



ANÁLISIS DEL PROCESO DE ACTUALIZACIÓN CATASTRAL PARA LAS  
MUTACIONES DE TERCERA Y QUINTA CLASE MEDIANTE EL USO DE PERCEPCIÓN  
REMOTA. Caso Piloto: Municipio de Ricaurte, Cundinamarca – Vereda Llano del Pozo

GARCÍA RODRÍGUEZ KAREN ALEJANDRA

ZAPATA VEGA ANA MARÍA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

ESPECIALIZACIÓN GESTIÓN TERRITORIAL Y AVALÚOS

BOGOTÁ D.C.

2021



ANÁLISIS DEL PROCESO DE ACTUALIZACIÓN CATASTRAL PARA LAS  
MUTACIONES DE TERCERA Y QUINTA CLASE MEDIANTE EL USO DE PERCEPCIÓN  
REMOTA. Caso Piloto: Municipio de Ricaurte, Cundinamarca – Vereda Llano del Pozo

GARCÍA RODRÍGUEZ KAREN ALEJANDRA Y ZAPATA VEGA ANA MARÍA

Presentado para optar al título de:

TUTOR: LISANDRO CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA CIVIL

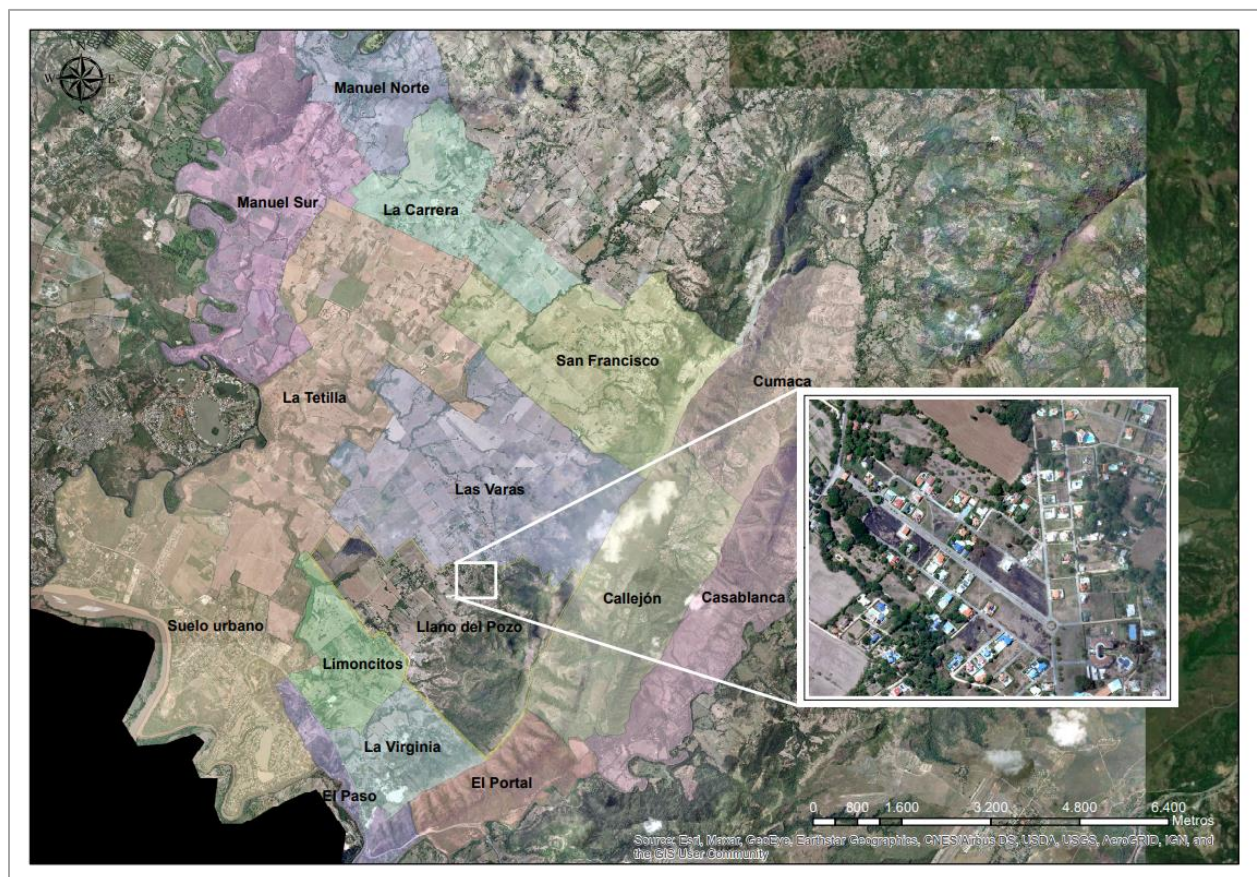
BOGOTÁ D.C.

2021



## LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Se localiza en la vereda llano del pozo, perteneciente al municipio de Ricaurte, el cual se localiza en el departamento de Cundinamarca. La zona de estudio se encuentra a 1,7 km del centro de la cabecera del mismo. Limitada por las siguientes veredas, Norte: Las Varas. Oriente: Callejón. Sur: El portal, La virginia y Limoncitos. Occidentes: Tetilla.



Plano de localización.

Fuente: (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021)

**ANTECEDENTES:** Al ser un tema que se encuentra muy reciente, de vanguardia y específico, no es sencillo encontrar información al respecto. No obstante, en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en agosto del año 2019, se llevó a cabo un proyecto de grado de



especialización en Gestión de Proyectos de Ingeniería, un proyecto titulado “Actualización Catastral en Bogotá con Información Planimétrica y Altimétrica usando Dron con LiDAR”. (FRANCO, 2019)

El cual tiene como objetivo principal realizar un barrido predial mediante información LiDAR (**Light Detection And Ranging**) que es una tecnología que permite medir la distancia entre un sensor y un objeto, a través de un rayo de luz láser para obtener medidas de posicionamiento georreferenciadas mediante modelos digitales tridimensionales de alta precisión.” (QUIMBAY LÓPEZ & LEIVA FONSECA , 2016)

El documento consultado presenta una propuesta metodológica para adelantar el proceso de actualización catastral haciendo uso de herramientas de precepción remota como alternativa al desarrollo de esta actividad.

Según, Diana Carolina Fonseca resaltando la disponibilidad y aplicación de los sensores remotos, da su punto de vista como parte de la solución para el catastro Multipropósito en Colombia.

En la actualidad, existen más de 3300 satélites de observación orbitando alrededor de la tierra suministrando información de la superficie terrestre en tiempo real para múltiples propósitos: agricultura de precisión, ayuda humanitaria, minería, meteorología, infraestructura, recursos naturales, defensa y seguridad, investigación ambiental, construcción e ingeniería, exploración de petróleo y gas y planeación urbana y regional. Los sensores ópticos más reconocidos y utilizados a nivel mundial, por su versatilidad y disponibilidad gratuita, corresponden a LANDSAT y SENTINEL-2. Estos dos sensores



remotos toman imágenes cada 15 y 5 días respectivamente sobre un mismo punto, es decir, Landsat captura 2 imágenes mensuales y Sentinel-2 captura 6 imágenes (aproximadamente). (Fonseca, 2019)

Ahora bien, no sólo son los satélites alrededor de la tierra los que hoy en día capturan información de la superficie terrestre, los sensores aerotransportados (sensores a bordo de una aeronave -ADS o Ultracam) y UAV (Vehículo aéreo no tripulado o Dron) también hacen parte del abanico de los recursos tecnológicos con los que se cuentan en la actualidad. Además, se facilita la programación de toma y la priorización de áreas de estudio que permiten la identificación de elementos detallados en el terreno tales como vehículos, facilitando el reconocimiento del terreno inspeccionado. Adicionalmente, el factor de las nubes puede ser reducido, lo que facilita la interpretación y el análisis del terreno (Fonseca, 2019)

## **MARCO TEORICO**

El desarrollo de las actividades asociadas a procesos catastrales, es importante mencionar la máxima autoridad catastral en el país y su papel en el mantenimiento del inventario cartográfico del mismo, motivo por el cual se realiza una breve contextualización. El Instituto Geográfico Agustín Codazzi es la autoridad catastral del país, por eso es la entidad encargada de verificar las condiciones para habilitar a los gestores catastrales; tiene la responsabilidad reguladora, y asesora técnicamente a todos los municipios y departamentos en este proceso. Además, prestará el servicio por excepción, es decir, en aquellos lugares que por su capacidad institucional no puedan ejecutarlo (IGAC, 2021)



Además de eso, en la gestión catastral hay procesos como son la formación, actualización y conservación catastral, que se abordara durante todo el desarrollo del proyecto, por eso el IGAC ofrece una descripción clara de cada uno de estos procesos, a continuación, descritos brevemente:

**Formación catastral:** conjunto de actividades destinadas a identificar, por primera vez, la información catastral de los predios que conforman el territorio o parte de él. Es un proceso masivo que se realiza de oficio y la información catastral que produce entra en vigencia a partir del 1 de enero del año siguiente al de la formación catastral (IGAC Resolucion 2555 de 1988, 2021)

**Actualización catastral:** conjunto de actividades destinadas a identificar, incorporar o rectificar los cambios o inconsistencias en la información física, jurídica y económica de los predios de un territorio durante un periodo determinado. Para la actualización podrán emplearse mecanismos diferenciados de intervención en el territorio, como métodos directos, indirectos, declarativos y colaborativos, así como uso e integración de diferentes fuentes de información que den cuenta de los cambios entre la base y la realidad de los inmuebles. En ningún caso, para actualizar la información de un área geográfica, será obligatorio el levantamiento catastral de la totalidad de inmuebles (IGAC Resolucion 2555 de 1988, 2021)

**Conservación Catastral:** es el conjunto de acciones tendientes a mantener vigente la base catastral de forma permanente, mediante la incorporación de los cambios que sufra la información de un bien inmueble. La conservación catastral podrá realizarse a solicitud de parte o de oficio, para lo cual, los gestores catastrales deberán adoptar los mecanismos



de interoperabilidad con las demás entidades productoras de información oficial (IGAC Resolución 2555 de 1988, 2021)

Se Debe tener en cuenta en que consiste el proceso de la actualización catastral, que según el IGAC dice:

El Artículo 97 de la Resolución 0070 de 2011, establece: Actualización de la formación catastral. Consiste en el conjunto de operaciones destinadas a renovar los datos de la formación catastral, revisando los elementos físico y jurídico del catastro y eliminando en el elemento económico las disparidades originadas por cambios físicos, variaciones de uso o productividad, obras públicas o condiciones locales del mercado inmobiliario (IGAC, 2021)

Para la actualización catastral podrán emplearse mecanismos diferenciados de intervención en el territorio, tales como métodos directos, indirectos, declarativos y colaborativos, así como el uso e integración de diferentes fuentes de información que den cuenta de los cambios entre la base catastral y la realidad de los inmuebles. En ningún caso, para actualizar la información de un área geográfica, será obligatorio adelantar levantamiento catastral en la totalidad de inmuebles.

Tiene una duración promedio de 10 meses y consta de tres etapas: Alistamiento, cuyas actividades llegarán hasta el quinto mes de la gestión; la Ejecución, que comprende la captura de información en campo, el análisis de fuentes de información, la aplicación de diferentes métodos y/o modelos, la determinación de los valores y la expedición de la



resolución. Por último, se da la etapa de cierre, que culmina con la entrega de la base catastral (IGAC, 2021)



*Figura # 1.* Tiempos de la actualización, Copyright 2021 página web del IGAC.

La gestión catastral presenta una serie de procesos catastrales denominados formación, actualización y conservación de la información de los predios (catastros), los cuales pueden ser desarrollados mediante la aplicación siguientes métodos de intervención en el territorio:

Métodos directos: aquellos que requieren una visita a campo con el fin de recolectar la realidad de los bienes inmuebles (IGAC, 2021)

Métodos indirectos: son los métodos de identificación física, jurídica y económica de los inmuebles a través del uso de sensores remotos; integración de registros administrativos; modelos estadísticos y econométricos; análisis de Big Data, y fuentes



secundarias, como observatorios inmobiliarios, y su posterior incorporación en la base catastral (IGAC, 2021)

Métodos declarativos y colaborativos: son los derivados de la participación de la comunidad en el suministro de información que sirva como insumo para el desarrollo de los procesos catastrales. Los gestores catastrales propenderán por la adopción de nuevas tecnologías y procesos comunitarios que faciliten la participación de los ciudadanos (IGAC, 2021)

En el título se describía el término de mutaciones para el proceso de la actualización catastral, es por ello que se realiza una breve descripción del término, lo referenciado y dicho:

Según el Artículo 114 de la resolución 0070 de 2011, una mutación catastral se entiende todo cambio que sobrevenga respecto de los aspectos físico, jurídico o económico de los predios de una unidad orgánica catastral, cuando dicho cambio sea debidamente inscrito en el catastro.

Son 5. De primera o cambio de nombre, de segunda por englobe o desenglobe, de tercera por incorporación de nuevas construcciones o edificaciones, o demolición, de cuarta por auto estimaciones o reajustes anuales de ley a los avalúos catastrales y de quinta por inscripción de predios o mejoras por edificaciones no declarados u omitidos en procesos de formación o actualización catastral (IGAC, 2021)



Abordando el tema principal del trabajo de grado, es importante dar un concepto y un marco teórico amplio de la percepción remota ya que esta es la actividad que se realizó como aporte a la gestión catastral y a la universidad.

En el documento de “Capítulo 1. Detección remota” fue citada la idea de James Campbell (2011, p. 21), menciona que la percepción remota o teledetección puede definirse como la ciencia o el arte de obtener información de un objeto, analizando los datos adquiridos mediante algún dispositivo, sin entrar en contacto físico con dicho objeto. El tipo de datos susceptibles de ser obtenidos por percepción remota puede originarse en la distribución o cambios de diferentes fuerzas (gravedad, magnetismo), de ondas acústicas o de energía electromagnética (Campbell, 2011) y (Anónimo, 2021 recuperado)

Es por ello que el autor Henry Villegas Vega, subdirector de Ingeominas da una introducción a la percepción remota y sus aplicaciones geológicas dando así, un concepto acertado de la percepción remota.

En principio, podemos definir percepción remota como la tecnología que permite la adquisición de informaciones sobre objetos, sin estar en contacto físico con ellos. Este concepto es muy amplio, porque de acuerdo con él, podríamos considerar el telescopio como un instrumento sensor, y remontar el origen de la teledetección a la edad media.

Los sensores son los equipos capaces de coleccionar energía proveniente de los objetos, convertirla en una señal posible de ser registrada, para presentarla en una forma adecuada, que permita extraerle informaciones. De acuerdo con esto, un telescopio no podría ser



considerado un instrumento sensor, porque su función es apenas la de mejorar el alcance de la visión del observador, mediante lentes y espejos.

