

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y
GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ**

**LEIDY SULANYI AVELLANEDA BOTERO
RAUL SANTIAGO QUIROGA BETANCOURT**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA
FUSAGASUGÁ
2019**

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y
GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ**

**LEIDY SULANYI AVELLANEDA BOTERO
RAUL SANTIAGO QUIROGA BETANCOURT**

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de tecnólogo en
cartografía.**

**DIRECTOR DE PROYECTO
Ingeniero Topográfico.
Sócrates Cardona Giraldo**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA
FUSAGASUGÁ
2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Sócrates Cardona
Director de proyecto

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios quien nos permitió llegar a este punto, y culminar con este proyecto de investigación

A nuestros padres por brindarnos el apoyo y comprensión en todo el transcurso de nuestra carrera

A nuestro director de tesis, el profesor Sócrates Cardona Giraldo, porque gracias a su exigencia hoy nos sentimos orgullosos de haber culminado este proceso de investigación.

DEDICATORIA

*Este proyecto se lo dedicamos a nuestros padres y hermanos,
quienes fueron nuestro apoyo incondicional en todos estos años,
especialmente en esta etapa en la cual estamos culminando
nuestra carrera universitaria.*



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	18
2. JUSTIFICACIÓN	19
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
4. Objetivo General	21
4.1 Objetivos Específicos	21
5. ANTECEDENTES.....	22
6. MARCO TEÓRICO	24
7. MARCO REFERENCIAL.....	28
8. MARCO LEGAL Y NORMATIVO	29
9. MARCO CONCEPTUAL	33
10. RECURSOS	37
11. MARCO METODOLÓGICO.....	38
12. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	61
12.1 ANÁLISIS (CONTROL DE CALIDAD DE COORDENADA GEOGRÁFICAS)	61
12.2 CONTROL DE CALIDAD EN COORDENADAS PLANAS	62
12.3 CONTROL DE CALIDAD EN COORDENADAS CARTESIANAS	63
12.4 PUNTOS DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS	¡Error! Marcador no definido.
13. CONCLUSIONES.....	69
14. RECOMENDACIONES.....	70
15. BIBLIOGRAFÍA.....	71



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 Salida Grafica, Calculo de áreas	65
Mapa 2 Salida Grafica, Puntos GPS.....	66
Mapa 3 Salida Grafica, Predio Ubaté.....	67



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

LISTA DE IMÁGENES

Ilustración 1 Ubicación Ubaté a nivel nacional	28
Ilustración 2 Metodología- Fuente propia	38
Ilustración 3 Sede Ubaté- Fuente Google Earth.....	39
Ilustración 4 Identificación Detalles-2- Fuente propia	39
Ilustración 5 Identificación de detalles-1- Fuente propia	39
Ilustración 6 Detalles-4- Fuente propia	40
Ilustración 7 Detalles-3- Fuente propia	40
Ilustración 8 Detalles-5-Fuente propia	40
Ilustración 9-Materialización 1-Fuente propia.....	41
Ilustración 10-Materialización 2-Fuente propia.....	41
Ilustración 11-Materialización 4-Fuente propia.....	41
Ilustración 12-Materialización 3-Fuente propia.....	41
Ilustración 13-Georreferenciación 2-Fuente propia	42
Ilustración 14-Georreferenciación 3-Fuente propia	42
Ilustración 15-Georreferenciación 1-Fuente propia	42
Ilustración 16-Levantamiento Topográfico 1-Fuente propia.....	42
Ilustración 17-Levantamiento Topográfico 2-Fuente propia.....	43
Ilustración 18-Puntos Cargados en Topcon Tools	43
Ilustración 19-Puntos visualizados en la herramienta Google Earth.....	44
Ilustración 20-Datos Estación Total-Topcon link	53
Ilustración 21-Asignación de coordenadas-Puntos GPS	53
Ilustración 22-Plano AutoCAD inicial	54
Ilustración 23-Plano AutoCAD Final.....	55
Ilustración 24 Dron Phantom 4 Zona de despegue- Fuente propia	56
Ilustración 25 Dron Phanthonm 4- Fuente Propia.....	56
Ilustración 26-Plan de vuelo sede Ubate- Fuente INGEODRONE.....	57
Ilustración 27-Nube de puntos inicial de la Ortófoto en PIX4D-Fuente propia	57
Ilustración 28-Nube de puntos densa PIX4D-Fuente propia	58
Ilustración 29-Modelo Digital de Elevación-Fuente propia	59
Ilustración 30-Digitalización de Áreas-Fuente propia.....	60



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-Sumatoria de ángulos-Fuente propia	45
Tabla 2-Correccion de ángulos-Fuente propia	46
Tabla 3-Calculo de Azimut-Fuente propia.....	47
Tabla 4-Calculo de perímetro-Fuente propia	48
Tabla 5 - Perímetro Poligonal	48
Tabla 6-Cálculo de proyecciones-Fuente propia.....	49
Tabla 7-Proyecciones corregidas-Fuente propia	51
Tabla 8 - Corrección de proyecciones	51
Tabla 9-Cálculo de Coordenadas-Fuente propia	51
Tabla 10-Cartera de campo-Fuente propia.....	52
Tabla 11-Control de calidad de Coordenadas Geográficas-Fuente propia	61
Tabla 12-Control de calidad coordenadas planas-Fuente propia	62
Tabla 13Control de calidad coordenadas cartesianas-Fuente propia.....	63
Tabla 14-Áreas-Fuente propia.....	64



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las expectativas planteadas por la decanatura de la facultad en cuanto al inventario de los predios de la universidad, se vio la necesidad de realizar el plano topográfico de la sede de Ubaté, por lo tanto se realizó una visita a las instalaciones para reconocer las áreas y elementos faltantes, además se planeó el procedimiento del levantamiento estableciendo la adecuada ubicación con los puntos materializados en campo según las normas establecidas por el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) y así poder ligar a la red geodésica dicho levantamiento. Con el levantamiento topográfico se recolectaron los datos que posteriormente se procesan para generar una salida gráfica. Para el levantamiento se hizo una poligonal con ceros atrás con la cual se calculó cada error máximo permitido así mismo se generó sus correcciones necesarias para la cartera de campo.

Se realizó un sobrevuelo con el Drone Phantom 4 para generar la nube de puntos, ortofoto y así mismo el DEM (Modelo digital de elevación).

Debido a las necesidades presentadas en la sede de Ubaté con relación a un inventario adecuado de cantidades reales en cuanto a áreas construidas, zonas verdes, recreativas y demás, se vio la necesidad de llevar a cabo dicho proyecto; por tal razón queremos aportar este proyecto a la Universidad de Cundinamarca para futuros trámites legales ante cualquier entidad jurídica o estatal y futuros desarrollos estructurales o de obras civiles.

Como producto final, la Universidad de Cundinamarca tendrá el levantamiento topográfico así como el plano planimétrico de la sede donde se evidenciaran sus respectivas áreas junto con su fotografía aérea y salidas gráficas donde se identificara sus diferentes tipos de infraestructuras y campus presentes en dicha sede.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

2. JUSTIFICACIÓN

El proyecto propuesto busca generar la delimitación de áreas, la toma de detalles y evidencias de rutas y senderos. Cumpliendo con la resolución conjunta SNR-IGAC 643 del 30 de mayo del 2018, la cual explica las especificaciones técnicas para los levantamientos topográficos generados en el territorio colombiano. Esto nos lleva a plantear de forma específica el presente trabajo.

De acuerdo con los objetivos propuestos, este proyecto podría ser usado para la toma de decisiones gubernamentales, estatales o institucionales. De igual forma poder ser una base para la futura generación de rutas de evacuación para prevención de riesgos y amenazas según la Norma Técnica Colombiana 1461.

Debido a la falta de información cartográfica de la seccional de Ubaté el proyecto de investigación tiene como objetivo mostrar la importancia de la cartografía y la topografía dada las actividades agrícolas en dicha seccional. Mostrando así la relevancia de nuestra carrera para las demás actividades realizadas en todas las sedes de nuestra alma mater.

Ya que dicha seccional presenta falencias en información cartográfica con relación a diferentes ubicaciones de rutas, pacillos, zonas verdes y construcciones se ve la necesidad de realizar un levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico para dar solución al respectivo problema.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las instalaciones de la universidad no existe un modelo gráfico e informativo de la ubicación geográfica del campus de la universidad, esto se presta a que visitantes y nuevos estudiantes se les dificulte la orientación, es por esto que se hace necesario generar cartografía básica para representar los elementos físicos de esta institución, el cual sería de gran ayuda para la comunidad universitaria. La falta de información cartográfica de las diferentes sedes y seccionales se plantea la siguiente pregunta ¿Cómo hacer para que los estudiantes o usuarios de la Universidad de Cundinamarca seccional Ubaté reconozcan las diferentes estructuras y elementos físicos de las instalaciones?

Teniendo en cuenta la pregunta planteada anteriormente, en este trabajo de campo se realizará un levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico, el cual dará como resultado la distribución y ubicación de los detalles e infraestructuras presentes en dicha seccional



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

4. OBJETIVO GENERAL

- Visualizar la infraestructura de las instalaciones físicas de la Universidad de Cundinamarca seccional Ubaté a través de un levantamiento topográfico (planimetría y altimetría)

4.1 Objetivos Específicos

- Identificar las infraestructuras y elementos físicos de las seccional Ubaté de la Universidad de Cundinamarca.
- Realizar el levantamiento topográfico por los métodos convencionales
- Mostrar topográficamente los elementos físicos que se encuentran dentro de las instalaciones de la Universidad de Cundinamarca seccional Ubaté
- Presentar la distribución de la infraestructura de la Universidad de Cundinamarca Seccional Ubaté con una vista de planta con imágenes de Dron



5. ANTECEDENTES

Según (Luis Urteaga 2013) pese a la existencia de antecedentes destacados, se trata del primer levantamiento topográfico de a una gran escala que abarca todo el territorio catalán. De hecho, una gran empresa cartográfica exigió movilizar una gran cantidad de cartógrafos y ejecutar considerables recursos técnico. *“La carta topográfica española consta en total de 1.114 hojas, con un formato de 10’ de latitud por 20’ de longitud, ochenta y cinco de las cuales corresponden a Cataluña. Su levantamiento fue durante muchos años competencia exclusiva del Instituto Geográfico y Estadístico, la agencia cartográfica oficial española, que actualmente recibe el nombre de Instituto Geográfico Nacional”* (Luis Urteaga 2013). Sin embargo, durante la dictadura de Primo de Rivera pasaron a tomar parte las operaciones topográficas los cartógrafos, en parte la mayor parte del territorio se levantó mediante cartografía clásica, pero en algunas zonas montañosas se empleó la fotogrametría terrestre. Para (Luis Urteaga 2013) la colaboración de cartógrafos civiles y militares y el empleo de la fotogrametría terrestre contribuyeron a explicar la gran rapidez del levantamiento. *El propósito de nuestro trabajo es doble: primero, dar cuenta de las vicisitudes del levantamiento de la carta 1:50.000; segundo, propiciar la consulta de la abundante documentación generada por esta operación cartográfica. La exposición se divide en cuatro partes. La primera describe la organización del levantamiento, y consigna el personal empleado en el mismo por parte del Instituto Geográfico. En la segunda se analizan las labores topográficas, poniendo énfasis en la planimetría, la nivelación y los planos de poblaciones. La tercera alude a los trabajos específicos desarrollados por el Depósito de la Guerra, y la cuarta a las operaciones de fotogrametría terrestre* (Luis Urteaga 2013). Cabe resaltar que el levantamiento topográfico del territorio catalán requirió de ingenieros geógrafos e ingenieros topógrafos con un personal total de doscientos cuarenta y seis profesionales con un alto nivel de cualificación. Claramente se puede evidenciar la gran cantidad de personal que se requiere al elaborar un levantamiento topográfico lo cual también depende del tamaño del área la cual se va a trabajar.

“El primer centro directivo fue creado en la provincia de Tarragona, en la primavera de 1912, y fue dotado inicialmente con ocho ingenieros geógrafos y veintiún topógrafos (Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico, 1912a y 1912b). A cargo de todos ellos quedó un cartógrafo muy veterano, el ingeniero geógrafo Eduardo de Bordóns y Martínez de Ariza (1863-1918), que permaneció en Tarragona hasta 1917, año en que fue nombrado” (Luis Urteaga 2013) como dice en el anterior texto, la primera fase del trabajo lo lidero un cartógrafo el cual era ya alguien con bastante



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

experiencia lo cual nos da a informar que un cartógrafo puede asumir dicha responsabilidad. La primera operación del levantamiento consistía en la triangulación topográfica de cada municipio, la triangulación se componía de los polígonos necesarios para poder cubrir toda la superficie del municipio con lados de longitud variable, tenían que cumplir ciertas reglas a la hora de hacer los triángulos no podían ser inferiores una cierta cantidad de grados ya que la red geodésica no lo permitía, la observación definitiva de la red topográfica con teodolito reiterado y así poder medir los azimuts.

