

2020

Apropiación de herramientas para teledetección en el reconocimiento de condiciones urbanísticas en asentamientos carenciados

Ana María Quimbaya Guendica
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria



Part of the [Environmental Engineering Commons](#)

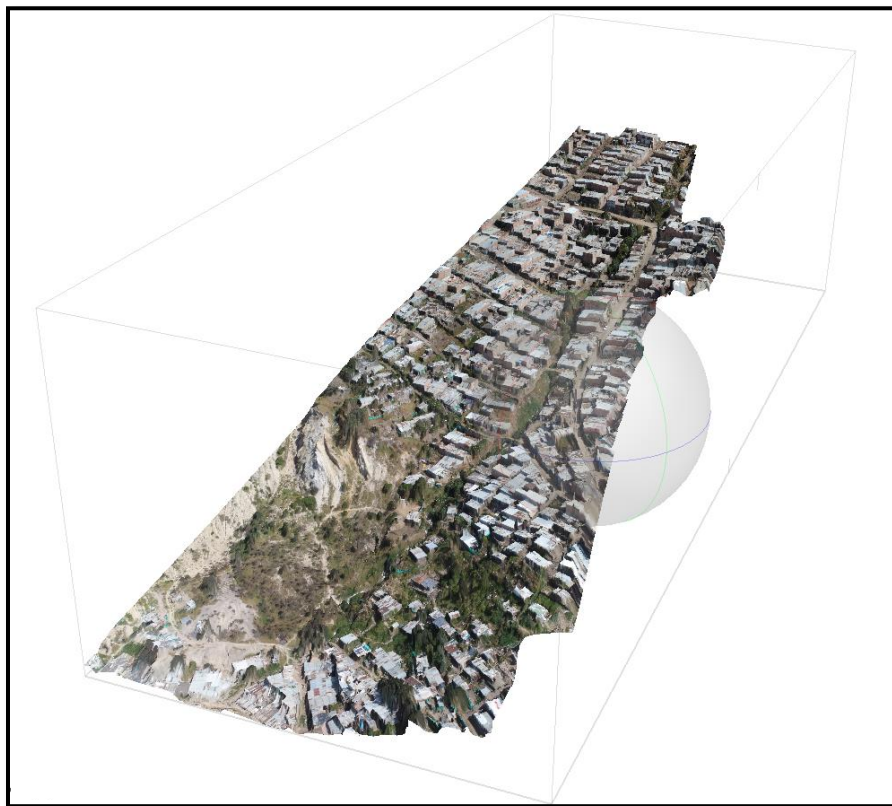
Citación recomendada

Quimbaya Guendica, A. M. (2020). Apropiación de herramientas para teledetección en el reconocimiento de condiciones urbanísticas en asentamientos carenciados. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1855

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**APROPIACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA TELEDETECCIÓN EN EL
RECONOCIMIENTO DE CONDICIONES URBANÍSTICAS EN ASENTAMIENTOS
CARENCIADOS.**

**Metodología para la apropiación de las aplicaciones DroneDeploy, Agisoft y QGIS como
herramientas en el reconocimiento de características de saneamiento básico en el
asentamiento carenciado Carlos Pizarro ubicado en el municipio de Soacha-
Cundinamarca.**



Participación como asistente de proyecto de investigación

Estudiante: Ana María Quimbaya Guendica

Tutora: Mayerling Sanabria Buitrago

Jurado: Gabriel Humberto Rivera Cespedes

Bogotá 2020

Índice General

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
2.	ANTECEDENTES.....	9
3.	OBJETIVOS.....	10
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
4.	DESARROLLO DE LA ASISTENCIA DE INVESTIGACIÓN	11
4.1.	SELECCIÓN DE SOFTWARE	11
4.2.	REGISTRO FOTOGRÀFICO.....	14
4.3.	PROCESAMIENTO DE FOTOGRAFÍAS.....	18
4.3.1.	Descarga de <i>software</i>	18
4.3.2.	Generar mosaicos	18
4.3.3.	Georreferenciación de mosaicos	20
4.4.	PROCESAMIENTO DE MOSAICOS.....	25
4.4.1.	Edición de mosaicos en software QGIS.....	25
4.5.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	28
4.5.1.	Registro fotográfico	28
4.5.2.	Procesamiento de fotografías en software Agisoft PhotoScan	29
4.6.	RECONOCIMIENTO DE CARACTERÍSTICAS DE SANEAMIENTO EN QGIS	30
4.7.	PROTOCOLO	32
4.7.1.	Toma de fotografías.....	34
4.7.2.	Descarga del software Agisoft PhotoScan	41
4.7.3.	Georreferenciación	44
4.7.4.	Edición.....	58
5.	CONCLUSIONES.....	68
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	70

Índice de Tablas

Tabla 1. Matriz comparativa de Software	13
Tabla 2. Relación de altura y No. de fotografías.....	16
Tabla 3. Tiempo de procesamiento a cada altura.....	18
Tabla 4. Coordenadas de los puntos de control de la cancha de baloncesto del parque Marsella	20
Tabla 5. Error en metros despues de georeferenciar (20 m de altura)	24
Tabla 6. Error en metros despues de georeferenciar (40 m de altura)	24
Tabla 7. Error en metros despues de georeferenciar (50 m de altura)	24
Tabla 8. Tamaño inicial y final de la información.....	25

Índice de Figuras

Figura 1. Dron Phantom 4*.....	14
Figura 2. Plan de vuelo en la aplicación DroneDeploy.....	15
Figura 3. Ubicación del barrio Carlos Pizarro	17
Figura 4. Relación Altura vs Tiempo.....	19
Figura 5. Relación No. Cámaras vs Tiempo	19
Figura 6. Puntos de control de la cancha del parque Marsella.....	21
Figura 7. Mosaico del Parque Marsella a una altura de 20 metros	22
Figura 8. Mosaico del Parque Marsella a una altura de 40 metros	22
Figura 9. Mosaico del Parque Marsella a una altura de 50 metros	23
Figura 10. Longitudes de la cancha de baloncesto.....	25
Figura 11. Identificación de longitudes medidas en el software a una altura de 20 metros	26
Figura 12. Identificación de longitudes medidas en el software a una Altura de 40 metros.....	27
Figura 13. Identificación de longitudes medidas en el software a una Altura de 50 metros.....	27
Figura 14. Ruta de vuelo programada en el barrio Carlos Pizarro.....	28
Figura 15. Mosaico con modelo de elevación del barrio Carlos Pizarro	29
Figura 16. Edición del Mosaico obtenido del Barrio Carlos Pizarro	30
Figura 17. Shape de Vías Carreteables	31
Figura 18. Shape de drenaje de agua residual.....	31
Figura 1. Ejemplo de Ubicación Geográfica.....	44
Figura 2. Tipos de Proyecciones.....	45
Figura 3. Ejemplo de coordenadas (X,Y,Z) de un punto en Google Earth	45

GLOSARIO

Acceso al saneamiento básico: comprende seguridad y privacidad en el uso de estos servicios.

Amenaza: factor que constituye un riesgo para la comunidad expuesta, identificado con un potencial de ocurrencia alto por un fenómeno natural o por una actividad humana, generando así, daños y pérdidas.

Asentamientos carenciados: corresponden a asentamientos con deficiencias en servicios públicos, vialidad por la zona donde se encuentran ubicados y equipamientos urbanos (parques, bibliotecas, etc.).

Asentamiento de origen ilegal: modalidad de asentamiento humano, el cual implica el desarrollo progresivo de viviendas en predios fuera del control de los propietarios.

Cobertura de saneamiento básico: porcentaje de personas que emplean los servicios de saneamiento como, por ejemplo, conexión a alcantarillas públicas; conexión a sistemas sépticos, recolección y transporte de residuos sólidos, etc.

Dron: aeronave no tripulada.

Fotogrametría: implementación de tecnología para obtener medidas precisas de objetos físicos y su entorno, a través de grabación, medida e interpretación de imágenes y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos.

Georreferenciación: consiste en el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella.

Mosaico: es el producto de fotografías consecutivas georreferenciadas para producir una imagen general de una zona determinada.

Saneamiento básico: es la tecnología que permite tratar y distribuir agua potable, eliminar higiénicamente las excretas, aguas residuales y residuos sólidos manteniendo un ambiente sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios.

Sistema de Información Geográfica (SIG): es un sistema empleado para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia espacialmente.

Software libre: es la denominación del *Software* que respeta la Libertad de los usuarios sobre su producto adquirido y, por tanto, una vez obtenido puede ser usado, copiado, estudiado, cambiado y redistribuido libremente.

Sistema de coordenadas geográficas: es un sistema de coordenadas geográficas (GCS) se utiliza una superficie esférica de tres dimensiones para definir ubicaciones en la Tierra.

Ortorectificación: eliminación de distorsiones geométricas y de escalas inherentes en las fotografías e imágenes aéreas o satelitales.

Ortomosaico: es un producto de imagen fotogramétricamente ortorectificado organizado como mosaico a partir de una colección de imágenes, donde la distorsión geométrica se ha corregido y donde se ha realizado un balance de color de las imágenes para producir un mosaico continuo.

Vulnerabilidad: susceptibilidad que presenta una comunidad frente a las amenazas a la que está expuesta, es un fenómeno relacionado con la carencia de desarrollo que presenta una sociedad; compuesta por fragilidad física y social o de exposición.

RESUMEN

La información sobre las áreas de barrios carenciados que cambian rápidamente puede apoyar el desarrollo de intervenciones apropiadas por parte de las autoridades interesadas. Sin embargo, a menudo, los métodos tradicionales de recopilación de datos carecen de información sobre las condiciones específicas de saneamiento básico de estas comunidades o representan gastos económicos considerables. Los métodos basados en teledetección como el dron en este caso, podrían usarse para realizar un inventario rápido de las condiciones de agua potable, agua residual y su composición física dentro de los barrios carenciados. Este documento desarrolla una metodología para conceptualizar los barrios carenciados en cuanto a sus características de saneamiento básico, utilizando los software DroneDeploy, Agisoft PhotoScan y QGIS, aplicando esta metodología en el barrio Carlos Pizarro como piloto inicial se busca identificar las condiciones iniciales de vuelo y definir las características identificables mediante las fotografías aéreas tomadas con dron utilizando el análisis de imágenes y reconociendo sus limitaciones, estas características pueden ser diferentes para otras áreas de estudio, pero muestran la aplicabilidad de la metodología desarrollado.

ABSTRACT

Information on rapidly changing areas of slums can support the development of appropriate interventions by interested authorities. However, traditional methods of data collection often lack information on the specific basic sanitation conditions of these communities or represent considerable economic expenses. Remote sensing-based methods such as drone in this case could be used to quickly inventory the conditions of drinking water, wastewater and its physical composition within slums. This document develops a methodology to conceptualize the slums in terms of their basic sanitation characteristics, using the DroneDeploy, Agisoft PhotoScan and QGIS software, applying this methodology in the Carlos Pizarro neighborhood as the initial pilot seeks to identify the initial flight conditions and define The characteristics identifiable by aerial photographs taken with drone using image analysis and recognizing their limitations, these characteristics may be different for other areas of study, but show the applicability of the methodology developed.

INTRODUCCIÓN

Debido al rápido crecimiento poblacional o demográfico que es posible evidenciar en los países latinoamericanos, las entidades públicas y gubernamentales se encuentran en la imperiosa obligación de gestionar actividades de planeación, en las cuales se deben involucrar las poblaciones más vulnerables que, por diferentes circunstancias, se ven en la necesidad de abandonar sus lugares de origen, llegando a ciudades con alta densidad poblacional, incrementando la presencia de asentamientos en zonas de invasión y en condiciones carenciadas. No obstante, los procesos de legalización representan costos elevados para las entidades gubernamentales, y como consecuencia de ello, en el macroproyecto se identificó una alternativa conveniente en cuanto a la reducción de tiempos en el levantamiento de la información que requiere de varios profesionales y largas jornadas de trabajo, lo cual también representa mayores gastos económicos.

La apropiación de nuevas tecnologías como vehículos aéreos no tripulados (Dron Phantom 4), *software* de procesamiento de imágenes (Agisoft PhotoScan) y *software* SIG de uso libre (QGIS), hacen parte del desarrollo del presente informe, donde se expone el trabajo realizado como asistente de investigación del proyecto “Apropiación de herramientas para la teledetección en el reconocimiento de condiciones urbanísticas en asentamientos carenciados” apoyado por la Vicerrectoría de Investigación y Transferencia (VRIT) de la Universidad de La Salle. En convenio con el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) con sede en Colombia, se pretende generar una metodología de fácil aplicabilidad, con el fin de promoverla y presentarla como una alternativa a los extensos estudios que deben implementar actualmente las alcaldías y gobernaciones para el proceso de legalización de barrios carenciados y, a su vez, salvaguardar los derechos de las personas en situación de desplazamiento.

El macroproyecto se desarrolla de manera interdisciplinar requiriendo profesionales del área de la ingeniería civil y ambiental, urbanismo, biología y ecología. Sin embargo, en el presente documento se contemplan dos etapas: la primera se enfoca en el procesamiento de las imágenes en el *software* Agisoft PhotoScan hasta la fase de georreferenciación y una fase en la cual se desarrolla la edición geográfica por medio del *software* libre QGIS; y la segunda etapa contempla el aporte de un manual de procesamiento de imágenes, en aras de que esta alternativa pueda ser replicada en diferentes municipios. De esta manera, se muestra cómo se apoya el desarrollo del capítulo donde se describe el procesamiento de fotografías tomadas con dron en el *software* seleccionado y se definen las actividades a seguir para tomar, georreferenciar y editar las fotografías.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia, la aplicación de la teledetección para el reconocimiento del territorio se viene dando de manera gradual en relación con diversos ámbitos como lo son la planificación y el ordenamiento territorial, el manejo y gestión del riesgo, o la protección y conservación del medio ambiente. Sin embargo, debido a la complejidad técnica de estos sistemas, como consecuencia, emergen altos costos relacionados con los salarios de profesionales especializados o con la compra de imágenes satelitales de alta calidad, lo cual significa una limitación de orden financiero al momento de llevar a cabo efectiva y pronta implementación.

En este sentido, el problema planteado que rige esta investigación hace alusión a la falta de apropiación de herramientas geoinformáticas que faciliten su aplicación en ejercicios de reconocimiento de condiciones de saneamiento básico de asentamientos humanos carenciados. Lo anterior, porque sus resultados constituyen un aporte concreto, útil y altamente pertinente en el actual escenario del ordenamiento territorial a nivel nacional, especialmente por parte de actores tomadores de decisión en contextos con limitaciones técnicas y económicas para la implementación de proyectos de alto costo.

2. ANTECEDENTES

Actualmente, a nivel nacional, aunque se cuenta con guías que orientan con respecto a la información base para el diagnóstico de sectores en alto riesgo, estas no recomiendan ningún tipo de equipos los cuales faciliten la captura de datos en campo. No obstante, otros documentos hacen énfasis en el empleo de información geográfica y la aplicación de tecnologías relacionadas (imágenes de satélite y GPS en campo) en el ámbito de la cooperación para el desarrollo de las Organizaciones No Gubernamentales (ONG), brindando información para la planificación y la toma de decisiones (Rodríguez & Bosque, 2009).

Por otra parte, existen diversos escritos que relatan el uso de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) para la evaluación y planificación en barrios informales, especialmente en la actualización constante de información apoyada en el uso de *software* libre (Pérez, 2009). En un contexto adicional, el uso de sistemas de información geográfica ampara la información catastral (Reyes et al., 2009).

Recientemente, entidades de orden internacional como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha puesto de manifiesto la importancia del uso de aeronaves no tripuladas tipo dron en el control del desarrollo urbano, y hace hincapié en la gestión de zonas con valor ambiental, así como en el control de procesos de reasentamiento poblacional (BID, 2015). Por otro lado, otros autores exponen la importancia de la cartografía en la reducción de riesgos en zona urbana mediante la gestión de información de mapas de vulnerabilidad, de cuantificación de pérdidas potenciales y de aspectos como la identificación de predios con carencia de conexión al servicio de abastecimiento de agua. Sin embargo, uno de los aspectos más relevantes consiste en la participación comunitaria en la toma de registros en campo (Lambert & Poblet, 2015).

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Aplicar las herramientas DroneDeploy, Agisoft y QGIS en el reconocimiento de características de saneamiento básico del asentamiento carenciado Carlos Pizarro ubicado en el municipio de Soacha - Cundinamarca.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir los recursos necesarios para la toma y procesamiento de fotografías tomadas por la aeronave no tripulada.
- Presentar la metodología para generar mosaico georreferenciado en el programa Agisoft PhotoScan.
- Identificar las características de saneamiento básico que se pueden reconocer mediante el software QGIS.
- Generar un protocolo que describa el uso de los diferentes software en la toma y el procesamiento de fotografías tomadas por el drone.

4. DESARROLLO DE LA ASISTENCIA DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentará de manera secuencial el desarrollo de la asistencia de investigación para el proyecto VRIT “Apropiación de herramientas para la teledetección en el reconocimiento de condiciones urbanísticas en asentamientos carenciados”, liderado por el profesor del programa de Ingeniería Civil Orlando Rincón Arango.

Para tal propósito, se expone de manera consecutiva la manera en que se abordaron las actividades planteadas desde el anteproyecto, las cuales se evidencian en cada subtítulo. Dichas actividades se formularon inicialmente como apoyo de los capítulos de: programación de vuelo y toma de fotografías con dron, procesamiento y georreferenciación de imágenes y, finalmente, el capítulo de edición de imágenes; estos capítulos hacen parte del manual donde se describe la metodología empleada para el reconocimiento de condiciones urbanísticas en asentamientos carenciados por medio de nuevas herramientas tecnológicas como el uso del Dron Phantom 4. La metodología parte del interés por un sistema de baja complejidad y bajo costo que facilite la implementación por entidades gubernamentales con poder de decisión sobre actividades de legalización de barrios carenciados.

4.1. SELECCIÓN DE SOFTWARE

Dado que las licencias de los *software* de procesamiento geográfico de imágenes o fotografías aéreas oscilan entre los 100 y 300 dólares mensuales, se hizo necesario encontrar un *software* libre, el cual contara con herramientas claras y de baja complejidad, en aras de facilitar su uso a las entidades o comunidades que busquen implementar esta metodología.

Para tal fin, se identificaron diferentes *software* que realizaran el procesamiento de imágenes tomadas por dron, de esta selección se evaluaron los siguientes programas:

- ☛ ILWIS: desarrollado por University of Twente (UT) en el año 2005, es un *software* de SIG y teledetección, el cual facilita el procesamiento de imágenes y análisis espacial.
- ☛ Agisoft PhotoScan: es un *software* independiente que permite el procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales, producción de modelos 3D para aplicaciones SIG, desarrollado por Agisoft LLC y lanzado al público en el año 2010.
- ☛ ArcGIS: desarrollado por la empresa ESRI (Environmental System Research Institute), es una aplicación SIG que permite analizar, procesar y crear datos geográficos, su primera versión fue ArcGIS 10.1, publicada en junio de 2012.
- ☛ QGIS: es un *software* libre impulsado por voluntarios, presentado desde el año 2008 como una aplicación profesional de SIG para editar, visualizar y publicar información geoespacial. Se encuentra disponible para 26 países.

✿ Pix4D: su versión más reciente fue publicada en julio de 2019, sin embargo, su fecha inicial de lanzamiento fue en el año 2011. Pix4D lleva el mismo nombre de la empresa Suiza desarrolladora del *software* que facilita la automatización de vuelo y transferencia de imágenes para su procesamiento fotogramétrico.

Los criterios de evaluación para tener en cuenta fueron: la cobertura de sistema operativo, el valor de licencia, facilidad de instalación, idioma, requerimientos de memoria, velocidad y procesador del computador donde se va a instalar el programa. Finalmente, se estimó que cada programa contara con las herramientas de georreferenciación, ortorectificación, y edición para ejecutar el proyecto.