La transferencia de datos del objeto al sensor, es realizada a través de energía. Esto hace necesario especificar mejor la definición de percepción remota, en cuanto al tipo de energía utilizada en la transmisión de información; esta puede ser acústica (sonares, sismógrafos, sismómetros, etc), gravitacional (gravímetros) o electromagnética (radiómetros).

Teniendo en cuenta que este último tipo de energía se propaga en el vacío con una velocidad de  $3 \times 10^8$  m/s, ella se constituye en el campo de fuerza más útil para las actividades de teledetección, constituyendo un medio de traspaso de información de alta velocidad, entre las sustancias y objetos de interés y el equipo sensor.

Como existen numerosas fuentes de energía electromagnética en el universo, la teledetección limita su campo de estudio a las interacciones que acontecen en la superficie terrestre. La utilización de sensores orientados a observar e interpretar la radiación recibida de las partes componentes del universo, es objeto de estudio de la astronomía. Tales equipos, aunque operan con energía electromagnética, no serán incluidos dentro de la teledetección.

Así percepción remota es la ciencia de adquirir información sobre objetos lejanos sin hacer contacto físico con ellos, restringida a medidas de radiación electromagnética, incluyendo luz visible e infrarroja, al igual que ondas de radio y calor. Tal definición implica que entre la superficie de la tierra y el sensor debe existir una interacción



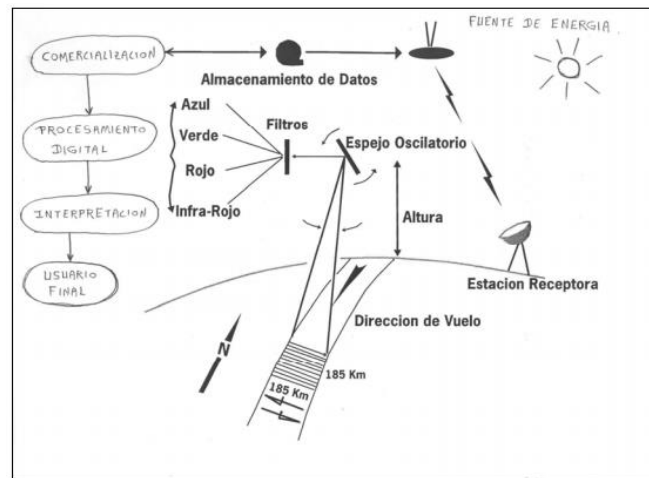
energética, ya sea por reflexión de la energía solar o de un haz energético artificial, o por emisión propia. A su vez, es preciso que ese haz energético recibido por el sensor se transmita a la superficie terrestre, donde la señal detectada pueda almacenarse y, en última instancia, ser interpretada para una aplicación determinada.

En esta disciplina no se incluyen métodos geofísicos como gravimetría o magnetometría, muestreo químico de vapores o técnicas de sonar. La teledetección no engloba sólo los procesos que permiten obtener una imagen desde el aire o el espacio, sino también su posterior tratamiento, en el contexto de una determinada aplicación.

De acuerdo con esto, la teledetección cobijaría todos los tipos de fotografía, incluida la aérea, que por ser un tópico especializado suele tratarse aparte. Esto no implica de ninguna manera, un menosprecio hacia la fotografía aérea, que sigue siendo la técnica de percepción remota más empleada aún en la actualidad, constituyéndose en la mayoría de los casos en un auxiliar imprescindible para las imágenes de satélite.

Un sistema de tele-observación espacial, incluye los siguientes elementos (Figura. 1):

- Una fuente de energía, que se constituye en el origen del flujo energético que debe ser detectado por el sensor. Puede tratarse de un foco externo al mismo, en cuyo caso se habla de teledetección pasiva, o de un haz energético emitido por este (teledetección activa). La fuente de energía más importante, obviamente, es la energía solar.



*Figura 2.* Componentes de un sistema de Teledetección. Copyright 2008 por Villegas Vega.

- La superficie terrestre, que se constituye en el blanco de observación de los sistemas de percepción remota. Está formada por rocas, sedimentos, suelos, distintas masas de vegetación, agua o construcciones humanas, que reciben la señal energética procedente del sol o el sensor, y la reflejan o emiten de acuerdo con sus características físicas.
- Un sistema sensor, compuesto por el sensor propiamente dicho, y la plataforma que lo sustenta (avión, satélite). Tiene como función la de captar la energía procedente de los diversos materiales que constituyen la superficie terrestre, codificarla y grabarla, o enviarla directamente a un sistema de recepción terrestre.
- Un sistema de recepción-comercialización, en donde se reciben los datos transmitidos desde la plataforma, se les realizan ciertas correcciones, y se graban en un formato y en un medio apropiados, para hacerlos accesibles a sus usuarios potenciales.



- Un procesador que manipula esta información en formato digital, para generar imágenes analógicas o digitales, que se constituyen en claves temáticas o cuantitativas, orientadas a facilitar la evaluación del problema en estudio. En condiciones ideales, el procesamiento digital de las imágenes de tele-observación, tiene que realizarse con la asistencia del profesional temático que va a interpretarlas.

- Un intérprete que analiza los productos generados por el procesador, para generar un mapa temático que puede ser resultado del proceso de foto-interpretar las imágenes de percepción remota, o de la conjunción de dicho proceso con trabajo de campo. Es posible que el procesamiento digital e interpretación visual de los productos de tele-observación sean realizados por una misma persona.

- Un usuario final, encargado de analizar el producto temático fruto de la interpretación, así como de dictaminar sobre las consecuencias que de él se deriven. La tele-observación no puede ser considerada como una panacea, en la detección de cualquier rasgo o fenómeno que afecte al medio ambiente.

Los datos generados por esta disciplina son complementarios con los de otras técnicas convencionales, tales como la fotografía aérea, y no invalidan la importancia del trabajo de campo. En otras palabras, es una técnica auxiliar más, idónea en múltiples contextos y discreta en otros, donde su aplicación resulta un ensayo experimental. Esta técnica aporta en relación con la fotografía aérea las siguientes ventajas:

- Cobertura global y periódica de la superficie terrestre. De acuerdo con las características orbitales de los satélites, podemos obtener imágenes repetitivas de la mayor



parte de la tierra para intervalos de tiempo determinados, incluso de áreas que suelen ser de muy difícil acceso por otros medios (zonas polares, desiertos, bosques de lluvia tropicales, páramos, por ejemplo).

- Visión panorámica. La altura orbital de los satélites permite detectar grandes áreas, proporcionando una visión amplia de los rasgos de la superficie terrestre. Una fotografía aérea, escala 1:18000 capta en una sola imagen una superficie aproximada de 16 Km<sup>2</sup>, que asciende a unos 49 Km<sup>2</sup> en el caso de fotografías tomadas a mayor altitud, o sea a una escala menor (1:30000). Una escena Landsat nos permite contemplar 34000 Km<sup>2</sup> en una sola adquisición, dicha área aumenta hasta 9 millones de Km<sup>2</sup> para el caso de las escenas del satélite meteorológico NOAA.

- Homogeneidad en la toma de datos. Superficies muy grandes son detectadas por el mismo sensor, en una fracción muy pequeña de tiempo, asegurando la coherencia de los datos sobre áreas extensas.

- Información sobre regiones no visibles del espectro. Los sensores ópticoelectrónicos generan imágenes sobre áreas no accesibles para la fotografía convencional, tales como el infra-rojo medio y térmico y las micro-ondas. Estas bandas del espectro electromagnético proporcionan una valiosa información, dado que registran cambios y diferencias que son imperceptibles al ojo humano.

- Formato digital. Este formato agiliza la manipulación y tratamiento de los datos de tele-observación, reduciendo costos en el proceso de integración de los mismos con la cartografía convencional (Villegas Vega, 2008)



Con la teledetección se comprende con los conceptos anteriormente descritos, que se produce una imagen fotográfica con el proceso de percepción remota, es por ello que se realiza una actividad llamada la ortofoto, en el documento de “9. Ortofoto” (s.f, p. 144) define lo siguiente:

La ortofoto es una imagen fotográfica del terreno, cuya proyección central ha sido transformada en una proyección ortogonal, eliminando así las distorsiones planimétricas causadas por la inclinación de la cámara aérea y al desplazamiento debido al relieve.

De este modo se elimina la variación de escala existente en el fotograma no rectificado (debido a las diferencias del nivel del terreno fotografiado y las inclinaciones de la cámara al momento de la toma) y se obtiene una escala única y exacta para toda la superficie de la ortofoto.

La transformación de una proyección central a otra ortogonal se realiza mediante el procedimiento llamado rectificación.

Cuando el terreno presenta variaciones de pendiente y el grado de inclinación de la cámara con respecto al terreno es apreciable, se aplica al procedimiento de rectificación diferencial, el que consiste en corregir el modelo estereoscopio a través de áreas elementales de acuerdo con el desnivel del terreno (Anonimo, 2021)

Además de eso, la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible da una definición de cada paso en las fotografías aéreas:



La Ortofotografía Aérea es un producto cartográfico georreferenciado y corregido de estas deformaciones que afectan a las fotografías, en la que se pasa de la representación en perspectiva cónica del territorio a una perspectiva ortogonal, corrigiendo las deformaciones por los aspectos mencionados. Este proceso se denomina Ortoproyección que aplicado a fotografías ó imágenes (digitales) aéreas, mediante las herramientas adecuadas permite la obtención de la Ortofotografía digital. El resultado mantiene toda la información de la fotografía aérea, permitiendo además medir a escala, tanto distancias como superficies, garantizando el ajuste con mapas existentes en la misma.

Los procesos de corrección geométrica de las fotografías, se realizan de forma muy precisa, utilizando procedimientos informáticos, en contraste con los mismos procesos que, hasta hace poco, eran ejecutados por procedimientos ópticos.

El proceso para la obtención de ortofotografías digitales a partir de la realización de fotografías aéreas con cámaras métricas analógicas, mediante la ejecución de vuelos fotogramétricos y su posterior escaneo, se divide en varias fases:

1. Vuelo fotogramétrico: Proporciona el conjunto de fotografías necesarias para cubrir el territorio. Estas fotografías se obtienen desde un avión en cuyo fuselaje está instalada una cámara fotográfica métrica analógica de 23 x 23 cm de formato de película y generalmente de 150 mm de distancia focal.



2. Digitalización de fotografías aéreas: Para disponer de las fotografías aéreas en formato digital es necesario llevar a cabo el escaneado de las mismas mediante el uso de escáneres fotogramétricos de alta precisión
3. Apoyo Topográfico: Es la obtención de una serie de puntos del terreno con coordenadas conocidas e identificables en las fotografías aéreas. Dichos puntos relacionan dimensionalmente el terreno con su representación gráfica
4. Aerotringulación (orientación de fotografías): Este proceso permite reproducir las posiciones de las fotografías realizadas en el momento en que se tomaron. De esta forma se puede visualizar una representación tridimensional del terreno a partir de dos fotografías consecutivas
5. Obtención del Modelo Digital de Elevaciones: Se genera a partir de las fotografías aéreas orientadas y reproduce el relieve del terreno. Mediante la aplicación del Modelo Digital de Elevaciones, se corrigen parte de las deformaciones geométricas de las fotografías aéreas. Para la realización de Ortofotografía Histórica es necesario realizar una "actualización hacia atrás" del MDE ajustándolo al pasado.
6. Obtención de la Ortofotografía: Cada fotografía correctamente orientada junto con el Modelo Digital del Terreno permite llevar a cabo el proceso de orto proyección, proporcionando una Ortofotografía, es decir, una imagen georreferenciada, y a escala del territorio.
7. Mosaicado de Ortofotografías: Tras llevar a cabo un proceso de ajuste radiométrico (tonalidad y luminosidad) y mosaicado, el conjunto de estas imágenes corregidas y georreferenciadas formarán la Ortofotografía Digital. El producto resultante es por tanto geométrica y radiométricamente continuo (Andalucía, 2021)



Se debe tener en cuenta cuando se realice el proceso de teledetección, la escala que se está trabajando tanto en campo como a la hora de organizar la información y es fundamental que se entienda y se conozca dicho concepto y según el IGAC:

La escala es una medida de diferente tamaño en la cual se dibuja un mapa representando la relación entre la distancia de dos puntos en la tierra que es plasmada en el papel. La escala numérica es representada en cifras ejemplo: 1:100.000, lo que indica que una unidad medida sobre el mapa (por ejemplo 1 cm) representa 100.000 de las mismas unidades en la superficie terrestre. En la mayoría de los todos los mapas se indica la escala en el margen y, muchas veces, viene acompañada de una escala gráfica lineal; esto es, un segmento dividido que muestra una longitud sobre el mapa de las unidades terrestres de distancia (IGAC, 2021)

La plataforma que se utilizó para realizar la actividad de ortofoto, es ArcGis es por ello que se da la definición y las aplicaciones que tiene este programa, puesto que es fundamental para el desarrollo del trabajo donde más adelante en la ejecución de este, se describe paso por paso lo realizado para la identificación de los predios a actualizar, es por ello que se consignó la siguiente información:

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Es la plataforma líder mundial para crear y utilizar Sistemas de Información Geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios.



ArcGIS se debe concebir como una plataforma completa en la que cualquier persona puede trabajar con información geográfica y aplicarla. La mayoría de las personas utilizan mapas para trabajar con información geográfica, pero no solo mapas impresos, sino mapas en línea interactivos que permiten comprender la información de su organización, las herramientas de análisis, tareas y flujos de trabajo, las cuales las personas de su organización utilicen para trabajar en forma más eficiente. ArcGIS permite:

- Crear, compartir y utilizar mapas inteligentes
- Compilar información geográfica
- Crear y administrar bases de datos geográficas
- Resolver problemas con análisis espacial
- Crear aplicaciones basadas en mapas
- Conocer y compartir información mediante la Geografía y la visualización
- Podrá obtener los siguientes beneficios:
- Mejorar la resolución de problemas
- Mejorar la toma de decisiones
- Mejorar la planificación
- Utilizar los recursos más eficientemente
- Anticipar y administrar cambios
- Administrar y ejecutar las operaciones de mejor forma
- Propiciar la colaboración entre equipos, disciplinas e instituciones
- Aumentar la comprensión y los conocimientos



- Comunicar de forma más efectiva
- Educar y motivar a otros

La plataforma ArcGIS facilita la creación, uso, descubrimiento y compartición de datos geográficos e información asociada, la cual puede ser utilizada desde cualquier dispositivo.

Permite tener información oportuna a través de un medio de colaboración, facilita el uso de información a usuarios nuevos y sin experiencia; además les auxilia en la realización de análisis espaciales, incluso sin poseer conocimientos exhaustivos de SIG.

Los usuarios se pueden conectar a los productos de información generados por los especialistas a través de sitios web, aplicaciones y sistemas móviles.