“En este contexto, la complejidad que va adquiriendo el hecho urbano supone un handicap para el estado liberal que debe enfrentarse a la necesidad de nuevos instrumentos técnicos, que permitan un mayor y mejor conocimiento del territorio, en general, y de la ciudad en particular, y a desarrollos normativos que ayudasen a planificar los nuevos crecimientos urbanos y, en la medida de lo posible, a acondicionar y ordenar lo ya edificado.”(Amparo Ferrer, José Nieto.2014:67) como dice estos autores es de suma importancia saber el conocimiento del territorio mediante distintas técnicas ya sean tecnológicas para así poder tener una idea clara de los crecimientos urbanos que se generan, en respuesta a lo escrito anteriormente en ese entonces se crearon leyes lo cual mediante planos geométricos se ordena levantar la cartografía a detalle de sus cascos urbanos por esta razón la mayoría de los planos levantados a mediados del siglo XIX fueron realizados por iniciativa municipal, pero pese al cuidado que tuvieron a la hora de elaborar dichos planos en ciertas ocasiones no fueron aprovechados, tiempo después se crea una comisión de estadística la cual asume unas funciones el reto de levantar el mapa topográfico, catastral y censar al país, es muy importante siempre mirar las triangulaciones o poligaciones topográficas a la hora de levantar la cartografía(Amparo Ferrer, José Nieto.2014), como se dijo anteriormente es de suma importancia hacer el censo de población, el levantamiento del mapa topográfico y el catastro.

Para (Camarero Bullon.2016) un proyecto cartográfico debe pasar por una serie de fases las cuales son: levantar la cartografía de masas de cultivo en el que quedara fuera la cartografía urbana, la segunda es levantar un catastro topográfico del espacio rural y del espacio urbano, el tercero es un levantamiento de planos urbanos. Para el avance catastral se puede centrar en deslindar los términos municipales, determinar sus perímetros, reconocer los principales accidentes geográficos y obtener unos croquis topográficos de masas de cultivo.



6. MARCO TEÓRICO

La topografía es la ciencia aplicada que se encarga de determinar las posiciones relativas o absolutas de los puntos sobre la Tierra, así como la representación en un plano de una porción (limitada) de la superficie terrestre; es decir, estudia los métodos y procedimientos para hacer mediciones sobre el terreno y su representación gráfica o analítica a una escala determinada. También ejecuta replanteos (trazos) sobre el terreno para la realización de diversas obras de ingeniería, a partir de las condiciones del proyecto establecidas sobre un plano. Asimismo, realiza trabajos de deslinde, división de tierras (agrodesia), catastro rural y urbano, así como levantamientos y trazos en trabajos subterráneos. (Dante Alfredo 2014)

En consecuencia con lo anterior otros autores como (Julian Porto y Maria Merino, 2010) afirman que la topografía es la disciplina o técnica que se encarga de describir de manera detallada la superficie de un terreno. Esta rama, según se cuenta, hace foco en el estudio de todos los principios y procesos que brindan la posibilidad de trasladar a un gráfico las particularidades del terreno, sean estas naturales o artificiales. Este por medio de operaciones necesarias para la representación del terreno, aunque por lo general este tipo de levantamientos deben hacerse ya con precisiones establecidas.

Ya habiendo mencionado como varios autores describen la topografía, hay otros que hablan sobre la importancia del reparto de las tierras, en los últimos años se han realizado varios estudios que han contribuido a conocer la importancia de esta repartición en el contexto de expansión territorial y económica provincial, poniendo de relieve la relevancia económica y social de los conocimientos relacionados con la agrimensura en el marco de la organización del Estado provincial (D'AGOSTINO 2014) con esto y en relación con la delineación de los pueblos de la provincia, se ha avanzado en la caracterización del funcionamiento de las comisiones de solares y sus problemas políticos con el Departamento Topográfico en la década posterior a Caseros (Canedo, 2009, 2011).

Con ello se llega al alinderamiento de los terrenos y son aquellas en las cuales se conoce su perímetro y respectivo lindero, el cual son líneas imaginarias que separan una finca de otra. Este debe tener reflejo en la escritura pública de la finca o el predio rural. (Finkeros 2016) Para esto se hace



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

también un deslinde o amojonamiento que consiste en la separación fijando los límites con otros predios.

Se entiende por levantamiento Topográfico al conjunto de actividades que se realizan en el campo con el objeto de capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se obtiene la representación gráfica del terreno levantado, el área y volúmenes de tierra cuando así se requiera; (TORRES A. 23/11/09)

En la actualidad existen varios métodos de levantamientos topográficos entre ellos se encuentran, la Planimetría la cual solo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario que se supone es la superficie media de la tierra, se miden las distancias horizontales y los ángulos horizontales o direcciones (TORRES A. 23/11/09) y la Altimetría (también llamada hipsometría) es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura, o “cota”, de cada uno de los puntos, respecto de un plano de referencia. Con la altimetría se consigue representar el relieve del terreno (planos de curvas de nivel, perfiles, etc.) (Botia et al., 2011).

Uno de los métodos mas utilizados gracias a los avances en Tecnologías de Información Geográfica es el levantamiento topográfico a partir de los vehículos aéreos no tripulados (UAVs, del inglés Unmanned Aerial Vehicle) conocidos, también como drones. Estos vehículos están caracterizados por poseer varios rotores, tienen la capacidad de realizar despegues y aterrizajes de manera vertical al igual que los helicópteros. Las características que resaltan de estos vehículos son las capacidades superiores de maniobrabilidad y estabilidad que poseen frente a los aviones y helicópteros, son idóneos para aplicaciones donde sea necesario el censado de parámetros y adquisición de datos, especialmente en lugares de difícil acceso y sin poner en peligro ninguna vida humana. (Distrital 2013) (Perez et al., 2017).

Luego de un levantamiento topográfico con DRON se obtienen fotografías aéreas con las cuales se realizan análisis para diferentes campos de investigación como la cartografía, arqueología, agricultura, silvicultura, acuicultura, ganadería, entre otros. Integrar diferentes tipos de cámaras permite obtener información para crear sistemas que ayuden en las diferentes áreas. (Perez et al., 2017).



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

(TORRES A. 23/11/09) definen el sistema de posicionamiento global (GPS) como un sistema de medición tridimensional que utiliza señales de radio que proporciona el sistema NAVSTAR, esta constelación está integrada por 24 satélites artificiales que orbitan la Tierra en 12 horas. Esto permite que durante las 24 horas estén visibles al menos 5 a 8 satélites desde cualquier punto del planeta.

(IGAC, 2018) Según la resolución 643 de mayo del 2018 en general es necesario contar con el levantamiento planimétrico o topográfico del bien inmueble el cual debe incluir la descripción técnica de los linderos y la precisión del aérea, de acuerdo a las especificaciones técnicas definidas por la máxima autoridad catastral.

“Con el fin de responder desde la perspectiva técnica a los requerimientos de demanda la Ley 1682 de 2013, la Resolución 193 de 2014 y la Resolución conjunta 1732 (SNR) y 221 (IGAC) de 2018, se hace necesario actualizar la circular 161 de 2014”.

Según (IGAC, 2018) cuando el levantamiento incluya el componente de altimetría para la descripción del relieve y los objetos que definen los linderos, se hará alusión a levantamiento topográfico. En cualquiera de los casos, tanto el levantamiento topográfico o planímetro deberá cumplir los requisitos descritos.

El levantamiento topográfico o planímetro predial se constituye, en general como el requisito básico para adelantar los trámites correspondientes a corrección, actualización, rectificación de linderos y aérea y modificación de bienes inmuebles de la Resolución Conjunta SNR e IGAC. (IGAC 2018)

Equipos: Por la parte de equipos en especial los equipos GNSS deben contar con registro NOAA para su corrección. (IGAC 2018)

Los equipos ópticos tales como teodolitos y estaciones totales, deben contar con certificado de calibración vigente, no mayor a seis meses, expedido por un laboratorio certificado.

Sistema de Referencia: Todos los levantamientos topográficos deben expresarse en el Sistema Internacional de Unidades. Deben estar referidos al datum MAGNA-SIRGAS, según lo adoptado para Colombia y la época de referencia vigente, establecida por el IGAC.

Según (IGAC 2018)“Los levantamientos deben estar ligados a coordenadas de las estaciones permanentes MAGNA-ECO o punto geodésico de la red pasiva del IGAC, quien suministra información a través de la página oficial del IGAC.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

“Los puntos topográficos base para el levantamiento base para el levantamiento deben ser georreferenciados mediante el posicionamiento con equipos GNSS de frecuencia comúnmente conocidos como L1 o equipos GNSS de doble frecuencia denominados L1/L2. Se debe emplear el método estático diferencial, a partir de dos puntos geodésicos de la red pasiva, o dos estaciones permanentes de la Red MAGNA-ECO, o una combinación de ambas, en todos los casos debe ser de manera simultánea”. (IGAC 2018)

Las técnicas de observación GPS requiere o exige un mínimo de cuatro satélites, para (Farjas, 2012) el método estándar se emplea para distancias largas que sobrepasan los 20 km y con distancias inferiores a los 20 km se puede utilizar el método estático rápido, se dice que utilizando cualquiera de los dos métodos la forma de trabajar con los equipos sería la mismo, lo que cambiaría serían los algoritmos de cálculo. La precisión que se logra obtener con equipos bifrecuencia será de 5 mm.

Según (Farjas, 2012) una vez observados los vértices geodésicos y las bases, se estaciona un receptor el cual sería la estación de referencia, cabe resaltar que es importante medir la altura de la estación. La toma de datos depende del número de satélites disponibles, así mismo como de la distancia del receptor móvil al receptor fijo (Farjas, 2012)



7. MARCO REFERENCIAL

Ubaté es un municipio del departamento de Cundinamarca, cuenta dentro de su división administrativa con un casco urbano y un sector rural conformado por 9 veredas. Se encuentra en las coordenadas $5^{\circ}18'26''N$ $73^{\circ}48'52''O$ está situado en parte norte de la sabana de Bogotá, su extensión total es de 102 Km². La Provincia limita al Norte; Noroeste y Noreste con el Departamento de Boyacá, al Occidente con la Provincia de Rio Negro; al Sur con la Provincia de Sabana Centro y al Sureste y Oriente con la provincia de Almeidas.

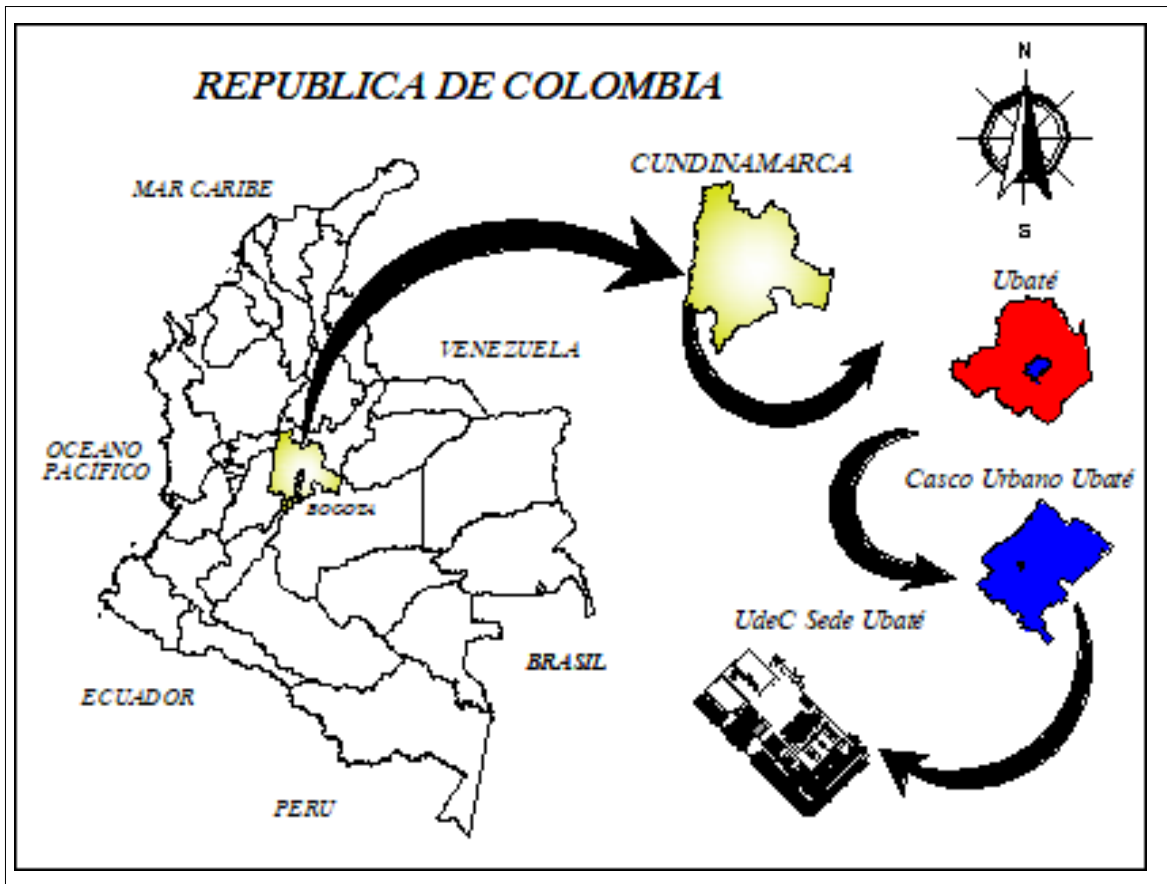


Ilustración 1 Ubicación Ubaté a nivel nacional



8. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

Aspectos conceptuales de los drones

El uso y manejo de los vehículos Aéreos No Tripulados está en constante crecimiento, por lo que es debido tener una normatividad y un control estricto sobre ellos, para que no pueda causar incidentes aéreos o incluso entre la población, perjuicio de bienes, coaliciones y demás.