Así pues, mediante la matriz de comparación se distinguieron dos programas, los cuales cuentan con la totalidad de las herramientas necesarias para la ejecución del proyecto, estos son, Agisoft PhotoScan y Pix4D. Ambos programas reconocen la ruta de vuelo desarrollada por el dron para la toma de las fotografías, y por ello, se facilita la producción casi que inmediata del mosaico y, además, reconocen las coordenadas de cada una de las imágenes. Por lo anterior, hay que aclarar que otros programas como ArcGIS, QGIS e ILWIS también cuentan con la herramienta de georreferenciación, no obstante, este proceso debe hacerse de manera manual, indicando cada una de las coordenadas, lo cual hace que el procesamiento de las imágenes sea dispendioso, ya que para georreferenciar cada una de las fotografías que toma el dron se requeriría de dos puntos de control o coordenadas como mínimo para generar el mosaico.

Otra de las variables de selección importantes se encuentra en estrecha relación con el costo del programa, pues a pesar de que uno de los objetivos del estudio es hacer uso de un *software* libre, no existe un programa con la totalidad de herramientas para la ejecución del proyecto que sea gratuito. En consecuencia, se recomienda el uso del *software* durante el periodo de prueba. Para el presente análisis, ambos programas de procesamiento de imágenes tomadas con dron cotaron con un periodo de prueba de un mes, tiempo suficiente para que se generara el mosaico. Bajo dicha lógica, se sugirió complementar el proceso con el programa QGIS para realizar la edición del mosaico una vez generado.

Finalmente, para la selección de uno de los *software*, se tuvo en cuenta la facilidad de aplicación de las herramientas. A, criterio de la desarrolladora del proceso (autora), se definió el uso del programa Agisoft PhotoScan, ya que cuenta con las herramientas de configuración del programa en español y los pasos para generar el mosaico son de fácil y rápida comprensión.

A continuación, se observa la matriz comparativa con cada una de las variables tenidas en cuenta para la selección del *software*:

Tabla 1. *Matriz comparativa de Software*

Programa	Requisitos mínimos					Costos			Herramientas			
	Sistema operativo	Disco duro	Procesador	Memoria	Velocidad	Periodo de prueba	Licencia estándar	Licencia Profesional	Mosaico	Georreferenciación	Ortorectificación	Edición
ILWIS	Windows 95, 98, Me, NT4 y 2000.	180 GBs, CD Writer	Pentium III	128 MB de RAM	-	-	-	Gratuito		X	X	X
Agisoft PhotoScan	Windows XP/Vista/7/8/10, Mac OS, Linux.	500 GB SSD Drive	Intel Core i7 Octa-core o hexa-core, Socket LGA 2011-v3 o 2011 (Broadwell-E, Haswell-E, Ivy Bridge-E o Sandy Bridge-E)	32 - 64 GB de RAM	3GHz >	1 MES	179 USD/ T ilimitado	3499 USD/ T ilimitado	X	X	X	X
ArcGIS	Windows 10 Home, Windows 8.1, Windows 7 Ultimate, Windows Server 2019, Windows Server 2016, Windows Server 2012, Windows Server 2008.	2,4 GB	Intel Core Duo, Pentium 4 or Xeon Processors Intel Core Duo, Pentium 4 o Xeon	Mínimo: 4 GB Recomendado: 8 GB Óptima: 16 GB o más	2,2 GHz ³	21 días con inscripción de tarjeta	-	340,000 COP/mes		X	X	X
QGIS	Microsoft Windows XP, Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 10.	4 GB	Intel Pentium 4, Intel Core Duo	8 GB	2,2 GHz ³	-	-	Gratuito		X	Complemento	X
Pix4D	Windows 7, 8, 10, Server 2008, Server 2012	10 - 80 GB	Intel i5 / i7 / Xeon	4 - 16 GB	2.5 Ghz - 5.8 GHz	1 MES	-	4990 USD / T. Ilimitado 350 USD / MES	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia

Vale la pena aclarar que, además de no contar con las herramientas que facilitarían la generación del mosaico, el resto de los programas también se descartaron por dificultad en el manejo para el caso de ILWIS y porque solo funciona con la compra de la licencia para el caso de ArcGIS; para el caso de QGIS, como se mencionó anteriormente, este programa también se utilizó como complemento en el proceso de edición, reconocimiento y diagnóstico, reiterando que es un *software* de acceso totalmente libre.

4.2. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Inicialmente, se evaluaron las aplicaciones gratuitas disponibles para la toma de fotografías con dron, pues a pesar de que el Dron Phantom 4*⁽⁶⁾ cuenta con una aplicación propia y gratuita (DJI GO 4) creada por la compañía DJI para controlar el vuelo y la toma de fotografías del dron, esta no se especializa en la generación de una ruta de vuelo la cual, a su vez, tome la cantidad de fotografías necesarias para producir un mosaico de calidad. Lo anterior, se debe a que el enfoque de la aplicación es más recreativo. Sumado a ello, es importante mencionar que la toma manual de las fotografías aumenta el porcentaje de error a la hora de generar el mosaico, puesto que el piloto no puede garantizar que el vuelo sobre el área de estudio se realice siempre a la misma velocidad y altura, ni que se mantenga estrictamente en líneas rectas. En contraste con lo anterior, eso sí se garantiza por medio de la programación de una ruta de vuelo y toma automática de las fotografías.

Por ello, en principio se realizó la búsqueda de una aplicación que permitiera programar, de manera fácil y rápida, la ruta de vuelo. Para ello, se tuvo en cuenta: la facilidad de manejo, el libre acceso, la compatibilidad con DJI y, por último, las calificaciones o reseñas que aparecen al momento de descargar la aplicación, ya que los comentarios de los usuarios sirvieron como referencia en cuanto a la funcionalidad de la aplicación. Teniendo en cuenta las características ya descritas, se definió DroneDeploy ⁽⁷⁾ como la aplicación para realizar la toma de fotografías en campo con el Dron Phantom 4*.

En ese sentido, se definieron dos áreas de estudio: la primera, como propósito para el reconocimiento de las características de vuelo del dron (Parque Marsella - Bogotá); y la segunda, para desarrollar la metodología planteada en el protocolo anexo al presente informe (Barrio Carlos Pizarro Soacha). Posteriormente, se instaló la aplicación (celular o Tablet), se hizo el reconocimiento de campo para definir el punto de despegue, puntos de control o referencia para realizar el proceso de georreferenciación.

El presente estudio se realizó en dos zonas diferentes. En principio, como actividad de reconocimiento y exploración del funcionamiento tanto del dron como de la aplicación, se definió como zona de estudio el parque de Marsella ubicado en Tv. 70 # 9A-73 en el Barrio Marsella en la ciudad de Bogotá. Luego, se efectuó la instalación de los accesorios del dron (batería y hélices) y la conexión del celular con el control de este.



Figura 1. *Dron Phantom 4**

Fuente: elaboración propia

Cuando se encendió el control inmediatamente en el celular o Tablet, fue posible apreciar un aviso de confirmación de la aplicación. Así pues, se procedió con la programación de la ruta, en el Anexo “Manual” se puede ver el proceso de programación de vuelo utilizando la aplicación “DroneDeploy”. Uno de los criterios de selección de la aplicación fue su facilidad de uso, lo cual se confirmó en el momento de programar la ruta de vuelo. Por otra parte, dado que la aplicación cuenta con un mapa base donde se evidencia la imagen satelital de la zona donde se va a planear la ruta de vuelo, se facilitó la definición del área de estudio.

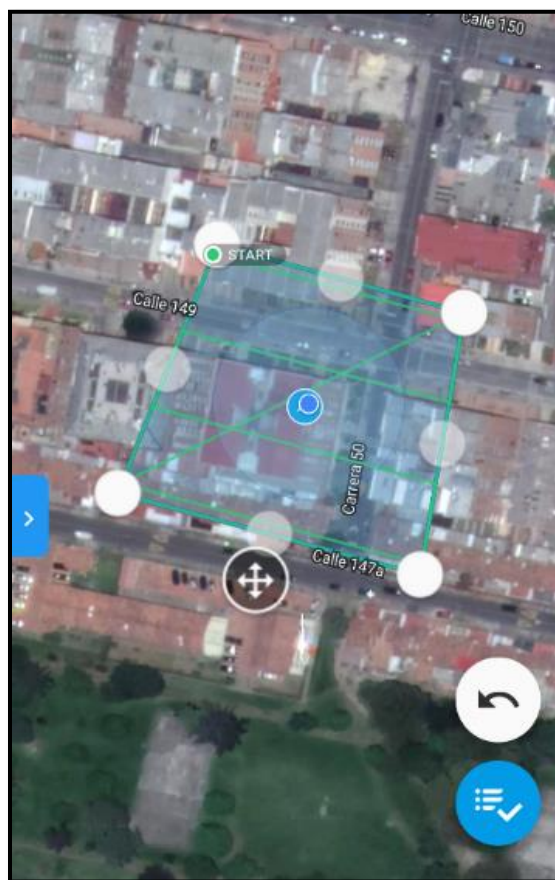


Figura 2. Plan de vuelo en la aplicación DroneDeploy

Fuente: elaboración propia

Al momento de realizar el procesamiento de las imágenes en el *software*, se definieron tres alturas diferentes para identificar el tiempo que requieren las actividades de orientación, corrección y georreferenciación. De esta manera, se realizó el vuelo a alturas de 20, 40 y 50 metros desde el punto de despegue. Mediante este ejercicio, fue posible identificar que, cuando se realiza la toma de fotografías a una mayor altura, se obtiene una mayor área de cobertura y el dron tiene que tomar menos fotografías. En ese orden de ideas, se obtuvo la primera relación como resultado de este ejercicio, donde el número de fotografías tomadas es inversamente proporcional a la altura a la que el dron toma las fotografías. En la Tabla 1, se relaciona la cantidad de fotografías obtenidas del Parque Marsella tomadas a diferentes alturas.

Tabla 2. *Relación de altura y No. de fotografías*

Altura	N° Fotografías	Tamaño	Tiempo de vuelo
20	123	1013,76 MB	3 min 43 seg
40	46	805 MB	2 min 14 seg
50	36	437 MB	2 min 09 seg

Fuente: elaboración propia

Es importante conservar la información recolectada en campo de manera organizada, es ello, se tuvo en cuenta la hora y fecha de la toma de fotografías a cada altura para, posteriormente, agruparlas de manera separada por carpetas, ya que ni la aplicación ni el dron cuentan con una herramienta automática para la clasificación de las fotografías por altura. Después, se obtuvo el tamaño de cada una de ellas, siendo la carpeta de fotografías tomadas a una altura de 20 metros la más pesada, esto es, con un tamaño de 1013,76 MB. Puesto que cada fotografía cuenta con un tamaño promedio de archivo de 7,58 MB y un tamaño de imagen de 4864 de ancho por 3648 de alto debido a la resolución de la cámara del dron de 12 Megapíxeles (Mpx), el procesamiento a cada altura se realizó con un número menor de fotografías en la medida en que el dron se alejaba del suelo, lo cual disminuyó el tamaño final del mosaico generado. En la Tabla 1 se puede apreciar, en mayor detalle, el peso de cada una de ellas.

Además de la toma de fotografías en el Parque de Marsella, se definió como área de estudio el barrio Carlos Pizarro ubicado en Cazucá, comuna 4 de Soacha, debido a sus características de asentamiento carenciado. Cabe señalar que este, actualmente, no se encuentra reconocido legalmente como un barrio constituido. Al momento de realizar el reconocimiento, se determinaron tres puntos de referencia, los cuales fueron captados con el GPS eTrex 20x para garantizar la correcta georreferenciación de imágenes en la fase de procesamiento, ya que el GPS suministra una mayor precisión, reduciendo el porcentaje de error de las coordenadas de los puntos de referencia. Ulteriormente, se procedió a programar la ruta de vuelo por medio de la aplicación, de la misma manera que se llevó a cabo en el Parque Marsella. A continuación, se muestra la ubicación del barrio Carlos Pizarro con respecto al municipio de Soacha.

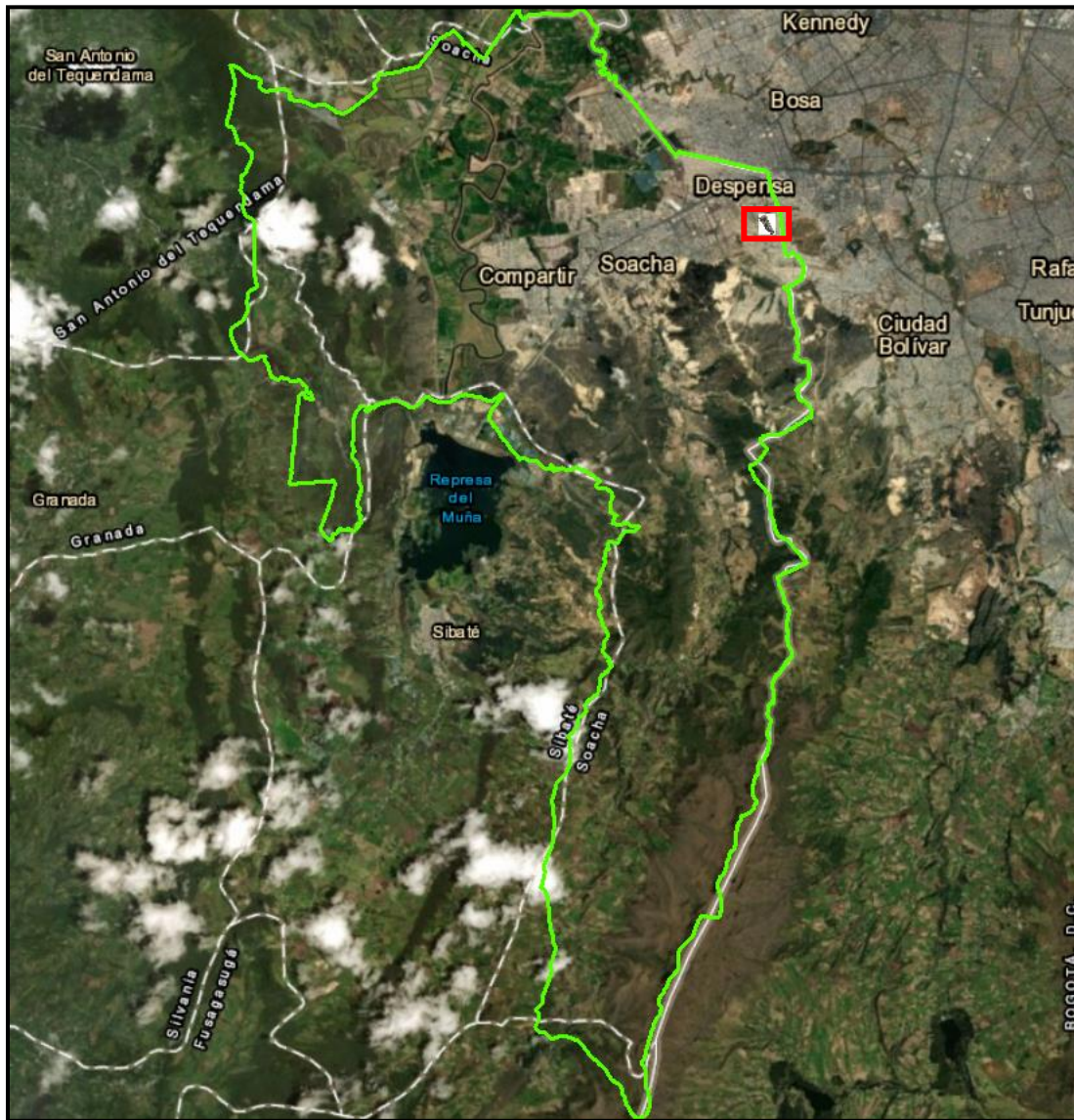


Figura 3. *Ubicación del barrio Carlos Pizarro*

Fuente: elaboración propia

Por las condiciones del terreno y por su marcada pendiente, se tomaron las fotografías a una altura constante de 60 metros desde el punto de despeje. Sumado a ello, se identificó, a través de las fotografías tomadas en el Parque de Marsella que, a una altura de 50 metros, es posible obtener un mosaico detallado con la calidad necesaria para reconocer las características de la zona.

4.3. PROCESAMIENTO DE FOTOGRAFÍAS

4.3.1. Descarga de *software*

La presente fase se dividió en dos actividades de descarga: por un lado, se describió el proceso de descarga e instalación del *software* Agisoft PhotoScan; y por el otro, se realizó la descripción de este proceso para el programa QGIS. Ambos programas son de rápida descarga e instalación, tal como se puede evidenciar en el manual anexo en los capítulos 2 y 4. Cuando se completó el paso a paso del protocolo, se identificó que la actividad puede tardar alrededor de 5 a 10 minutos. Dado que este proceso es fácil y rápido, no representa una actividad compleja para el usuario que busque implementar esta metodología al momento de realizar su propio proyecto de procesamiento de imágenes.

4.3.2. Generar mosaicos

Después de que se realizó la toma de fotografías por medio de la aeronave no tripulada (Dron Phantom 4*), se procedió con el procesamiento de las imágenes en el *software* seleccionado. Como se mencionó anteriormente, no se encontró un *software* libre, y por ello, de manera reiterativa, se recomienda realizar el procesamiento de las fotografías en Agisoft PhotoScan durante el periodo de prueba del *software*, y continuar con la edición del mosaico en el programa QGIS, ya que no cuenta con restricciones de uso.

Por otra parte, puesto que el plan de vuelo se generó inicialmente en el parque Marsella, con el fin de reconocer el funcionamiento del dron, asimismo se desarrolló el procesamiento de las imágenes a diferentes alturas, reconociendo que la variación de altura representa un cambio en el número total de fotografías obtenidas. Como consecuencia de esta actividad, se logró determinar el tiempo que lleva procesar las imágenes tomadas hasta la etapa de georreferenciación a diferentes alturas.

En la siguiente Tabla, se evidencia el tiempo aproximado que tarda el procesamiento de las imágenes en las diferentes alturas de vuelo.

Tabla 3. *Tiempo de procesamiento a cada altura.*

ALTURA (m)	TIEMPO (horas)	CÁMARAS (N°)	ALTURA	CÁMARAS
20	20,6788	123	20	123
40	4,6731	46	40	46
50	3,9127	36	50	36

Fuente: elaboración propia

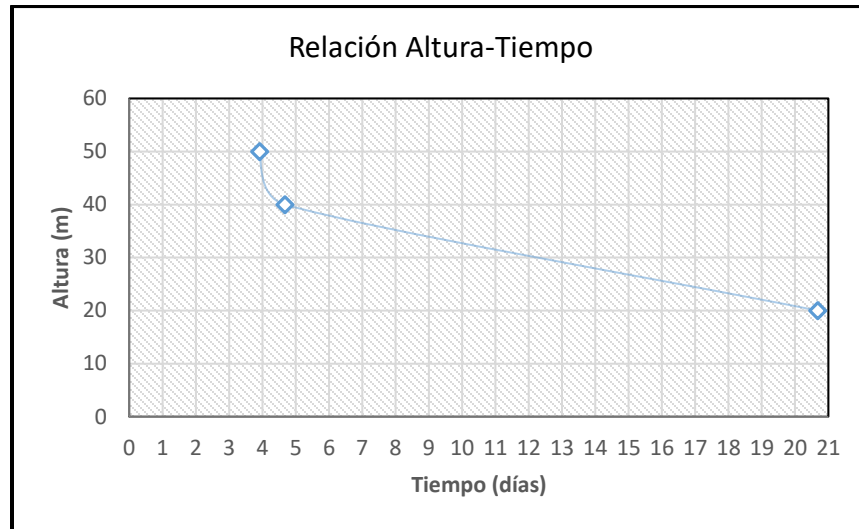


Figura 4. *Relación Altura vs Tiempo*

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica, mientras mayor sea la altura, el dron requiere tomar menos fotografías para abarcar la misma área de estudio, la cual cuenta con aproximadamente 8.591 m². En ese sentido, ante la existencia de menor altura, el tiempo de procesamiento en el *software* aumenta debido a que se carga y procesa más información. Lo anterior, se puede comprobar en la Gráfica 2, donde se realizó una relación del número de cámaras (en el *software* Agisoft PhotoScan se identifica como cámaras a las fotografías tomadas por el dron) con el tiempo de procesamiento que se requiere hasta su georreferenciación.

