Economista*. Obtenido de <http://eleconomista.com.mx/tecnociencia/2015/02/25/guerra-drones-ganar-lugar-mercado>
- Serna Prieto, M. (2016). Uso De Aeronaves no Tripuladas (Rpas) en la conservación preventiva de bienes culturales. *Aplicaciones y tipo deregistro*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/61914>
- Sierra. (1995). *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica*. Caracas: Paraninfo.
- YellowScan. (2023). Drone LiDAR: Todo lo que necesitas saber sobre LiDAR en UAVs. Obtenido de <https://www.yellowscan.com/es/knowledge/lidar-drone/>

Zcopters. (03 de 07 de 2015). Los drones y la topografía. Obtenido de <https://zcopters.com/2015/04/los-drones-y-la-topografia/>

ANEXOS

1. Propuesta de cuestionario:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON USO DE DRON PARA ACTUALIZAR CATASTROS MEDIANTE IMÁGENES AÉREAS FOTOGRAMETRÍA.

Cuestionario 1 – Ciudadanía Cantón Ambato

I. OBJETIVO:

Estudiar la factibilidad del uso de drones para actualizar catastros mediante imágenes aéreas fotogrametría.

II. INSTRUCTIVO:

- a. Evalúe cada pregunta según corresponda a sus creencias y marque la opción que mejor refleje su opinión o experiencia.
- b. La veracidad en las respuestas permitirá al grupo de investigadores desarrollar un trabajo real y efectivo.
- c. Sus respuestas serán tratadas con confidencialidad y solo para fines investigativos.

III. INFORMACION GENERAL: Año: 2025

GENERO

Masculino: Femenino:

EDAD:

18-26 años: 27-42 años: 43-58 años:
59-77 años: 78-95 años:

ZONA A LA QUE PERTENECE

Urbana: Rural:

2. ¿Qué es un catastro para usted?

- a) Es un registro público que contiene información detallada sobre la propiedad y descripción de los bienes inmuebles de una región o país.
- b) Es un sistema de información geográfica que registra y rescribe, la superficie y valoración de los bienes inmuebles, así como la información sobre los propietarios y los derechos de propiedad.
- c) Es un registro legal público que tiene como objetivo principal la identificación y descripción de los bienes inmuebles, con el fin de garantizar la seguridad jurídica y la transparencia en la propiedad y la transmisión de los bienes inmuebles.
- d) Todas las anteriores

3. ¿Ha oído hablar sobre el uso de drones en la actualización de catastros?

- a) Sí
- b) No

4. ¿Qué piensa sobre el uso de drones en la actualización de catastros?

- a) Me parece una buena idea
- b) Me parece una mala idea
- c) No tengo opinión

Beneficios y desventajas**5. ¿Qué beneficios piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?**

- a) Mayor precisión. Los drones pueden capturar imágenes de alta resolución y precisión
- b) Cobertura más amplia. Los drones pueden cubrir áreas más amplias
- c) Acceso a áreas inaccesibles como zonas montañosas o áreas de vegetación densa
- d) Reducción de costos, no requiere la contratación de aviones o helicópteros

- e) Ahorro de tiempo, pueden capturar imágenes más rápidamente que los métodos tradicionales
- f) Todas la anteriores

6. ¿Qué desventajas piensa que podría tener el uso de drones en la actualización de catastros?

- a) Limitaciones tecnológicas
- b) Interferencia de señales
- c) Limitaciones de la autonomía
- d) Requisitos de permiso y autorizaciones
- e) Limitaciones de acceso
- f) Riesgos de accidentes
- g) Todas las anteriores

7. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría mejorar la precisión y eficiencia del proceso?

- a) Sí
- b) No
- c) No estoy seguro

8. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría reducir los costos y el tiempo de actualización?

- a) Sí
- b) No
- c) No estoy seguro

Privacidad y seguridad

9. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la privacidad de los ciudadanos?

- a) Sí
- b) No
- c) No estoy seguro

10. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros podría representar un riesgo para la seguridad de los ciudadanos?

- a) Sí b) No c) No estoy seguro

11. ¿Piensa que se deben tomar medidas para proteger la privacidad y seguridad de los ciudadanos en caso de que se utilicen drones en la actualización de catastros?

- a) Sí b) No c) No estoy seguro

Opinión y sugerencias

12. ¿Piensa que el uso de drones en la actualización de catastros es una buena idea en general?