Estas facilidades coadyuvan a los usuarios al incorporar esta información en sus actividades diarias para analizar modelos, toma de decisiones, presentación de planes, extracción de información.

Todo esto permite pueda ser utilizado en una gran gama de ámbitos, como ciencia, educación, negocios, gobiernos, etc. (ArcGis, 2021)

Además de eso, la utilidad que se le da al sistema de información geográfica SIG en el proceso de desarrollo del trabajo es importante, entendiendo el concepto se evidencia la importancia del aplicativo en el resultado de este:



Un sistema de información geográfica (SIG) particulariza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no grafica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. A parte de la especificación no grafica el SIG cuenta también con una base de datos grafica con información georreferenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. La información es considerada geográfica si es medible y tiene localización.

En un SIG se usan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico, estas herramientas van dotadas de procedimientos y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información georreferenciada.

La mayor utilidad de un sistema de información geográfico está íntimamente relacionada con la capacidad que posee este de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales, esto se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aún mas información para el análisis. (Martínez Corza, Parra García, & Villalobos Montaña, 2021 recuperado)

Ahora bien, para realizar el proceso de revisión y actualización de los predios encontrados se debe tener en cuenta el procesamiento digital de las imágenes que los arroja la teledetección, es por ello que a continuación, se dará la descripción pertinente:

El análisis y procesamiento de imágenes se realiza a través de computadoras, debido a la complejidad y el número de cálculos necesarios para realizarlo. Es por esto que, si bien la formulación matemática necesaria para su realización data de varios siglos atrás,



la posibilidad real de utilizarla de forma cotidiana en la práctica clínica ha sido posible recién en las últimas décadas, gracias al avance en las tecnologías del hardware.

La proliferación de nuevos equipamientos con capacidad para realizar millones de operaciones por segundo y su extensión a la vida cotidiana y a todo tipo de usuario, ha hecho posible que el análisis y procesamiento de imágenes digitales se constituya en un gran campo de estudio. En la actualidad, esta tecnología se encuentra incorporada incluso en todo tipo de equipamiento doméstico, como cámaras digitales, scanners y teléfonos celulares, entre otros.

En términos históricos, la utilización de imágenes radiográficas para diagnóstico clínico data prácticamente desde el descubrimiento de los rayos X en 1895 (Röntgen). Incluso, las imágenes funcionales a partir de la emisión de fotones (rayos  $\gamma\gamma$ ) por parte de radionucleidos ya cuenta con más de 90 años de antigüedad (Heavesy & Seaborg, 1924). Sin embargo, las imágenes eran adquiridas sobre films radiográficos o directamente *in vivo*, por lo que su correcto procesamiento no ha explotado su real potencialidad sino hasta la incorporación de la tecnología que permitió digitalizarlas.

El motivo principal de esta “aparición tardía” del procesamiento de imágenes ha sido entonces, debido a los requerimientos de hardware tanto para el procesamiento de las mismas como para la representación de estas en sistemas gráficos de alta performance. Paralelamente a este desarrollo, la formulación de algoritmos para el procesamiento ha seguido los avances tecnológicos logrando un alto grado de sofisticación y manipulación de imágenes en tiempo casi real.



La variedad actual de técnicas, algoritmos y desarrollos de software y hardware utilizados en el procesamiento de imágenes digitales escapa al alcance de cualquier curso. En ellos se aprovechan técnicas desarrolladas inicialmente sobre conceptos fundacionales para el análisis de imágenes, y se incorporan conceptos y nociones de los más variados, propios de la física y la matemática, como el caso de la entropía o la métrica (Valente & Pérez, 2018)

Para utilizar la plataforma ArcGIS se debe tener en cuenta, el sistema de coordenadas puesto que este determina donde se encuentra ubicada el proyecto a desarrollar, entendiendo dicho concepto se realiza una breve descripción de dicho sistema.

Un sistema de coordenadas proyectadas se define sobre una superficie plana de dos dimensiones. A diferencia de un sistema de coordenadas geográficas, un sistema de coordenadas proyectadas posee longitudes, ángulos y áreas constantes en las dos dimensiones. Un sistema de coordenadas proyectadas siempre está basado en un sistema de coordenadas geográficas basado en una esfera o un esferoide.

En un sistema de coordenadas proyectadas, las ubicaciones se identifican mediante las coordenadas  $x$ ,  $y$  en una cuadrícula, con el origen en el centro de la cuadrícula. Cada posición tiene dos valores de referencia respecto a esa ubicación central. Uno especifica su posición horizontal y el otro su posición vertical. Los dos valores se denominan coordenada  $x$  y coordenada  $y$ . Utilizando esta notación, las coordenadas del origen son  $x = 0$  e  $y = 0$ .

En una red cuadriculada de líneas horizontales y verticales equidistantes, la línea horizontal del centro se denomina eje  $x$  y la línea vertical central se denomina eje  $y$ . Las



unidades son iguales y equidistantes en todo el intervalo de  $x$  e  $y$ . Las líneas horizontales por encima del origen y las líneas verticales a la derecha del origen tienen valores positivos; las que están por debajo o a la izquierda tienen valores negativos. Los cuatro cuadrantes representan las cuatro posibles combinaciones de coordenadas  $X$  e  $Y$  positivas y negativas.

Cuando se trabaja con datos de un sistema de coordenadas geográficas, a veces resulta útil igualar los valores de longitud con el eje  $X$  y los valores de latitud con el eje  $Y$  (Esri, 2016)

Como se indicó anteriormente con el sistema de coordenadas se identifica el sistema de referencia del país, que en este caso para Bogotá es el Magna Sirgas.

Este sistema de coordenadas está basado en el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA - SIRGAS, adoptado en Colombia por resolución 068 del 2.005 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC

En consecuencia, el IGAC promueve la adopción de MAGNA-SIRGAS como sistema de referencia oficial del país, en reemplazo del Datum BOGOTÁ, definido en 1941. MAGNA-SIRGAS garantiza la compatibilidad de las coordenadas *colombianas* con las técnicas espaciales de posicionamiento, por ejemplo, los sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems), y con conjuntos internacionales de datos georreferenciados.

En la práctica, la consecuencia más relevante de la introducción de MAGNA-SIRGAS consiste en el cambio de las coordenadas geográficas de un mismo punto en aproximadamente 500 m en dirección suroeste, lo cual concierne a todos los productores y



usuarios de la información geográfica en el país. Así, teniendo presente la extensa gama de individuos y organizaciones que están relacionados con la adopción del nuevo sistema de referencia, el IGAC, a través de este portal, describe los aspectos técnicos necesarios para la utilización práctica de MAGNA-SIRGAS y proporciona las herramientas básicas para que la información que aún se encuentra definida sobre el Datum BOGOTÁ se actualice mediante su vinculación al nuevo sistema (IGAC, 2021)

### **POSIBLES IMPLICACIONES SOCIALES, CULTURALES Y ECONOMICAS (VENTAJAS - DESVENTAJAS):**

Se presentan diferentes ventajas donde en primera instancia se describe la de teledetección espacial:

La teledetección espacial cuenta con numerosas aplicaciones gracias a las ventajas que ofrece frente a otros medios de observación más convencionales, como la fotografía aérea o los trabajos de campo; aunque más que sustituirlos los complementa adecuadamente. Algunas de estas ventajas se comentan en los siguientes puntos.

- Formato digital: El tratamiento digital de las imágenes agiliza el proceso de interpretación. Se puede integrar la información del satélite con otro tipo de información como mapas de la zona, generar modelos cuantitativos, digitalizar la clasificación. Un enfoque integrado de datos de diversas fuentes (trabajos de campo, mapas, imágenes de satélite, entre otros) da lugar a una evaluación más realista del terreno. El apoyo de los ordenadores permite visualizar el paisaje con una precisión y sensación de realidad que difícilmente se podría conseguir con otros medios.



Este es el caso de las perspectivas tridimensionales que combinan una imagen del satélite con un modelo topográfico digital y permite observar el terreno desde distintos ángulos. También se puede simular trayectorias animadas o distintos efectos (y sus consecuencias) sobre el territorio.

- Puede usarse para monitorear el uso de la tierra, cambios en la cobertura de la tierra

- El método es relativamente económico y rápido de adquirir información moderna encima de un área geográfica grande. Con la teledetección espacial resulta más asequible la detección de algunas fallas y fracturas litológicas que pueden guiar en la localización de ciertos recursos minerales. Gracias a que los datos sobre grandes superficies son detectados casi instantáneamente y por el mismo sensor la información incluida es perfectamente comparable; podemos utilizar la imagen para extrapolar cálculos extraídos de un muestreo. Esta técnica se utiliza para obtener la temperatura o clorofila en el agua, índices de humedad en la vegetación.

- Fácil para manipular con la computadora, y combinar con otros fondos geográficos como los GPS: Global Position System (sistema de posicionamiento global). (Anonimo, 2021 recuperado, págs. 24-25)

Ahora bien, se describirán los beneficios de la actualización catastral, según el IGAC:

Precisión en las medidas y áreas de los predios: el IGAC garantiza precisión en la toma de medidas y verificación de la forma de los predios utilizando tecnología de punta.



Precisión en la ubicación y forma de los predios: se actualizan y verifican los linderos del predio garantizándole el área correcta al terreno.

Corrección de calificación y área construida de los predios.

Se mejora la equidad tributaria, por cuanto incluyen todos los predios del municipio, así como las nuevas construcciones y mejoramientos de vivienda.

Se actualiza el avalúo catastral, base de las indemnizaciones que realiza el Estado en situaciones de desastre.

Facilita al usuario la realización de trámites inherentes a la actividad catastral (Dasigno, 2021)

A continuación, se describirán las desventajas:

- Involucra mucho tiempo y el proceso de los datos es complejo.
- Los datos no son muestras directas del fenómeno, entonces deben ser contrastados contra la realidad. Esta contrastación nunca es exacta, un error de la clasificación de 10% es excelente.
- Los datos deben corregirse geométricamente y georreferenciarse para ser útiles como mapas, no sólo como cuadros. Esto puede ser fácil o complicado.
- Pueden confundirse fenómenos distintos si los datos parecen el mismo para el sensor, llevando al error de la clasificación. Ejemplo: el césped artificial & natural en luz verde (pero la luz del infrarrojo puede distinguirlos fácilmente).



- La resolución espacial, temporal o espectral disponibles, pueden ser insuficientes para resolver determinados problemas, detallar trazos y para distinguir áreas de contrastes pequeños. Por ejemplo, los estudios de morfología urbana están limitados por la resolución espacial de los sensores. Además, la presencia de nubes puede limitar temporalmente la frecuencia temporal proporcionada en sistemas con sensores en la banda (Anonimo, 2021 recuperado, págs. 25-26)

**JUSTIFICACION:** Es importante para los Municipios mantener actualizada su base de datos catastral, además en el artículo 5 de la ley 14 de 1983 (CONGRESO DE COLOMBIA, 1984) *“Las autoridades catastrales tendrán la obligación de formar los catastros o actualizarlos en el curso de períodos de cinco (5) años en todos los municipios del país”* ya que en la misma reposa la información jurídica, económica y física de los predios que se encuentran en su territorio a partir de la cual se realiza recaudo de dineros, además de mantener las bases de datos actualizadas para realizar la respectiva gestión del territorio.

La conservación catastral *“Es un proceso que tiene por objeto mantener actualizada, en todos los documentos catastrales, la información relacionada con los bienes inmuebles, los cuales se hallan sometidos a permanentes cambios en sus aspectos, físico, jurídico y económico.”*, (UAECD, 2019)

Para el desarrollo de procesos catastrales tales como son las mutaciones *“Según el Artículo 114 de la Resolución 0070 de 2011, una mutación catastral se entiende todo cambio que sobrevenga respecto de los aspectos físico, jurídico o económico de los predios de una unidad orgánica catastral, cuando dicho cambio sea debidamente inscrito en el catastro.”* (Instituto Geografico Agustín Codazzi, 2020) de segundo orden para el englobe o des englobe de predios y



de quinto orden para inscripción de predios o mejoras por edificaciones no declarados u omitidos en procesos de formación o actualización catastral.

Por todo lo anterior, sumado a la necesidad del uso de tecnologías, optimización de procesos y disminución de costos, surge la necesidad de crear métodos a partir de los cuales se pueda realizar la identificación de construcciones nuevas e identificación de englobes o des englobes de forma masiva mediante el uso de conocimientos en Geomática. Ya que, a partir de aplicación de técnicas de procesamiento digital de imágenes satelitales, se puede identificar la localización de construcciones, para posteriormente identificar las mismas en los softwares especializados, así realizar cruces de bases de datos. Así identificar construcciones nuevas.

La información obtenida a partir de la percepción remota *“La percepción remota (PR) ha sido definida de varias maneras. En general, la PR es un grupo de técnicas para recolectar información sobre un objeto o área si tener que estar en contacto físico con el objeto o área. Las distancias que separan al sensor del objeto o área estudiados pueden variar desde unos pocos metros hasta miles de kilómetros. Los métodos más comunes para recoger información incluyen el uso de sensores colocados sobre aviones o sobre satélites.”* (von Martini, Bragachini, Bianchini, Martellotto, & Méndez) Así se logra recoger información para generar productos, en el presente caso, dichos productos se refieren a nuevas construcciones y propiedades resultantes de des englobes fácilmente identificables para facilitar o automatizar un poco dicho proceso.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar las ventajas de utilizar la percepción remota en la ejecución de proyectos de actualización y conservación catastral para la identificación de construcciones nuevas e



incorporación de las mismas a fin de realizar mutaciones de tercera y quinta clase. Caso piloto: vereda limoncitos y sectores aledaños del municipio de Ricaurte- Cundinamarca.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Revisar el proceso catastral vigente para la actualización, específicamente para las mutaciones de tercera y quinta clase.
- Comparar el proceso catastral para realizar la actualización catastral en las mutaciones de tercera y quinta clase, en el proceso de identificación de construcciones en el “barrido” contra la identificación masiva mediante el uso de productos de la teledetección y la percepción remota.
- Planear el vuelo fotogramétrico para la toma de imágenes idóneas para su posterior procesamiento y obtención de datos.
- Contrastar la información existente y la procesada mediante el uso de herramientas GIS para obtener datos cuantitativos acerca de nuevas construcciones o mejoras encontradas.

### **METODOLOGÍA**

La Metodología Cuantitativa es aquella que permite examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la Estadística.

Para que exista Metodología Cuantitativa se requiere que entre los elementos del problema de investigación exista una relación cuya Naturaleza sea lineal. Es decir, que haya claridad entre los elementos del problema de investigación que conforman el problema, que sea posible definirlo, limitarlos y saber exactamente donde se inicia el problema, en cual dirección va y qué tipo de incidencia existe entre sus elementos.



Los elementos constituidos por un problema, de investigación Lineal, se denominan: variables, relación entre variables y unidad de observación.