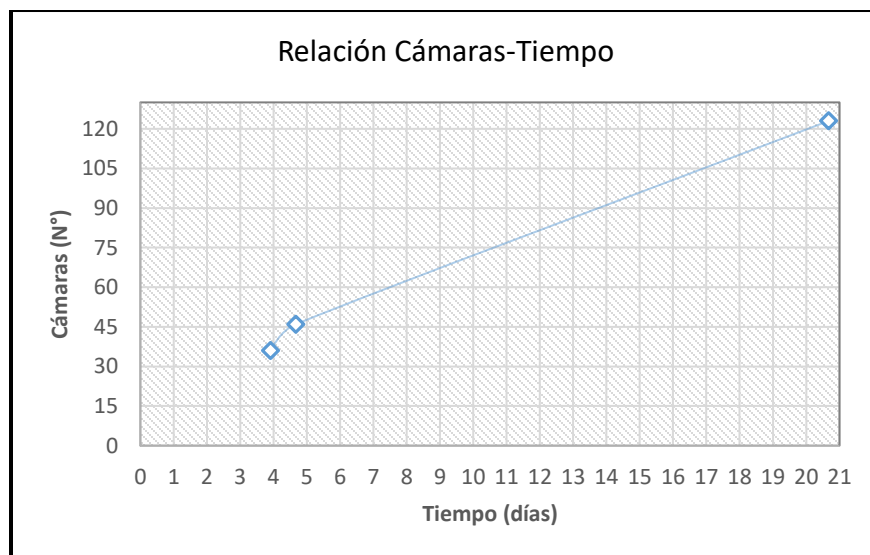


Figura 5. *Relación No. Cámaras vs Tiempo*

Fuente: elaboración propia

A partir de ello, se reconoce que, a una altura de 20 metros desde el punto de despegue, el dron toma 123 fotografías y su procesamiento puede tardar alrededor de 20 días. Por el contrario, cuando se toman fotografías a una altura de 50 metros, el dron registra la toma de 36 cámaras o imágenes, lo que toma cerca de 4 días para llevar a cabo el procesamiento en Agisoft PhotoScan. No obstante, es importante resaltar que este tiempo varía dependiendo del sistema operativo, el procesador y, principalmente, del espacio disponible del disco duro del computador donde se busque implementar esta metodología. Para el ejercicio del procesamiento de las fotografías, se utilizó un computador con un procesador Intel Celeron, Sistema operativo Windows 8, con una capacidad de disco duro de 500 GB, memoria interna máxima de 8 GB y una velocidad de 1,4 GHz.

4.3.3. Georreferenciación de mosaicos

Para realizar la georreferenciación de los mosaicos obtenidos con anterioridad a cada una de las alturas de vuelo del dron se emplearon las coordenadas extraídas de Google Earth de las esquinas de la cancha de baloncesto del parque Marsella y estas fueron identificadas por el *software* como marcadores. De esa manera, para el presente análisis se obtuvieron (4) cuatro marcadores con los que se realizó la actividad de georreferenciación; dichos marcadores o coordenadas se muestran a continuación:

Tabla 4. *Coordenadas de los puntos de control de la cancha de baloncesto del parque Marsella*

ID	Latitud	Longitud
1	4,635634°	-74,129077°
2	4,635560°	-74,128960°
3	4,635352°	-74,129097°
4	4,635429°	-74,129210°

Fuente: elaboración propia

Asimismo, en la Ilustración 4 se evidencian, de manera gráfica, la ubicación de las coordenadas de los cuatro puntos de control con los que se realizó la actividad de georreferenciación.



Figura 6. *Puntos de control de la cancha del parque Marsella*

Fuente: elaboración propia

Mediante el Anexo “Mosaicos Parque Marsella” se puede identificar de manera detallada la resolución de los mosaicos que, a pesar de pixelarse cuando se hace un gran acercamiento, se pueden distinguir claramente las canchas de fútbol y básquetbol (1 y 2), la zona de maquinaria para ejercicios (3) y también un parque para niños (4). A través del mosaico 1, el cual representa las imágenes tomadas a 20 metros de altura o del mosaico 3, el cual es producto del procesamiento de las fotografías tomadas a 50 metros de altura, se logra hacer un diagnóstico de los elementos con los que cuenta el parque. Vale la pena resaltar que, en la medida en que el dron toma las fotografías a una mayor altura como se aprecia en las Ilustraciones 4, 5 y 6, se presenta una mayor cobertura en cuanto al área de muestreo

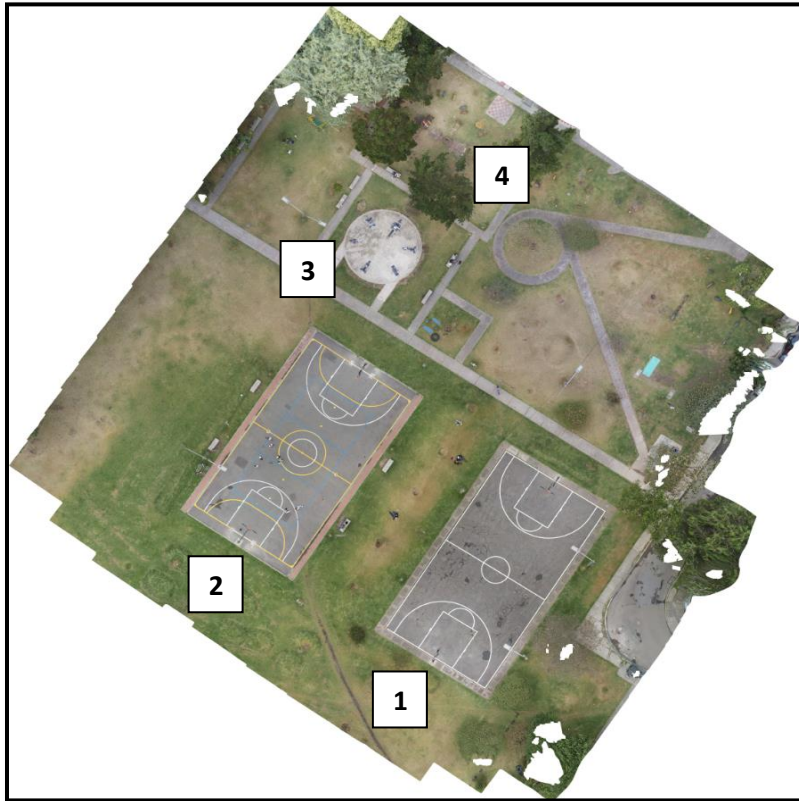


Figura 7. Mosaico del Parque Marsella a una altura de 20 metros

Fuente.: elaboración propia

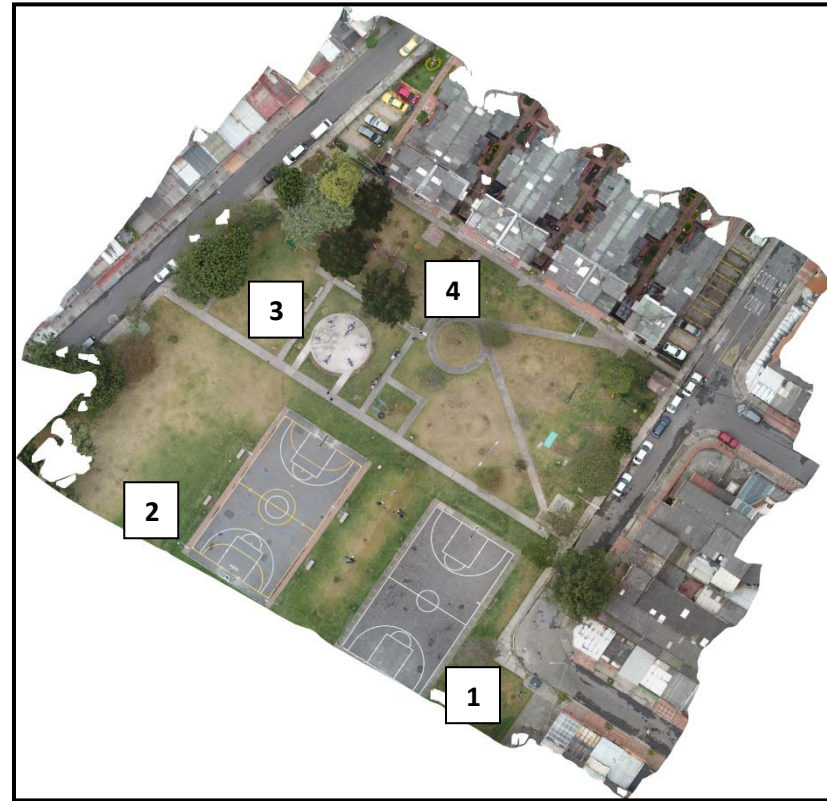


Figura 8. Mosaico del Parque Marsella a una altura de 40 metros

Fuente: elaboración propia



Figura 9. Mosaico del Parque Marsella a una altura de 50 metros

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta la información obtenida mediante el procesamiento de cámaras o fotografías en el *software*, se identifica que inicialmente, sin realizar ningún proceso de georreferenciación, se obtienen errores en unidades de metros con respecto a las coordenadas reales de la zona. De esta manera, se obtiene un error de 1,16 metros para el mosaico 1 (mosaico generado con las fotografías tomadas a una altura de 20 metros), 1,63 metros para el mosaico 2 (mosaico generado con las fotografías tomadas a una altura de 40 metros) y 2,53 metros de error en relación con las coordenadas reales del mosaico 3 (mosaico generado con las fotografías tomadas a una altura de 50 metros).

Como consecuencia de ello, se identificó que a medida en que disminuyen el número de fotografías tomadas con el dron en relación con la altura, también aumenta el error obtenido en metros, debido a que el *software* cuenta con menos coordenadas como información base para generar el mosaico inicial. Sin embargo, ya que el procesamiento es más exigente en términos de tiempo y eficiencia del equipo, es importante aclarar que por medio de la georreferenciación se reduce el error inicial considerablemente, de manera que no es indispensable realizar el procesamiento con más de 100 fotografías. En tal sentido, fue posible evidenciar esta afirmación realizando la georreferenciación de cada uno de los mosaicos; por tal motivo, se obtuvo un nuevo error como se demuestra en las siguientes tablas:

Tabla 5. *Error en metros despues de georeferenciar (20 m de altura)*

Marcadores	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Precisión (m)	Error (m)
1	-74,129077	4,635634	2.620	0,005	0,129
2	-74,128960	4,635560	2.620	0,005	0,128
3	-74,129097	4,635352	2.620	0,005	0,140
4	-74,129210	4,635429	2.620	0,005	0,141
Error total final					0,074
Error total inicial					1,157

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. *Error en metros despues de georeferenciar (40 m de altura)*

Marcadores	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Precisión (m)	Error (m)
1	-74,129077	4,635634	2640	0,005	0,123
2	-74,128960	4,635560	2640	0,005	0,116
3	-74,129097	4,635352	2640	0,005	0,103
4	-74,129210	4,635429	2640	0,005	0,092
Error total final					0,109
Error total inicial					1,626

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. *Error en metros despues de georeferenciar (50 m de altura)*

Marcadores	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Precisión (m)	Error (m)
1	-74,129077	4,635634	2650	0,005	0,119
2	-74,128960	4,635560	2650	0,005	0,099
3	-74,129097	4,635352	2650	0,005	0,101
4	-74,129210	4,635429	2650	0,005	0,117
Error total					0,120
Error total inicial					2,534

Fuente: elaboración propia

Para el mosaico 1 se logró reducir el error inicial de 1,157 m a 0,134 m, para el mosaico 2 se redujo el error inicial de 1,625 m a 0,108 m, y finalmente, se disminuyó el error de 2,534 m a 0,109 m para el mosaico 3. Como se evidencia en todos los mosaicos, se consiguió una reducción del error, para cada caso, cercana a los 10 centímetros.

Por último, en esta fase de análisis se hace una comparación del tamaño inicial de la cantidad de fotografías tomadas y seleccionadas para su procesamiento con el mosaico final generado a cada una de las alturas, con el fin de conocer cuál es la efectividad del *software* en cuanto a procesamiento de las imágenes, lo cual puede observarse en la Tabla 4.

Tabla 8. *Tamaño inicial y final de la información.*

Altura	Nº de cámaras	Tamaño inicial	Tamaño final
20 metros	123	0,99 GB	664 MB
40 metros	46	805 MB	343 MB
50 metros	36	437 MB	299 MB

Fuente: elaboración propia

Además de reducir el tamaño de las fotografías, se reconoce que se genera un nuevo archivo con las características necesarias para el reconocimiento de las características de la zona, pero dicho archivo ocupa un menor espacio en el disco duro, lo cual facilita su edición en el programa QGIS.

4.4. PROCESAMIENTO DE MOSAICOS

4.4.1. Edición de mosaicos en software QGIS

Posterior al proceso de georreferenciación en el *software* Agisoft PhotoScan y de su ortorectificación, se realizó un proceso de edición para conocer el nivel de precisión a cada una de las alturas.

Resultados de longitudes	20 metros de altura	40 metros de altura																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>id</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>15,009</td></tr> <tr><td>2</td><td>29,258</td></tr> <tr><td>3</td><td>15,010</td></tr> <tr><td>4</td><td>29,268</td></tr> </tbody> </table>	id	L	1	15,009	2	29,258	3	15,010	4	29,268	<table border="1"> <thead> <tr> <th>id</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>14,874</td></tr> <tr><td>2</td><td>29,131</td></tr> <tr><td>3</td><td>14,894</td></tr> <tr><td>4</td><td>29,123</td></tr> </tbody> </table>	id	L	1	14,874	2	29,131	3	14,894	4	29,123
	id	L																				
	1	15,009																				
2	29,258																					
3	15,010																					
4	29,268																					
id	L																					
1	14,874																					
2	29,131																					
3	14,894																					
4	29,123																					
50 metros de altura	Longitud real																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>id</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>14,866</td></tr> <tr><td>2</td><td>28,808</td></tr> <tr><td>3</td><td>14,873</td></tr> <tr><td>4</td><td>28,811</td></tr> </tbody> </table>	id	L	1	14,866	2	28,808	3	14,873	4	28,811	<table border="1"> <thead> <tr> <th>id</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>15,05</td></tr> <tr><td>2</td><td>30,4</td></tr> <tr><td>3</td><td>15,04</td></tr> <tr><td>4</td><td>29,3</td></tr> </tbody> </table>	id	L	1	15,05	2	30,4	3	15,04	4	29,3	
id	L																					
1	14,866																					
2	28,808																					
3	14,873																					
4	28,811																					
id	L																					
1	15,05																					
2	30,4																					
3	15,04																					
4	29,3																					

Figura 10. *Longitudes de la cancha de baloncesto*

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 3, es posible identificar que, tanto las longitudes (L) medidas en campo con un metro de cinta industrial como las que se pueden establecer después del procesamiento de imágenes a

cada una de las alturas, cuentan con un alto nivel de exactitud y fueron establecidas en metros. De esta manera, se interpreta que el dron y el procesamiento de fotografías pueden ser bastantes precisos a la hora de extraer medidas de longitud y área de las zonas de estudio. Las mediciones de cada uno de los lados de la cancha fueron identificadas con números del 1 al 4 como se expone en las Ilustraciones 7, 8 y 9.



Figura 11. *Identificación de longitudes medidas en el software a una altura de 20 metros*

Fuente: elaboración propia

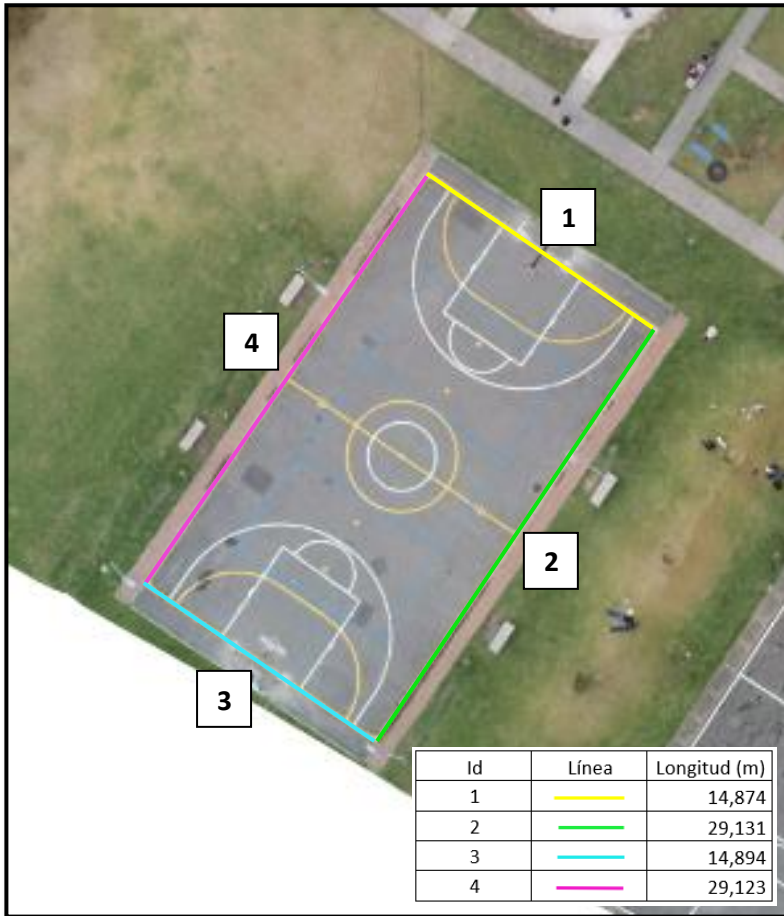


Figura 12. Identificación de longitudes medidas en el software a una Altura de 40 metros

Fuente: elaboración propia

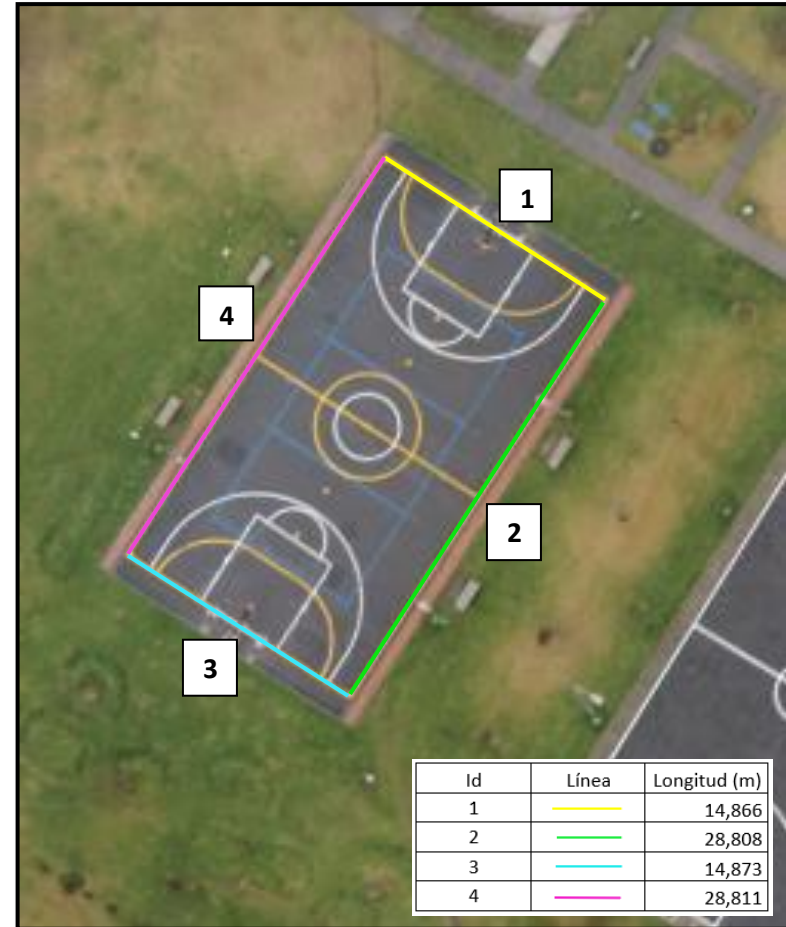


Figura 13. Identificación de longitudes medidas en el software a una Altura de 50 metros

Fuente: elaboración propia

4.5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

4.5.1. Registro fotográfico

Una vez se obtuvo un punto de referencia para la toma de fotografías para su posterior análisis, se procedió con el levantamiento del barrio Carlos Pizarro, ubicado en Cazucá-Soacha, por sus condiciones de barrio carenciado, ubicado en una zona de invasión. Debido a las condiciones del terreno, para la toma de las fotografías, se estableció una altura constante de 60 metros desde el punto de despegue, ya que el lugar de donde se realizó el plan de vuelo era la zona más segura del barrio. No obstante, es importante aclarar que, si se puede definir el lugar de despegue de manera autónoma, es preferible realizarlo desde el punto más alto del área de estudio, ya que de esta manera se prevén accidentes que pueden dar como resultado la pérdida del equipo. En las Ilustraciones 11 y 12 se revela la ruta de vuelo por medio de la imagen satelital extraída de la aplicación DroneDeploy, donde se programó dicha ruta para la toma de fotografías aéreas.