En el marco internacional, los aspectos normativos son establecidos por entes regulatorios del espacio aéreo, el gobierno y entes normativos internacionales. De los 194 países reconocidos en la actualidad, solamente 60 poseen algún tipo de normatividad respecto a los vehículos aéreos no tripulados (VANT), y de estos 8 países son latinoamericanos, entre ellos se incluye a Colombia. (Pinzón, 2016)

A nivel Colombia, se contempla lo siguiente: que las operaciones necesarias para obtener permiso están en el numeral 4.25.8.2 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC), en lo que respecta a las operaciones de sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) diferenciando de las aeronaves para recreación y deporte.

Dicha normatividad aplica para cualquier persona ya sea natural o jurídica u organizaciones gubernamentales civiles las cuales estén interesadas en ejecutar operaciones en el espacio aéreo colombiano

Para ello hay que entender las definiciones que denotan a un sistema aéreo no tripulado según la Aeronáutica civil de Colombia

- Aeronave: Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.
- Aeronave pilotada a distancia (RPA): Aeronave no tripulada que es pilotada desde una estación de pilotaje a distancia.

Para las aeronaves pilotadas a distancia se considera:

Deben utilizarse de modo que se reduzca al mínimo el peligro para las personas, bienes u otras aeronaves, y de conformidad con las condiciones establecidas en esta circular y el permiso que se otorgue para cada caso particular. Su operación se autorizará exclusivamente en horario diurno y en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC) según la ley 1789 del código de comercio, en la norma RAC1 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia y en los anexos técnicos al convenio sobre aviación civil internacional (Aeronautica Civil de Colombia, 2015).



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Marco normativo drones

Alguna normatividad para los RPA y aeromodelos

- Sus hélices o rotores no serán metálicas.
- Deben estar equipadas con al menos un sistema de piloto automático, GPS, tren de aterrizaje, airbag, y paracaídas.
- Sistemas para la seguridad en vuelo.
- La estación de pilotaje a distancia debe permitir el control (vía radio) en todas sus fases de vuelo y proveer información sobre sus condiciones de operación.
- Se deberá tener un radio receptor para escucha de frecuencias aeronáuticas de comunicaciones.
- Sus sistemas de radio control, de transmisión y recepción de datos o imagen no deberán causar ningún tipo de interferencia
- Su sistema moto propulsor no debe generar ruido excesivo o contaminación.
- Contar con instructivos o manuales técnicos y de operación.
- Los colores exteriores de la RPA la hacen claramente visible y detectable a distancia.

- No se podrá volar aeromodelos sobre áreas ni edificaciones o directamente sobre público o aglomeraciones de personas.
- No volar a una altura superior a 500 pies, es decir, a 152 metros aproximadamente sobre el terreno o agua
- No volar cerca de un aeropuerto al menos 5 km a la redonda
- No volar dentro de una zona prohibida o restringida del espacio aéreo.
- El peso máximo permitido para cualquier aeromodelo será de 25 Kg. No deberán volarse en el espacio aéreo colombiano aparatos con peso superior, a menos que se informe sobre su existencia y propietario a la Dirección de Operaciones Aéreas y este dispositivo cuente con un seguro de responsabilidad por eventuales daños a terceros
- No volar aeromodelos que puedan crear un tipo de riesgo para las personas o propiedades en la superficie terrestre.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

La aeronáutica civil propone la siguiente clasificación para los RPA

- Pequeños, aeronaves con un peso máximo de despegue menor o igual a 25 kg
- Grandes Aeronaves con un peso máximo de despegue mayor a 25 kg.

Normatividad Cartográfica

Con respecto al sentido cartográfico, también se considera ciertas técnicas y medidas para la elaboración de los diferentes productos técnicos. Bien se sabe que el ente regulador y de producción del material cartográfico en Colombia es el instituto geográfico Agustín Codazzi, por sus siglas IGAC. Por lo que se encarga de dictaminar y establecer una normatividad a seguir para la elaboración de productos e insumos cartográficos de excelente calidad, siguiendo normatividad internacional para ello. Entre esa normatividad se encuentra

- Las especificaciones son validadas y aprobadas de conformidad con las normas técnicas del Comité 028 de Instituto Colombiano de Normas Técnicas –ICONTEC a saber: – NTC 5662:2010 Especificaciones técnicas de productos geográficos. – NTC 5043:2010 Conceptos básicos de calidad de los datos geográficos – NTC 5660: 2010 Evaluación de la calidad. Procesos y medidas. (IGAC, 2016)
- Resolución 1392 del 2016, en el que se reglamentan las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica en Colombia. Así como de la unificación de las resoluciones 063 y 064 de 1994, en las que se refiere a las reglamentaciones mínimas técnicas de los trabajos aéreos y cartográficos por parte de personas naturales y jurídicas. Además de que hacen un énfasis en que la información cartográfica debe estar en constante actualización respondiendo a las necesidades de política pública bajo los estándares definidos y así redensificar y consolidar la red geodésica nacional. Tal como se menciona en los siguientes apartados dados por la entidad IGAC en el año 2016

ART. 1°—**Objeto.** Adoptar las “Especificaciones técnicas cartografía básica digital” junto con sus cuatro (4) anexos, “Esquema UML de modelo de datos cartográfico”, “Tipos de coordenadas manejados en Colombia”, “Manual de procedimientos clasificación de campo” y “Obtención de alturas sobre el nivel medio del mar a partir de información GNSS”, los cuales se consideran



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

parte integral de la presente resolución.

ART. 2°—**Ámbito de aplicación.** El documento técnico que se adopta por la presente resolución, determina la estandarización de las características mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia a escalas grande y media generados para uso oficial, por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, y aplican a los siguientes productos cartográficos:

- a) Cartografía básica
 - b) Ortofotomosaico
 - c) Modelos digitales del terreno
- Ley 7 de 1986, en el que el artículo 3 especifica la normatividad para cartografía básica y allí mencionan:

*Es cartografía básica, cualquiera que sea la escala de su levantamiento, aquella que se realiza de acuerdo con una norma cartográfica establecida por la Administración del Estado, y se obtiene por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre. (BOE, 1986)

* La norma cartográfica correspondiente a cada serie cartográfica especificará necesariamente el datum de referencia de las redes geodésica y de nivelación, el sistema de proyección cartográfica y el sistema de referencia de hojas, para la cartografía terrestre y, además, por lo que respecta a la náutica, el datum hidrográfico al que estén referidas las sondas. (BOE, 1986)

*Además de lo establecido en el apartado anterior, la norma cartográfica contendrá cuantas especificaciones técnicas sobre el proceso de formación del mapa sean necesarias para garantizar que éste refleja la configuración de la superficie terrestre con la máxima fidelidad posible según los conocimientos científicos y técnicos de cada momento. (BOE, 1986).



9. MARCO CONCEPTUAL

Fotogrametría

La fotogrametría es el arte, la ciencia y la tecnología de obtener información confiable de objetos físicos y su entorno, mediante el proceso de exponer, medir e interpretar tanto imágenes fotográficas como otras, obtenidas de diversos patrones de energía electromagnética y otros fenómenos. (Sociedad Internacional de Fotogrametría y Sensores Remotos). Es una disciplina que apoya a la cartografía, pues es posible extraer información tal como dimensiones, forma y posición de los objetos dados en un escenario fotografiado y

así poder realizar el respectivo mapeo con una buena precisión y mediciones. También se optimiza procesos como el trabajo en campo y por lo mismo se ha convertido en una técnica eficaz, rápida y de gran precisión a la hora de realizar planos, elaboración de modelos tridimensionales y otros productos.

Clasificación

Esta área cuenta con dos subdivisiones de acuerdo al tipo de fotografía utilizada (Herrera, 1987).

- Fotogrametría aérea: Imágenes obtenidas de vehículos aéreos, en donde el eje de la cámara es perpendicular al terreno
- Fotogrametría terrestre: Imágenes obtenidas propiamente en el terreno, en una posición horizontal, paralela a la corteza terrestre.

Dependiendo del método en el que se toma la fotografía, se puede discernir

- Fotogrametría analógica: Es el proceso por el cual se determina un objeto de manera precisa, utilizando fotografías aéreas. En el que se reconstruye un modelo espacial con sistemas ópticos o mecánicos, tal como modelos estereoscópicos.
- Fotografía analítica: El modelo espacial se determina a través de programas informáticos que tienen la capacidad de simular y procesar esa geometría.
- Fotogrametría digital: Utiliza como tal las fotografías aéreas, pero estas ya han sido previamente transformadas al formato digital, por lo que desde ahí se reconstruye el modelo espacial. En este proceso se tiene presente los conceptos relativos al procesamiento digital de imágenes.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATE

También se puede destacar en este apartado; la fotointerpretación como una disciplina que complementa a la fotogrametría, la cual se encarga de analizar las imágenes obtenidas por sensores remotos a partir de las cuales se genera información cualitativa, identificación y caracterización del terreno. (Ocampo, 2003, págs. 25,26)

Fotografías y Cámaras

Para la obtención de las imágenes, se debe tener un sistema que esté compuesto por 3 elementos como el sensor, filtro y la película.

La recepción de radiaciones electromagnéticas es recibida por el sensor y este puede ser activo o pasivo según sea el tipo de cámara; en un radar este sensor es activo puesto a que genera su propia energía y en una cámara fotográfica, dicho sensor necesita de una fuente de energía como lo es el sol, por lo que tiene un sensor pasivo.

El filtro tiene como función disminuir la influencia de la niebla atmosférica y así mismo limitar el paso de radiaciones luminosas.

Y la película es aquella en la que aparece reflejada la imagen tomada.

Topografía

Es una ciencia que tiene como objeto la medición de extensiones de tierra, teniendo en cuenta información tal como accidentes, forma, escala, entre otras. Cabe decir que desprecia la curvatura de la tierra, por lo que su alcance es a terrenos reducidos y considera la superficie como un plano.

“Se dice que es el arte de medir distancias horizontales y verticales entre puntos y objetos sobre la superficie terrestre, así como de la medición de ángulos entre líneas terrestres y establecer puntos por medio de distancias y ángulos previamente determinados”. (Torres y Villate, 1968)

Ello implica a que el proceso topográfico se lleve a cabo en 2 principales etapas

1. Trabajo de Campo (Recolección de datos)
2. Trabajo de Oficina (Cálculos y el respectivo dibujo y/o plano)

Por su parte, esta disciplina cuenta con subdivisiones para la medición de terrenos según determinados factores

Planimetría: Hace referencia a la proyección del terreno sobre un plano horizontal.

Altimetría: Esta presente las diferencias de nivel existente entre los diferentes puntos de un



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

terreno.

“Es necesario conocer tanto la planimetría como la altimetría para poder determinar la posición y elevación de cada punto del terreno que será representado” (Jáuregui)

Para concluir, la topografía es una disciplina versátil; base de muchas otras ramas como por ejemplo la ingeniería, y principal instrumento en la cotidianidad, pues con ella se alcanza diversos propósitos tales como: construcción de carreteras, planos topográficos, edificaciones, delimitación de propiedades, etc.

Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT)

Definición

Se entiende como un vehículo aéreo no tripulado (VANT/UAV), también denominado dron, como una plataforma aérea (helicópteros, cuadricópteros, hexacópteros o pequeños aviones) que se manipulan a distancia de manera remota (piloteado), o automática (programado) que tienen el fin de; obtener información ya sea a través de cámaras fotográficas o de cumplir misiones que le han sido asignadas. Dichos aparatos fueron conocidos por sus principales usos militares, pues en un inicio eran diseñados para combatir con potentes armas de guerra, no obstante, con el paso de los años su función fue cambiando según las necesidades en las que se requería su uso, como por ejemplo en la parte cartográfica, en donde gracias a la evolución tecnológica estos vehículos aéreos no tripulados han llegado a tomar fotografías, videos con gran precisión con respecto a la posición geográfica y así mismo calcular la altura para así obtener productos tales como ortomosaicos, modelos 3D , etc., después del respectivo tratamiento de las imágenes, videos del dron.

¿Qué partes componen un dron?