Edelmira G. La Rosa (1995) indica que para que exista Metodología Cuantitativa debe haber claridad entre los elementos de investigación desde donde se inicia hasta donde termina, el abordaje de los datos es estático, se le asigna significado numérico (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, A.C., 2021)

**1. Identificación de la zona de estudio:** la cual corresponde a una urbanización del sector rural del Municipio, el cual no cuenta con actualización catastral desde el año 2008, adicional sobre este sector se observa gran desarrollo constructivo, por tanto, se observa la necesidad de incorporar estas construcciones a la base predial.

Nuestra zona de estudio se localiza en el Municipio de Ricaurte, Cundinamarca. Ya que este Municipio ha tenido gran desarrollo urbanístico y constructivo debido a sus atractivos turísticos, clima y su cercanía con la ciudad capital Bogotá, al encontrarse a 2 horas de la misma.

Sobre la cabecera municipal o zona urbana se encuentra gran desarrollo urbanístico de viviendas en régimen de propiedad horizontal, principalmente unidades o apartamentos en conjuntos cerrados.

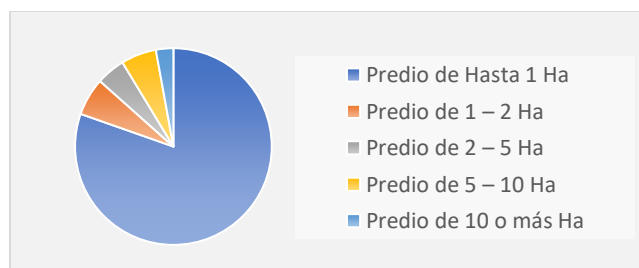
Sobre el sector Rural, se observan predios con pequeñas extensiones de terreno de acuerdo con la información alfanumérica con que cuenta el Municipio, suministrada por el IGAC, en el mes de julio de 2019. Por lo anterior se presume que las unidades que se encuentran en el sector rural corresponden predios con destinación económica habitacional, no obstante, cabe resaltar que



en la zona se identifican gran cantidad de predios o viviendas residenciales correspondientes a fincas de recreo con algunos árboles o cultivos de pancoger.

La mayor cantidad de predios se concentra en la vereda Llano del Pozo, seguido de la vereda Manuel Sur y Limoncitos. Por otra parte, para establecer el área predominante del sector rural, se establecen intervalos de área de terreno por hectáreas en dicho sector de la siguiente manera: Área de hasta 1 Ha, 1Ha - 2Ha, 2Ha - 5Ha, 5Ha - 10Ha y mayores a 10Ha. De esta forma, se encuentra que los 4949 predios registrados se encuentran distribuidos por dichos intervalos así:

| INTERVALO            | PREDIOS | PORCENT. |
|----------------------|---------|----------|
| Pedio de Hasta 1 Ha  | 3978    | 80,38%   |
| Pedio de 1 – 2 Ha    | 307     | 6,20%    |
| Pedio de 2 – 5 Ha    | 235     | 4,75%    |
| Pedio de 5 – 10 Ha   | 287     | 5,80%    |
| Pedio de 10 o más Ha | 142     | 2,87%    |



Sobre la vereda Llano del Pozo, se identifica una urbanización con estrato 6- Alto, denominada



San Marcos Poblado. Al revisar las bases de datos alfanuméricas y los Sistemas de Información Geográfica se identifica que esos predios no presentan construcciones.

2. Delimitación de la zona de estudio o área de identificación masiva para incorporación de las construcciones a la base de datos catastral, a partir de los procesos de mutación de tercera o quinta clase.

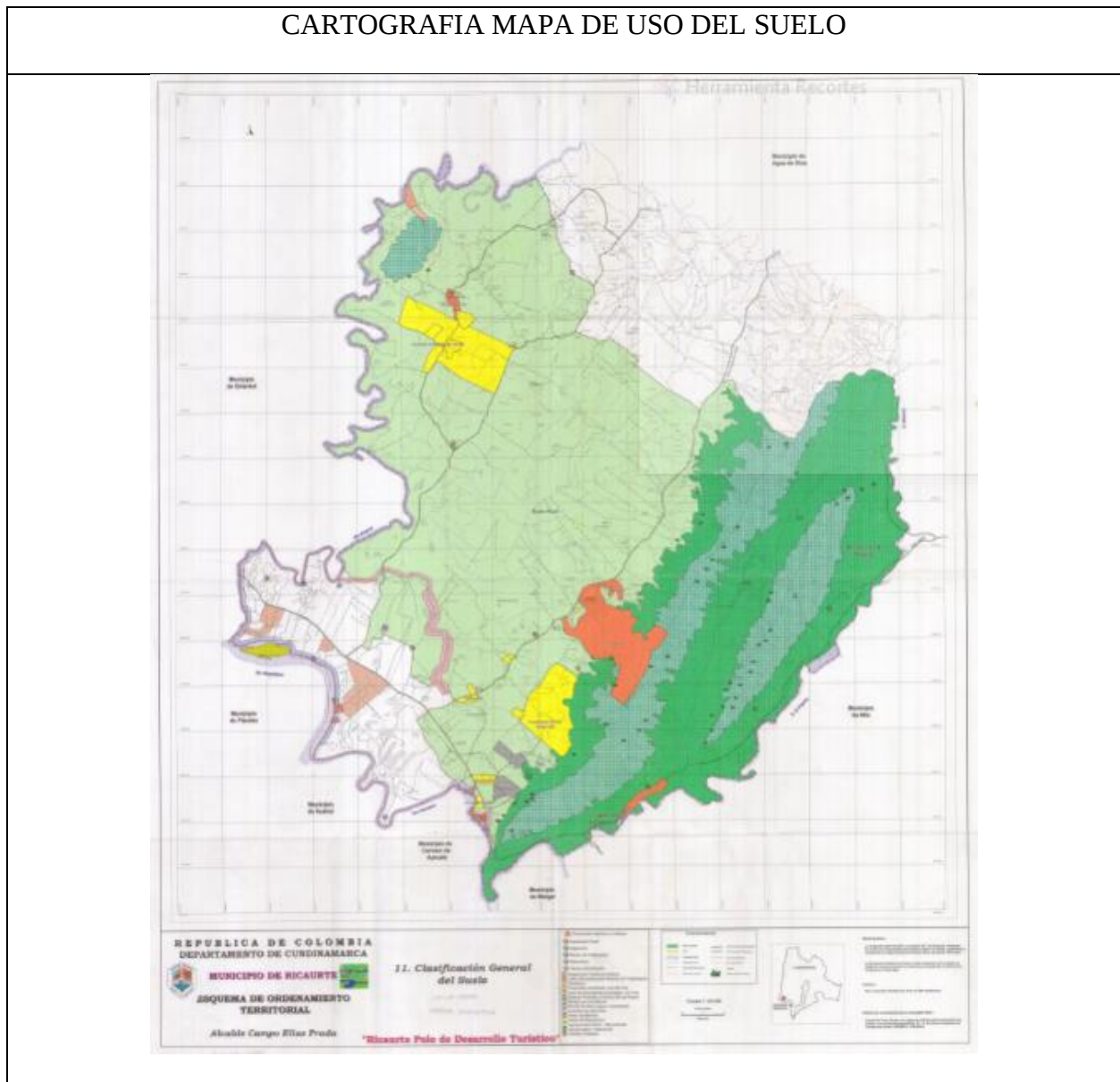


Identificación previa de la zona de Estudio

Fuente: Google Earth



Se realiza la respectiva revisión del EOT vigente del municipio de Ricaurte – Cundinamarca, el cual corresponde al “Acuerdo 036 del año 2000” y al verificar la información cartográfica del mapa de usos de suelo del sector Rural se encuentra la siguiente localización y delimitación de la urbanización **San Marcos Poblado**.



Fuente: EOT Ricaurte- Cundinamarca Acuerdo 036 del año 2000



Al encontrarse la imagen en formato .jpg el cual no permite obtener mayor información cartográfica se procede con su procesamiento mediante el software Arcgis, una vez realizada dicha acción, se encuentra el polígono resultante muy amplio por lo cual se procede a acotar la zona de estudio que trabajará, se decide realizar este proceso sobre las manzanas que se observan más pobladas.

De acuerdo con la información disponible en la Geodatabase suministrada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi al municipio permite realizar la siguiente selección de área correspondiente a la Urbanización San Marcos Poblado.

Una vez se cuenta con el polígono resultante de la delimitación de la zona de estudio se procede con la identificación de construcciones de forma masiva mediante el procesamiento de imágenes obtenidas por sensores remotos, la imagen sobre la cual se trabaja en el presente documento corresponde a una imagen en formato .TIFF, la cual hace parte de una ortofoto que el municipio obtuvo del IGAC.



### ORTOFOTO MUNICIPIO ESTUDIADO



Ortofoto Zona de Estudio

Fuente: IGAC 2011

Posteriormente se realiza la delimitación de la urbanización de acuerdo con la licencia urbanística del proyecto y se obtiene el siguiente polígono, sobre el cual se opera el sistema de información geográfica.



## DELIMITACION ZONA DE ESTUDIO



## DELIMITACION ZONA DE ESTUDIO

Fuente: (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021) a partir de Ortofoto del IGAC, 2011.

Se obtiene información en formato shapefile y se abre la misma en el software Arcgis, para identificar los lotes de cada una de las propiedades, esta información contiene información alfanumérica y geográfica como la cedula catastral asociada al predio sobre la cual se realiza la inscripción de la construcción identificada, después de la visita técnica de reconocimiento predial.



### LOTEO CATASTRAL AL INTERIOR DE LA MISMA



Delimitación Zona de Estudio y Loteo Catastral al interior de la misma

Fuente: (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021) a partir de base de datos geográfica y alfanumérica del IGAC.

Se realiza la delimitación de la zona de estudio a 13 manzanas, las cuales tienen un área total de 10,7700 Hectáreas, sobre la cual se encuentran 149 predios en los cuales no existen construcciones registradas en la oficina de Catastro, en el condominio denominado **San Marcos Poblado**, por lo anterior se confronta la información de la base de datos catastral contra la base de datos de “registro 2” en la cual se encuentra información alfanumérica asociada a la cedula



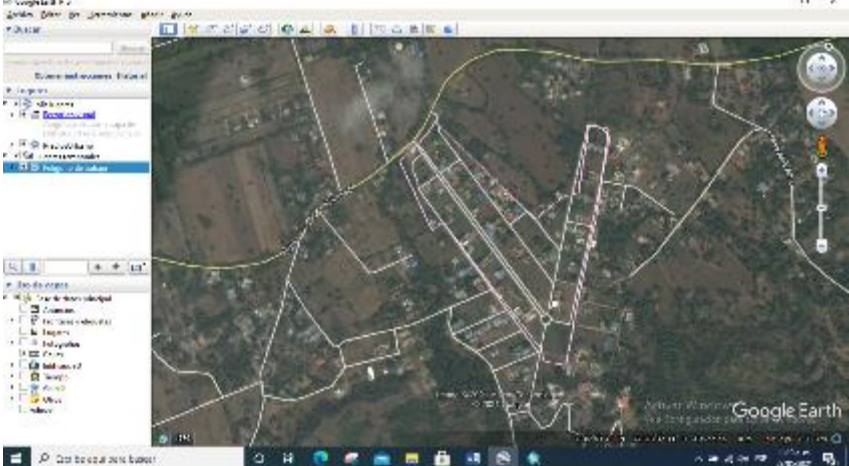


**Nota:** El día de asignación del vuelo, puede variar de acuerdo a las condiciones meteorológicas.

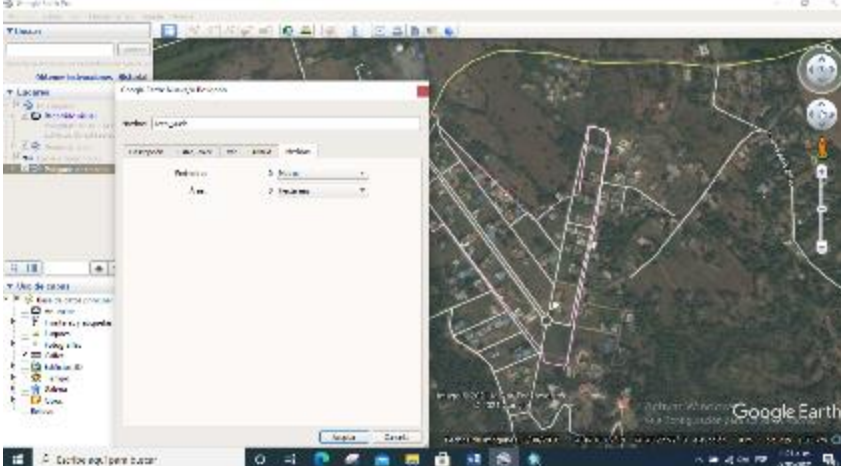
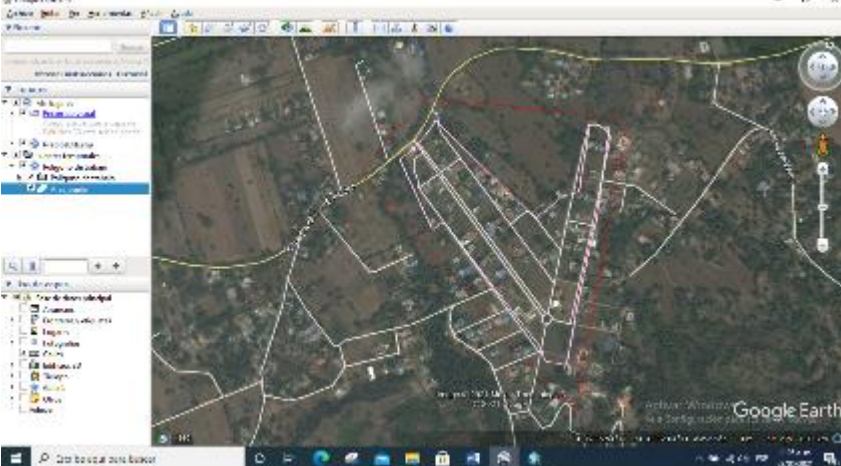
**Nota 2:** Este cronograma está basado en el área del polígono resultante (Área efectiva) 23 Hectáreas.