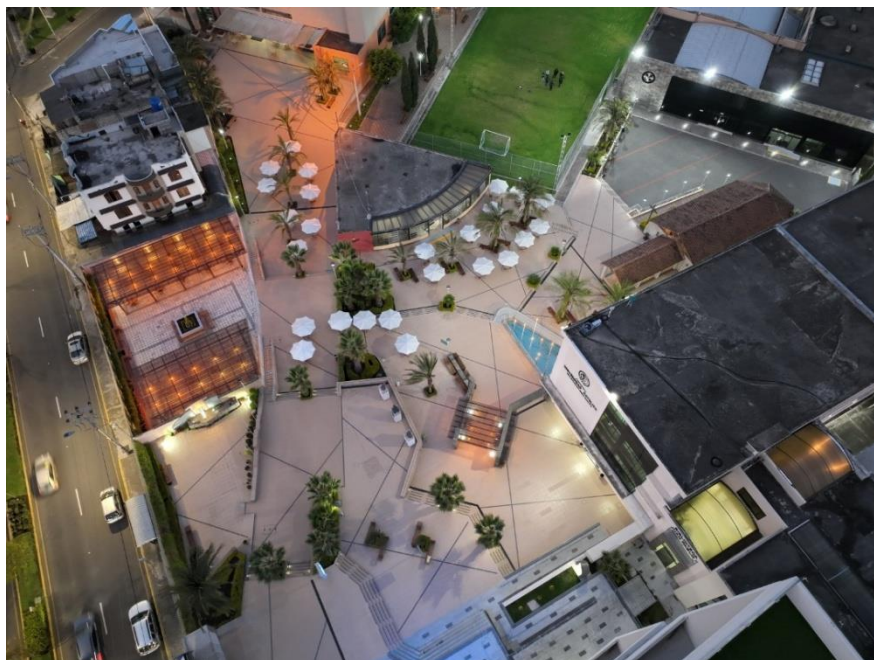
- a) Sí
b) No
c) No estoy seguro

Gracias su colaboración y tiempo, su opinión es invaluable y nos ayudará a mejorar continuamente.

Seguridad. - *Protegemos fuertemente la privacidad de nuestros clientes en ejercicio de los derechos del usuario en el marco de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales publicada en el Suplemento del Registro Oficial No 459 del 26 de mayo de 2021, incluyendo sus reformas posteriores.*

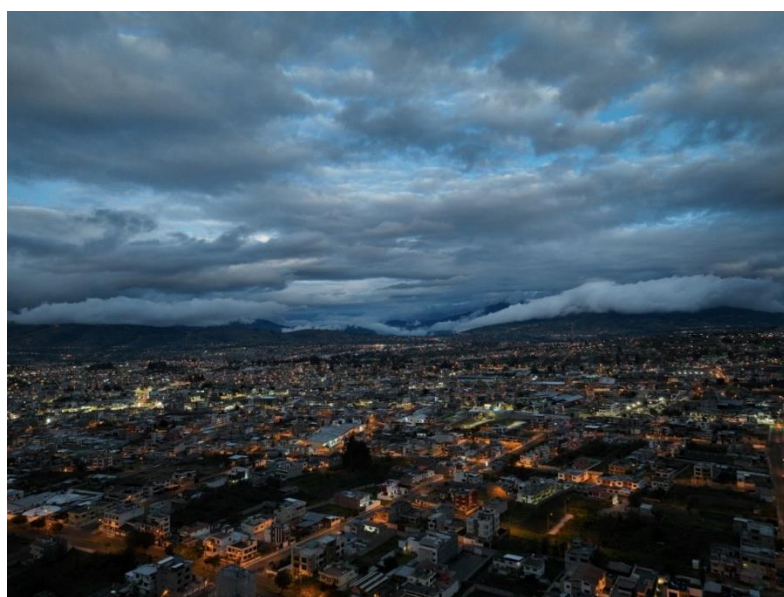
2. Evidencia fotográfica sobre la utilización de drones en levantamientos de predios

Registro fotográfico 1



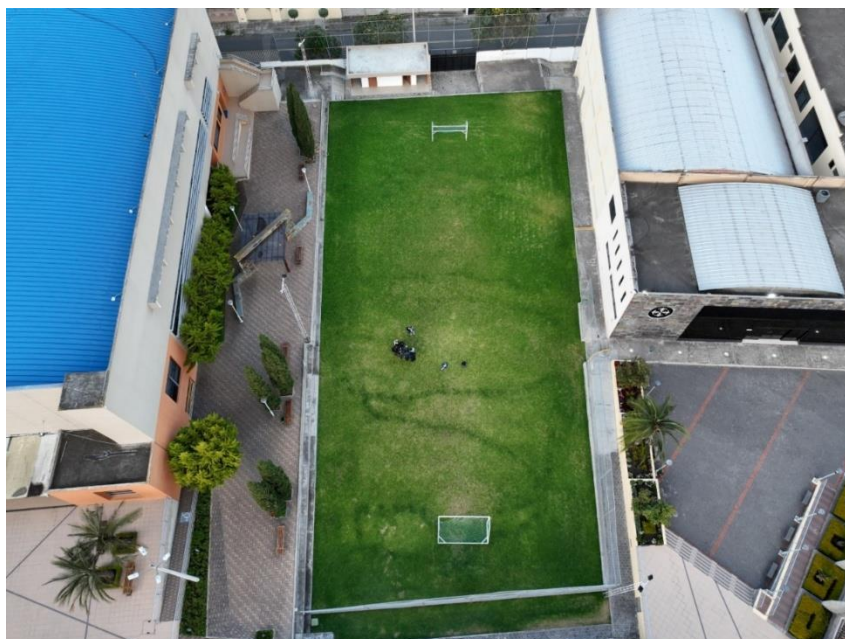
Fuente: Dron PUCESA

Registro fotográfico 2



Fuente: Dron PUCESA

Registro fotográfico 3



Fuente: Dron PUCESA

Registro fotográfico 4



Fuente: Dron PUCESA

Registro fotográfico 5



Fuente: Dron PUCESA

Registro fotográfico 6



Fuente: Dron PUCESA

Registro fotográfico 7



Fuente: Dron PUCESA

Registro fotográfico 8



Fuente: Dron PUCESA

Registro fotográfico 9



Fuente: Dron PUCESA

Registro fotográfico 10



Fuente: Dron PUCESA