Un dron está compuesto principalmente por los siguientes elementos

- Marco (chasis)
- Batería
- Motores y Alas
- Radio receptor (Mando)
- GPS
- Giroscopio
- Barómetro/ Altímetro



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

- Brújula magnética

Tipos de VANT

Los drones se pueden clasificar según la selección de componentes físicos, su función y finalmente su uso,

Según uso o misión

- Blanco
- Reconocimiento
- Combate
- Logística
- UAV (comerciales y civiles)

Cartografía y Mapas

Como se ha mencionado anteriormente la cartografía es un proceso importante que suple diversas necesidades para el ser humano, “y es aquella que se obtiene por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre, sirviendo de base y referencia para su uso generalizado como representación gráfica de la Tierra”. (IGAC)

Los mapas son productos cartográficos, que muestran a través de representaciones gráficas territorios tales como ciudades, elementos geográficos, entre otros. Teniendo en cuenta medidas longitudinales precisas.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

10. RECURSOS

Recursos Humanos:

Leidy Sulanyi Avellaneda Botero

Raúl Santiago Quiroga Betancourt

Estudiantes de Tecnología en Cartografía

Sócrates Cardona Giraldo

Docente-Director del Proyecto

Recursos Institucionales

- Universidad de Cundinamarca, presta los instrumentos necesarios (Estación, GPS, Cintas métricas, Miras, Equipos de Cómputo, etc.)
- Universidad de Cundinamarca Seccional Ubaté, presta las instalaciones para realizar este proyecto de grado
- IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Cartografía del municipio de interés



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

11. MARCO METODOLÓGICO

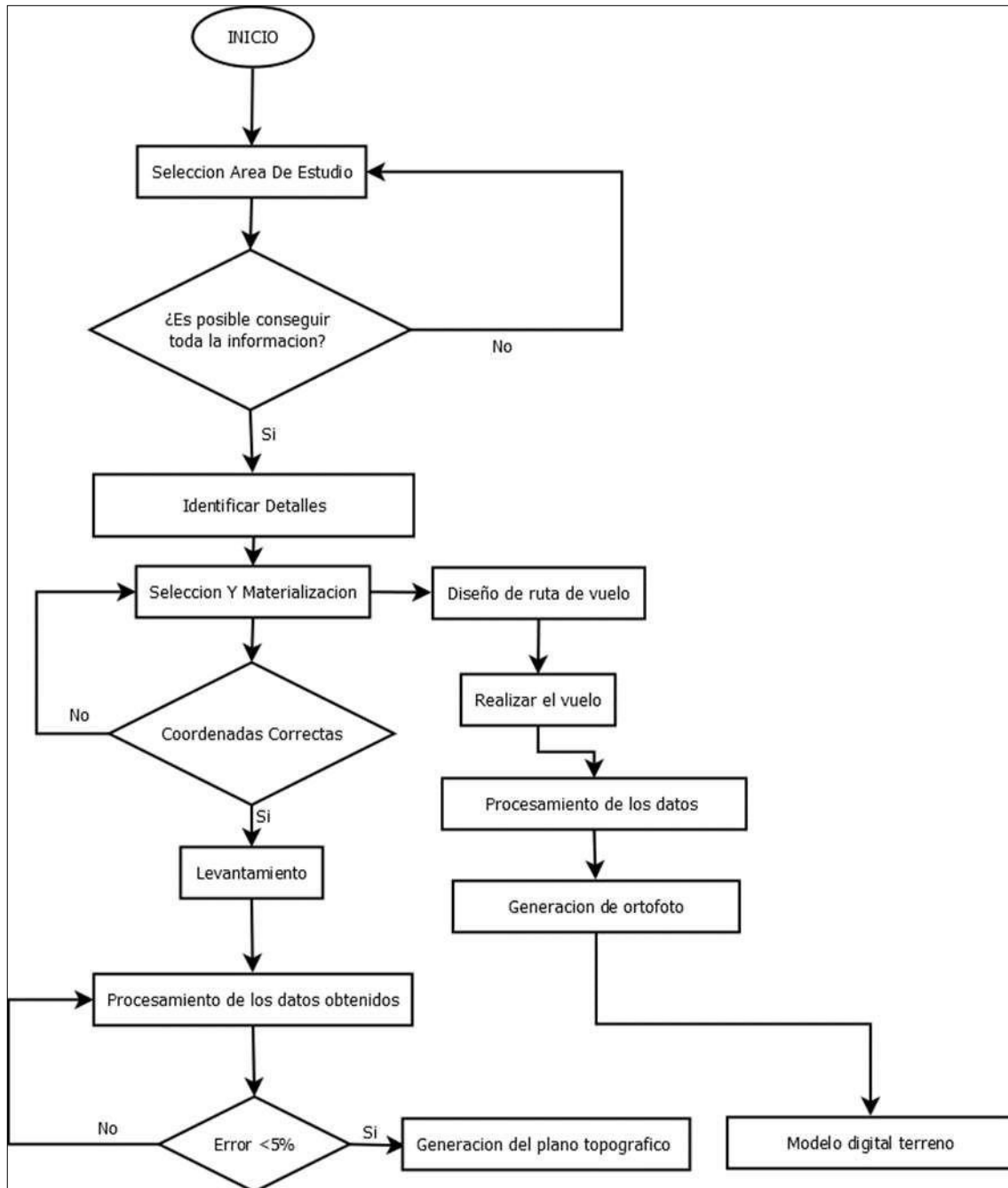


Ilustración 2 Metodología- Fuente propia



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Selección área de estudio: Se realizó una selección entre las diferentes sedes y extensiones de la Universidad de Cundinamarca, en la cual la sede de Ubaté fue la escogida para realizar dicho proyecto debido a que no contaba con este tipo de información topográfica y cartográfica que permitiera a los usuarios de esta sede ubicar y reconocer los diferentes elementos físicos.



Ilustración 3 Sede Ubaté- Fuente Google Earth

Identificación de detalles: Una vez ubicados en el área de estudio se procedió a identificar los detalles e infraestructuras tales como; zonas verdes, áreas recreativas, aulas de clase, laboratorios, auditorio y biblioteca que son de suma importancia para tener en cuenta a la hora de elaborar el levantamiento topográfico.



Ilustración 5 Identificación de detalles-1- Fuente propia



Ilustración 4 Identificación Detalles-2- Fuente propia



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ



Ilustración 7 Detalles-3- Fuente propia



Ilustración 6 Detalles-4- Fuente propia



Ilustración 8 Detalles-5-Fuente propia

Selección y materialización: Se procede a ubicar dos puntos geodesicos los cuales deben ser visibles el uno al otro, ya que esto es uno de los requisitos para poder realizar la materialización de los dos puntos GPS para su posterior levantamiento topográfico y sobrevuelo con dron.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ



Ilustración 9-Materialización 1-Fuente propia



Ilustración 10-Materialización 2-Fuente propia



Ilustración 12-Materialización 3-Fuente propia



Ilustración 11-Materialización 4-Fuente propia



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ



Ilustración 15-Georreferenciación 1-Fuente propia



Ilustración 13-Georreferenciación 2-Fuente propia



Ilustración 14-Georreferenciación 3-Fuente propia

Levantamiento: Con los dos puntos georreferenciados se inició el levantamiento topográfico por ceros otras y con una poligonal cerrada, ubicando la Estación Total en GPS1 para dar ceros a GPS2 y capturar los detalles visibles, luego se asignó un punto auxiliar llamado DELTA 1 para seguir identificando detalles, siguiendo este procedimiento hasta llegar a un total de 13 Deltas y finalizando con el cierre de la poligonal.



Ilustración 16-Levantamiento Topográfico 1-Fuente propia



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ



Ilustración 17-Levantamiento Topográfico 2-Fuente propia

La información que muestra el software Topcon Tools fue la información recolectada por los equipos GPS en su tiempo de rastreo con un total de 4 horas de rastreo ya que son equipos de una frecuencia y requieren mayor tiempo de rastreo para obtener así una mejor precisión.

Name	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	WGS84 Elevation	Code	Control	Note	Photo Notes	Layer	Source	Int. Den. (m)	Std. Dev. (m)	Std. Dev. (m)
GPS 1	11°18'33.331276"	77°40'05.000811"	2584.785		Plane			0	C:\Users\ESTE...	0.000	0.000	0.000
GPS 2	11°18'31.301576"	77°40'05.000111"	2583.408		Plane			0	C:\Users\ESTE...	0.000	0.157	0.000
IGAC	11°18'31.384776"	77°40'15.245581"	2576.610		Body			0	C:\Users\ESTE...	0.000	0.000	0.000

Ilustración 18-Puntos Cargados en Topcon Tools



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

En la ilustración 19 se observa la ubicación de los dos GPS(GPS1-GPS2) utilizados en el levantamiento junto con su base (Coordenadas GPS C-T-58,COTA B27-CE-1), de igual manera se puede identificar que el tiempo de rastreo fue el adecuado ya que hay una buena correlación; lo que significa que los datos se relacionan de manera adecuada en forma espacio-temporal de los datos, una vez cumplidos los parámetros que exige el software se puede seguir avanzando con los diferentes procesos para culminar el levantamiento topográfico.

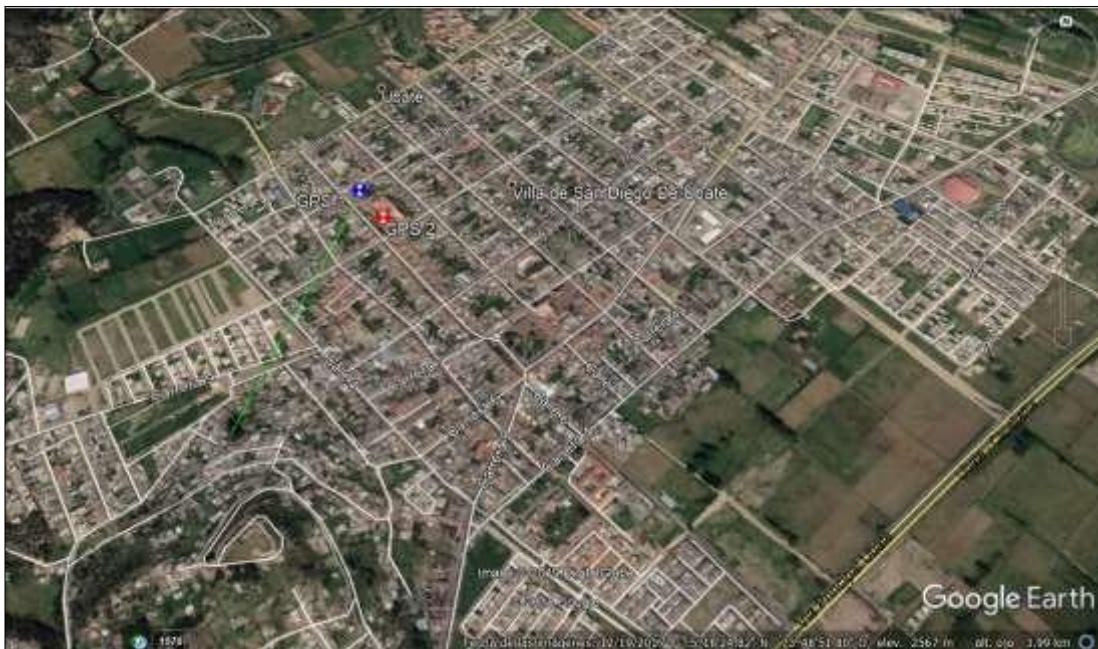


Ilustración 19-Puntos visualizados en la herramienta Google Earth

Una vez finalizado el post-proceso en Topcon Tools se toma una captura de la ubicación de los GPS y la base desde el visor de Google Earth la cual es una extensión que brinda el software Topcon Tools para visualizar de una manera gráfica y real la ubicación de los puntos y así tener una mayor seguridad de que los puntos si se encuentran en el lugar asignado.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Calculo de la poligonal

- Error máximo permitido:

Para hallar este error se tuvo en cuenta el error que tiene la estación, en este caso fue el de una TOPCON con 5 segundos, y este se multiplica por la raíz cuadrada del número de vértices

$$0^{\circ}0'5'' \times \sqrt{6}$$

$$0^{\circ}0'5'' \times 2,449$$

$$0^{\circ}0'12,24''$$

- Error angular

En este paso se realizó la sumatoria de los ángulos internos, la cual debe ser igual a el número de vértices menos dos multiplicado por 180° ($(N-2) \times 180^{\circ}$).

Tabla 1-Sumatoria de ángulos-Fuente propia

NTO	ANGULO OBSERVADO
PS2-Δ5	31'28"
-Δ9	58'23"
-Δ11	9'21'33"
1-Δ13	28'13"
3-GPS1	8'33'40"
PS1-GPS2	07'02"
	0'00'19"

180° (número de vertices-2)

180° (6-2)

180° (4)

$720^{\circ}0''$



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Podemos evidenciar que tenemos un error angular de 19".