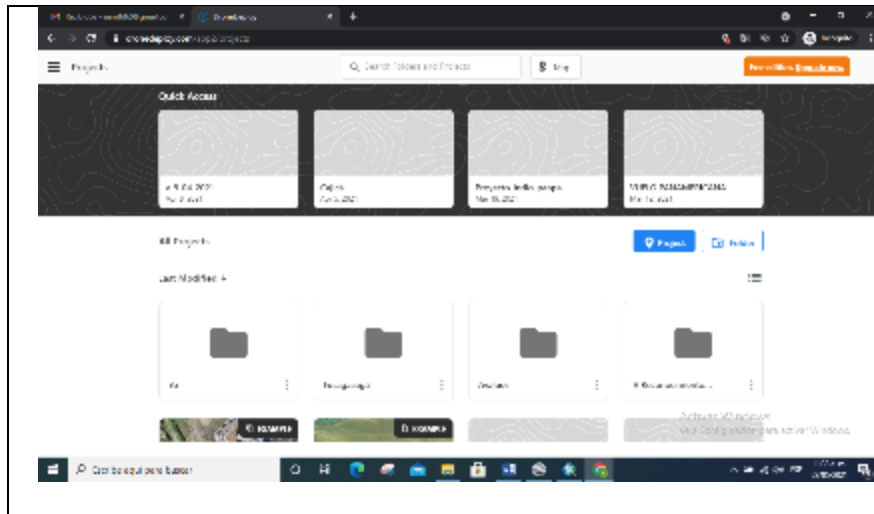
El procesamiento de la información puede variar conforme a lo encontrado en las imágenes (anomalías, imágenes borrosas, entre otros), inclusive existe la posibilidad de que fuera necesario realizar el vuelo nuevamente. Por otra parte, este proceso requiere de un equipo de cómputo de altas características en procesamiento, debido al número de algoritmos que requiere el modelamiento e igualación de las imágenes junto con los demás procesos para obtener los productos finales: MDE (Modelo digital de elevación) y ortofotomosaico.

### PLANEACION DEL VUELO

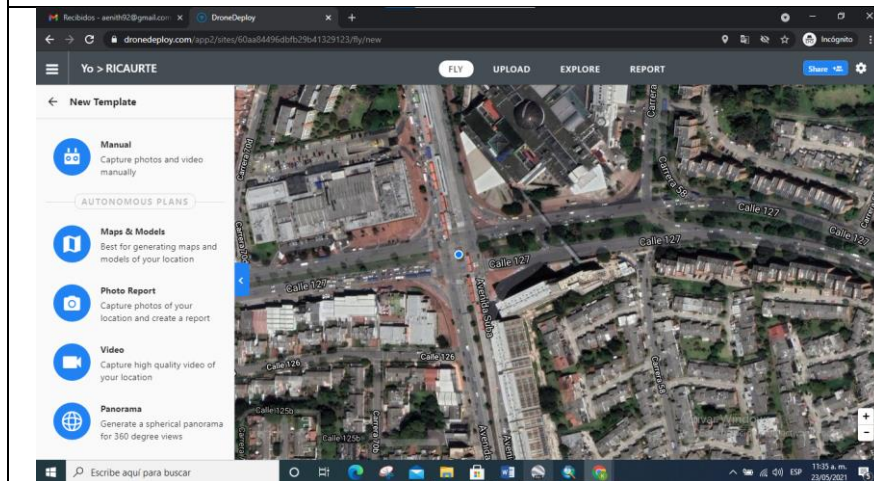
| ACTIVIDAD                                                                            | EJECUCIÓN                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Selección del área de estudio mediante el uso de la aplicación Arcgis, Exportar el polígono elegido al formato .kml para ser cargado en el programa Google Earth. |



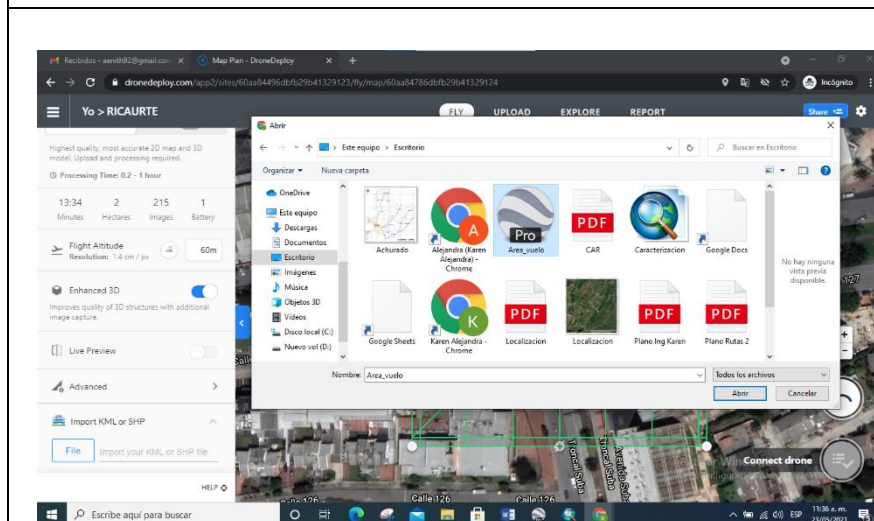
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>Selección del área de vuelo, se elige un área mayor que la seleccionada para disminuir el error por defecto, y tener información extra de los bordes o límites para ubicar mejor la imagen y tener mayor detalle.</p> |
|  | <p>Una vez se ha elegido el polígono, se guarda el mismo como un archivo, para ser cargado en un programa especializado en planeación de vuelos fotogrametricos.</p>                                                     |



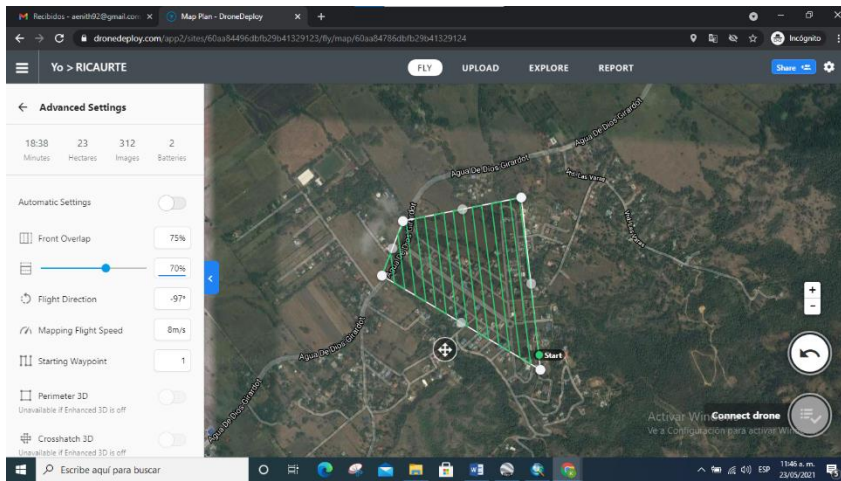
El polígono  
previamente elegido y  
guardado se exporta al  
programa



Se Guarda el  
polígono elegido como  
un proyecto nuevo en la  
página Dronedeploy, en  
la cual se realiza la  
planeación del vuelo.



Se carga el  
polígono previamente  
elegido



En el programa se establecen los parámetros de vuelo entre los cuales se encuentran:

- Altura de vuelo.
- Superposición

Horizontal y vertical.

- Angulo de las líneas de vuelo o trayectoria.

una vez se cuenta con dicha información se conoce el tiempo de vuelo, la cantidad de recorridos y numero de fotografías que toma la aeronave con su sensor para conseguir los insumos del procesamiento.



Dichas variables generan la siguiente información:

- Tiempo aproximado de operación (tiempo en que se realiza la captura de información), recorriendo las líneas de vuelo.
- Estimación de la cantidad de imágenes que se capturarán en el vuelo.
- Cantidad de recurso energético (baterías) a utilizar durante el tiempo de operación aérea.
- Líneas de vuelo que se generan para la zona.

Nota: la altura de vuelo define el tamaño del pixel, las líneas de vuelo son inversamente proporcional con las líneas de vuelo (A mayor altura, menor cantidad de líneas de vuelo) debido a la mayor cantidad de superficie alcanzada; Sin embargo, esto disminuye el nivel de detalle. Se aconseja que las líneas de vuelo vayan de acuerdo con la geometría del polígono (área de terreno) a sobrevolar.

## EJECUCIÓN DEL VUELO





Se realiza el vuelo fotogramétrico desde una zona cercana al último vértice donde termina el polígono elegido como zona de vuelo para disminuir la distancia de desplazamiento de la aeronave y así optimizar la batería. Al mismo tiempo se elige una zona sin obstáculos o cubiertas que puedan “bloquear” la señal del mando con la aeronave.

## PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

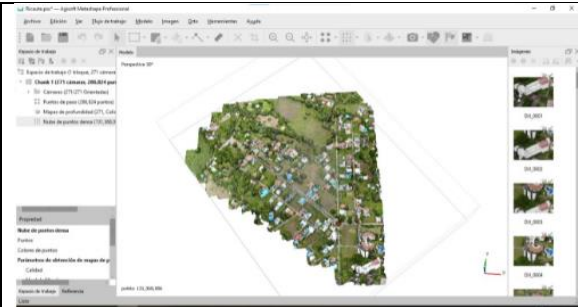
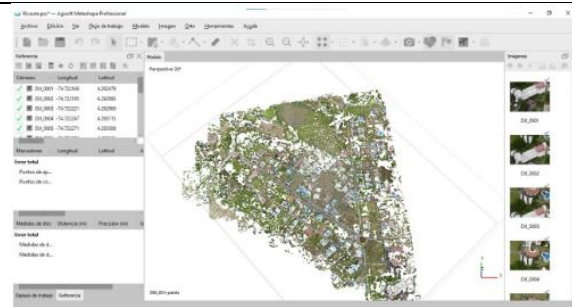
Se realiza el procesamiento de las imágenes o fotografías obtenidas por el sensor de la aeronave, en el software Agisoft Metashape, sobre el cual se cargan todas las imágenes previamente descargadas

### PROCESAMIENTO

El procesamiento de la información geográfica recolectada por medio de la aeronave no tripulada, se realiza en su etapa inicial con la descarga de la información capturada en equipos (con capacidad de soportar software especializado), sobre los cuales se crea la respectiva carpeta de almacenamiento, posteriormente haciendo uso del software Metachappe se procede con la creación del correspondiente proyecto, en el cual se cargan

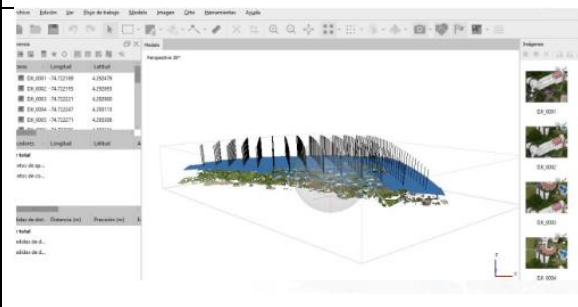
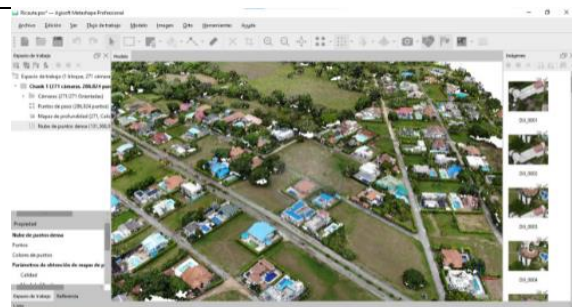


las imágenes de la zona de estudio, y se realiza un primer proceso mediante el cual se busca verificar la calidad de las imágenes además de realizar su correspondiente alineación.



Con lo anterior, se realiza la primera parte del procesamiento correspondiente a la creación de una nube de puntos dispersa, este proceso toma tiempo, acorde a la cantidad de imágenes y el desempeño y las características del equipo de cómputo.

Teniendo la capa de puntos dispersa se genera la malla de puntos densa, la cual presenta de forma tridimensional la forma del terreno y los elementos que lo conforman, este proceso tarda más que la creación de la nube de punto dispersa ya que requiere una mayor cantidad de recursos por parte del equipo.

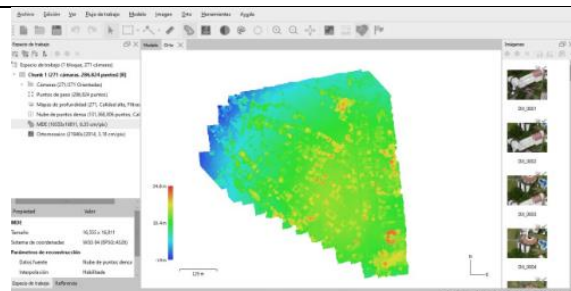


La nube de puntos densa no permite observar en 3d las unidades constructivas,

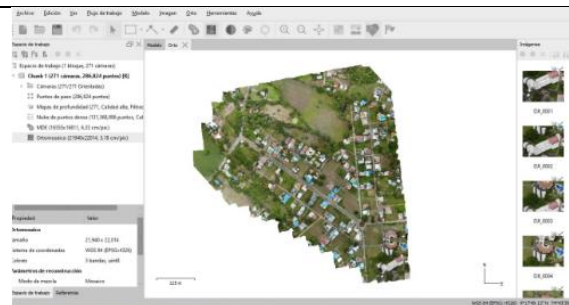
Se realizan procesos de fotocontrol para lo cual se procede a seleccionar la información que se requiere y se eliminan



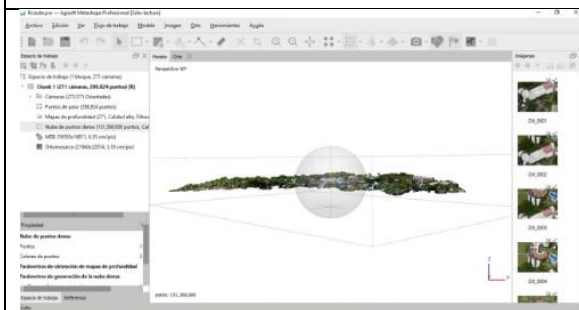
sin embargo se evidencia mayor detalle de la información que se desea obtener.



elementos que pueden afectar el producto final.

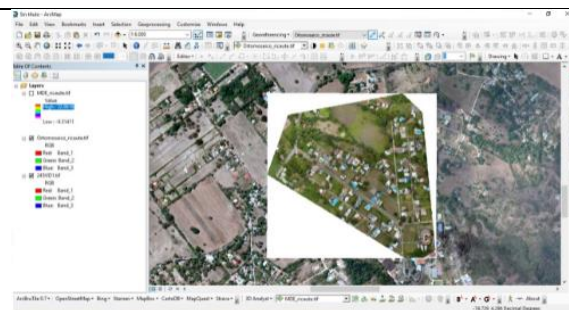


Con la nube de puntos densa debidamente tratada, se genera el modelo digital de elevación de la zona de estudio el cual permite observar las alturas de los objetos que se encuentran en el sector.



Al momento de exportar el producto se selecciona la calidad en la que se desea generar o almacenar, el sistema de referencia y el formato de cada uno. Obteniendo el resultado deseado

Con el producto anterior se genera finalmente el ortofotomosaico de la zona de estudio, la cual se recortará para tener un producto final más estético.



Con los productos debidamente exportados para un formato GIS, se logra obtener un producto insumo, que permite realizar los correspondientes análisis;



La imagen restante cuenta con un pixel de 3.0 centímetros, un área efectiva de 25.50 hectáreas.