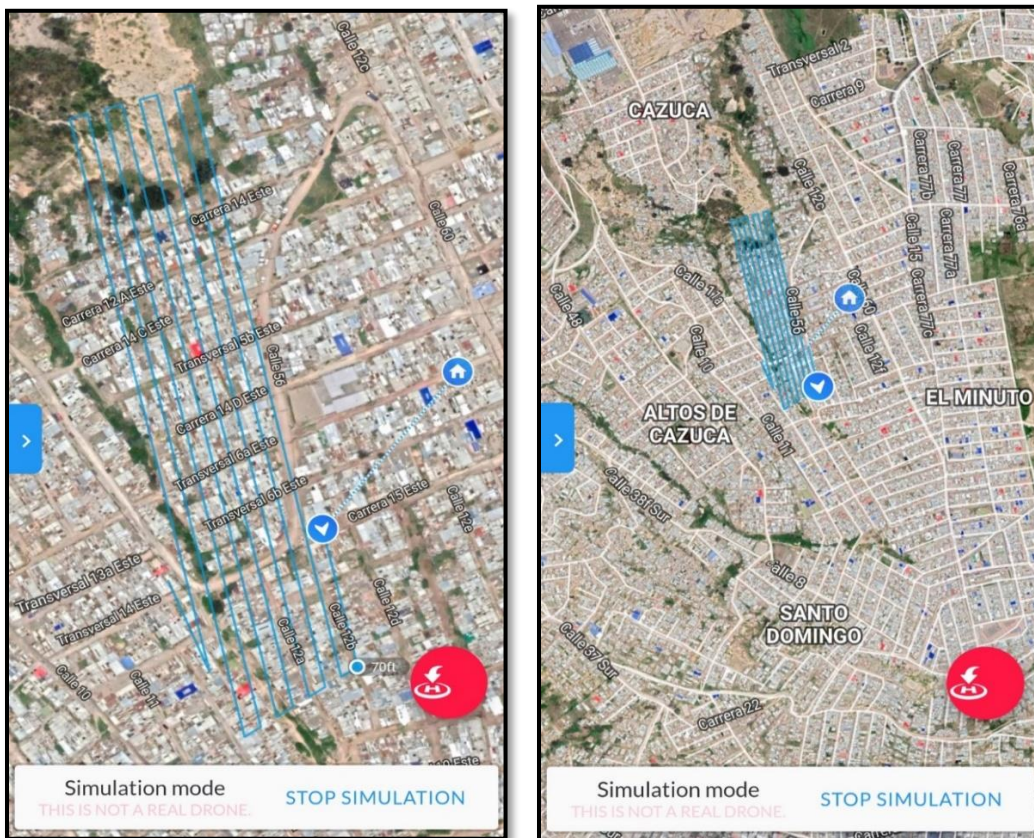


Figura 14. Ruta de vuelo programada en el barrio Carlos Pizarro

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, de acuerdo con el análisis realizado anteriormente, en el parque se estableció que, a una altura de 50 metros, las fotografías contaban con una alta resolución (16,09 Mpx), sin embargo, como se mencionó previamente, por condiciones de seguridad y debido a la marcada pendiente de la zona se tomaron las fotografías a una altura de 60 metros, lo que redujo la calidad del mosaico final a una resolución de 6,2 Mpx.

4.5.2. Procesamiento de fotografías en software Agisoft PhotoScan

Posteriormente, se realizó el mismo proceso desarrollado en el Parque Marsella para la toma de fotografías, pero esta vez se abarcó una mayor área de estudio (77.437 m²) y se definieron en el protocolo cada uno de los pasos para implementar la metodología propuesta. En el manual se describieron los pasos desde la descarga del *software*, hasta la georreferenciación y edición del mosaico, para obtener como producto un pequeño análisis de las condiciones de saneamiento básico de las que dispone el barrio.

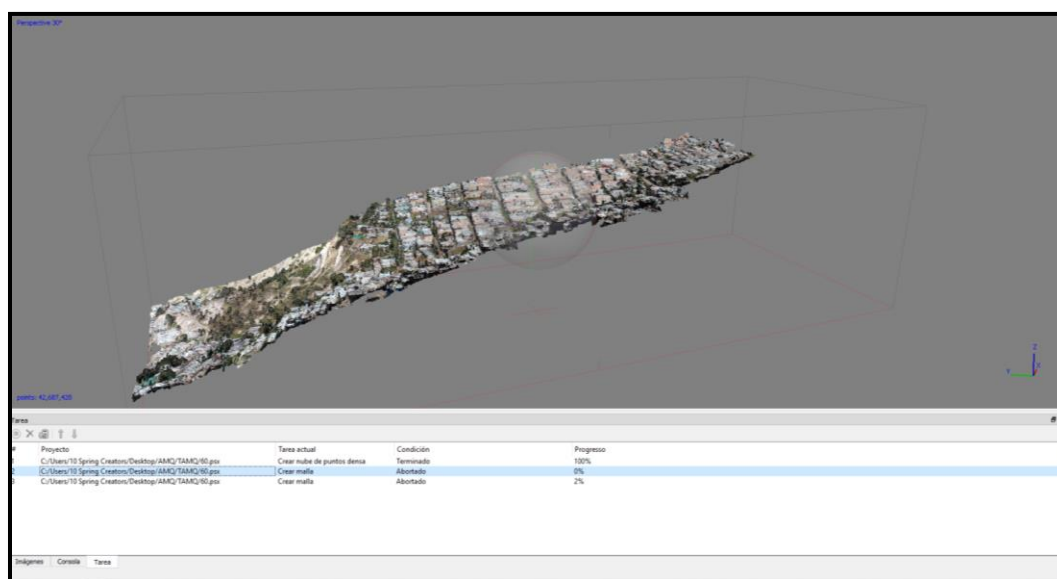


Figura 15. Mosaico con modelo de elevación del barrio Carlos Pizarro

Fuente: elaboración propia

En la Figura 4, se puede contemplar el mosaico después del procesamiento de las imágenes y la georreferenciación de tres puntos de control del Barrio Carlos Pizarro. Para este proceso se emplearon 60 cámaras y su procesamiento tuvo una duración de 10 días; por otro lado, el tamaño inicial de las 60 fotografías fue de 449 MB, y el tamaño final fue de 94 MB.

Aparte de generar el mosaico, el programa produjo el modelo de elevación digital del terreno, lo cual permitió reconocer uno de los problemas a la hora de hacer el levantamiento, ya que las características de acceso y seguridad no siempre favorecen las condiciones de despegue y vuelo del equipo; por otro parte, se comprobó que, aunque se toman las fotografías a una mayor altura, esto no representa una reducción de la calidad del mosaico.

4.6. RECONOCIMIENTO DE CARACTERÍSTICAS DE SANEAMIENTO EN QGIS

Teniendo en cuenta que el programa Agisoft PhotoScan solo cuenta con un periodo de prueba de 30 días, es importante realizar la edición del mosaico para definir las condiciones de saneamiento desde el *software* QGIS, puesto que cuenta con las herramientas SIG pertinentes para el desarrollo de este ejercicio, además de ser un programa de libre acceso.

Así las cosas, se procedió con la edición, donde se identificaron, de manera general, las características de saneamiento básico del barrio Carlos Pizarro.

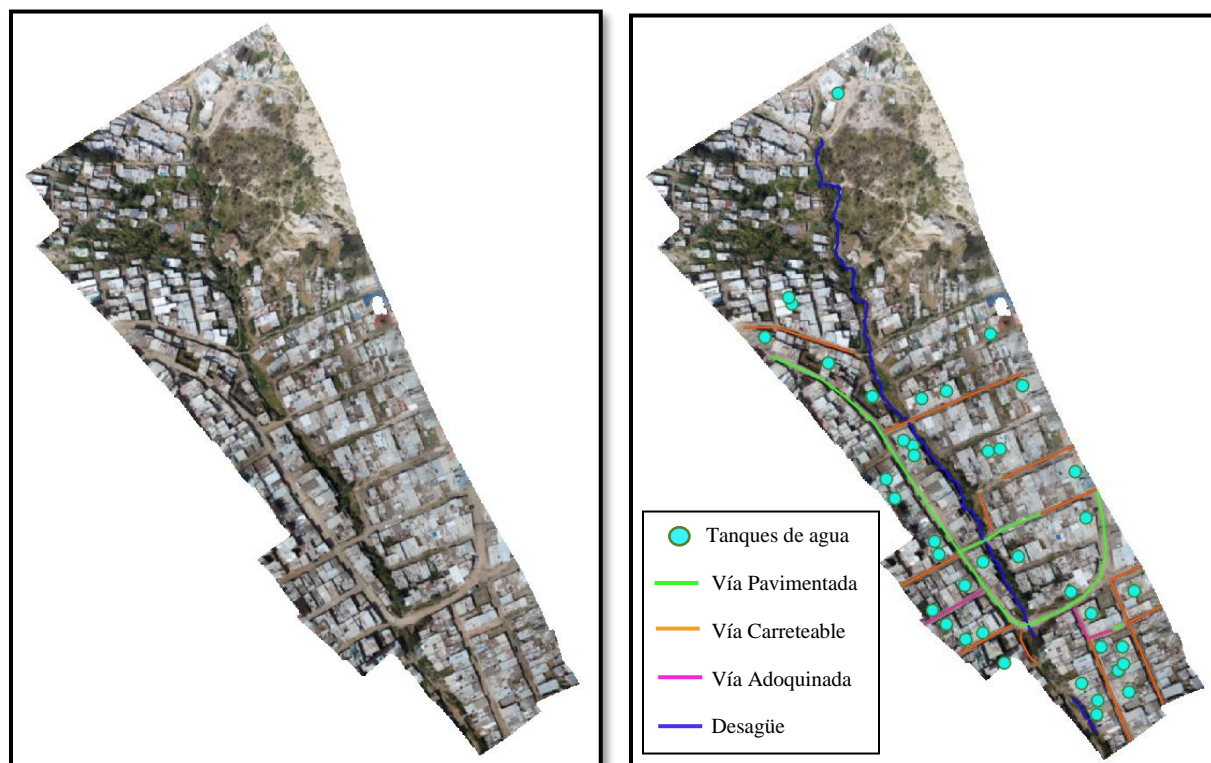


Figura 16. Edición del Mosaico obtenido del Barrio Carlos Pizarro

Fuente: elaboración propia

En el Anexo “Edición Carlos Pizarro” se pueden evidenciar las características de saneamiento básico del barrio haciendo un acercamiento a la imagen, fácilmente se reconocen las carreteras, el drenaje de aguas negras donde las casas vierten el agua residual doméstica y, además, se percibe que el barrio no cuenta con una zona para la disposición de residuos sólidos; como consecuencia de ello, son dispuestos al lado de las calles por donde transitan los vehículos y, posteriormente, son arrastrados por las lluvias.

Al momento de realizar el proceso de edición, se identificó, por medio del *software* QGIS, las longitudes de las vías y del drenaje de agua residual, dando como resultado que la longitud total de vías carreteables (demarcado con líneas color naranja), es decir, sin pavimentar es de 631.235 m.



Figura 17. *Shape de Vías Carreteables*

Fuente: elaboración propia

Sumado a ello, se identificaron las longitudes de las vías pavimentadas, obteniendo como resultado un total de 456,529 m. Por otro lado, una de las condiciones fundamentales para definir las condiciones de saneamiento de una zona es la red de alcantarillado, por ello, se reconoció una longitud de 456 metros del drenaje donde disponen el agua residual (demarcado con una línea color azul), aclarando que el drenaje continúa aguas abajo hasta llegar a la localidad de Soacha. Sin embargo, por las limitaciones de tiempo y los problemas de seguridad no se realizó un levantamiento más amplio de la zona.



Figura 18. *Shape de drenaje de agua residual*

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el levantamiento realizado inicialmente en el parque Marsella, se reconoce la existencia de una alta precisión por parte del dron, lo cual significa que las medidas obtenidas del Barrio Pizarro también son representativas.

4.7. PROTOCOLO

A continuación, se presenta el protocolo generado como entregable final que hará parte posteriormente como un capítulo de la cartilla donde se exponen cada uno de los pasos para aplicar la metodología apropiación de herramientas para teledetección en el reconocimiento de condiciones urbanísticas en asentamientos carenciados.

El uso de este manual está dirigido a los entes territoriales ya sean departamentales o municipales con el fin de proponer una herramienta que facilite la identificación del territorio de su jurisdicción, ya sean zonas consolidadas legalmente o asentamientos que por sus características se consideran carenciados.

Mediante la implementación de esta metodología alcaldes, gobernadores o directores administrativos de las diferentes zonas del país podrán generar un diagnóstico detallado de asentamientos humanos carenciados para los cuales se busca su legalización por medio del cumplimiento de las normas de urbanismo, de tal manera que las entidades puedan reconocer su existencia y a su vez desarrollar una regulación o control sobre los mismos mejorando la calidad de vida de las comunidades.

Los fundamentos básicos de este manual consideran en primer lugar que se brinde una información detallada, de fácil aprehensión y en segundo lugar una herramienta completamente gratuita, de tal manera que quien decida hacer uso de esta metodología no se vea obligado a invertir en licencias de programas o en asesoría técnica, reduciendo costos adicionales en el presupuesto municipal.

Este manual contiene las imágenes del programa junto con la descripción de todos los procesos realizados para la ejecución de este, observaciones y herramientas complementarias.

Convenciones tipo 1: estas convenciones hacen referencia al desarrollo del proceso de cada ejercicio.

Sección título de página: explica el objetivo del proceso e identifica cada una de las herramientas utilizadas en su desarrollo.

Observaciones: se encontrará enmarcado en un recuadro las sugerencias que faciliten el desarrollo del paso a paso.

Notas: se visualizarán las experiencias de las instructoras que evitarán posibles errores en la ejecución.

Convenciones tipo 2: estas convenciones hacen referencia a los componentes escritos y gráficos de cada ejercicio.

Texto Negrita: cualquier texto en negrita indica un nombre de archivo o parámetro a ser seleccionado.

Gráficos: para ayudar a identificar los iconos y objetos en el ejercicio, los iconos estarán al lado del nombre de la herramienta a manejar.

Subtítulos: aparecerán los nombres técnicos más relevantes y su significado.

Diagramas: estos lo dirigirán en el uso de algunas de las herramientas de aplicación.

Los siguientes gráficos son también usados para propósitos de identificación:



Este emoji aparecerá como una nota.



Este emoji indicara una advertencia para evitar errores.

Convenciones para el ratón y teclado



BDR Esta sigla indicara que debe hacer clic sobre el botón derecho del ratón.

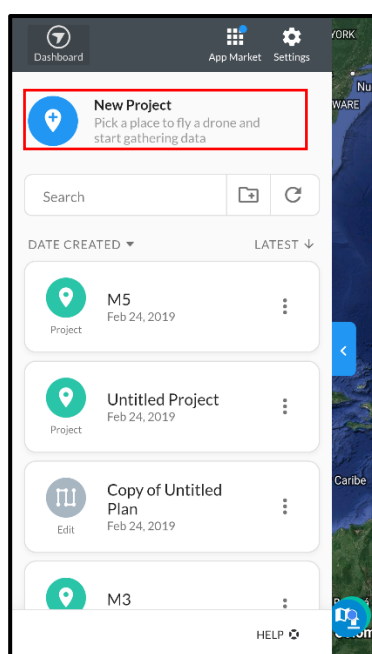


BIR Esta sigla indicara que debe hacer clic sobre el botón izquierdo del ratón.

4.7.1. Toma de fotografías

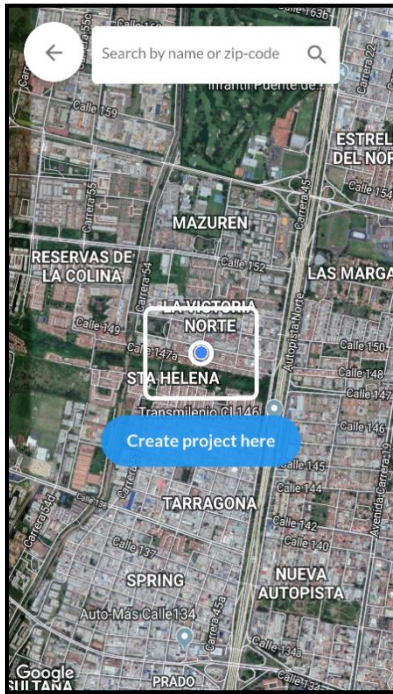
Para el desarrollo de las Actividades de toma de fotografías con Drone se utiliza la aplicación **DroneDeploy**, ya que es de libre acceso y cuenta con las herramientas para generar la ruta de vuelo del Drone y toma de fotografías, a continuación, se muestra el manual de toma de fotografías, junto con las recomendaciones e imprevistos que puede evidenciar al momento de hacer su levantamiento en campo.

1. Instale la aplicación en su celular o Tablet desde Play Store, como cualquier otra aplicación, esta le va a solicitar los datos de inscripción.
2. Cuando de inicio a las actividades de toma de fotografías seleccione la opción New Project.



Realice reconocimiento de campo para escoger su punto de despegue, también debe identificar los puntos que va a utilizar como referencia para georreferenciar posteriormente su mosaico.

3. La aplicación reconoce su ubicación y la mostrará dentro del mapa de acuerdo con donde vaya a realizar su proyecto.



No olvide tener activa la ubicación de su celular.

4. Cuando el celular reconozca la ubicación puede presionar sobre la opción **Create Project here** que aparece enmarcada en azul.

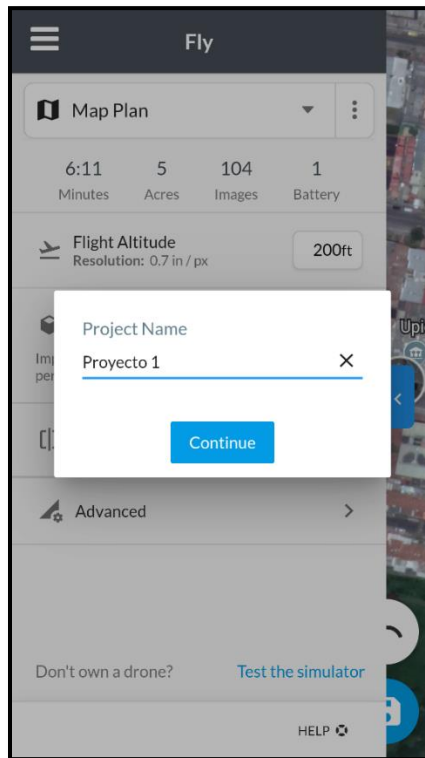


Create project here es la manera en que el usuario indica en la aplicación una nueva zona de estudio, aquí puede evidenciar su ubicación e indicar los puntos de vuelo y la altura de vuelo.

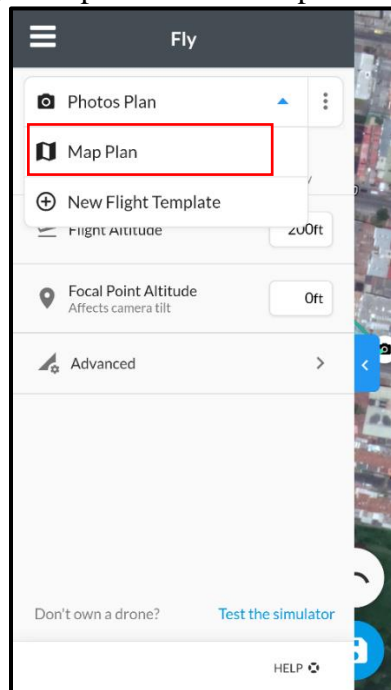


Es importante que cada vez que cambie su área de estudio ingrese en la aplicación un nuevo proyecto, de esta manera usted puede delimitar nuevamente la zona de vuelo.