- Corrección angular

Se divide el error angular entre la cantidad de vértices para saber cuánto se requiere modificar los ángulos observados.

$$19 / 6 = 3.166''$$

Tabla 2-Correccion de ángulos-Fuente propia

PUNTO	ANGULO OBSERVADO	CORRECCION	ANGULO OBSERVADO CORREGIDO
GPS2-Δ5	98°31'28"	- 0°0'03"	98°31'25"
Δ5-Δ9	87°58'23"	- 0°0'03"	87°58'20"
Δ9-Δ11	169°21'33"	- 0°0'03"	169°21'30"
Δ11-Δ13	91°28'13"	- 0°0'03"	91°28'10"
Δ13-GPS1	228°33'40"	- 0°0'03"	228°33'37"
GPS1-GPS2	44°07'02"	- 0°0'04"	44°06'58"
Σ	720°00'19"	- 0°0'19"	720°00'00"

- **Calculo de azimut**

Se calculó el azimut de GPS1-GPS2, con las coordenadas planas Gauss Krugger teniendo el cuadrante en el que se ubica dicho vector con relación a su dirección.

Coordenadas GPS1: 1078858,132 N 1028758,414 E

Coordenadas GPS2: 1078795,783 N 1028820,069 E

Se calculan las diferencias de Nortes y Estés entre GPS2-GPS1.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Diferencias de Nortes 1078795,783 – 1078858,132 = 62,349

Diferencias de Estés 1028820,069- 1028758,414= 61,655

Posteriormente se calcula el azimut de GPS1-GPS2

$$\theta = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{\text{Diferencia de Nortes}}{\text{Diferencias de Estés}}\right)$$

$$\theta = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{62,349}{61,655}\right) \quad \theta = 45^{\circ}19'14''$$

Con el ángulo hallado anteriormente se realiza el cálculo del azimut teniendo en cuenta que dicho vector GPS1-GPS2 se encuentra en el primer cuadrante.

$$Az = 90^{\circ} + 45^{\circ}19'14''$$

$$Az = 135^{\circ} 19' 14''$$

Se procede a realizar los cálculos de los demás azimuts teniendo en cuenta que al azimut ya conocido se le suma el ángulo corregido y si el resultado es menor a 180° se le suma 180° y si el resultado es mayor a 180° se le resta 180°, así determinar dichos azimuts de cada uno de sus vértices.

Tabla 3-Calculo de Azimut-Fuente propia

PUNTO	ANGULO	CORRECCION	ANGULO	AZIMUT
			CORREGIDO	
GPS2-Δ5	98°31'28"	- 0°0'03"	98°31'25"	53°50'39"
Δ5-Δ9	87°58'23"	- 0°0'03"	87°58'20"	321°48'59"
Δ9-Δ11	169°21'33"	- 0°0'03"	169°21'30"	311°10'29"
Δ11-Δ13	91°28'13"	- 0°0'03"	91°28'10"	222°38'39"
Δ13-GPS1	228°33'40"	- 0°0'03"	228°33'37"	271°12'16"
GPS1-GPS2	44°07'02"	- 0°0'04"	44°06'58"	135°19'14"
Σ	720°00'19"	- 0°0'19"	720°00'00"	

- Calculo de errores en los ejes norte y este



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Para realizar este cálculo se necesita la distancia de cada lado de la poligonal, para hallar el perímetro.

Tabla 4- Calculo de perímetro-Fuente propia

PUNTO	ANGULO OBSERVADO	CORRECCION	ANGULO OBSERVADO CORREGIDO	AZIMUT	DISTANCIA (M)
GPS2- $\Delta 5$	98°31'28"	- 0°0'03"	98°31'25"	53°50'39"	40,740
$\Delta 5$ - $\Delta 9$	87°58'23"	- 0°0'03"	87°58'20"	321°48'59"	42,076
$\Delta 9$ - $\Delta 11$	169°21'33"	- 0°0'03"	169°21'30"	311°10'29"	30,550
$\Delta 11$ - $\Delta 13$	91°28'13"	- 0°0'03"	91°28'10"	222°38'39"	21,120
$\Delta 13$ - GPS1	228°33'40"	- 0°0'03"	228°33'37"	271°12'16"	31,250
GPS1- GPS2	44°07'02"	- 0°0'04"	44°06'58"	135°19'14"	87,685
Σ	720°0'19"	- 0°0'19"	720°00'0"		253,421

Tabla 5 - Perímetro Poligonal

Con el perímetro hallado anteriormente se realiza el cálculo de los ejes Norte y Este, para hallar las proyecciones en donde en el eje X se multiplica la distancia de cada lado por el Seno de su Azimut y para las proyecciones en el eje Y se calcula igual modificando el Seno por el Coseno.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Tabla 6-Cálculo de proyecciones-Fuente propia

PUN TO	ANGULO OBSERVADO	CORRECCION	ANGULO OBSERVADO CORREGIDO	AZIMUT	DISTANCIA (M)	PROYECCIONES	
						NS	EW
GPS 2-Δ5	98°31'28"	- 0°0'03"	98°31'25"	53°50'39"	40,740	24,036	32,894
Δ5-Δ9	87°58'23"	- 0°0'03"	87°58'20"	321°48'59"	42,076	33,073	-26,010
Δ9-Δ11	169°21'3"	- 0°0'03"	169°21'30"	311°10'29"	30,550	20,112	-22,995
Δ11-Δ13	91°28'13"	- 0°0'03"	91°28'10"	222°38'39"	21,120	-15,53	-14,307
Δ13-GPS1	228°33'4"	- 0°0'03"	228°33'3"	271°12'16"	31,250	0,656	-31,243
GPS 1-GPS2	44°07'02"	- 0°0'04"	44°06'58"	135°19'14"	87,685	-62,348	-61,655
Σ	720°0'19"	- 0°0'19"	720°00'0"		253,421	-0,006	-0,006
GPS 2-Δ5	98°31'28"	- 0°0'03"	98°31'25"	53°50'39"	40,740	EY=-0,006	EX=-0,006



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

- Error de cierre lineal

$$\sqrt{((EX))^2 + ((EY))^2}$$

$$\sqrt{(-0,006)^2 + (-0,006)^2}$$

0,00848528137

- Error relativo

$$\frac{1}{P}$$

ERROR DE CIERRE LINEAL

$$\frac{1}{\frac{253,421}{0,008}}$$

$$\frac{1}{31677}$$



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Luego se realiza la corrección de las proyecciones Nortes y Estés, repartiendo los vértices

Tabla 7-Proyecciones corregidas-Fuente propia

PROYECCIONES		PROYECCIONES CORREGIDAS	
NS	EW	NS	EW
24,036	32,894	24,037	32,895
33,073	-26,010	33,074	-26,009
20,112	-22,995	20,113	-22,994
-15,53	-14,307	-15,534	-14,306
0,656	-31,243	0,657	-31,242
-62,348	-61,655	-62,347	61,656
EY=-0,006	EX=-0,006	EY=0	EX=0

Tabla 8 - Corrección de proyecciones

- Cálculo de coordenadas

Con las coordenadas del punto de inicio de la poligonal el cual es GPS2 se calculan las demás coordenadas de los puntos faltantes sumando en los nortes y las estés las proyecciones corregidas.

Tabla 9-Cálculo de Coordenadas-Fuente propia

	NS	EW	N	E
GPS2			1078795,783	1028820,069
Δ5	15,179	7,738	1078819,82	1028852,964
Δ9	2,938	5,677	1078852,894	1028826,055
Δ11	17,72	-15,531	1078873,007	1028803,961
Δ13	-9,89	-12,059	1078857,473	1028789,655
GPS1	3,609	16,572	1078858,13	1028758,413
GPS2	-5,92	4,179	1078795,783	1028820,069



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Ya calculados todos los datos de la poligonal se procede a pasarlos a la cartera de campo para una mejor comprensión

Tabla 10-Cartera de campo-Fuente propia

DELTA	ANGULO OBSERVADO	CORRECCIÓN	ANGULO OBSERVADO CORREGIDO	DISTANCIA	AZIMUT	PROYECCIONES		PROYECCIONES CORREGIDAS		COORDENADAS	
						NS	EW	NS	EW	N	E
GPS1	0										
GPS2	0				135°19'14"					1078795,783	1028820,063
Δ5	98°31'28"	- 0°0'03"	98°31'25"	40,74	53°50'39"	24,036	32,894	24,037	32,895	1078819,82	1028852,964
GPS2	0										
Δ5	0										
Δ9	87°58'23"	- 0°0'03"	87°58'20"	42,076	321°48'59"	33,073	-26,01	33,074	-26,009	1078852,841	1028826,955
Δ5	0										
Δ9	0										
Δ11	169°21'33"	- 0°0'03"	169°21'30"	30,55	311°10'29"	20,112	-22,995	20,113	-22,994	1078873,007	1028803,961
Δ9	0										
Δ11	0										
Δ13	91°28'13"	- 0°0'03"	91°28'10"	21,12	222°38'39"	-15,535	-14,307	-15,534	-14,306	1078857,473	1028789,655
Δ11	0										
Δ13	0										
GPS1	228°33'40"	- 0°0'03"	228°33'37"	31,25	271°12'16"	0,0656	-31,243	0,657	-31,242	1078858,13	1028758,413
Δ13	0										
GPS1	0										
GPS2	44°07'02"	- 0°0'04"	44°06'58"	87,685	135°19'14"	-62,348	61,655	-62,347	61,656	1078795,783	1028820,069
Σ	720°00'19"	- 0°0'19"	720°00'0"	253,421		-0,006	-0,006	0	0		



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

En la ilustración 20 se logra ver los datos ya descargados de la estación total en la cual puede observarse la cantidad de puntos GPS y Deltas que salieron durante el levantamiento, en este caso salieron 13 Deltas los cuales tienen almacenados cada punto o detalle de la sede de Ubaté, ya habiendo observado la cantidad de detalles que se consiguió durante el levantamiento se procede a configurar los datos con sus respectivos puntos iniciales y finales (“Backside”, “Frontside”), todo este proceso lo logramos hacer en el Software Topcon Link el cual es uno de los software más viables para manejar y procesar este tipo de datos topográficos.

Point No.	Point Name	Point Type	Station	Elevation	Azimuth	Horizontal Coord.	Backside Coord.	Frontside Coord.	Delta	Note	Type
01	GPS1	GPS	GPS1	1.830	338°10'10.000"	95.83	9079.010000				AI
02	DEL1	DELTA	GPS1	1.830	107°32'30.000"	5.870	8738.010000				DELTA
03	DEL2	DELTA	GPS1	1.830	147°35'24.000"	8.428	8974.160000				DELTA
04	DEL3	DELTA	GPS1	1.830	207°12'03.000"	40.240	9173.110000				DELTA
05	DEL4	DELTA	GPS1	1.830	247°30'11.000"	46.380	9188.110000				DELTA
06	DEL5	DELTA	GPS1	1.830	348°28'03.000"	54.720	9234.110000				DELTA
07	DEL6	DELTA	GPS1	1.830	228°27'42.000"	5.260	8978.160000				DELTA
08	DEL7	DELTA	GPS1	1.830	347°13'41.000"	5.880	8978.110000				DELTA
09	DEL8	DELTA	GPS1	1.830	357°30'30.000"	4.950	8978.110000				DELTA
10	DEL9	DELTA	GPS1	1.830	357°37'30.000"	5.178	8978.050000				DELTA
11	DEL10	DELTA	GPS1	1.830	358°48'00.000"	5.788	8978.110000				DELTA
12	DEL11	DELTA	GPS1	1.830	328°32'10.000"	8.200	8738.010000				DELTA
13	DEL12	DELTA	GPS1	1.830	327°14'00.000"	9.094	8978.420000				DELTA
14	DEL13	DELTA	GPS1	1.830	347°37'30.000"	4.780	8978.110000				DELTA
15	DEL14	DELTA	GPS1	1.830	347°13'10.000"	5.340	8978.110000				DELTA
16	DEL15	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
17	DEL16	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
18	DEL17	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
19	DEL18	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
20	DEL19	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
21	DEL20	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
22	DEL21	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
23	DEL22	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
24	DEL23	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
25	DEL24	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
26	DEL25	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
27	DEL26	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
28	DEL27	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
29	DEL28	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
30	DEL29	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
31	DEL30	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
32	DEL31	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
33	DEL32	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
34	DEL33	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
35	DEL34	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
36	DEL35	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
37	DEL36	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
38	DEL37	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
39	DEL38	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
40	DEL39	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
41	DEL40	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
42	DEL41	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
43	DEL42	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
44	DEL43	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
45	DEL44	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
46	DEL45	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
47	DEL46	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
48	DEL47	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
49	DEL48	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
50	DEL49	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
51	DEL50	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
52	DEL51	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
53	DEL52	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
54	DEL53	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
55	DEL54	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
56	DEL55	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
57	DEL56	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
58	DEL57	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
59	DEL58	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
60	DEL59	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
61	DEL60	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
62	DEL61	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
63	DEL62	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
64	DEL63	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
65	DEL64	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
66	DEL65	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
67	DEL66	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
68	DEL67	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
69	DEL68	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
70	DEL69	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
71	DEL70	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
72	DEL71	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
73	DEL72	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
74	DEL73	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
75	DEL74	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
76	DEL75	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
77	DEL76	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
78	DEL77	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
79	DEL78	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
80	DEL79	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
81	DEL80	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
82	DEL81	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
83	DEL82	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
84	DEL83	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
85	DEL84	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
86	DEL85	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
87	DEL86	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
88	DEL87	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
89	DEL88	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
90	DEL89	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
91	DEL90	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
92	DEL91	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
93	DEL92	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
94	DEL93	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
95	DEL94	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
96	DEL95	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
97	DEL96	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
98	DEL97	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
99	DEL98	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
100	DEL99	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA
101	DEL100	DELTA	GPS1	1.830	347°10'10.000"	5.280	8978.110000				DELTA