Título: Ortofoto zona de estudio

Fuente: (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021) a partir de Vuelo fotogramétrico

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| Poligono Seleccionado                                                               | Poligono Resultante                                                                  |



|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| Ortofoto IGAC 2011                                                                | Ortofoto Construida 2021                                                           |

Sobre la imagen resultante, previamente georreferenciada se sobrepone la base de datos geográfica y alfanumérica (polígonos de lotes) con el fin de identificar fácilmente las construcciones correspondientes a cada polígono de terreno.



Título: Sobre posición de predios catastrales en Ortofoto obtenida

Fuente: (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021)

A partir del anterior procesamiento, revisión y ajuste de la calidad del producto con base catastral del municipio, se procede a fotointerpretar las construcciones para realizar la inscripción de las mismas en las bases catastrales mediante las mutaciones correspondientes y de este modo la actualización catastral.



## IDENTIFICACION CONSTRUCCIONES FALTANTES EN LA BASE DE DATOS



Título: Identificación de construcciones no registradas en base de datos geográfica y alfanumérica

Fuente: (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021)

A partir de la información obtenida, se procede con un cruce de la base de datos alfanumérica catastral suministrada por el IGAC con la capa de predios dibujada mediante fotointerpretación para así asociar las construcciones a un predio masivamente y de esta forma obtener construcciones en cédulas catastrales.

Al realizar el cruce de la base de datos mediante el software especializado se obtiene una tabla con la siguiente información:



## BASE DE DATOS DE LAS CONSTRUCCIONES

| Table         |         |                           |            |          |                                |                    |
|---------------|---------|---------------------------|------------|----------|--------------------------------|--------------------|
| Terreno_Const |         |                           |            |          |                                |                    |
| FID           | Shape * | Tipo Const                | Area       | OBJECTID | CODIGO                         | VEREDA COD         |
| 93            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 31,602886  | 1787     | 256120000000000030801800001451 | 256120000000000003 |
| 94            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 26,452296  | 1787     | 256120000000000030801800001451 | 256120000000000003 |
| 96            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 34,543605  | 1787     | 256120000000000030801800001451 | 256120000000000003 |
| 91            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 76,272834  | 1776     | 256120000000000030801800001452 | 256120000000000003 |
| 155           | Polygon | Piscina                   | 51,131025  | 1776     | 256120000000000030801800001452 | 256120000000000003 |
| 89            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 129,075394 | 1801     | 256120000000000030801800001456 | 256120000000000003 |
| 90            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 33,417899  | 1801     | 256120000000000030801800001456 | 256120000000000003 |
| 88            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 72,059956  | 865      | 256120000000000030801800001461 | 256120000000000003 |
| 157           | Polygon | Piscina                   | 33,181987  | 865      | 256120000000000030801800001461 | 256120000000000003 |
| 85            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 179,793741 | 1806     | 256120000000000030801800001465 | 256120000000000003 |
| 149           | Polygon | Piscina                   | 40,46826   | 1806     | 256120000000000030801800001465 | 256120000000000003 |
| 86            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 117,438351 | 1823     | 256120000000000030801800001466 | 256120000000000003 |
| 150           | Polygon | Piscina                   | 35,931644  | 1823     | 256120000000000030801800001466 | 256120000000000003 |
| 84            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 118,012215 | 1814     | 256120000000000030801800001468 | 256120000000000003 |
| 87            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 111,934106 | 1833     | 256120000000000030801800001469 | 256120000000000003 |
| 148           | Polygon | Piscina                   | 38,906643  | 1833     | 256120000000000030801800001469 | 256120000000000003 |
| 82            | Polygon | Vivienda de hasta 3 Pisos | 97,936901  | 1836     | 256120000000000030801800001475 | 256120000000000003 |
| 145           | Polygon | Piscina                   | 56,131873  | 1836     | 256120000000000030801800001475 | 256120000000000003 |

Título: Base de datos de construcción sobre terreno.

Fuente: (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021)

Ya con esta información se realiza la inspección ocular de campo para la captura de información necesaria para la diligenciar la ficha predial, a partir de la cual se obtienen datos propios de la calificación de las construcciones, ya que a partir de esta se realiza la calificación de la construcción.

La ficha predial que se diligencia en campo presenta la siguiente estructura:



| CALIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN |                                                               |  |             |   |   |                        |             |   |          |  |              |                                          |    |             |                        |    |   |             |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|--|-------------|---|---|------------------------|-------------|---|----------|--|--------------|------------------------------------------|----|-------------|------------------------|----|---|-------------|
| 1. ESTRUCTURA                   |                                                               |  | RESIDENCIAL |   |   | INDUSTRIAL O COMERCIAL |             |   | 3. BAÑO  |  |              | RESIDENCIAL                              |    |             | INDUSTRIAL O COMERCIAL |    |   |             |
|                                 |                                                               |  | PUN-<br>TOS | A | B | C                      | PUN-<br>TOS | A |          |  |              | B                                        | C  | PUN-<br>TOS | A                      | B  | C | PUN-<br>TOS |
| ARMAZÓN                         | MADRELA                                                       |  | 0           |   |   |                        | 4           |   |          |  | TAMANO       | SIN BAÑO                                 | 0  |             |                        |    |   |             |
|                                 | PREFABRICADO                                                  |  | 1           |   |   |                        | 8           |   |          |  |              | PEQUEÑO                                  | 1  |             |                        |    |   |             |
|                                 | LADRILLO, SEQUE                                               |  | 3           |   |   |                        | 12          |   |          |  |              | MEDIANO                                  | 2  |             |                        |    |   |             |
|                                 | CONCRETO HASTA TRES PISOS                                     |  | 3           |   |   |                        | 22          |   |          |  |              | GRANDE                                   | 3  |             |                        |    |   |             |
|                                 | CONCRETO CUATRO O MAS PISOS                                   |  | 6           |   |   |                        | 22          |   |          |  |              | SIN CUBRIMIENTO                          | 0  |             |                        |    |   |             |
| MUROS                           | MATERIALES DE DESECHO                                         |  | 0           |   |   |                        | 0           |   |          |  | ENCHAPES     | PANETE, BALDOSA COMUN CEMENTO            | 1  |             |                        |    |   |             |
|                                 | BARBAQUE, ADOSAR, TAPA                                        |  | 1           |   |   |                        | 1           |   |          |  |              | BALDOSIN (<=11X11 cms.) CRISTALAC, PAPEL | 3  |             |                        |    |   |             |
|                                 | MADRELA                                                       |  | 2           |   |   |                        | 2           |   |          |  |              | BALDOSIN (>11X11 cms.) CERAMICA          | 4  |             |                        |    |   |             |
|                                 | CONCRETO PREFABRICADO                                         |  | 3           |   |   |                        | 3           |   |          |  |              | MARMOL, ENCHAPE LUJOSO                   | 5  |             |                        |    |   |             |
|                                 | SEQUE, LADRILLO                                               |  | 4           |   |   |                        | 4           |   |          |  |              | POBRE                                    | 0  |             |                        | 0  |   |             |
| CUBIERTA                        | MATERIALES DE DESECHO                                         |  | 1           |   |   |                        | 1           |   |          |  | MOBILIARIO   | SENCILLO                                 | 3  |             |                        | 3  |   |             |
|                                 | ZINC, TEJADE BARRO, ETERNIT RUSTICO                           |  | 3           |   |   |                        | 3           |   |          |  |              | REGULAR                                  | 6  |             |                        | 6  |   |             |
|                                 | ENTREPISO (CUBIERTA PROVISIONAL) PREFABRICADO                 |  | 6           |   |   |                        | 6           |   |          |  |              | BUENO                                    | 9  |             |                        | 9  |   |             |
|                                 | ETERNIT O TEJA DE BARRO (CUBIERTA SENCILLA)                   |  | 9           |   |   |                        | 9           |   |          |  |              | LUJOSO                                   | 11 |             |                        | 16 |   |             |
|                                 | AJOITEA, ALUMINIO, PLACA SENCILLA CON ETERNIT O TEJA DE BARRO |  | 13          |   |   |                        | 13          |   |          |  |              | VALO                                     | 0  |             |                        |    |   |             |
| CONSERVACIÓN                    | PLACA IMPERMEABILIZADA, CUBIERTA LUJOSA U ORNAMENTAL          |  | 18          |   |   |                        | 16          |   |          |  | CONSERVACIÓN | REGULAR                                  | 2  |             |                        |    |   |             |
|                                 | VALO                                                          |  | 0           |   |   |                        | 0           |   |          |  |              | BUENO                                    | 4  |             |                        |    |   |             |
|                                 | REGULAR                                                       |  | 2           |   |   |                        | 2           |   |          |  |              | EXCELENTE                                | 5  |             |                        |    |   |             |
|                                 | BUENO                                                         |  | 4           |   |   |                        | 4           |   |          |  |              | 4. COCINA                                |    |             |                        |    |   |             |
|                                 | EXCELENTE                                                     |  | 5           |   |   |                        | 5           |   |          |  |              |                                          |    |             |                        |    |   |             |
| 2. ACABADOS PRINCIPALES         |                                                               |  | RESIDENCIAL |   |   | INDUSTRIAL O COMERCIAL |             |   | 3. BAÑO  |  |              | RESIDENCIAL                              |    |             | INDUSTRIAL O COMERCIAL |    |   |             |
|                                 |                                                               |  |             |   |   |                        |             |   |          |  |              |                                          |    |             |                        |    |   |             |
| FACHADAS                        | POBRE                                                         |  | 0           |   |   |                        | 2           |   |          |  | TAMANO       | SIN BAÑO                                 | 0  |             |                        |    |   |             |
|                                 | SENCILLA                                                      |  | 2           |   |   |                        | 4           |   |          |  |              | PEQUEÑO                                  | 1  |             |                        |    |   |             |
|                                 | REGULAR                                                       |  | 4           |   |   |                        | 6           |   |          |  |              | MEDIANO                                  | 2  |             |                        |    |   |             |
|                                 | BUENA                                                         |  | 6           |   |   |                        | 8           |   |          |  |              | GRANDE                                   | 3  |             |                        |    |   |             |
|                                 | LUJOSA                                                        |  | 8           |   |   |                        | 12          |   |          |  |              | SIN CUBRIMIENTO                          | 0  |             |                        |    |   |             |
| CUBRIMIENTO MUROS               | SIN CUBRIMIENTO                                               |  | 0           |   |   |                        | 0           |   |          |  | ENCHAPES     | PANETE, BALDOSA COMUN CEMENTO            | 1  |             |                        |    |   |             |
|                                 | PANETE, LADRILLO Prensado                                     |  | 1           |   |   |                        | 2           |   |          |  |              | BALDOSIN (<=11X11 cms.) CRISTALAC, PAPEL | 3  |             |                        |    |   |             |
|                                 | ESTUCCO, CERAMICA, PAPEL COLGADURA                            |  | 2           |   |   |                        | 3           |   |          |  |              | BALDOSIN (>11X11 cms.) CERAMICA          | 4  |             |                        |    |   |             |
|                                 | MADERA, PIEDRA ORNAMENTAL                                     |  | 3           |   |   |                        | 5           |   |          |  |              | MARMOL, ENCHAPE LUJOSO                   | 5  |             |                        |    |   |             |
|                                 | MARMOL, LUJOS, OTROS                                          |  | 4           |   |   |                        | 7           |   |          |  |              | POBRE                                    | 0  |             |                        | 0  |   |             |
| PISOS                           | TERRA PISADA                                                  |  | 0           |   |   |                        | 0           |   |          |  | MOBILIARIO   | SENCILLO                                 | 2  |             |                        | 3  |   |             |
|                                 | CEMENTO, MADERA BURDA                                         |  | 2           |   |   |                        | 3           |   |          |  |              | REGULAR                                  | 3  |             |                        | 6  |   |             |
|                                 | BALDOSA COMUN DE CEMENTO, TABLON LADRILLO                     |  | 3           |   |   |                        | 5           |   |          |  |              | BUENO                                    | 4  |             |                        | 9  |   |             |
|                                 | LISTON MACHO ENRIADO                                          |  | 4           |   |   |                        | 7           |   |          |  |              | LUJOSO                                   | 6  |             |                        | 13 |   |             |
|                                 | TABLITA, CAUCHO, ACRILICO, GRANITO, BALDOSA FINA              |  | 6           |   |   |                        | 9           |   |          |  |              | VALO                                     | 0  |             |                        |    |   |             |
| CONSERVACIÓN                    | PARKET, ALFOMBRA, RETAL DE MARMOL (GRAN PEQUEÑO)              |  | 8           |   |   |                        | 11          |   |          |  | CONSERVACIÓN | REGULAR                                  | 2  |             |                        |    |   |             |
|                                 | RETAL DE MARMOL, MARMOL, OTROS LUJOS                          |  | 9           |   |   |                        | 13          |   |          |  |              | BUENO                                    | 4  |             |                        |    |   |             |
|                                 | VALO                                                          |  | 0           |   |   |                        | 0           |   |          |  |              | EXCELENTE                                | 5  |             |                        |    |   |             |
|                                 | REGULAR                                                       |  | 2           |   |   |                        | 2           |   |          |  |              | 5. COMPLEMENTO INDUSTRIA                 |    |             |                        |    |   |             |
|                                 | BUENO                                                         |  | 4           |   |   |                        | 4           |   |          |  |              |                                          |    |             |                        |    |   |             |
| CONSERVACIÓN                    | EXCELENTE                                                     |  | 5           |   |   |                        | 5           |   |          |  | ENCHAPES     | MADERA                                   | 6  |             |                        |    |   |             |
|                                 |                                                               |  |             |   |   |                        |             |   |          |  |              | METAL CALAMANA                           | 12 |             |                        |    |   |             |
|                                 |                                                               |  |             |   |   |                        |             |   |          |  |              | METAL CAMERANA                           | 22 |             |                        |    |   |             |
|                                 |                                                               |  |             |   |   |                        |             |   |          |  |              | METAL ZA PESADA                          | 34 |             |                        |    |   |             |
|                                 |                                                               |  |             |   |   |                        |             |   |          |  |              | ALTURA                                   | 6  |             |                        |    |   |             |
| TOTAL PUNTOS:                   |                                                               |  | UNIDAD A    |   |   | UNIDAD B               |             |   | UNIDAD C |  |              |                                          |    |             |                        |    |   |             |

Título: Ficha de Calificación de la construcción

Fuente: Tomado del articulo (Melo Martinez &amp; Melo Martinez, 2003)

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante el desarrollo del marco metodológico:



## INFORMACIÓN EXISTENTE



Fuente: (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021) a partir de la información catastral y  
ortofotomosaico del IGAC, 2011



ACERCAMIENTO



CONSTRUCCIONES EN EL SECTOR



A partir del análisis de dicha información se encuentra que no existen construcciones asociadas a los predios de acuerdo con la base de datos catastral, suministrada por el IGAC.