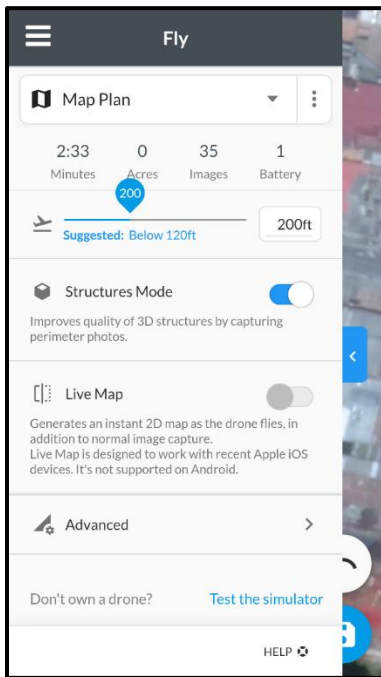
5. Aparece inmediatamente un recuadro que le solicita indicar el nombre de su proyecto, así también podrá reconocerlo si quiere realizar el vuelo nuevamente en la misma zona.



6. Le aparecerá el siguiente menú, donde debe escoger la opción **Map Plan** para indicar que va a realizar la toma de fotografías por medio de un plan de vuelo.

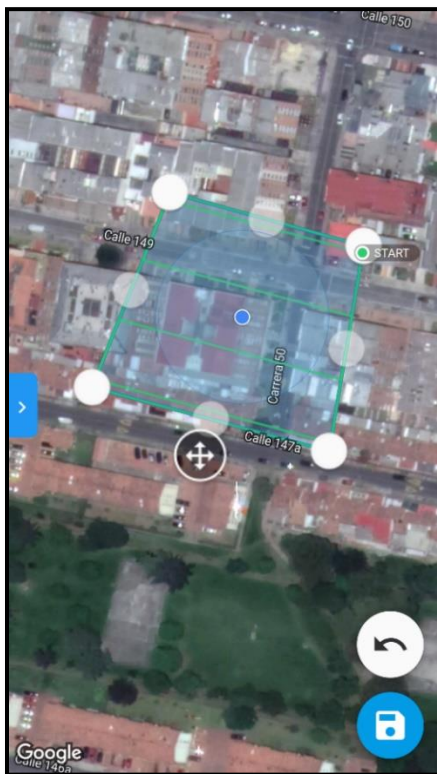


7. Seleccione la altura a la que se van a tomar las fotografías moviendo el cursor a lo largo de la barra de altura.



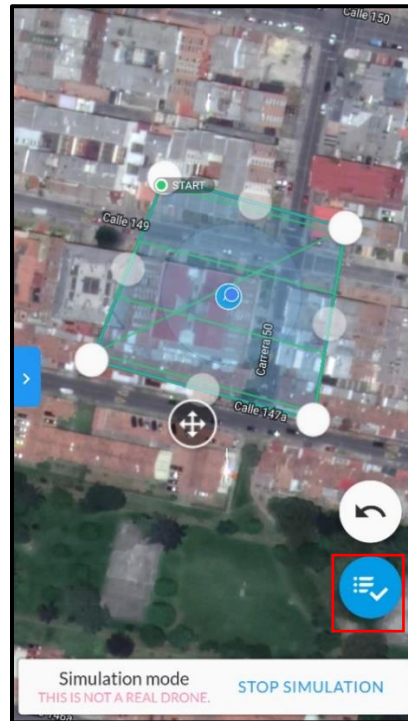
Es importante que en el plan de vuelo tenga en cuenta el relieve de la zona, si es posible despegue el Drone desde la parte más alta, así evitará que la aeronave se estrelle.

8. Puede dejar el resto de los campos por defecto.
9. Minimice este menú picando sobre la flecha que aparece en el medio al lado derecho, ahora puede delimitar el área de su proyecto.

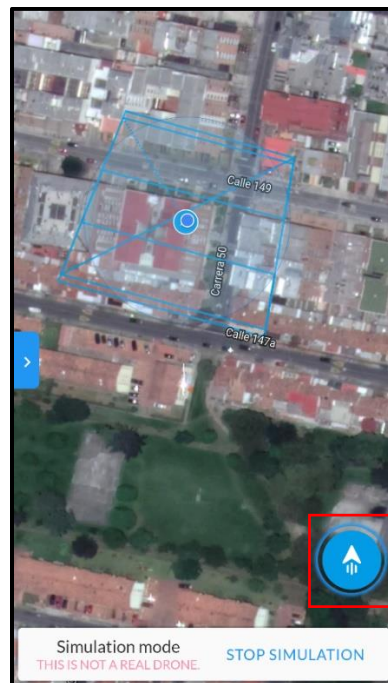


El área del proyecto aparece sombreada por unas líneas verdes, que demarcan la ruta de vuelo del Drone.

10. Si quiere agregar más puntos al área del proyecto puede mover los círculos con transparencia que aparecen en la mitad de los puntos de control ya demarcados.
11. Cuando termine de delimitar el área del proyecto seleccione la opción que aparece enmarcada a continuación:



12. Para empezar con el vuelo debe seleccionar la flecha enmarcada a continuación:



13. Si por algún motivo debe forzar el aterrizaje de la aeronave puede seleccionar la opción que aparece con el símbolo de la flecha sobre la H en rojo, este botón también puede presionarlo desde el control del Drone.

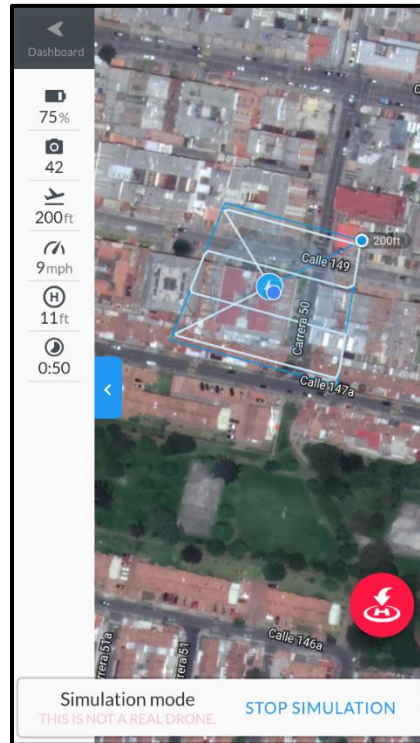


DIAGRAMA DE PROCESO DE TOMA DE FOTOGRAFÍAS CON DRONE



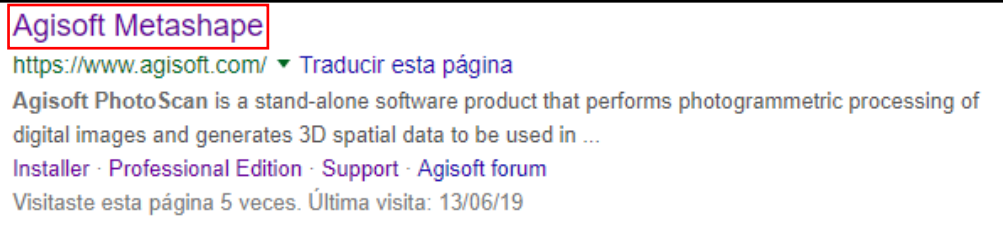
4.7.2. Descarga del software Agisoft PhotoScan

Después de un ejercicio comparativo de diferentes programas para el procesamiento de imágenes tomadas con Drone se define el software especializado **Agisoft PhotoScan** como el programa para el desarrollo del proyecto, por la facilidad de ejecución e implementación, por otro lado, se hace especial énfasis en que este programa solo cuenta con un periodo de prueba de la Edición profesional por un mes, sin embargo, es tiempo suficiente para el desarrollo del proyecto.

Otro de los criterios de selección del programa para el procesamiento de imágenes tomadas con Drone ha sido la facilidad de acceso y manejo, de tal manera que también se describe el proceso de descarga e instalación del software. El ente territorial que busque la implementación del presente manual podrá evidenciar la ausencia de complejidad al momento de llevar a cabo esta actividad.

No obstante, a fin de dar claridad se describe a continuación el proceso de instalación y descarga del programa:

1. Ingrese a la página oficial de **Agisoft PhotoScan** que aparece en su buscador como **Agisoft Metashape**.

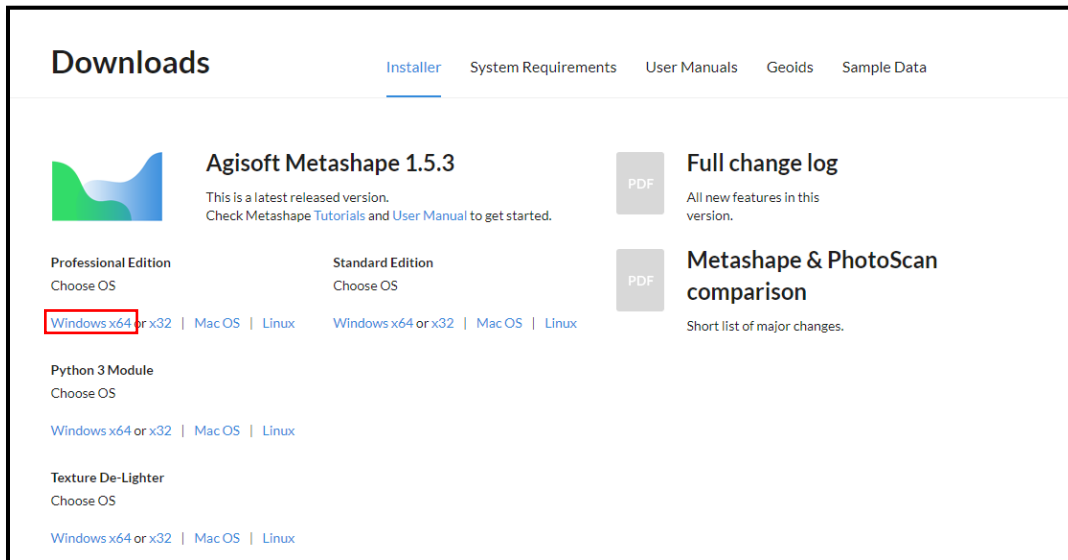


2. Presione **BIR** sobre la opción **30-day trial Try it now!** Que aparece en la parte inferior de la página.




Es importante que realice la descarga del programa cuando ya haya realizado la toma de las fotografías en campo, de esta manera no perderá tiempo del mes de prueba del software

3. Cuando la página lo redireccione a la sección de descarga del software debe dar clic sobre la opción que se ajuste con el sistema operativo de su computador.



Downloads

[Installer](#) | [System Requirements](#) | [User Manuals](#) | [Geoids](#) | [Sample Data](#)

 **Agisoft Metashape 1.5.3**
This is a latest released version. Check Metashape [Tutorials](#) and [User Manual](#) to get started.

Professional Edition
Choose OS
[Windows x64](#) | [x32](#) | [Mac OS](#) | [Linux](#)

Standard Edition
Choose OS
[Windows x64 or x32](#) | [Mac OS](#) | [Linux](#)

Python 3 Module
Choose OS
[Windows x64 or x32](#) | [Mac OS](#) | [Linux](#)

Texture De-Lighter
Choose OS
[Windows x64 or x32](#) | [Mac OS](#) | [Linux](#)

Full change log
All new features in this version.

Metashape & PhotoScan comparison
Short list of major changes.



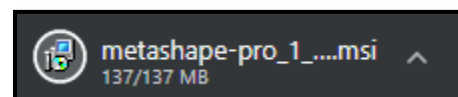
En este proyecto el sistema operativo seleccionado es Windows x64, sin embargo, el proceso de descarga e instalación no difiere el uno del otro.

Tenga en cuenta que su computador debe contar con las siguientes características como mínimo para la instalación y utilización del software:



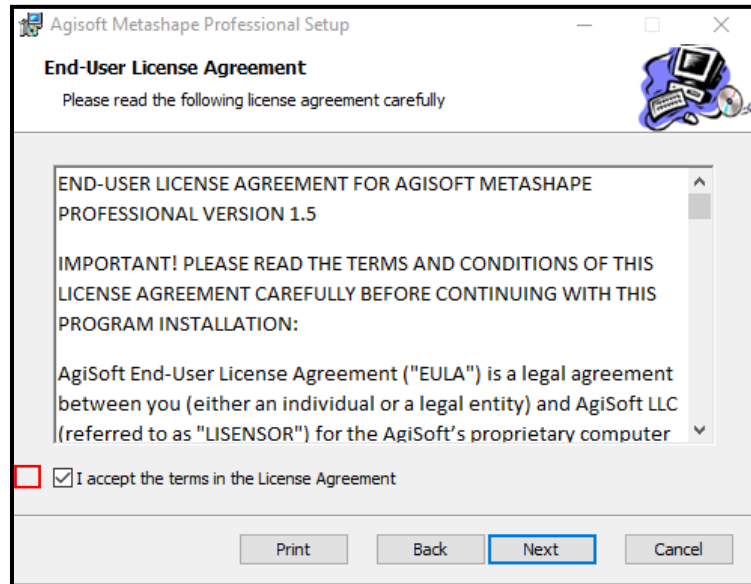
Sistema operativo	Windows XP/Vista/7/8/10, Mac OS, Linux.
Disco duro	500 GB SSD Drive
Procesador	Intel Core i7 Octa-core o hexa-core, Socket LGA 2011-v3 o 2011 (Broadwell-E, Haswell-E, Ivy Bridge-E o Sandy Bridge-E)
Memoria	32 - 64 GB de RAM
Velocidad	3GHz >

4. Cuando seleccione su sistema operativo se inicia la descarga del programa y aparecerá este anuncio.

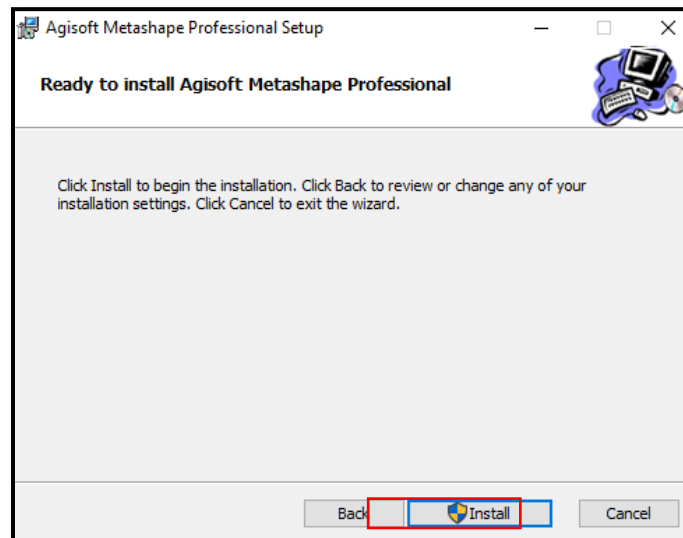


5. Al finalizar con la descarga debe dar clic sobre este anuncio, se abre una ventana que le solicita el permiso para ejecutar, acepte dando clic sobre **Ejecutar**.
6. Aparece un cuadro emergente en el que debe dar clic sobre la opción **Next**.

7. Cuando aparece la ventana de términos y condiciones de la licencia debe picar sobre el recuadro en el que dice **I accept the terms in the License Agreement** y sobre la opción **Next** nuevamente.



8. Presione **BIR** nuevamente sobre **Next** en las dos ventanas siguientes y de clic en **Install** en la siguiente ventana.



9. Espere un momento mientras se carga la instalación del programa y finalmente puede dar clic sobre **Finish**.
10. Al finalizar la instalación el programa puede o no reiniciar automáticamente el computador así que antes de dar comienzo con este proceso guarde todos los archivos en los que esté trabajando.

4.7.3. Georreferenciación

Inicialmente vale la pena presentar al usuario una breve descripción de lo que significa el proceso de georreferenciación, de tal manera que al momento de poner en práctica el presente manual el usuario tenga claridad sobre la actividad que está desarrollando.

La georreferenciación representa un proceso de asignación de coordenadas a un punto en el espacio, amarrando dicho punto a una entidad cartográfica. Cualquier mapa que se busque generar debe contar con su respectiva ubicación geográfica como se muestra en la figura 1. que permita su ubicación sobre la superficie terrestre.

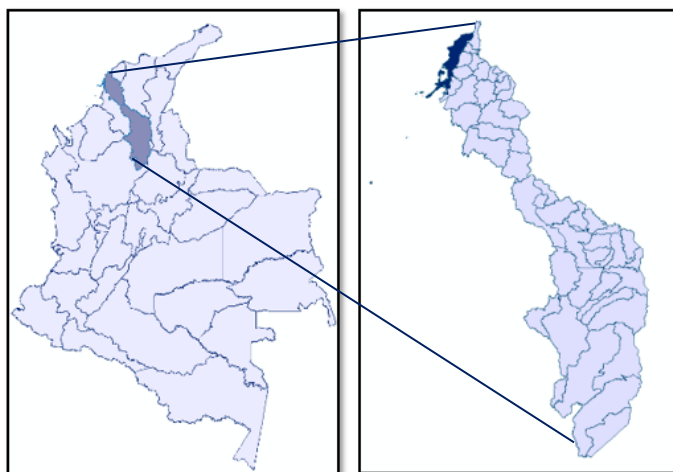


Figura 19. *Ejemplo de Ubicación Geográfica*

Actualmente existe gran variedad de sistemas de coordenadas, ya sean de origen global o sistemas de coordenadas cartesianas o planas, puesto que cada país o zona en particular se encarga de realizar el estudio detallado de su territorio y como se representa en relación con la forma de la tierra. Por medio del sistema de coordenadas puede asignarse la ubicación geográfica a un objeto en específico, lo que se puede evidenciar en cualquier parte del mundo simplemente activando la ubicación de un teléfono celular.

Los mapas nos permiten representar cualquier área de la superficie de la tierra y ubicarla geográficamente, por medio de una grilla o marcas de graduación que corresponde a los diferentes datos de latitud o longitud o a sistemas de coordenadas proyectadas, como se puede observar en la figura a continuación existen diferentes maneras de proyectar el elipsoide terrestre, lo que significa básicamente transformar la superficie de la tierra a dos dimensiones.

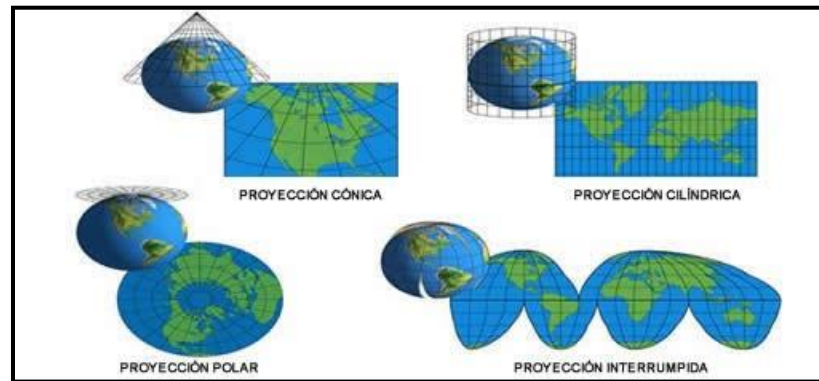


Figura 20. *Tipos de Proyecciones.*

Fuente. Grupo TYC GIS Formation

Además de localizar un punto específico geográficamente (ver figura 3.) por medio de coordenadas en (X) horizontales que representan la orientación de este a oeste y en (Y) verticales que representan la orientación de norte a sur, cuando se requiere conocer el relieve de una zona también se tiene en cuenta un valor (z) que representa la elevación de un punto ya sea por encima o debajo del nivel del mar.