Ilustración 20-Datos Estación Total-Topcon link

Point No.	Point Name	Station	Elevation	Azimuth	Horizontal Coord.	Backside Coord.	Frontside Coord.	Delta	Note	Type
01	GPS1	GPS1	1.830	338°10'10.000"	95.83	9079.010000				AI
02	DEL1	GPS1	1.830	107°32'30.000"	5.870	8738.010000				DELTA
03	DEL2	GPS1	1.830	147°35'24.000"	8.428	8974.160000				DELTA
04	DEL3	GPS1	1.830	207°12'03.000"	40.240	9173.110000				DELTA
05	DEL4	GPS1	1.830	247°30'11.000"	46.380	9188.110000				DELTA
06	DEL5	GPS1	1.830	348°28'03.000"	54.720	9234.110000				DELTA
07	DEL6	GPS1	1.830	228°27'42.000"	5.260	8978.160000				DELTA
08	DEL7	GPS1	1.830	347°13'41.000"	5.880	8978.110000				DELTA
09	DEL8	GPS1	1.830	357°30'30.000"	4.950	8978.110000				DELTA
10	DEL9	GPS1	1.830	357°37'30.000"	5.178	8978.050000				DELTA
11										



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

En la anterior imagen se logra ya configurar los puntos GPS de nuestro trabajo los cuales son nuestras bases para poder hacer el levantamiento, les asignamos sus respectivas coordenadas a GPS 1 Y GPS 2 para poder así generar sus respectivos azimuts, luego se exporta en formato DWG el cual es especializado del software AutoCAD y así proceder a dibujar el plano.

Luego de haber obtenidos los datos corregidos de Topcon link y Topcon Tools se procedió a cargar los puntos en el Software Auto CAD ya que es un software de diseño asistido para ayudar a los ingenieros, topógrafos, arquitectos, cartógrafos, y demás para la creación de planos, seccionales y elevaciones, se pueden dibujar rápidamente tuberías, circuitos, bibliotecas y muchas cosas más, Autogenera anotaciones, capas, programación, listas y tabla, luego de saber todas las cualidades con las que cuenta este software se pone en marcha el pos proceso de los datos y la posterior creación del plano topográfico de la Universidad de Cundinamarca sede Ubaté

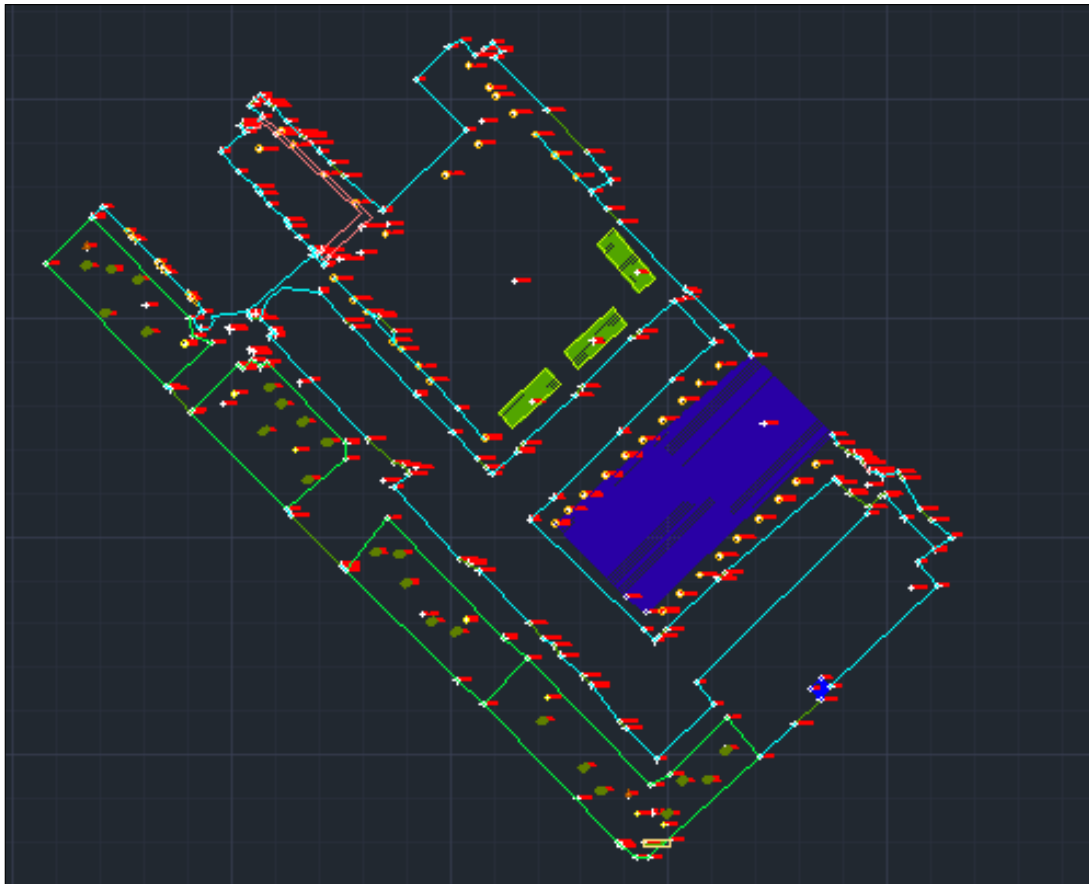


Ilustración 22-Plano AutoCAD inicial



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Después de varias correcciones y ajustes se logra obtener el resultado esperado, el cual es la siguiente imagen que es el Plano Topográfico de la Sede de Ubaté de la Universidad de Cundinamarca

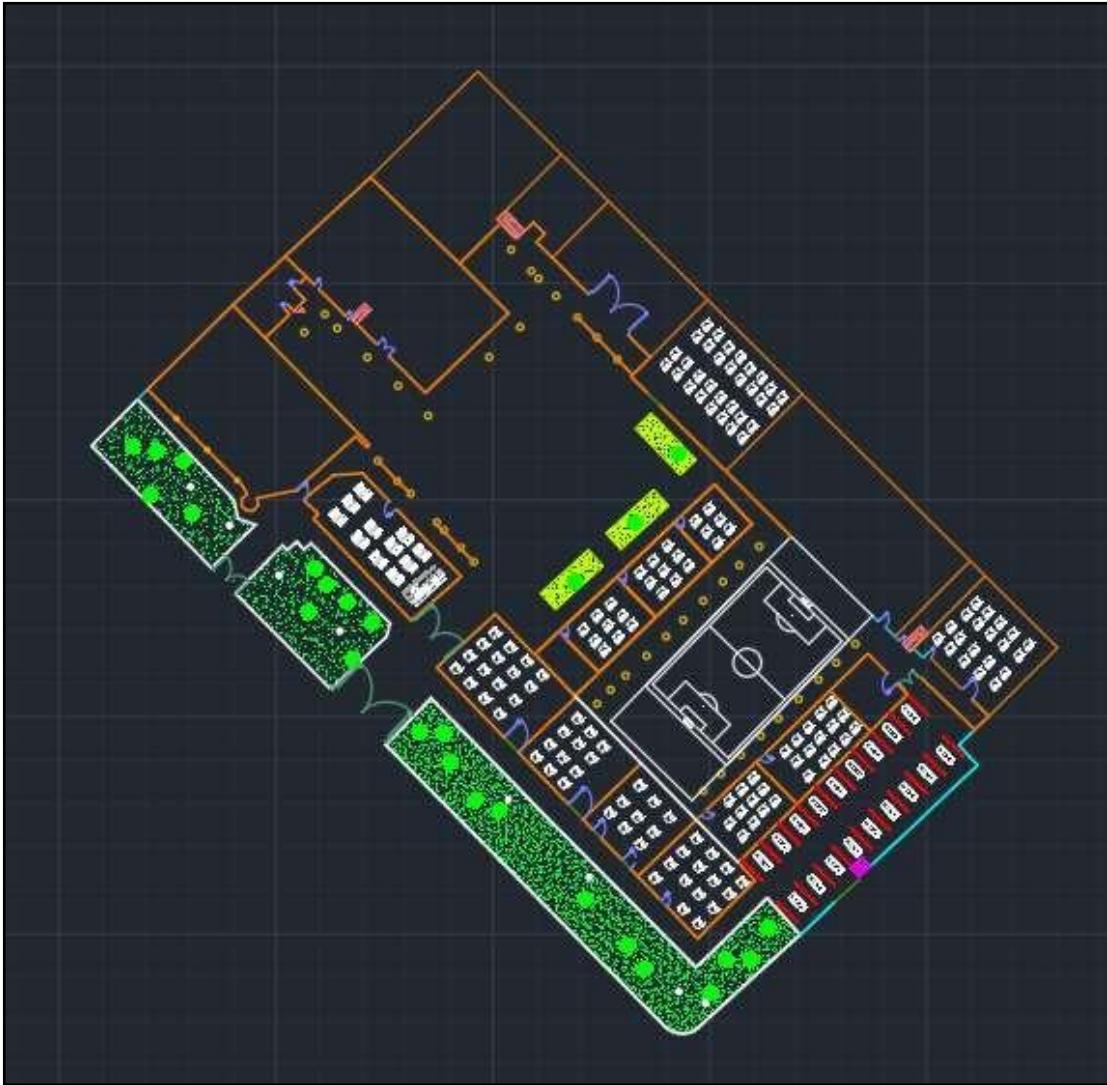


Ilustración 23-Plano AutoCAD Final



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ



Ilustración 25 Dron Phanthom 4- Fuente Propia



Ilustración 24 Dron Phantom 4 Zona de despegue- Fuente propia

En las anteriores ilustraciones se ve el tipo de Dron con el que se elaboró el sobrevuelo el cual es el Phantom 4 que cuenta con un sistema incorporado que es compatible con dispositivos Android y Apple. No solo vuela de forma inteligente, sino que además de eso con un solo toque puede crear imágenes de seguimiento fácilmente y además puede esquivar obstáculos de manera autónoma. Su calidad de imagen es buena ya que graba video 4K a 30 f/s, video Full HD 1080P a 120 f/s para obtener imágenes nítidas a cámara lenta y fotos de 12 Megapíxeles en DNG RAW. Otro aspecto bueno que emplea el Dron es su batería ya que puede durar hasta 28 minutos de vuelo sin el soporte para satélite. La empresa encargada de realizar el sobrevuelo fue Ingeodrone, fue necesario acudir a esta empresa ya que ningún miembro del grupo tiene los conocimientos técnicos para manejar un equipo de estos. A continuación, se observa el error vertical y horizontal que presenta el Drone Phantom 4.

La exactitud se cierra	Vertical: +/- 0.1 m (when Vision Positioning is active) or +/-0.5 m Horizontal: +/- 0.3 m (when Vision Positioning is active) or +/-1.5 m
------------------------	--

Ilustración 26 Errores del Drone- Fuente The Future Of Possible



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Para la realización del vuelo con DRON se ubicaron 5 puntos de control de vuelo, posterior a esto se elaboró el plan de vuelo que se puede visualizar en la siguiente ilustración



Ilustración 27-Plan de vuelo sede Ubaté- Fuente INGEODRONE

Como siguiente proceso es la creación de la imagen de dron el cual fue con los software PIX4D y Agisoft, esto ya es un paso mas complejo ya que toma una gran cantidad de tiempo, pero no necesariamente del usuario si no del software ya que el proceso depende del ordenador con sus respectivas capacidades de RAM y GPU. Por motivos de conflictos el software Agisoft no se pudo seguir trabajando por lo cual la generacion de la ortofoto se genero con el software PIX4D.