En el siguiente cuadro se presenta la comparación de la información existente versus la generada.

| COMPARACION DE CONSTRUCCIONES A PARTIR DE IMAGENES                                  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |
| Construcciones existentes en ORTOFOTOMOSAICO 2011 del IGAC                          |  |



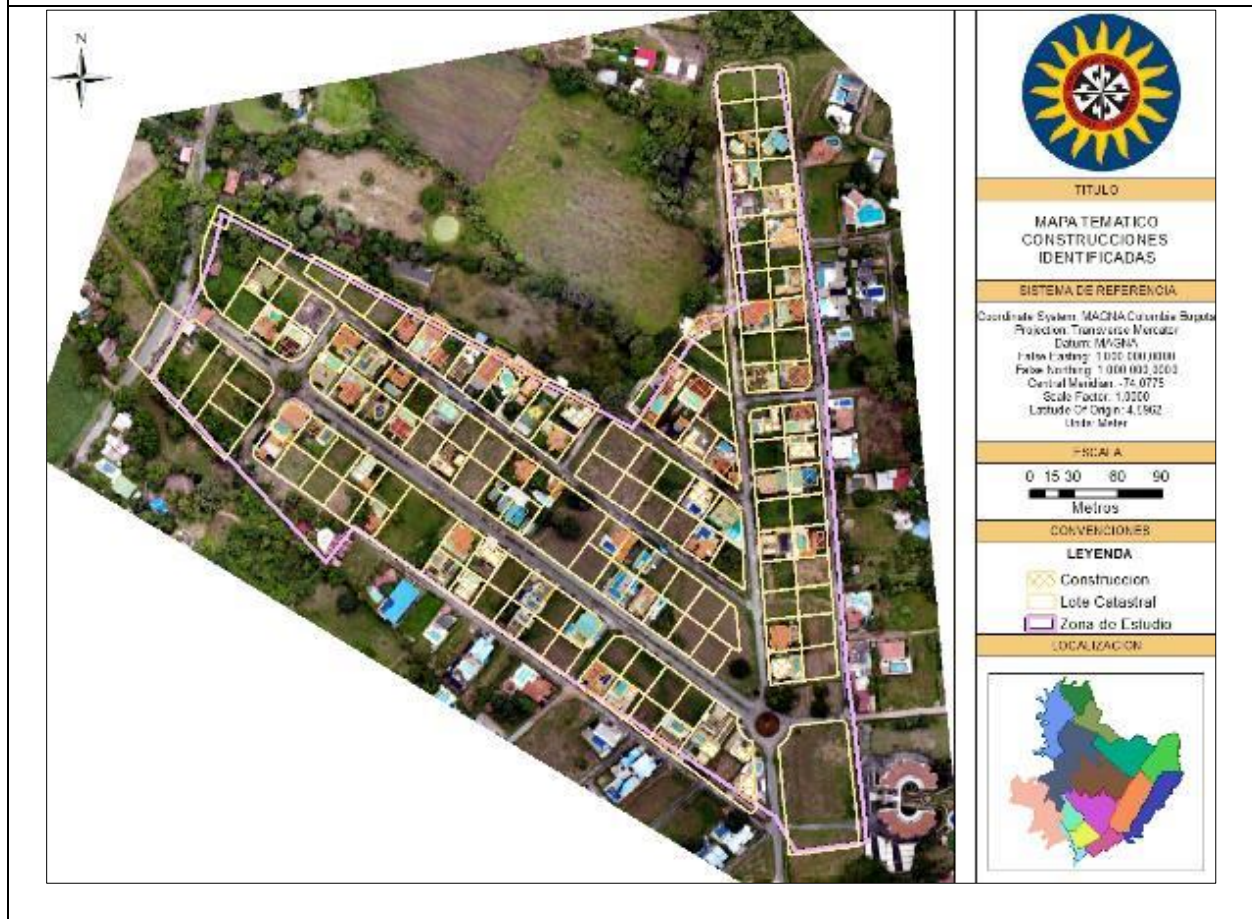
Construcciones existentes en ORTOFOTOMOSAICO 2021 de (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021)

En cifras se encuentra que existen 0 construcciones registradas y por tanto un área construida registrada de 0 m<sup>2</sup> en cada predio y así mismo un área total construida en la zona de estudio de 0m<sup>2</sup>. Y mediante la fotointerpretación de la ortofoto obtenida del desarrollo metodológico encontramos 160 construcciones, cada predio con construcción un área promedio de 210 m<sup>2</sup> (vivienda y piscina) y el área total construida de toda la zona estudio es de 16608,98 m<sup>2</sup>.

Nota: En la zona de estudio delimitada se encuentran 160 predios (lotes de terreno) de los cuales 79 se encuentran contruidos.



## MAPA TEMATICO DE CONSTRUCCIONES IDENTIFICADAS



Título: Mapa temático de construcciones identificadas

Fuente: (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021)

### APLICACIÓN A LA REALIDAD

A modo de comparación con un caso de estudio actual se encuentra la siguiente construcción, del predio identificado con numero predial nacional: 256120000000000030801800001450 presenta un área de 500 m<sup>2</sup> de terreno y 0 m<sup>2</sup> de construidos. Sin embargo, mediante la identificación predial o visita de reconocimiento se encuentra lo siguiente:



El cálculo del impuesto predial, se realiza con base en el avalúo catastral “El Avalúo Catastral consiste en la determinación del valor de los predios y se obtiene mediante la investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario.” (UAECD, 2019) y con base en este se determina la tarifa a aplicar por el municipio para hacer el recaudo de este tributo.



Por lo anterior se realiza un ejercicio valuatorio del predio denominado “caso de estudio” para obtener su valor actualizado, utilizando las metodologías de la resolución 620 de 2008 del IGAC, Artículo 1º.- Método de comparación o de mercado y Artículo 3º.- Método de costo de reposición. Aplicando únicamente el ejercicio práctico de la actividad valuatoria para lo cual se realiza el siguiente “mercado” y se obtiene lo siguiente:

| Oferta | Municipio | Ubicación          | Telefono              | Nombre           | Valor            | % de Neg. | Valor Negociado  | Terreno |               | Detalles de la Oferta                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
|--------|-----------|--------------------|-----------------------|------------------|------------------|-----------|------------------|---------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|        |           |                    |                       |                  |                  |           |                  | area m2 | Valor m2      | Descripción del Inmueble                                                                                                                                                                                                                                                                 | Fuente Oferta |
| 1      | Ricaurte  | San Marcos Poblado | 3204336737            | Jairo            | \$ 75.000.000,00 | 2%        | \$ 73.500.000,00 | 500     | \$ 147.000,00 | Descripción Lote de terreno n 36 cx del sector los almendros que hace parte del condominio del condominio turístico poblado San Marcos localizado en la vereda las Varas o los Monos del municipio de Ricaurte                                                                           |               |
| 2      | Ricaurte  | San Marcos Poblado | 3164653482            | Andres           | \$ 85.000.000,00 | 4%        | \$ 81.600.000,00 | 524     | \$ 155.725,19 | Espectacular lote, único con dos entradas (por arriba y por abajo del lote), hermosa vista panorámica. Punto de agua y de energía, impuestos y administración al día. Cerca a Carulla, Éxito, Colsubsidio.                                                                               |               |
| 3      | Ricaurte  | San Marcos Poblado | 3115152526<br>3931328 | Maria del Carmen | \$ 90.000.000,00 | 3%        | \$ 87.300.000,00 | 500     | \$ 174.600,00 | GRAN OPORTUNIDAD DE CONSTRUIR INVERSION CONDOMINIOS CUENTA CON MUY BUENA UBICACION ZONAS VERDES ZONAS SOCIALES fotos casas modelos SAN MARCOS DE POBLADO RICAURTE A 3 km de carulla pealiza por la via a Agua de Dios el lote tiene 500 mts el lote esta ubicado a 150 mts de la entrada |               |
| 4      | Ricaurte  | San Marcos Poblado | 3507905524            | Alejandro Dueñas | \$ 85.000.000,00 | 5%        | \$ 81.175.000,00 | 500     | \$ 162.350,00 | Hermoso lote 500 m2 condominio San Marcos poblado la mejor vista del condominio al lado de reserva forestal                                                                                                                                                                              |               |

Estudio de mercado (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021)

Y conforme con la resolución 620 de 2008 del IGAC, los siguientes resultados estadísticos:



| Oferta                  | Valor (M2)           |
|-------------------------|----------------------|
| 1                       | \$ 147.000,00        |
| 2                       | \$ 155.725,19        |
| 3                       | \$ 174.600,00        |
| 4                       | \$ 162.350,00        |
| Promedio                | \$ 159.918,80        |
| Desviación Estandar     | \$ 10.073,85         |
| Coficiente de Variación | 6,30%                |
| Coficiente de Asimetria | 0,401908825          |
| Limite Inferior         | \$ 149.844,94        |
| Limite Superior         | \$ 169.992,65        |
| Valor Adoptado m2       | \$ <b>159.918,80</b> |

Se adopta el siguiente valor para el metro cuadrado de terreno, con un valor de 159.918,80 pesos (mlv), y de acuerdo a la elaboración de presupuesto realizado para la construcción anteriormente mencionada, se asigna un valor de \$ 830.000 pesos metro cuadrado, para la unidad constructiva correspondiente a la piscina; Del mismo modo se establece un valor de construcción a nuevo para la unidad destinada a vivienda de hasta 3 niveles (estrato 6), por un valor de \$1'800.000 incluido AIU, en las dos construcciones.

Por lo anterior se tiene un valor de reposición a nuevo de:

| VALOR REPOSICION A NUEVO |          |              |                |
|--------------------------|----------|--------------|----------------|
| DESCRIPCION              | ÁREAS M2 | VALOR M2     | VALOR TOTAL    |
| Piscina                  | 54       | \$ 830.000   | \$ 44.820.000  |
| Vivienda                 | 408,58   | \$ 1.800.000 | \$ 735.444.000 |
| VALOR REPOSICION A NUEVO |          |              | \$ 780.264.000 |

Posteriormente se tiene la siguiente depreciación:



| TIPO DE CONSTRUCCION | EDAD | VIDA ÚTIL | EDAD EN % DE VIDA | ESTADO DE CONSERVACIÓN | DEPRECIACIÓN | VALOR REPOSICIÓN | VALOR DEPRECIADO | VALOR FINAL     | VALOR ADOPTADO  |
|----------------------|------|-----------|-------------------|------------------------|--------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| C1: Construcción     | 8    | 70        | 11,43%            | 1,5                    | 6,39%        | \$ 1.800.000     | \$ 115.042,70    | \$ 1.684.957,30 | \$ 1.684.957,00 |
| A2: Piscina          | 8    | 70        | 11,43%            | 1,5                    | 6,39%        | \$ 830.000       | \$ 53.047,47     | \$ 776.952,53   | \$ 776.953,00   |

Así el valor final m2 adoptado para la vivienda corresponde a \$1'684.957 (mlv) y para la construcción de piscina se adopta el valor de \$776.953 (mlv).

En ejercicio práctico el valor final de nuestro predio denominado caso de estudio corresponde a:

| VALOR TOTAL |          |              |                |
|-------------|----------|--------------|----------------|
| DESCRIPCION | ÁREAS M2 | VALOR M2     | VALOR TOTAL    |
| Lote        | 500      | \$ 159.919   | \$ 79.959.400  |
| Piscina     | 54       | \$ 776.953   | \$ 41.955.462  |
| Vivienda    | 408,58   | \$ 1.684.957 | \$ 688.439.731 |
| VALOR TOTAL |          |              | \$ 810.354.693 |

**SON:** ochocientos diez millones trescientos cincuenta y cuatro mil seiscientos noventa y tres pesos (MLV).

**Nota:** Las áreas liquidadas corresponden a áreas medidas a partir de la orto imagen generada mediante el sensor remoto.

A continuación, se presenta la información tributaria asociada al impuesto predial:



|                                                                  |                                                    |                                                  |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Código Catastral:</b> 2561200000000000031450801000000         |                                                    | <b>Año Vigencia:</b> 2021                        |
| <b>Código Catastral:</b> 000000031450801                         | <b>Dig. Ctl:</b> [ ]                               | <b>Tarifa:</b> 41                                |
| <b>Propietario:</b> [ ]                                          |                                                    | <b>Uso suelo:</b> [ ]                            |
| <b>NIT/C.C.:</b> [ ]                                             | <b>Tipo:</b> CEDULA DE CI                          | <b>Estrato:</b> [ ]                              |
| <b>Estado:</b> [ ]                                               | <b>LEY 1175</b> <input type="checkbox"/>           | <b>Rurales Recreativos, Industriales y comer</b> |
| <b>Código Catastral (15 dígitos):</b> [ ]                        | <b>No</b>                                          |                                                  |
| <b>Tipo de Predio:</b> <input type="checkbox"/> RURAL            |                                                    | <b>Destino Económico:</b> OG                     |
| <b>Cód. Catastral Cancelado:</b> [ ]                             |                                                    | <b>Avalúo Vigencia:</b> 31,838,000               |
| <b>Dirección Predio:</b> PRIMER SECTOR AZ EL PALMAR LT6          |                                                    | <b>Avalúo Vig Ant:</b> 30,911,000                |
| <b>Dirección Correspondencia:</b> PRIMER SEC EL PALMAR LT6       |                                                    | <b>Año Inicial del Predio:</b> 0                 |
| <b>Nombre del Predio:</b> PRIMER SECTOR AZ EL PALMAR LT6         |                                                    | <b>Periodo Inicial del Predio:</b> 1             |
| <b>Resolución:</b> [ ]                                           |                                                    | <b>Año Inicial Corpo Reg:</b> [ ]                |
| <b>Matrícula Inmobiliaria:</b> [ ]                               |                                                    | <b>Area Hectareas:</b> 0                         |
| <b>Teléfonos:</b> [ ]                                            |                                                    | <b>Area Metros:</b> 500                          |
| <b>Estado cartera:</b> NINGUNO                                   |                                                    | <b>Año Construcción:</b> 0                       |
| <b>Predio Ejdo:</b> <input type="checkbox"/>                     | <b>Alivio Tributario:</b> <input type="checkbox"/> | <b>Area Construida:</b> 0 0                      |
| <b>Vivienda Interes Social:</b> No es Vivienda de Interes Social |                                                    | <b>Actualiza Deuda</b> <b>Cartera Causada</b>    |
| <b>Estado Plusvalía:</b> [ ]                                     |                                                    |                                                  |
| <b>Evento de:</b>                                                |                                                    |                                                  |
| <b>Impuesto:</b> <input type="checkbox"/> No                     | <b>Otros Cobros:</b> <input type="checkbox"/> No   | <b>Año Pago:</b> 2021                            |
| <b>CAR:</b> <input type="checkbox"/> No                          | <b>LEY 44:</b> <input type="checkbox"/> No         | <b>Periodo:</b> 1                                |
| <b>Sobretasa:</b> <input type="checkbox"/> No                    | <b>Exento dec 678:</b> <input type="checkbox"/> No | <b>Valor Pagado:</b> 362,475.00                  |
|                                                                  |                                                    | <b>Fecha Pago:</b> 25/02/2021                    |
|                                                                  |                                                    | <b>Comprobante:</b> 2021112292                   |
|                                                                  |                                                    | <b>Fecha Factura:</b> 01/03/2021                 |
|                                                                  |                                                    | <b>Liquidación:</b> 28/02/2021                   |
|                                                                  |                                                    | <b>Valor Deuda:</b> 0                            |

Cuadro de liquidación de Impuesto Predial, Secretaría de hacienda.