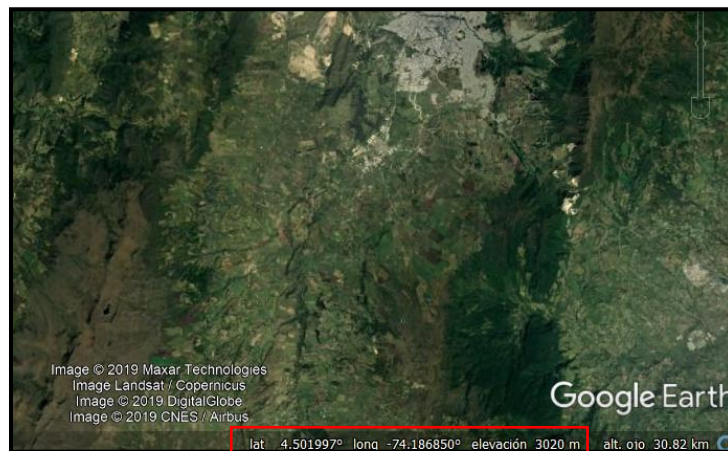


Figura 21. *Ejemplo de coordenadas (X,Y,Z) de un punto en Google Earth*

Fuente. Google Earth

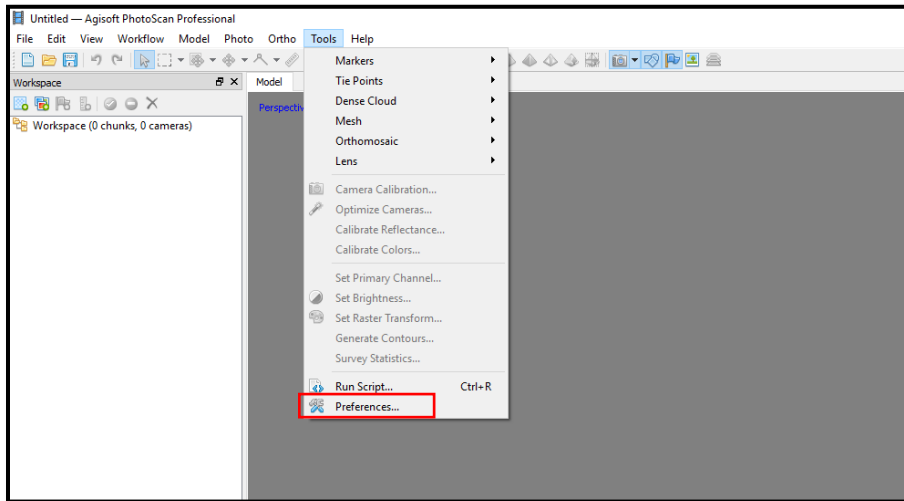
Como se describe con anterioridad el proceso de georreferenciación es de gran importancia para efectuar cualquier proyecto, es importante tener la ubicación espacial ya que es evidente que cualquier actividad interactúa con el entorno, de manera que es imprescindible que los entes gubernamentales o administrativos encargados de la toma de decisiones conozcan la posición geográfica de su territorio y así reconocer por medio de diagnósticos territoriales y gestión pública cuales pueden ser los impactos tanto positivos como negativos que se presentan dentro de su jurisdicción.

A continuación, se muestra el manual para la georreferenciación de fotografías tomadas con Dron, junto con las recomendaciones e imprevistos que puede evidenciar al momento de desarrollar su proyecto:

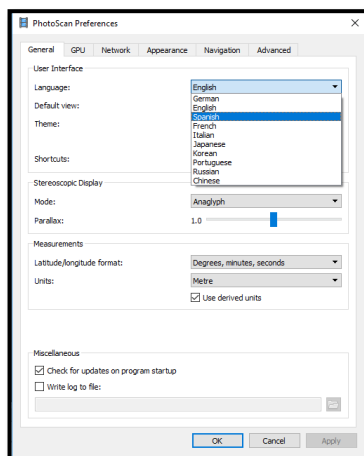


Inicialmente en busca de facilitar al usuario el manejo del software se realiza el cambio de idioma en la interfaz, siendo así se realizará la descripción del procesamiento de las imágenes en español.

1. Seleccione **BIR** sobre la opción **Tools** que se encuentra en la barra de herramientas y de clic sobre la opción **Preferences** como se muestra a continuación:

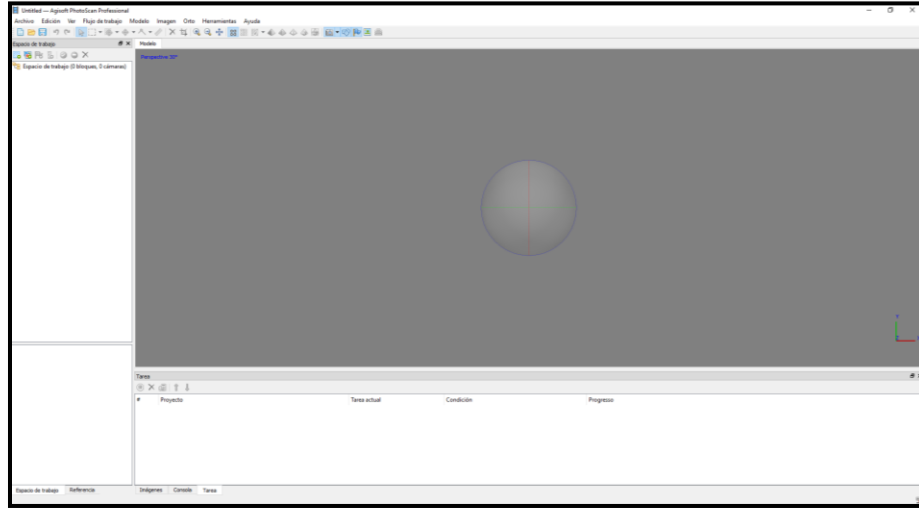


2. Aparecerá un recuadro de preferencias donde debe desplegar la lista que aparece en la opción **Language:** y oprima **BIR** sobre **Spanish**. Finalmente presione **BIR** de nuevo sobre la opción **OK**.



También puede cambiar el formato de latitud y longitud, así como las unidades de medida, sin embargo, para el desarrollo del presente ejercicio se dejarán como opciones predeterminadas.

3. Podrá evidenciar que todo el programa ahora se encuentra en español.



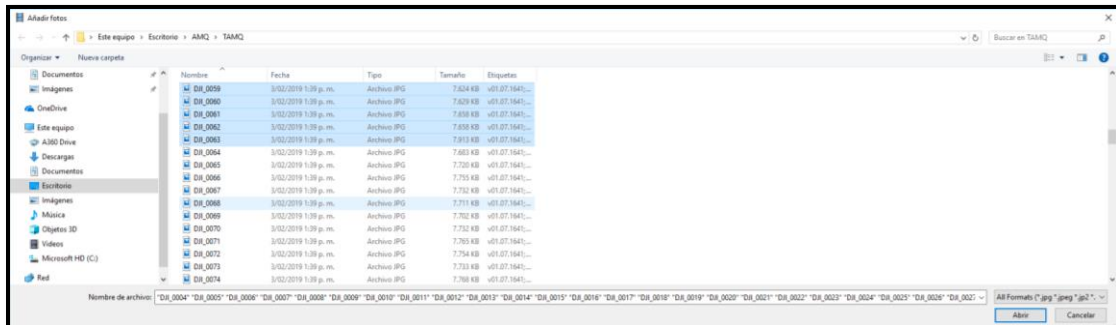
4. En el espacio de trabajo de clic sobre Añadir fotos, que debe aparecer con el siguiente icono



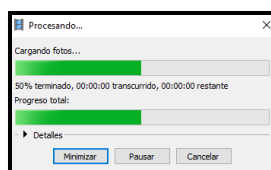
5. Cuando aparezca el recuadro de Añadir fotos puede seleccionar de la carpeta donde se encuentren ubicadas la cantidad de fotografías que requiera para el desarrollo del proyecto, cuando tenga seleccionadas todas las fotografías presione **BIR** sobre la opción **Abrir**.



Antes de seleccionar las fotografías cerciórese que el paquete de fotos que va a utilizar se encuentra a la misma altura, de manera contraria el programa no va a generar el



6. Cada vez que se ejecute una tarea aparecerá un recuadro indicando el porcentaje de progreso de dicha tarea.

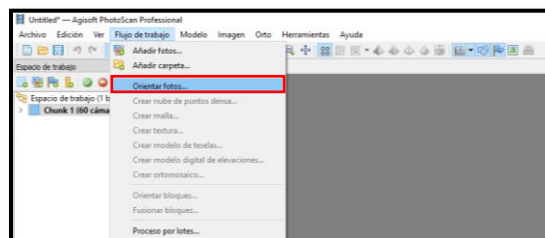


7. Cuando finalice el proceso le aparecerá un grupo de “cámaras” las cuales aparecerán simbolizadas por un círculo y el nombre de las fotografías tal como aparece a continuación:



El programa reconoce la ruta en la que se tomaron las fotografías, es por lo que se le facilita al usuario el desarrollo del Proyecto, de tal manera que no tengan que georreferenciarse una por una las fotografías, reduciendo a su vez el porcentaje de error del proceso.

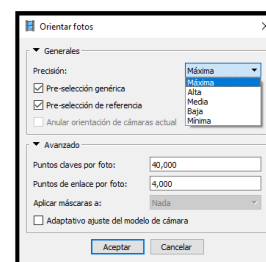
8. Para que el programa reconozca las coordenadas de cada una de las fotografías es necesario Orientar las fotos, de esta manera debe dar clic en la opción **Flujo de trabajo** que aparece sobre la barra de herramientas, y sobre la opción **Orientar fotos**.



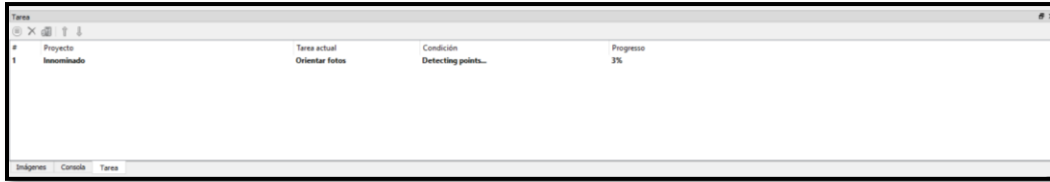
9. En el recuadro que aparece a continuación debe seleccionar la precisión que requiere para su proyecto, posterior a ello puede dejar el resto de las opciones por defecto y seleccionar **BIR** sobre **Aceptar**.



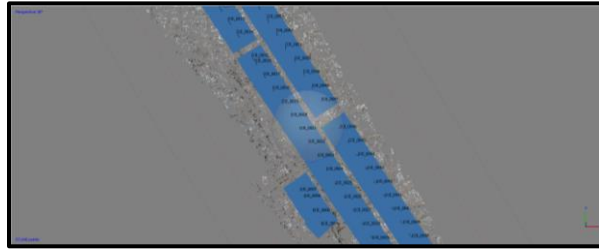
Como se trata de un proyecto de diagnóstico de saneamiento la precisión puede ser **Media**, sin embargo, si por el contrario se requiere de un proyecto con alto nivel de detalle como en levantamientos topográficos es necesario seleccionar la precisión **Máxima**.



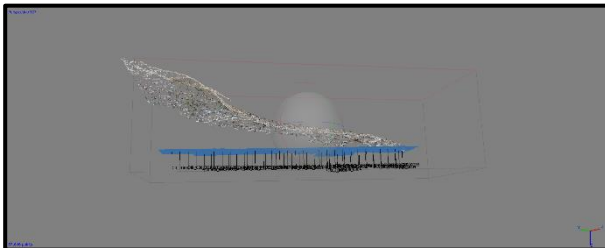
10. Además del recuadro de evolución del proceso, en la parte inferior de la ventana de trabajo aparecen tres ítems, en el ítem de Tarea también podrá verificar cada una de las tareas, su condición y progreso dentro de su proyecto.



11. Al finalizar el proceso aparecerá un mosaico de recuadros junto con un difuminado de las fotografías de la siguiente manera:

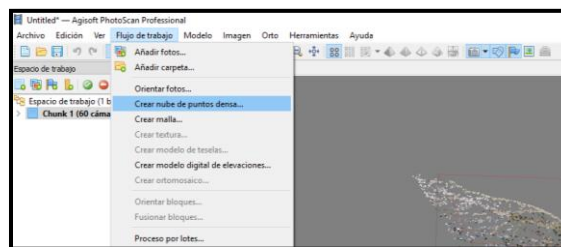


12. Como el proyecto se realiza en 3D usted puede rotar el mosaico de tal manera que pueda ver desde diferentes perspectivas el relieve de la zona, solo debe oprimir **BIR** sobre el círculo que aparece en el centro del cuadro de visualización.



Use un mouse o ratón con scroll o rueda preferiblemente para que pueda acercar o alejar su

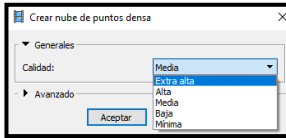
13. Después de posicionada la totalidad de las fotografías se procede a generar el mosaico descriptivo, donde se puedan evidenciar de manera más realista las condiciones de la zona, siendo así debe seleccionar **BIR** sobre la opción **Flujo de Trabajo** y posteriormente sobre **Crear nube de puntos densa**.



14. En el recuadro que aparece a continuación debe seleccionar la calidad que requiere para el proceso, de despliegue el listado dando clic sobre la opción que aparece en **Generales** en la sección **Calidad**.

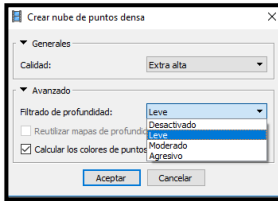


La Calidad de este proceso depende del número de fotografías que contiene el Proyecto, ya que entre más fotografías se utilicen en el procesamiento más tiempo llevará la ejecución de esta tarea.



Como el presente Proyecto es un diagnóstico de saneamiento se requiere un alto nivel de detalle en cuanto a las características físicas de la zona, es por lo que se escoge la opción de **Calidad Extra alta**.


15. En la sección **Avanzado** debe seleccionar una de las opciones de **Filtrado de profundidad**.



Contrario a lo que se especifica en la sección de **Calidad**, como no se requiere alto nivel de detalle en el modelo de elevación se puede escoger la opción **Leve** en el **Filtrado de profundidad**. De esta manera también se reduce el tiempo de ejecución de esta tarea.

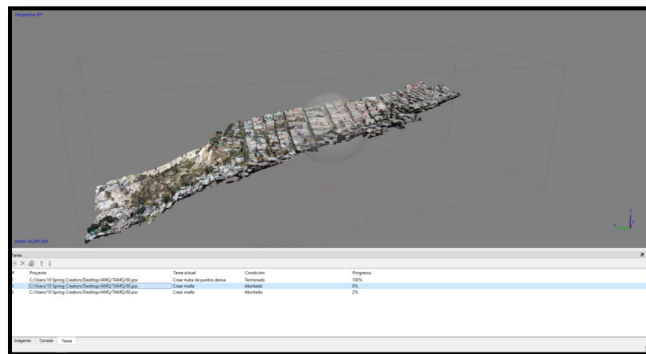


Tenga en cuenta que este proceso puede demorar alrededor de una semana o más dependiendo del número de fotografías que esté procesando, así que debe mantener el computador donde se encuentra trabajando encendido y cargado durante todo el proceso.

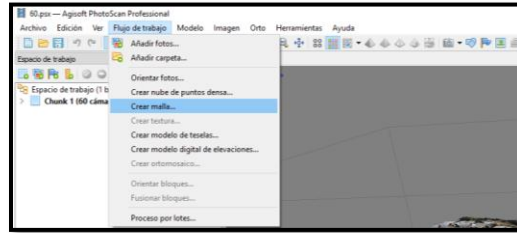
16. Para apagar el mosaico de fotografías base de clic sobre el siguiente icono  que aparece sobre la barra de herramientas.

17. Al finalizar el proceso de clic sobre este icono  para visualizar el proceso.

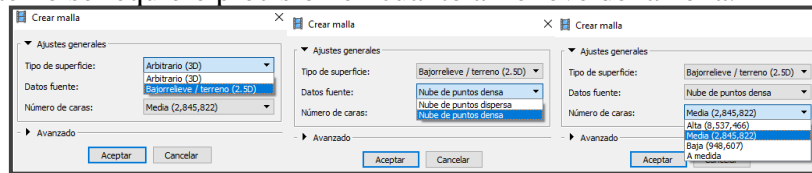
18. Su proyecto debe verse de la siguiente manera:



19. Ahora debe generar la malla del mosaico, lo que significa que el programa reconoce todas las fotografías donde aparece la misma sección del predio para mejorar la resolución del mosaico. Oprima el **BIR** sobre **Flujo de trabajo** y después sobre **Crear malla**.




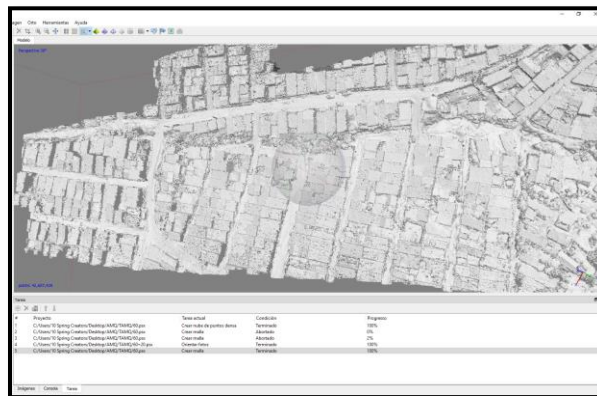
20. Tenga en cuenta que cada vez que realice una tarea que haga parte de **Flujo de trabajo** le aparecerá un recuadro de ajustes y de confirmación, para este caso en **Tipo de superficie** puede seleccionar la opción **Bajorrelieve / terreno (2.5D)**, ya que como se ha mencionado anteriormente no se requiere precisión en cuanto al relieve de la zona.




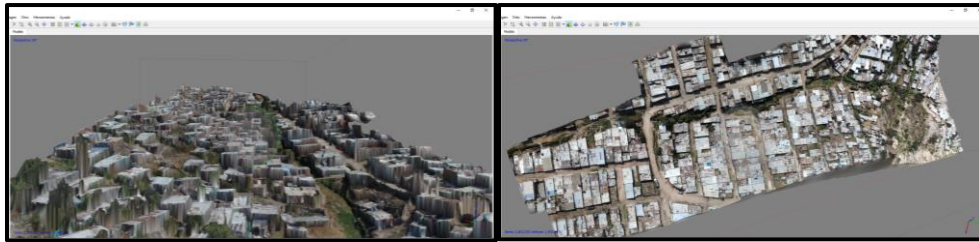
Para **Datos fuente** debe seleccionar la opción **Nube de puntos densa**, ya que esta cuenta con mejor nivel de detalle en cuanto a las características físicas de la zona. Finalmente, en **Número de caras** puede seleccionar **Media**, esto reduce el tiempo de procesamiento, sin embargo, si cuenta con mayor disponibilidad puede optar por la opción **Alta**.

A diferencia de la creación de nube de puntos densa este proceso se demora alrededor de 20 minutos, máximo una hora.

21. Para evidenciar este paso puede dar clic sobre este icono  y el proyecto se verá de la siguiente manera:



22. Para ver nuevamente el proyecto de manera más realista de clic sobre este icono  lo cual va a proyectar las edificaciones, mejorando la calidad del mosaico.

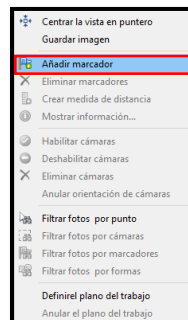


Hasta este paso solo se ha adecuado el mosaico para poder generar la georreferenciación de manera más precisa y detallada, de tal manera que ahora debe proceder con la ubicación espacial de la zona de su proyecto para poder generar un diagnóstico acertado.

23. Oprima **BIR** sobre el icono **Mostrar marcadores** que aparecerá en la barra de herramientas con el símbolo de una bandera.