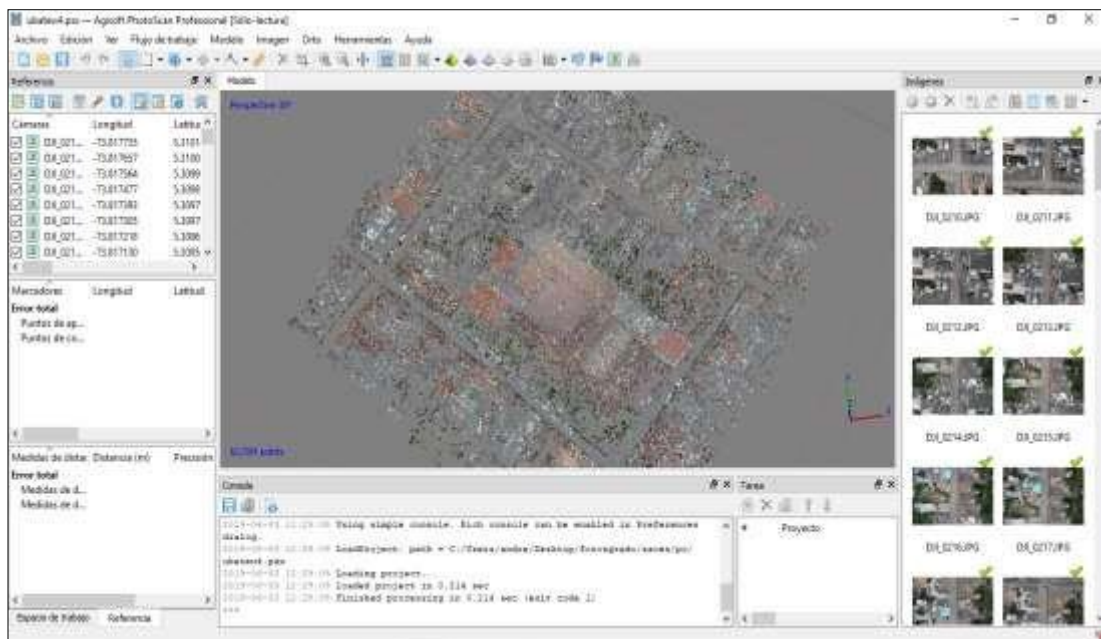


Ilustración 28-Nube de puntos inicial de la Ortófoto en PIX4D-Fuente propia



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

La ilustración 28 nos muestra la nube de puntos simple la cual es creada después de configurar los primeros requisitos o parámetros que el software exige los cuales se basan en sistema de coordenadas, el cual fue WGS 84 y la importación de las imágenes. El proceso continuo ya generando la nube de puntos densa la cual ya tiene más detalle y así podemos observar mucho mejor sus respectivas infraestructuras.

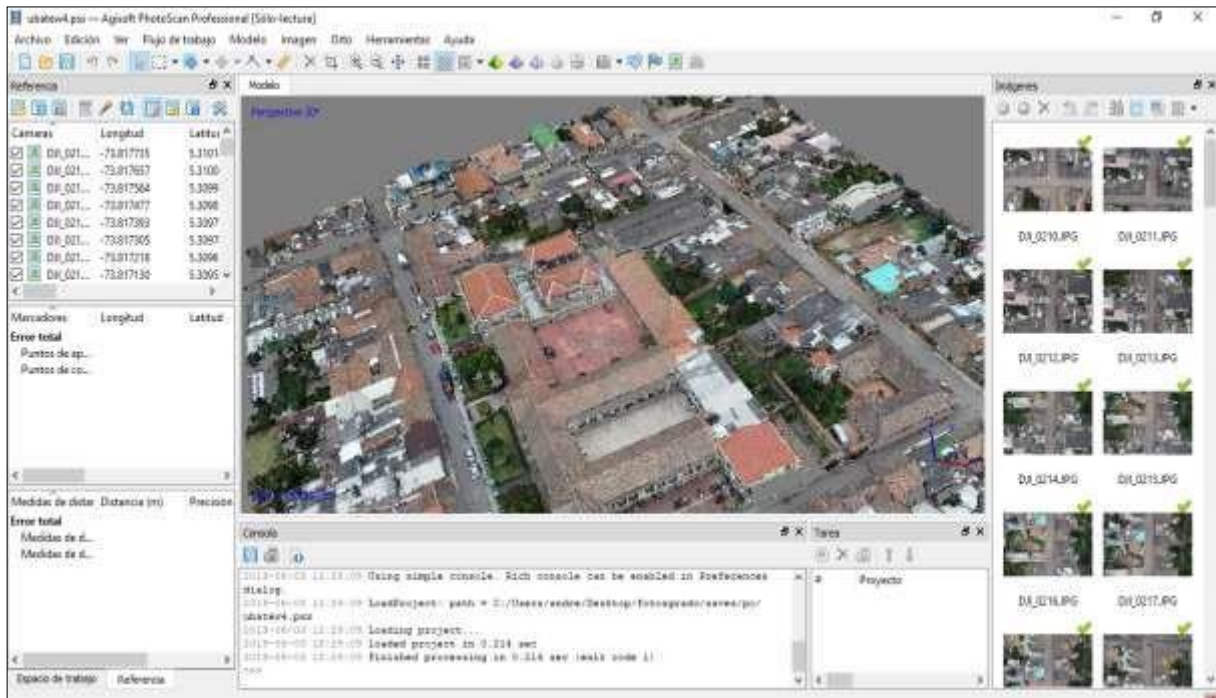


Ilustración 29-Nube de puntos densa PIX4D-Fuente propia

Ya generada la nube de puntos densa se puede lograr diferenciar los respectivos cambios de alturas que genera el software, usando como base los pixeles de las fotos, la relación e intersección entre ellas y el modelo anterior. Ya terminado la generación del modelo denso se genera el DEM (Modelo digital de elevación). Concluido el DEM se origina la ortofoto para la cual se utilizó el software PIX4D debido a la generación de un conflicto técnico entre el equipo y el software.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

La generacion de la altimetria no fue posible llevar acabo debido a que el estudio realizado era en una zona que contaba con gran cantidad de infraestructuras por lo cual el DEM presentaba las alturas pero de dichas infraestructuras, lo cual no era una informacion aceptable para la generacion de curvas de nivel.

La comparacion de un levantamiento topografico convencional y un levantamiento no convencional con imagenes de dron no se ejecuto debido a las bases teoricas adquiridas durante la formacion academica, por este motivo no se realizo la debida investigacion pues el cronograma y el itinerario bastante cerrado y correcciones durante el manejo del proyecto no permitia generar dicha comparacion.

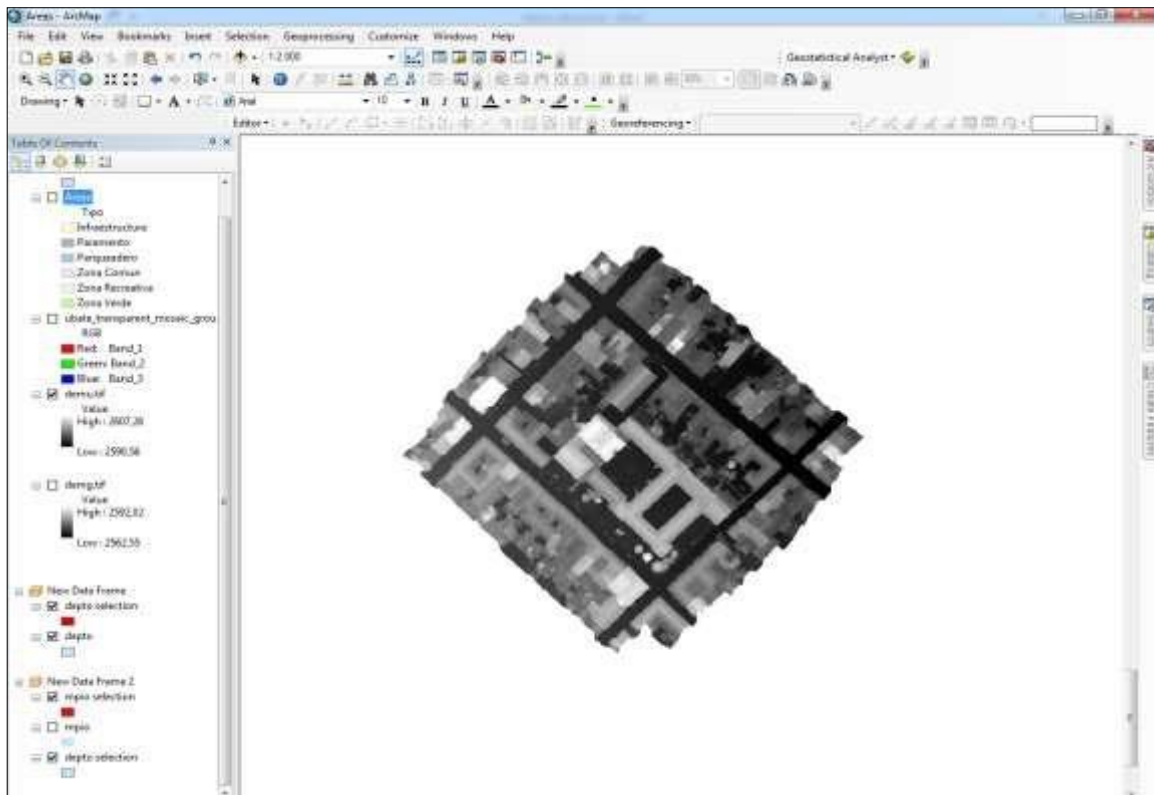


Ilustración 30-Modelo Digital de Elevación-Fuente propia

Se carga el modelo digital de elevación el cual es referente para la generación de curvas de nivel, pero es descartado ya que debido a que la seccional de Ubaté cuenta con gran variedad de infraestructuras estas curvas o estas alturas no las tomaría de la superficie si no al nivel de las infraestructuras, por lo cual no se tuvieron en cuenta ya que se vio que esta información no era fiable y necesaria para el proyecto. Culminado lo anterior se empieza con la exportación de salidas gráficas, dichas salidas graficas son destinadas para el análisis y el estudio según los avances teóricos y prácticos de la investigación.



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

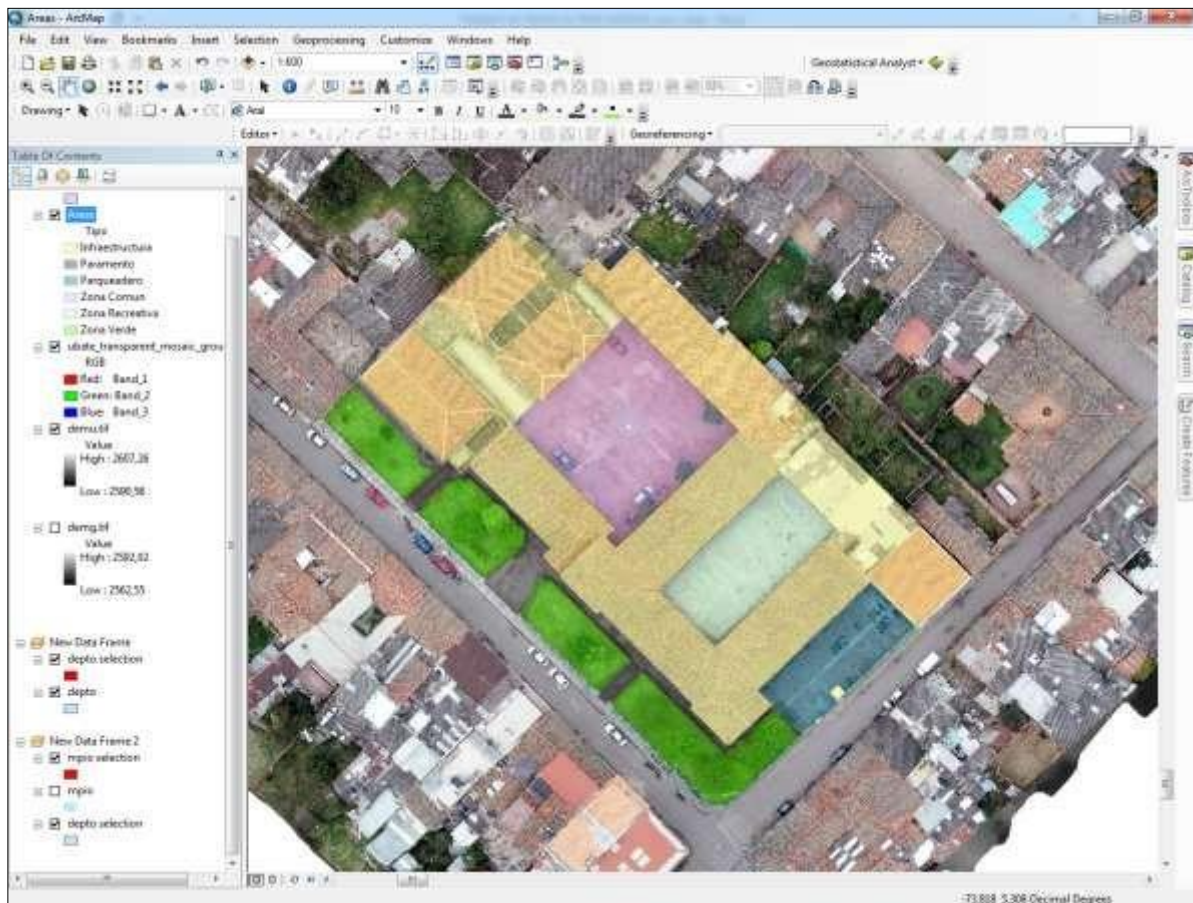


Ilustración 31-Digitalización de Áreas-Fuente propia

Una vez terminado el modelo digital de elevación se procede a empezar con la digitalización del predio así logrando identificar sus diferentes infraestructuras y áreas presentes en la sede de Ubaté y a la elaboración de las salidas gráficas para así poder hacer un análisis teórico y práctico presente en dicho predio.