De lo anterior se encuentra que presenta un Avalúo vigente de \$ 31'838.000 y sobre este valor paga un impuesto predial de \$362.475. A partir de los datos anteriores se extrae una tasa de 1,1385%.

Así las cosas, se presume que sobre el valor calculado \$ 810.354.693, aplicando una tasa de 1,1385 % el predio debería cancelar \$ 9.225.888. por concepto de impuesto predial. Sin embargo, al ser un valor tan alto es potestad de la administración municipal establecer el valor del avalúo catastral (el cual puede variar del 60 % al 100% del valor real) sobre el cual se aplica la tasa. De acuerdo con lo anterior el valor del impuesto predial oscila en los valores de \$ 5.535.532 y \$ 9.225.888.



Comparando el valor mínimo de avalúo catastral (adoptando el 60%) con el avalúo vigente una diferencia de \$ 454.374.816 y realizando la misma comparación con el valor pagado actual con el calculado sobre el 60% se obtiene una diferencia de \$ 5.173.057.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de lo evidenciado anteriormente:

| <b>Tipo</b> | <b>Fecha</b> | <b>Avalúo</b>  | <b>Tasa</b> | <b>Vr. Liquidado<br/>Impuesto</b> |
|-------------|--------------|----------------|-------------|-----------------------------------|
| Vigente     | 2021         | \$ 31.838.000  | 1,1385%     | \$ 362.475                        |
| Calculado   | 2021 (60%)   | \$ 486.212.816 |             | \$ 5.535.532                      |
|             | 2021 (100%)  | \$ 810.354.693 |             | \$ 9.225.888                      |

Cuadro Resumen (Garcia Rodriguez & Zapata Vega, 2021)

## ANALISIS DE RESULTADOS

Se esperaba encontrar los resultados obtenidos ya que sobre el sector rural del Municipio no se ha realizado un proceso de actualización catastral desde el año 2008, motivo por el cual muchas de las construcciones no se encuentran registradas ante la entidad Catastral que, para el municipio de Ricaurte – Cundinamarca, es el INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI.

Esto ocurre debido a que los usuarios o propietarios construyen con previa licencia de construcción, pero no realizan la respectiva inscripción de la construcción ante catastro, como una mutación de tercera categoría (incorporación de nuevas construcciones o edificaciones, o demolición) debido a que esto supone por su parte el incremento del impuesto predial ya que a partir del avalúo catastral se cobra dicho tributo. Por lo anterior y por el trámite que esto suponer,



se presume que los propietarios no realizan dicha inscripción. Por otra parte, debería ser deber del municipio como entidad territorial solicitar dicha inscripción a partir de las licencias de construcción.

Se encuentra indispensable que los insumos a utilizar sean productos de calidad elaborados por profesionales idóneos, pues a partir de estos, es que se realizan procesamientos posteriores.

Se identifica que, si la “malla” catastral o polígonos prediales no se encuentran dibujados o ajustados a lo encontrado en las aerofotografías, se pueden generar grandes errores ya que a partir de estos se realizan cálculos y demás productos transversales a los geoprocesamientos. Puede presentarse el caso que dicha malla no coincida con las construcciones o las divisiones que se observan, esto debido a que la tierra es dinámica y es normal que se presenten algunos desplazamientos sobre la corteza terrestres, lo cual supone un motivo más para procurar tener el inventario predial (catastro) actualizado.

## **CONCLUSIONES**

La base de datos catastral es el principal insumo para el cálculo de valores de construcción y así mismo de avalúos catastrales (los cuales tienen fines fiscales) en general, y dicho tributo presenta uno de los principales instrumentos de financiación para el desarrollo de actividades propias a la gestión territorial, motivo por el cual se nota su importancia.

Por otra parte, las herramientas tecnológicas existen para facilitar la vida del hombre y se crearon con el fin de satisfacer las necesidades del mismo; El uso de instrumentos y software especializado a partir del cual se puedan realizar mediciones, facilita el trabajo de campo y permite obtener datos que en muchas ocasiones no se pueden conseguir por diversos motivos (El



propietario no permite el ingreso a la construcción, no se encuentra, entre otros). Sin embargo, la obtención de información por sensores remotos no es una fuente de información completa para el desarrollo de procesos catastrales, pues existen datos que no se pueden obtener remotamente, como es el caso de la calificación de la construcción, el cual es de los principales insumos para dichos procesos.

La aplicación de la tecnología en procesos catastrales resulta muy útil ya que permite capturar masivamente información que probablemente en campo resultaría difícil de obtener y que sería costosa por el tiempo que supone a un reconocedor realizar labores de medición reconocimiento en general. Resulta más económico realizar una toma de información a partir de sensores remotos para identificar en oficina, que enviar reconocedores con el riesgo y salario que suponen a realizar analógicamente la misma labor, sin embargo, como se mencionó anteriormente es necesario manejar ambos recursos (tecnológico y humano) para optimizar las funciones de ejecución del proyecto de actualización explicado en el inicio de este documento.

## **RECOMENDACIONES**

Actualmente el uso de tecnologías se ha hecho indispensable para facilitar procesos y generar productos de mejor calidad, sin embargo, estos productos se generan a partir de equipos operados por recurso humano, motivo por el cual es muy importante que los operadores de equipos sean personas idóneas para llevar a cabo estas actividades y minimizar los errores, ya que productos insumo como las orto imágenes deben quedar con la mejor calidad posible para segregar productos a partir de esta, y realizar mediciones. A partir de lo cual se calculan o miden áreas que posteriormente sirven con fines fiscales, los cuales son instrumento de financiación y principal sustento de lo público.



Tomar puntos de control que permitan mejorar la calidad de la ortoimagen y ajustarla en su procesamiento es elemental para trabajar sobre la misma.

Es frecuente encontrar que la malla predial no es exacta sobre las imágenes que trasponen, sin embargo, se pueden realizar los ajustes y mediante geoprocesamientos asociar las construcciones al polígono predial correspondiente.

Las actividades de reconocimiento predial son esenciales, no se pueden realizar procesos aislados o completamente remotos, pues existe información como fachada y acabados que no se logra obtener de forma confiable como si lo es una inspección ocular.



## Bibliografía

- Andalucía, J. d. (2021). *Consejería de agricultura, ganadería, pesca y desarrollo sostenible- Union Europea*. Obtenido de Consejería de agricultura, ganadería, pesca y desarrollo sostenible- Union Europea:  
[http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.04dc44281e5d53cf8ca78ca731525ea0/?vgnextoid=c6fd05464ea09110VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=48f87d087270f210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextfmt=rediam&lr=lang\\_es](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.04dc44281e5d53cf8ca78ca731525ea0/?vgnextoid=c6fd05464ea09110VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=48f87d087270f210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextfmt=rediam&lr=lang_es)
- Anonimo. (2021). *Ortofoto*. Topografía para las tropas.
- Anonimo. (2021 recuperado). *Capítulo I. Detección remota*. Obtenido de  
[http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1\\_59\\_185\\_24\\_507.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_59_185_24_507.pdf)
- ArcGis. (2021). *Esri Official Distributor*. Obtenido de Esri Official Distributor:  
<https://www.sigs.info/productos/esri/plataforma-arcgis>
- Campbell, J. (2011). *Introduction to remote sensing*. Estados Unidos: MODTRAN.
- CONGRESO DE COLOMBIA. (11 de enero de 1984). *Función Pública*. Obtenido de  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1564#:~:text=Las%20autoridades%20catastrales%20tendr%C3%A1n%20la,aval%C3%BAo%20catastral%20originadas%20en%20mutaciones>
- Dasigno. (2021). *Alcaldía Municipal Tabio*. Obtenido de Alcaldía Municipal Tabio :  
<http://www.tabio-cundinamarca.gov.co/preguntas-y-respuestas/que-beneficios-trae-la-actualizacion-catastral>
- Esri. (2016). *ArcGIS for Desktop*. Obtenido de ArcGIS for Desktop:  
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/about-projected-coordinate-systems.htm>
- Fonseca, D. C. (20 de Enero de 2019). *Esri-Colombia*. Obtenido de Esri-Colombia:  
<https://esri.co/arcgisblog/sensores-remotos-solucion-catastro-multiproposito/>
- FRANCO, A. M. (2019). *Actualización Catastral en Bogotá con Información Planimétrica y Altimétrica usando Dron con LiDAR*. Bogotá, Colombia.



- Garcia Rodriguez, K. A., & Zapata Vega, A. M. (7 de octubre de 2021). *Análisis del proceso de actualización catastral para las mutaciones de tercera y quinta clase, mediante el uso de percepción remota. Caso piloto: Municipio de Ricaurte, Cundinamarca-Vereda Llano del Pozo*. Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomás.
- Gracia, N. (2021). La teledetección satelital: su aplicación en el catastro territorial. En N. Gracia, *SAO/NASA Astrophysics Data System (ADS)* (págs. 51- 55). Buenos Aires, Argentina: Norma Longdon ESA SP-363. European Space Agency.
- IGAC. (2021). *ACTUALIZACIÓN CATASTRAL*. Obtenido de ACTUALIZACIÓN CATASTRAL: [https://igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/catastro-multiproposito/actualizacion\\_catastral.pdf](https://igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/catastro-multiproposito/actualizacion_catastral.pdf)
- IGAC. (2021). *ACTUALIZACIÓN CATASTRAL*. Obtenido de ACTUALIZACIÓN CATASTRAL: [https://igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/catastro-multiproposito/actualizacion\\_catastral.pdf](https://igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/catastro-multiproposito/actualizacion_catastral.pdf)
- IGAC. (2021). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de ¿Cuál es el papel del Igac en la gestión catastral?: <https://igac.gov.co/es/catastro-multiproposito/preguntas-frecuentes>
- IGAC. (2021). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de Catastro- ¿Qué son las mutaciones y cuántas clases de mutaciones hay?: <https://igac.gov.co/es/catastro-multiproposito/preguntas-frecuentes#:~:text=El%20Instituto%20Geogr%C3%A1fico%20Agust%C3%ADn%20Codazzi%20es%20la%20autoridad%20catastral%20del,y%20departamentos%20en%20este%20proceso.>
- IGAC. (2021). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de Instituto Geográfico Agustín Codazzi: <https://igac.gov.co/es/catastro-multiproposito/preguntas-frecuentes>
- IGAC. (2021). *INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI*. Obtenido de INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI: <https://www.igac.gov.co/es/contenido/en-que-consiste-el-proceso-de-actualizacion-catastral#:~:text=El%20Articulo%2097%20de%20la,Actualizaci%C3%B3n%20de%20la%20formaci%C3%B3n%20catastral>
- IGAC. (15 de 05 de 2021). *INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI*. Obtenido de INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI: <https://www.igac.gov.co/es/contenido/que-son-las-escalas-y-cual-es-su-importancia>



IGAC. (2021). *INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI*. Obtenido de INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI: <https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/magna-sirgas>

IGAC. (2021). *INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI*. Obtenido de ¿En qué consiste el proceso de actualización catastral: <https://www.igac.gov.co/es/contenido/en-que-consiste-el-proceso-de-actualizacion-catastral#:~:text=El%20Articulo%2097%20de%20la,Actualizaci%C3%B3n%20de%20la%20formaci%C3%B3n%20catastral>

IGAC Resolucion 2555 de 1988. (2021). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Obtenido de Decreto 3496 de 1988 : <https://www.consejodeestado.gov.co/documentos/boletines/PDF/25000-23-27-000-2002-02030-01.pdf>

Instituto Geografico Agustín Codazzi. (30 de enero de 2020). Obtenido de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/que-son-las-mutaciones-y-cuantas-clases-de-mutaciones-hay#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20Art%C3%ADculo%20114%20de,Son%205>.

Martinez Corza, J. J., Parra Garcia, G. B., & Villalobos Montaña, S. (2021 recuperado). *La importancia de la Actualización de la Cartografía*. Colonias Lindavista, Mexico: Unidad Adolfo Lopez Mateos, Zacatenco.

Melo Martinez, C., & Melo Martinez, O. (2003). Estimación de precios hedónicos para propiedades residencial y comercial en la ciudad de Bogotá. *Ciencia, Investigación, Academia y Desarrollo*, 10-17. Obtenido de Ciencia, Investigación, Academia y Desarrollo: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/download/2846/4135?inline=1>

QUIMBAY LÓPEZ , C. A., & LEIVA FONSECA , E. F. (2016). *GENERACIÓN DE UN MODELO DIGITAL DE TERRENO GEORREFERENCIADO*. BOGOTÁ, D.C.

Rodriguez Barrientos, I., & Velazquez Bermudez, I. M. (2020). LA PERCEPCIÓN REMOTA Y SUS APLICACIONES EN LOS. *Informatica-POR LA TRANSFORMACION DIGITAL*, (pág. 8). La Habana, Cuba.

UAECD. (2019). *Catastro Bogota*. Obtenido de <http://www.catastrobogota.gov.co/glosario/avaluo-catastral>

UAECD. (2019). *Catastro Bogotá*. Obtenido de <https://www.catastrobogota.gov.co/node/122/>



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, A.C. (2021). *Metodología de la investigación*. Obtenido de Características cualitativo y cuantitativo:  
<http://www.monografias.com/trabajos38/investigacion-cualitativa/investigacion-cualitativa2.shtm>

Valente, M., & Pérez, P. (2018). *Read the Docs-Sphinx*. Obtenido de Read the Docs-Sphinx:  
<https://www.google.com/search?q=traductor&oq=traductor&aqs=chrome.69i59j0i433j0i20i263j0i433l2j69i61l2.2884j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Villegas Vega, H. (2008). *INTRODUCCION A LA PERCEPCION REMOTAA Y SUS APLICACIONES GEOLOGICAS (Guia para los asistentes)*. Bogotá: INGEOMINAS.

von Martini, A., Bragachini, M., Bianchini, A., Martellotto, E., & Méndez, A. (s.f.). *PERCEPCIÓN REMOTA*. Argentina: Agricultura de Precisión INTA Manfredi .