24. Aparecerá el siguiente recuadro donde debe dar clic sobre la opción **Añadir marcador**.



25. Ubique el marcador sobre el punto que quiere georreferenciar.



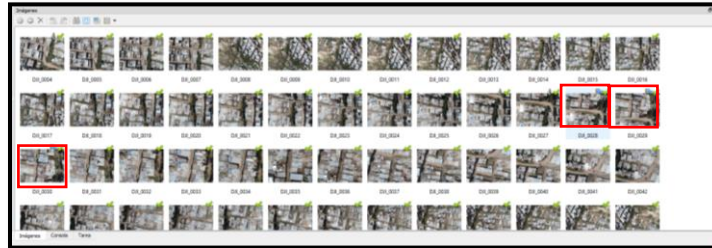
Es muy importante que en el momento de realizar la toma de las fotografías en campo se demarque el punto que se va a georreferenciar de manera que se visualice desde el Drone y a la hora de realizar el proceso en el software, si no encuentra la manera de demarcar en la zona del proyecto busque un punto de referencia que le facilite la ubicación de los puntos cuando realice el proyecto.



26. De clic sobre el marcador dos veces hasta que se ponga rojo el círculo debajo del marcador.



27. Tener el marcador en rojo le permite evidenciar en el ítem de Imágenes de la parte inferior del proyecto el número de fotografías que comparten el mismo punto, tal como se evidencia a continuación:



Para este caso existen 3 fotografías que comparten el mismo punto que será georreferenciado, puede reconocer estas fotografías porque aparecen con el símbolo del marcador en la parte superior derecha.



Es importante que añada como mínimo dos marcadores más como puntos de referencia para georreferenciar su mosaico, de esta manera reduce las probabilidades de error y le da una mejor orientación a su mosaico.

28. Se deben ver los 3 marcadores o más dependiendo de la disponibilidad del usuario de la siguiente manera:



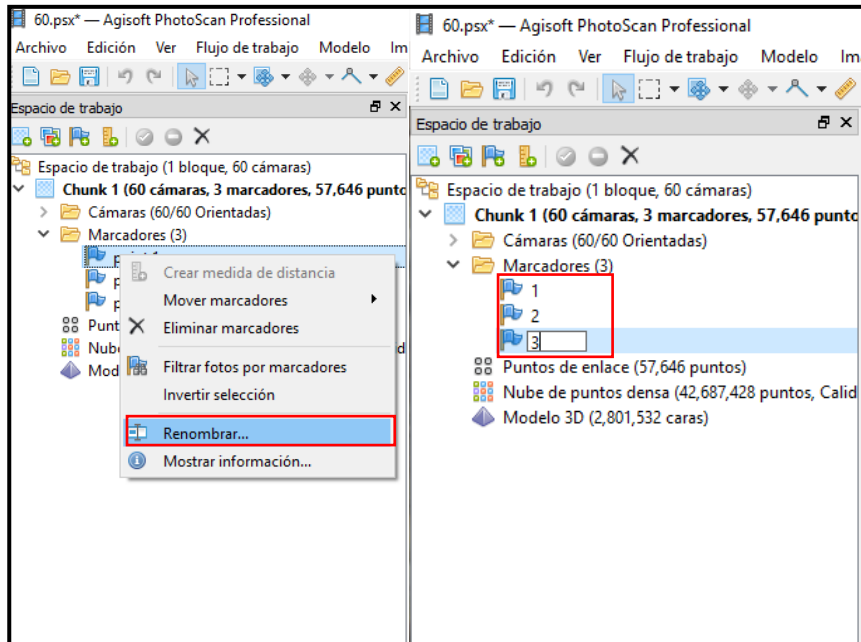


Antes de proceder con la georreferenciación debe organizar sus coordenadas de la siguiente manera en Bloc de notas:

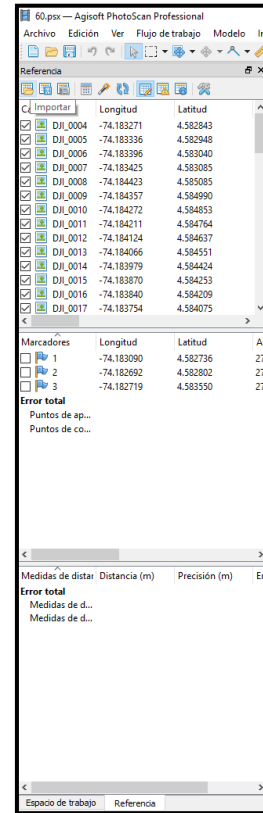
Sin título: Bloc de notas

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
ID	X	Y	Z	
1	4.582705	74.183058	2721	
2	4.582807	74.182667	2726	
3	4.583568	74.182710	2719	

29. Despliegue el listado del **Espacio de trabajo**, hasta que pueda reconocer el listado de marcadores que ubico en el mosaico, presione **BDR** sobre el primer marcador y de clic sobre la opción **Renombrar** y escriba en el espacio que aparecerá el ID que escribió en el **Bloc de notas**.



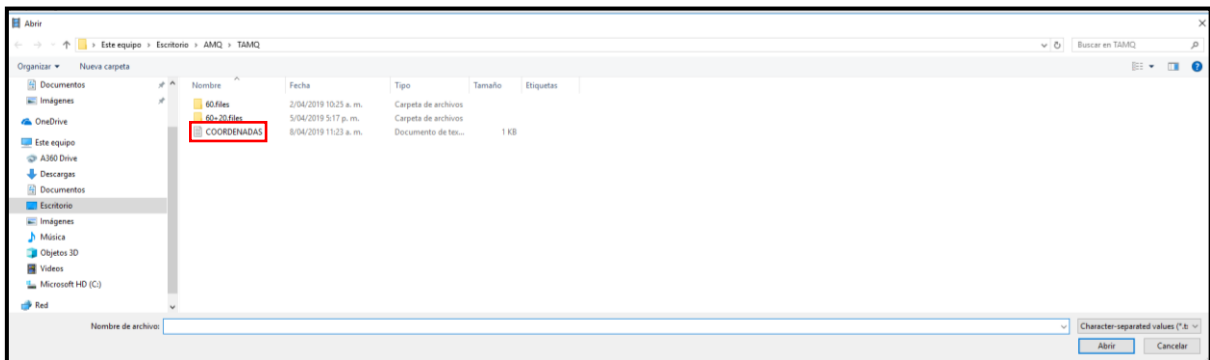
30. Cambien la opción de **Espacio de trabajo** a **Referencia** como se indica a continuación:



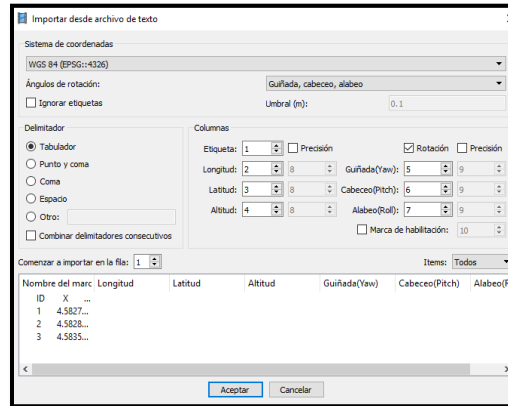
31. De clic sobre el icono importar



32. Posteriormente en la ventana emergente ubique y seleccione el documento de Bloc de notas con las coordenadas.



33. Después que de clic en **Abrir** le aparecerá el recuadro de **Importar desde archivo de texto**, en el cual deberá seleccionar el sistema de coordenadas. Para el presente proyecto por practicidad y evitando el proceso de transformación de coordenadas se seleccionó el sistema de coordenadas **WGS 84**.



Seleccione la opción **Tabulador** de la sección **Delimitador**, en la sección de **Columnas** especifique en cada una de las casillas cual es la columna donde se encuentra la información que se especifica, para el caso del presente proyecto se organizó la información de las coordenadas de tal manera que coincidiera con el orden de las columnas, siendo así puede utilizar la misma enumeración.

34. Después de dar clic sobre la opción **Aceptar** podrá verificar que hubo una rotación del mosaico, lo que demuestra que se generó la georreferenciación de manera correcta.

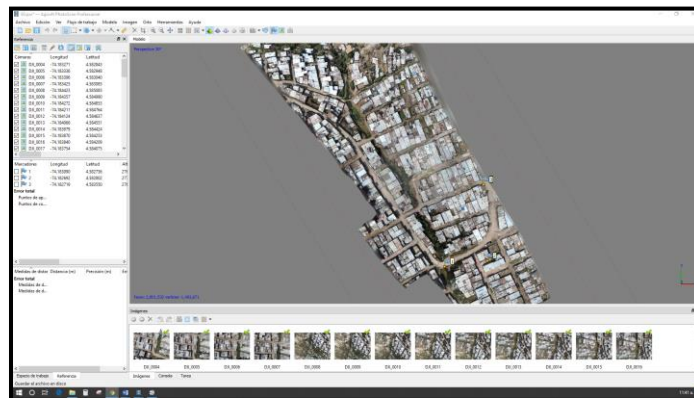
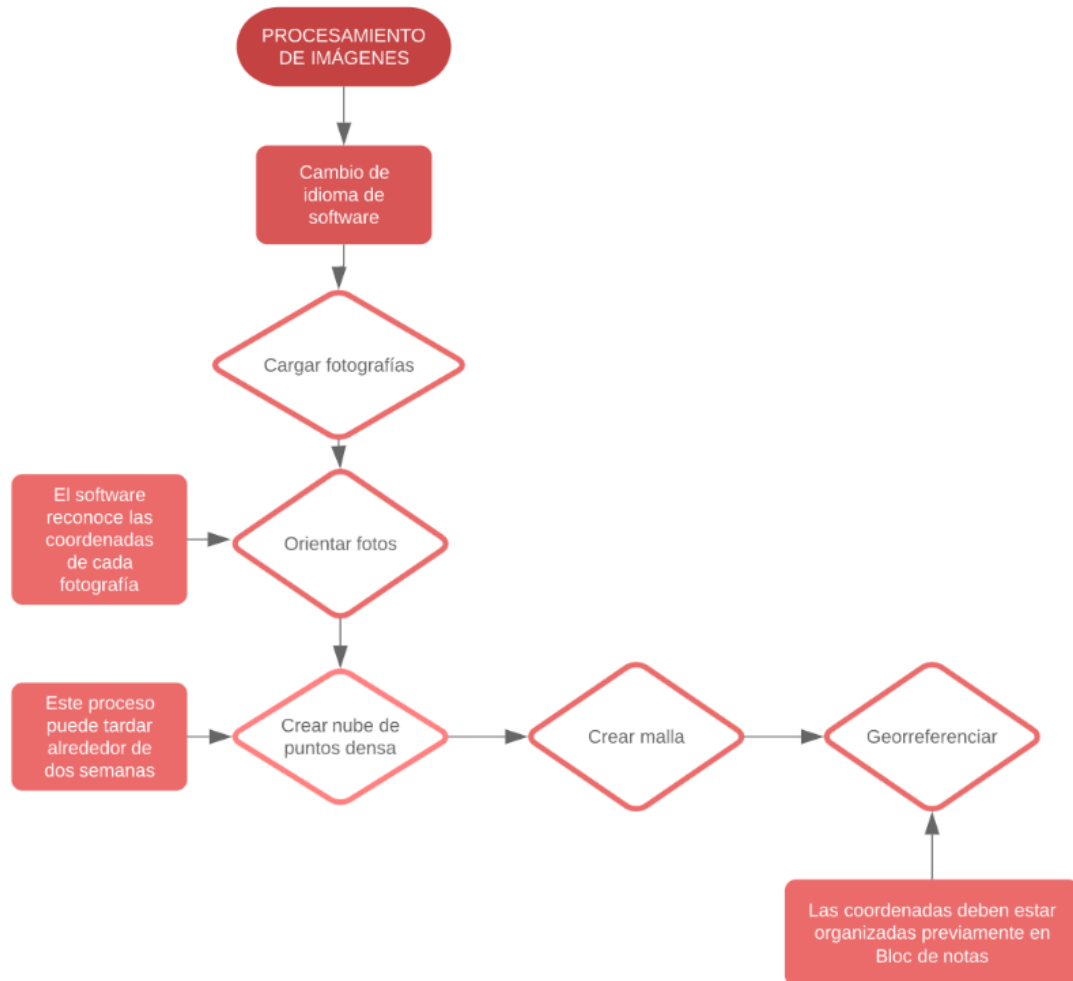


DIAGRAMA DE PROCESO DE GEORREFERENCIACIÓN



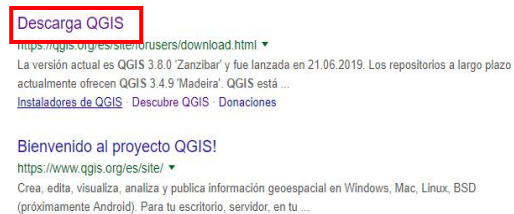
4.7.4. Edición

Descarga de software QGIS

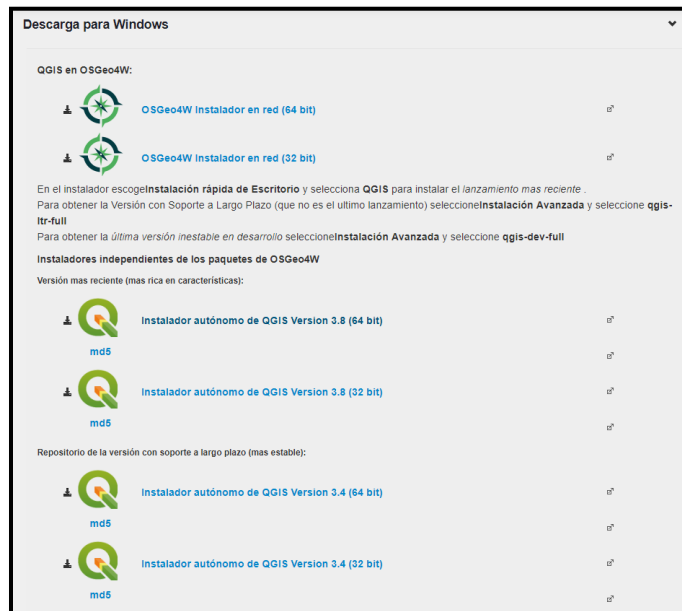
Teniendo en cuenta que el programa **Agisoft PhotoScan** solo cuenta con un periodo de prueba de treinta (30) días, es importante realizar la edición del mosaico para definir las condiciones de saneamiento desde el software QGIS, ya que cuenta con las herramientas SIG (Sistema de Información Geográfica) pertinentes para el desarrollo de este ejercicio, además de ser un programa de libre acceso.

Siendo así, se procede con la descripción del proceso de descarga del programa, seguido de las especificaciones de uso del programa y de sus herramientas de edición.

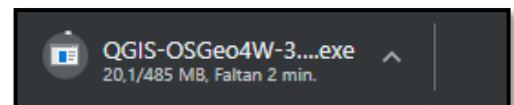
1. Ingrese **QGIS** en el buscador de su preferencia y de clic sobre la opción **Descarga QGIS**.



2. En la página aparecerán diferentes opciones de descarga, presione **BIR** sobre la versión más reciente del programa.

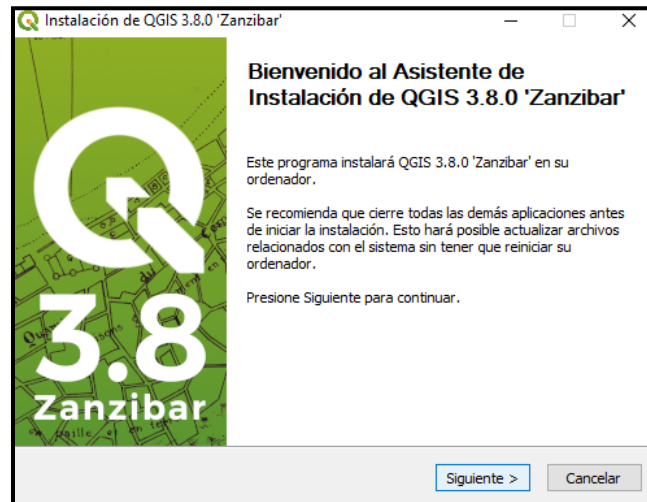


Tenga en cuenta las características y la capacidad del sistema operativo de su computador.

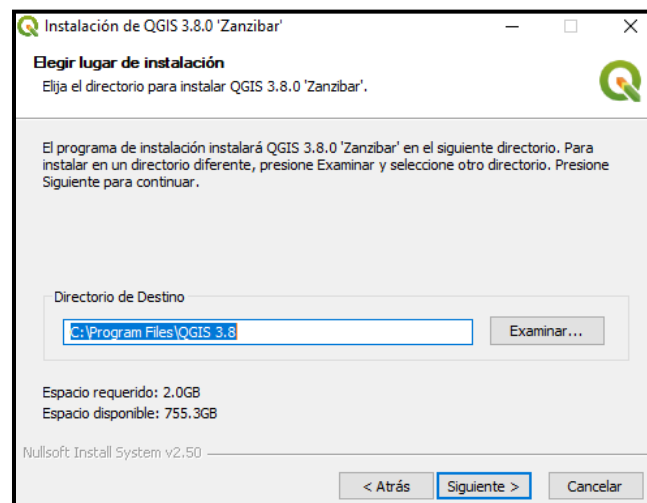


El programa se encuentra disponible para Windows, Mac OS X, BSD y Android

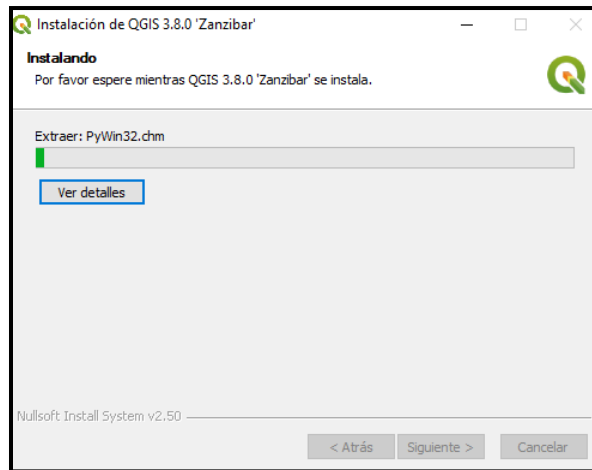
3. Cuando seleccione la opción compatible con el sistema operativo de su computador se inicia la descarga del programa y aparecerá este anuncio.
4. Al finalizar la descarga el icono cambiará al símbolo característico del programa.
5. Para continuar con la instalación debe dar clic sobre la opción **Siguiente** que aparecerá en la ventana emergente.



6. Dando clic en **Acepto** está accediendo a los términos y condiciones.
7. Puede dejar el lugar de guardado del programa por defecto o cambiarlo dando clic sobre **Examinar...** cuando defina el Directorio de Destino de presione **BIR** sobre **Siguiente**.



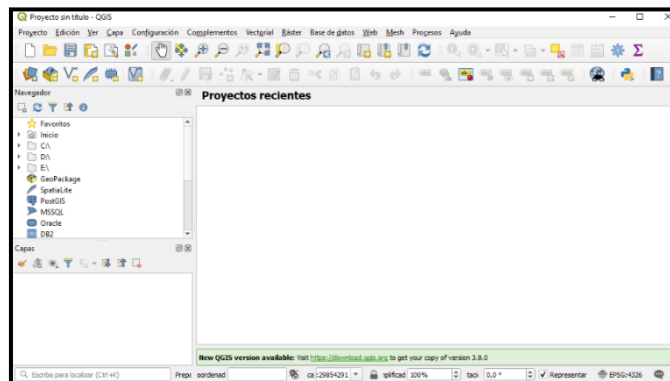
8. Presione **Instalar**, inmediatamente aparecerá una ventana mostrando los detalles del progreso de instalación.



9. Para finalizar seleccione la opción **Terminar**.



10. Puede abrir el programa para confirmar su correcta instalación.



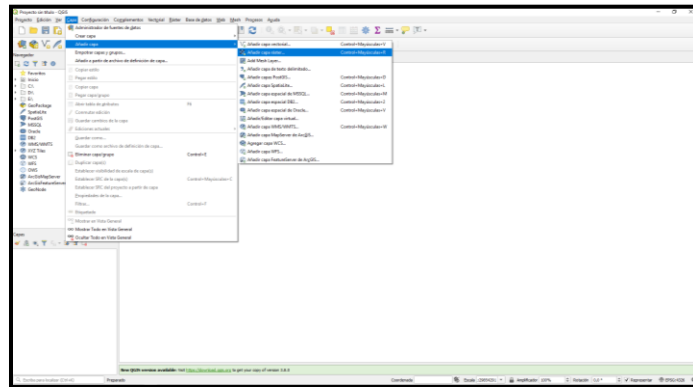
Edición de mosaico

Es importante mencionar que la finalidad del presente manual es respaldar el proceso mediante el cual se gestiona la legalización de barrios carenciados, es por ello que a continuación el proceso de edición se realiza en función de la resolución, la calidad y la cobertura lograda a partir de la metodología de toma de fotografías con Drone, con el fin de conocer las características de saneamiento de la zona de estudio.