12. ANÁLISIS Y RESULTADOS

12.1 ANALISIS (CONTROL DE CALIDAD DE COORDENADA GEOGRAFICAS)

Los reportes arrojados del software Topcon Tools nos arrojan un margen de error posible, para las distancias de los puntos rastreados. En la siguiente tabla se puede ver que el margen de error horizontal entre GPS1 y GPS2 es de 0,141m, a su vez un error vertical de 0,068m



Project Summary

Project name: **Sede Ubate IGAC.ttp**

Surveyor: **Raul Quiroga, Leidy Avellaneda**

Comment: **Posproceso de datos GPS Sede Ubate**

Linear unit: **Meters**

Tabla 11-Control de calidad de Coordenadas Geográficas-Fuente propia

GPS Obs Quality					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
GPS 1-GPS 2	-62,349	61,655	-0,779	0,141	0,068
GPS 1-IGAC	-3116,531	-622,175	-4,677	0,002	0,005

Name	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	WGS84 Ell.Height (m)	Code
GPS 1	5°18'33,33212"N	73°49'05,00503"W	2584,198	
GPS 2	5°18'31,30155"N	73°49'03,00351"W	2583,426	
IGAC	5°16'51,88470"N	73°49'25,25356"W	2579,638	



12.2 CONTROL DE CALIDAD EN COORDENADAS PLANAS

Project Summary

Project name: **Sede Ubate IGAC.ttp**

Surveyor: **Raul Quiroga, Leidy Avellaneda**

Comment: **Posproceso de datos GPS Sede Ubate**

Linear unit: **Meters**

Tabla 12-Control de calidad coordenadas planas-Fuente propia

GPS Obs Quality					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
GPS 1-GPS 2	-62,349	61,655	-0,779	0,141	0,068
GPS 1-IGAC	-3116,531	-622,175	-4,677	0,002	0,005

Adjusted Point Quality			
Name	X (m)	Y (m)	Z (m)
GPS 1	1770654,991	-6101811,511	586483,587
GPS 2	1770715,595	-6101799,136	586421,384



12.3 CONTROL DE CALIDAD EN COORDENADAS CARTESIANAS

Project Summary

Project name: **Sede Ubate IGAC.ttp**

Surveyor: **Raul Quiroga, Leidy Avellaneda**

Comment: **Posproceso de datos GPS Sede Ubate**

Linear unit: **Meters**

Projection: **Colombia-Gauss Bogota**

Tabla 13 Control de calidad coordenadas cartesianas-Fuente propia

Points				
Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	Code
GPS 1	1770654,991	-6101811,511	586483,587	
GPS 2	1770715,595	-6101799,136	586421,384	
IGAC	1770134,869	-6102257,255	583378,969	



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ

Tabla 14-Áreas-Fuente propia

NOMBRE	AREA EN M2
ZONAS VERDES	770,3309
ZONA RECREATIVA	389,166
INFRAESTRUCTURA	2684,7097
PARQUEADERO	312,659
ZONA COMÚN	1114,3682
PARAMENTOS	932,2073
TOTAL	6203,4411

Según el levantamiento topográfico que se realizó se pudo evidenciar que la sede de Ubaté de la Universidad de Cundinamarca cuenta con un área total de 6203,4411m² que cubre toda la sede y se realizaron unas subdivisiones de áreas nombradas como zonas las cuales fueron: zona verde de 770 m² lo que cubre casi todos los bordes de la sede, zona parqueadero cuenta con un área de 312m² en el cual se distribuye en 3 partes para carros, motos y bicicletas, zona infraestructura con un área de 2684m² cubre todos los salones, cafetería, biblioteca y oficinas administrativas, zona recreativa con un área de 389m² lo cual es la cancha de microfútbol, zona común con un área de 1114m² lo cual cubre un patio que cumple con diferentes funciones las cuales son: zona de cargue y descargue de elementos y de productos para la cafetería y la institución, zona de socialización, esparcimiento y también cumple como parqueadero para algunos funcionarios administrativos.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ



Mapa 1 Salida Grafica, Calculo de áreas

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ



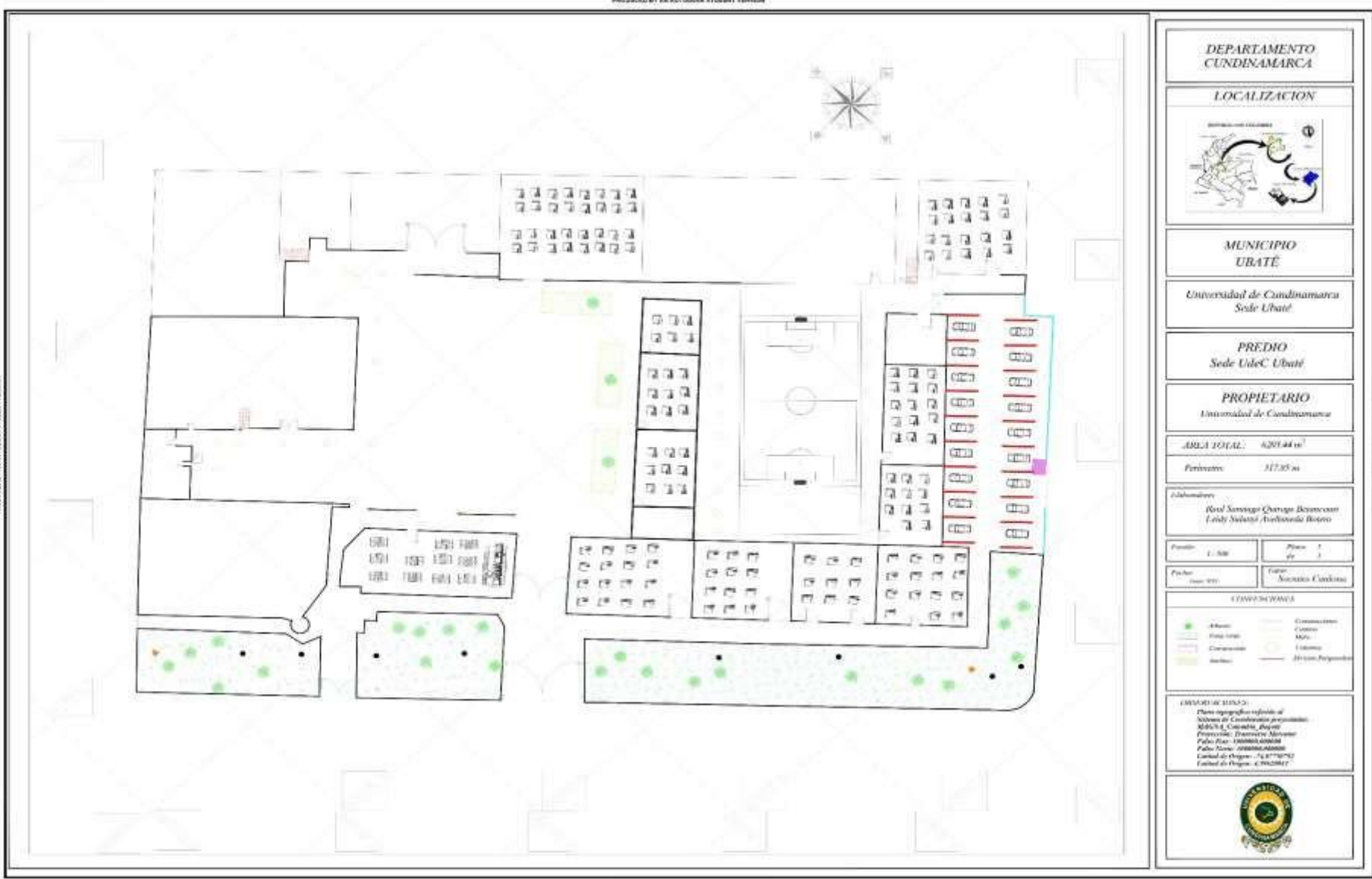
Mapa 2 Salida Grafica, Puntos GPS


LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ



Mapa 3 Salida Grafica, Predio Ubaté

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ



Mapa 4 Plano Autocad



13. CONCLUSIONES

Concluido el trabajo seleccionado por los elaboradores del proyecto, se determinó que se debe tener en cuenta los requisitos de la Resolución 643 del 30 de mayo del 2018 dada por el IGAC para la georreferenciación y monumentación en un levantamiento topográfico convencional o no convencional.

Dado este levantamiento los estudiantes de la sede Ubaté de la Universidad de Cundinamarca y visitantes pueden tener una mejor visualización de los elementos y zonas (zona verde, zona recreativa, zona parqueadero, zona infraestructura, zona común) con los que cuenta esta sede, estos espacios se ven reflejados en las salidas graficas realizadas después de los procesos ejecutados.

Cumplidos los objetivos propuestos en el presente proyecto de investigación en beneficio de nuestra alma mater para la seccional de Ubaté se logra como resultado final la generación de las salidas gráficas y la ortófoto, que cumpla una función de apoyo en las decisiones de la construcción de nuevas infraestructuras.

Con ayuda de imágenes de Dron se pudo obtener una vista de planta, donde se muestra las zonas (verde, común, recreativa, parqueadero, paramento) de la seccional de Ubaté de la Universidad de Cundinamarca



14. RECOMENDACIONES

- Aprovechar el insumo que se generó para ser aplicado en el sistema integrado de calidad.
- Ser incluido en un repositorio de topografía de cada sede de la Universidad de Cundinamarca.
- Tener en cuenta los planos de esta sede al momento de realizar obras civiles para minimizar gastos.



15. BIBLIOGRAFÍA

- Amparo Ferrer Rodriguez, Jose Antonio Nieto Calmaestra. «Cartografía urbana de la ciudad de Almería a mediados del siglo XIX: el plano de Perez Rozas y el levantamiento topografico-catastral de la junta general de estadística.» 22 de Junio de 2014. <https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000210/00000085.pdf>.
- Bullon, Camarero. «EL LEVANTAMIENTO DE LA PLANIMETRÍA URABANA DE CARTAGENA, 1867-1871.» Septiembre de 2016. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/54796/1/Libro-jubilar-homenaje-Antonio-Gil-Olcina-Ed-ampliada_52.pdf.
- Capellan, Santos. «Planimetria y Altimetria.» s.f.
- D'AGOSTINO, VALERIA A. «EXPANSIÓN ESTATAL, POLÍTICA DE TIERRAS Y DESARROLLO DE LA REPARTICIÓN TOPOGRÁFICA EN BUENOS AIRES, SIGLO XIX.» 2014. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4993683.pdf> (último acceso: 14 de Agosto de 2018).
- Dante Alfredo, Alcántara García. *Topografía y sus Aplicaciones*. Grupo Editorial Patria, 2014.
- Distrital, Universidad. *LASER*. 2013. <https://comunidad.udistrital.edu.co/laser/2015/07/19/vehiculos-aereos-no-tripulados-dentro-de-la-investigacion/>.
- «Expansión estatal, política de tierras y desarrollo de la repartición topográfica en buenos aires, siglo XXI.» San miguel de Tucuman, Argentina, 2014.
- Farjas, Mauricio. «Aplicaciones Topográficas del G.P.S.» 2017. *Teoria_GPS_Tema_12.pdf*.
- Finkeros. *¿Qué es una finca alinderada?* 2016. <http://abc.finkeros.com/que-es-una-finca-alinderada/>.
- Heras, Jose Luis. *Topografía J.L. Heras*. 23 de Enero de 2014. <https://joseluisherass.wordpress.com/2014/01/23/linderos-deslinde-y-amojonamiento-2/>.
- IGAC. *IGAC*. 19 de 02 de 2018. <https://www.igac.gov.co/>.
- Luis Urteaga, Francesc Nadal. «El levantamiento del mapa topográfico a escala 1:50.000 en Cataluña.» 12 de Junio de 2013. <https://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000196%5C00000067.pdf>.
- Ordoñez, Ricardo Arturo Peñuela. «Actualización de linderos y corrección de áreas.» Bogotá, 2010.
- Perez Porto, Julian, y Maria Merino. *Definición*. 2015. <https://definicion.de/altimetria/>.
- Porto, Julian Perez, y Maria Merino. *Definición*. 2010. <https://definicion.de/topografia/>.
- Topoequipos S.A. soluciones integrales en geomática*. s.f. <http://www.topoequipos.com/dem/que->



**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO Y GENERACIÓN DE FOTOGRAFÍA
AÉREA CON DRON, DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SECCIONAL UBATÉ**

es/terminologia/que-es-una-estacion-total.

TORRES A., VILLATE E.(2001). «EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: USO DEL GPS Y
ESTACIÓN TOTAL.» 23/11/09

<http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/academia/article/viewFile/6061/5866>.

Florez, E. B. (2009). *VEHICULOS AEREOS NO TRIPULADOS-UAVS-OPERACION*. Bogotá:
Aeronautica Civil.

BOE. (1986). Ley 7/1986, de 24 de enero, de Ordenación de la Cartografía. España. Obtenido de:
<https://www.boe.es/buscar/pdf/1986/BOE-A-1986-2383-consolidado.pdf>

Ocampo, O. D. (2003). Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/12562/6/70074527.2003.pdf>