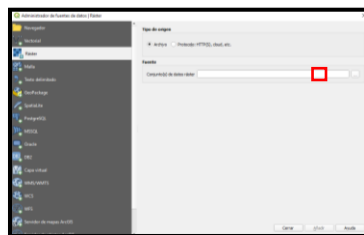
Es por ello que el presente capítulo se enfoca en las condiciones de saneamiento básico de la comunidad, lo que incluye el abastecimiento de agua para consumo humano, el manejo y disposición final adecuada de aguas residuales y excretas y por último el manejo y disposición final adecuada de los residuos sólidos.

Inicialmente se debe cargar el mosaico resultado de las actividades de procesamiento de fotografías con Drone, su georreferenciación y Ortorrectificación realizadas previamente en el programa **Agisoft PhotoScan**, como se describe a continuación:

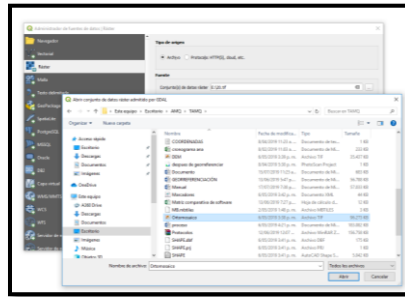
1. Presione **BIR** sobre la opción **Capa** que aparece en la barra de herramientas, seguido de la opción **Añadir capa** y **Añadir capa Raster** como aparece en la siguiente imagen.



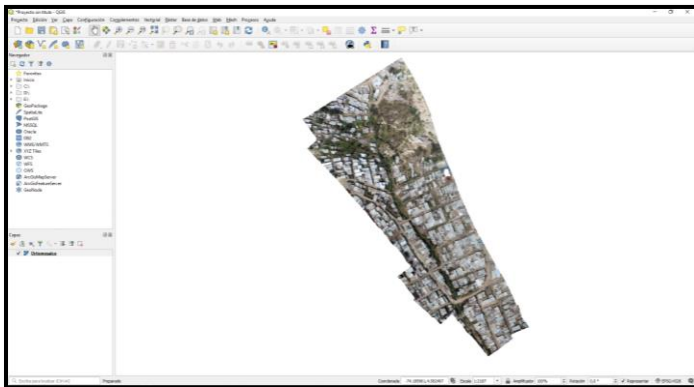
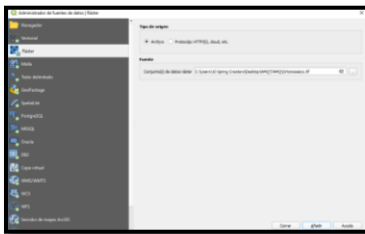
2. Seleccione la opción **Ráster** y en la sección **Conjunto(s) de datos ráster** de clic sobre el recuadro que aparece con puntos suspensivos.



3. Ubique el archivo tipo TIF de su mosaico, selecciónelo y oprima **BIR** en **Abrir**



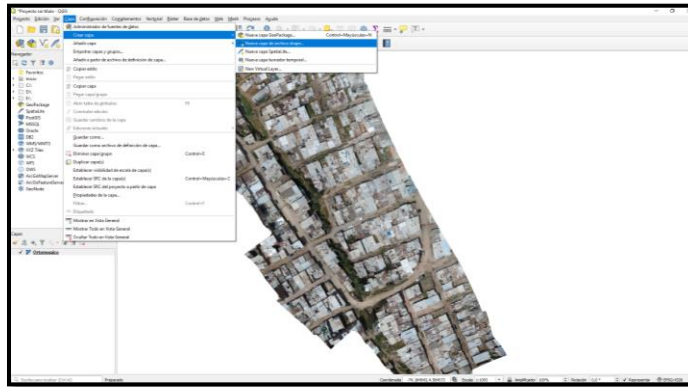
4. En la ventana de **Administrador de fuentes de datos Ráster** aparecerá la ruta de guardado de la imagen, ahora puede dar clic sobre la opción **Añadir**.



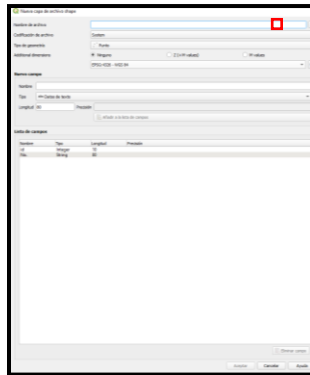
Como el mosaico ya fue georreferenciado con anterioridad el Programa reconoce su información espacial, así que no es necesario volver a georreferenciar la imagen.

Para dar inicio a la edición para obtener un inventario relacionado a las condiciones de saneamiento del área de estudio se debe crear un Archivo Shape por cada uno de los componentes de saneamiento básico que se identifiquen en el mosaico.

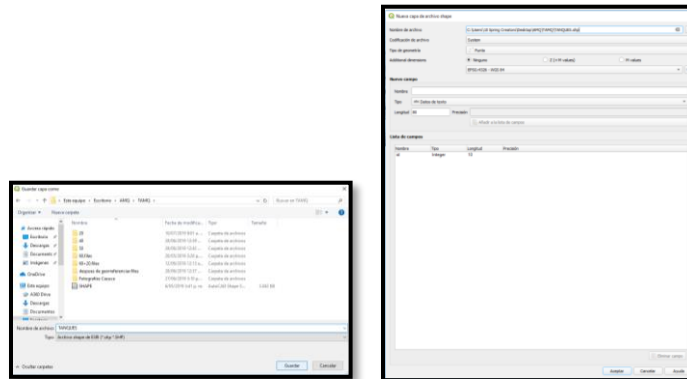
5. Nuevamente diríjase a la barra de herramientas y presione **BIR** sobre la opción **Capa**, de clic sobre **Crear capa** y después sobre **Nueva capa de archivo shape...** como aparece a continuación:



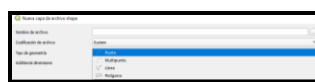
6. Aparecerá una ventana emergente en la que debe indicar las características del Shape.
7. Defina el nombre del archivo dando clic sobre el recuadro con puntos suspensivos.



8. Ubique la carpeta donde quiere guardar el archivo y defina el nombre, cuando seleccione **Guardar**, en la sección **Nombre de archivo** aparecerá la ruta de guardado de su Shape.



9. En **Tipo de geometría** puede escoger entre **Punto**, **Multipunto**, **Línea** o **Polígono**.





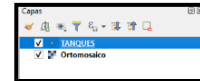
Tenga en cuenta las características de su Shape, seleccione:

- Punto, si solo desea saber las coordenadas de un objeto. (Ej. Tanques)
- Línea, si busca conocer longitudes. (Ej. Carreteras)
- Polígono, si quiere definir áreas. (Ej. Parques)

10. Como el la imagen ya se encuentra georreferenciada el programa reconoce su sistema de coordenadas, así que la sección donde se define el sistema de coordenadas se puede dejar por defecto.

11. De **Aceptar** para crear la nueva capa.

12. A continuación aparecerá en la sección Capa de la parte inferior izquierda de la ventana el nuevo shape.



13. Presione **BIR** sobre el símbolo de **Conmutar edición**



para iniciar con la edición,

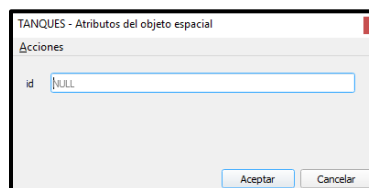
posteriormente de clic sobre **Añadir punto** que aparece con este símbolo



ahora el cursor aparecerá así



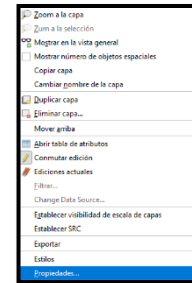
14. De clic donde quiere que aparezca el punto y defina su nombre en la ventana emergente y presione **Aceptar**.



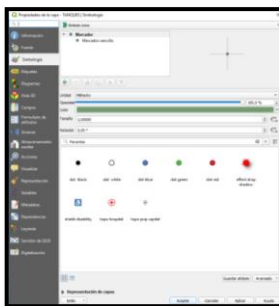

El punto aparecerá en el lugar en la imagen sobre el que dio clic, en este caso se están identificando los tanques de almacenamiento de agua, es por ello que se puede distinguir un punto verde sobre este objeto.



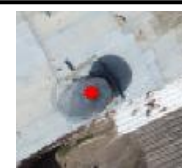
15. Para cambiar las propiedades del Shape presione **BDR** sobre el Shape que quiere cambiar, en la ventana que aparecerá de clic sobre la opción **Propiedades**.



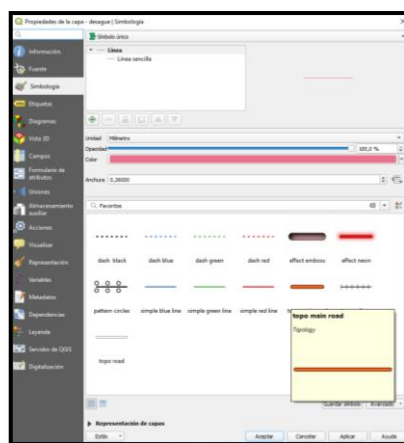
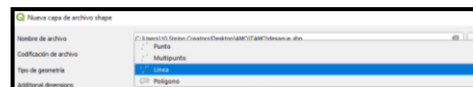
16. En la ventana de propiedades de la capa que aparece a continuación puede cambiar el símbolo, el color y el tamaño del punto. Seleccione **Aceptar** cuando termine de definir las propiedades de la capa.



Ahora puede observar el cambio del punto en su archivo de edición.



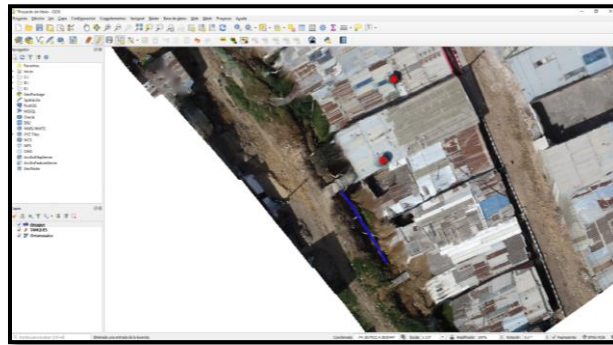
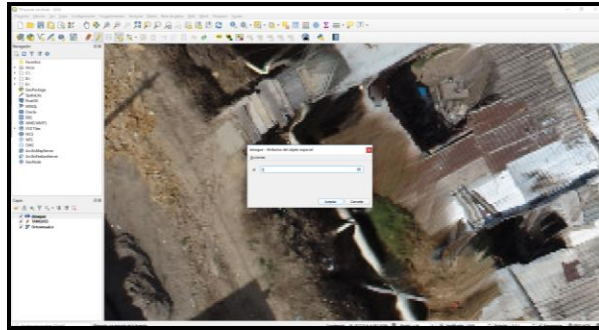
17. Para crear un Shape de **Línea** o **Polígono** siga el mismo procedimiento, solo requiere cambiar el **Tipo de geometría**.



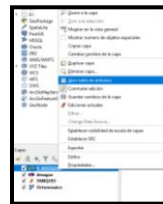
Puede seguir la misma metodología para el cambio de propiedades del Shape si así lo requiere.

18. Para delimitar este Shape debe presionar **BIR** a lo largo de la línea que quiere generar, le aparecerá una línea roja delgada a lo largo de los puntos que haya definido, cuando finalice de **BDR** para finalizar.

19. Nuevamente aparecerá una ventana donde debe escribir el nombre de dicha línea y presionar **Aceptar**.



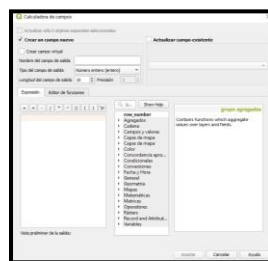
20. Para conocer la longitud del Shape de línea debe dar **BDR** sobre el Shape y seleccionar la opción **Abrir tabla de atributos**.



21. En la ventana que aparece de clic sobre Abrir calculadora de campos que aparece con este símbolo



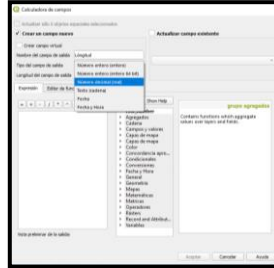
22. Aparecerá la siguiente ventana:



23. Puede escribir el título que quiere darle a este campo escribiéndolo en la sección **Nombre del campo de salida**, también puede definir qué tipo de valor necesita escogiendo entre las opciones que aparecen a desplegar la lista de **Tipo de campo de salida**.



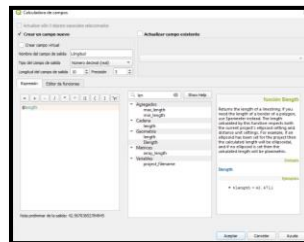
Para mayor precisión
seleccione la opción **Número
decimal (real)**.



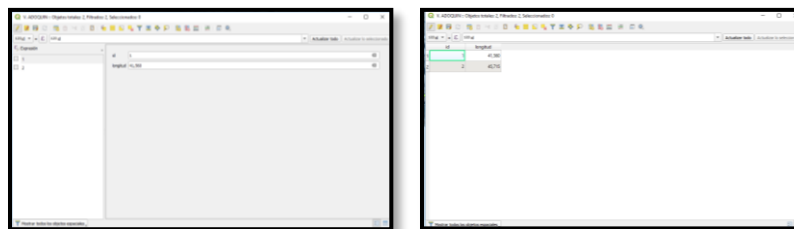
24. En la parte de Precisión puede definir la cantidad de decimales que requiere para este valor.



25. Para definir la longitud de los elementos del Shape debe escribir la palabra **length** donde aparece el símbolo de una lupa, cuando aparezcan las opciones debe dar doble clic sobre la que aparece con el símbolo del dólar (**\$length**), finalmente presione **Aceptar**.



26. Ahora debe aparecer la longitud de cada objeto en cualquiera de las presentaciones que se muestran a continuación:



5. CONCLUSIONES

Al hacer parte del proceso de asistencia de proyecto de investigación fue necesario trabajar de manera conjunta con profesionales de diferentes áreas, lo cual implica, durante el periodo de aprendizaje, el trabajo en equipo y el conocimiento personal de las capacidades de liderazgo. Por otro lado, aunque se presentaron diferentes obstáculos a la hora de gestionar los equipos y las zonas de estudio, significó un compromiso y un reto encontrar las soluciones necesarias para la ejecución de las actividades planteadas.

En cuanto al conocimiento teórico, se amplió un campo de la ingeniería ambiental poco explorado, en el cual se emplearon las nuevas tecnologías como el uso del dron y su aplicabilidad en la fotogrametría y la teledetección, con el fin de priorizar recursos y reducir tiempos de ejecución de proyectos. Adicionalmente, se identificaron otras maneras de aplicar la presente metodología en el desarrollo de proyectos ambientales, tales como las actividades de levantamientos topográficos, reconocimiento de zonas de disposición de residuos sólidos, redes eléctricas, coberturas vegetales, etc., actividades que actualmente demandan gran cantidad de profesionales y recursos económicos.

Por otra parte, debido a las diferentes experiencias a lo largo del desarrollo de la asistencia del proyecto, se presentaron algunos obstáculos debido a la falta de experiencia y conocimiento con respecto al uso de las herramientas. Por ello, en aras de facilitar la aplicabilidad de la metodología propuesta, a continuación, se presentan algunas de las recomendaciones más importantes; sin embargo, la totalidad de dichas recomendaciones puede apreciarse en conjunto y de manera detallada en el Anexo “Manual”, donde se presenta, por medio de una secuencia de capítulos, el proceso completo de la toma, el procesamiento y la edición de fotografías tomadas con dron:

- ☛ Inicialmente, se debe contar con un computador con al menos el 30 % de espacio en su disco duro, preferiblemente debe tener un procesador Intel Core I5 o I7, pues de lo contrario el procesamiento de las imágenes será más lento, lo que puede afectar la finalización del proyecto ya que como se mencionó anteriormente, el *software* Agisoft PhotoScan solo se encuentra disponible de manera gratuita por un mes.
- ☛ Para la georreferenciación es importante que se tomen las coordenadas con un GPS de alta precisión en al menos tres puntos de control, de tal manera que cuando se realice el sobrevuelo, estos puntos puedan ser identificados por el dron y, a su vez, en el programa cuando se vayan a procesar las imágenes.
- ☛ A pesar de que en el presente informe y en la mencionada metodología solo se emplearon tres puntos de control para georreferenciar el mosaico, es importante mencionar que entre más puntos de control se utilicen en el proceso se mejorará la calidad del mosaico, obteniendo como resultado un mosaico que represente de manera exacta la realidad de la zona; reduciendo los metros o centímetros de error identificados.

- ✈ Se debe realizar la descarga del programa Agisoft PhotoScan solamente cuando ya se tenga el levantamiento en campo de las fotografías con dron, pues de no ser así, el periodo de prueba irá corriendo desde el momento de la descarga y se perderán días que pueden ser aprovechados en el reconocimiento del *software* por medio de la manipulación de las imágenes.

Finalmente, se concluye que es posible obtener un alto nivel de precisión por parte del dron, ya que cuando se desarrolla el plan de vuelo, este va tomando las coordenadas de cada punto donde toma la fotografía y, posteriormente, al momento de georreferenciar el mosaico se realiza un ajuste de las coordenadas, lo cual ajusta la imagen a las condiciones reales del área de estudio. Por último, cuando se realiza el proceso de ortorectificación, se realiza nuevamente un ajuste de la imagen.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ☞ Alcaldía Municipal Ibagué. (2015). *Instructivo para legalización de asentamientos humanos*. Ibagué.
- ☞ ArcMap. (s.f.). *Qué son los sistemas de coordenadas geográficas*. Obtenido de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/about-geographic-coordinate-systems.htm>
- ☞ BID. (2015). *El uso de drones en la gestión urbana*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/drones/>
- ☞ ESRI. (2019). *ArcGIS Resources*. Obtenido de <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000r000000.htm>
- ☞ Lambert, R., & Poblet, R. (2015). *Mapeando para Reducir el Riesgo Urbano*. Obtenido de https://climasinriesgo.net/wp-content/uploads/2016/01/Castellano_Final-Policy-Brief_11_Feb2016_cLsR.pdf
- ☞ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *Guía Metodológica 2 Procedimiento de Legalización de Asentamientos Humanos*. Bogotá.
- ☞ Ministerio de Educación Nacional. (24 de mayo de 2019). *MinEducaión*. Obtenido de <https://www.mineduccion.gov.co/1621/article-190610.html>
- ☞ Molina, J., Valarezo, M., Honores, J., & Elizalde, R. (2017). *Utilitarios I*. Editorial Area de Innovación y Desarrollo, S.L.
- ☞ Organización Mundial de La Salud. (2019). *Organización Mundial de La Salud*. Obtenido de https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/
- ☞ Pérez, M. (2009). *El uso de las TIG en los barrios informales: una herramienta indispensable de evaluación y planificación*. Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7376/08_TIG_08_marcperetz.pdf;jsessionid=5EE561F245FAB6B0A28AA6AE0DDDD960?sequence=1
- ☞ Reyes, F., González, A., Miranda, D., & Crecente, F. (2009). Sistema de información catastral adaptado a la realidad del gobierno local en Ecuador. *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano*, 8.
- ☞ Rodríguez, V., & Bosque, J. (2009). *Aplicaciones de las TIG en las ONG: problemas y soluciones*. Madrid: Universidad de Alcalá.
- ☞ Sociedad Americana de Fotogrametría y Teledetección (ASPRS). (s.f.).