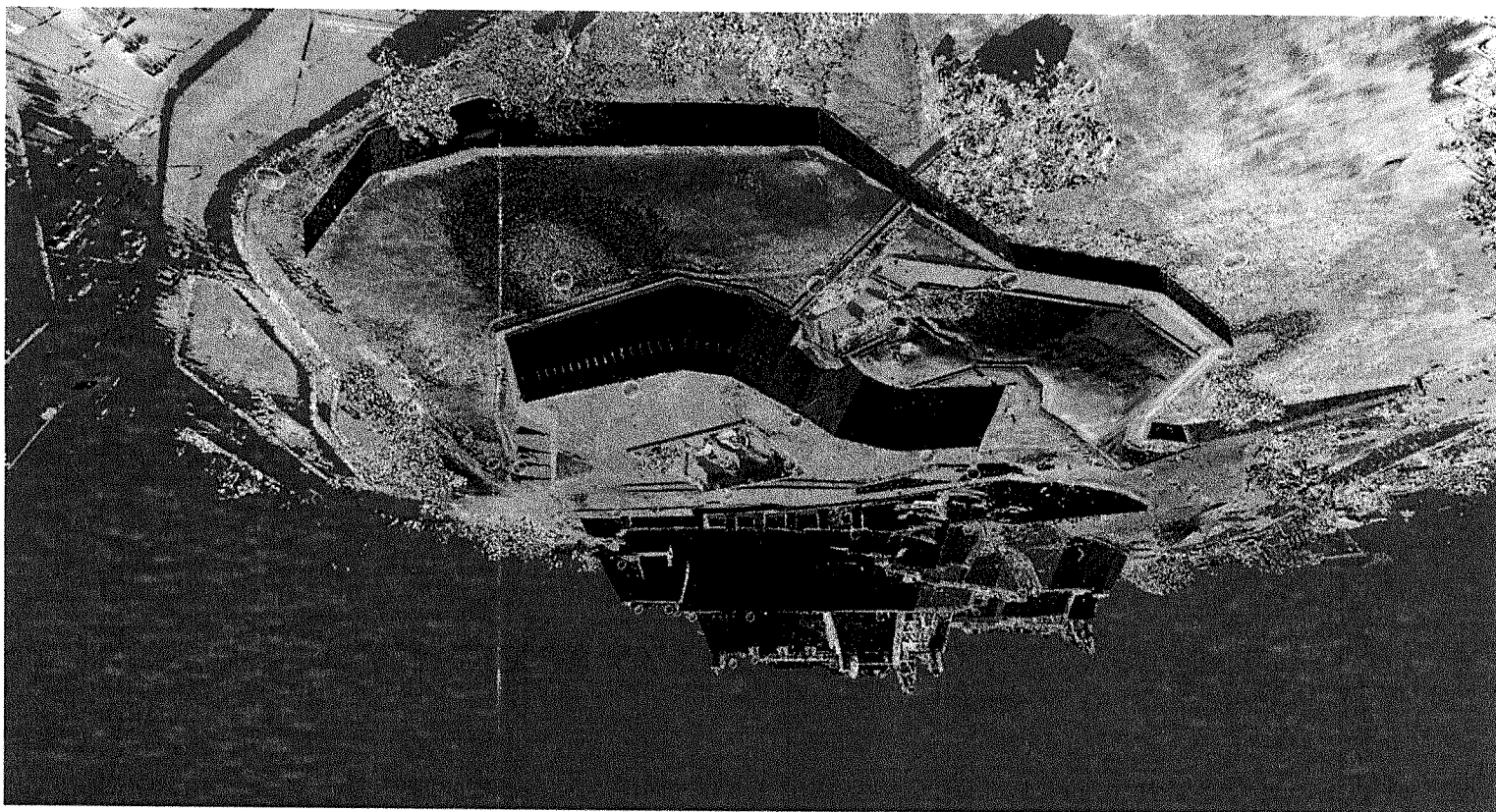


COT 2372 LEVANTAMIENTO
FOTOGRAMÉTRICO Y LIDAR MUNICIPALIO DE
LA DORADA



04 de Febrero de 2022

Señores:

ALCALDIA MUNICIPAL DE LA DORADA
ATN. NESTOR AMAYA
DIRECTOR DE PLANEACIÓN

REF: COT 2372 LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO Y
LIDAR MUNICIPIO DE LA DORADA

Respetados señores:

De manera cordial nos permitimos poner a su consideración la realización del levantamiento fotogramétrico y lidar para la actualización catastral del municipio de La Dorada, de acuerdo con la información suministrada.

ÁREAS A LEVANTAR:

- 54,180 hectáreas área Rural
- 742 hectáreas área Urbana
- 512 hectáreas de área de expansión y centros poblados
- Cantidad estimada de predios urbanos 15.000
- Cantidad estimada de predios rurales 5000

ALCANCE

Se propone realizar para la zona urbana del municipio y lo centros poblados un levantamiento LIDAR Y FOTOGRAMÉTRICO, y para la zona rural un levantamiento FOTOGRAMÉTRICO.

LEVANTAMIENTO AEREO LIDAR Y FOTOGRAMÉTRICO

Se realizará el levantamiento utilizando drones de última tecnología y/o Lidar Aerotransportado, lo cuales están equipados con sistema PPK y RTK, que permiten ajustar y georeferenciar el proyecto sin necesidad de construir una red de mojones sobre el largo de las zonas a levantar, sin embargo, se determinarán puntos de control sobre sitios visibles con el sistema GNSS RTK.



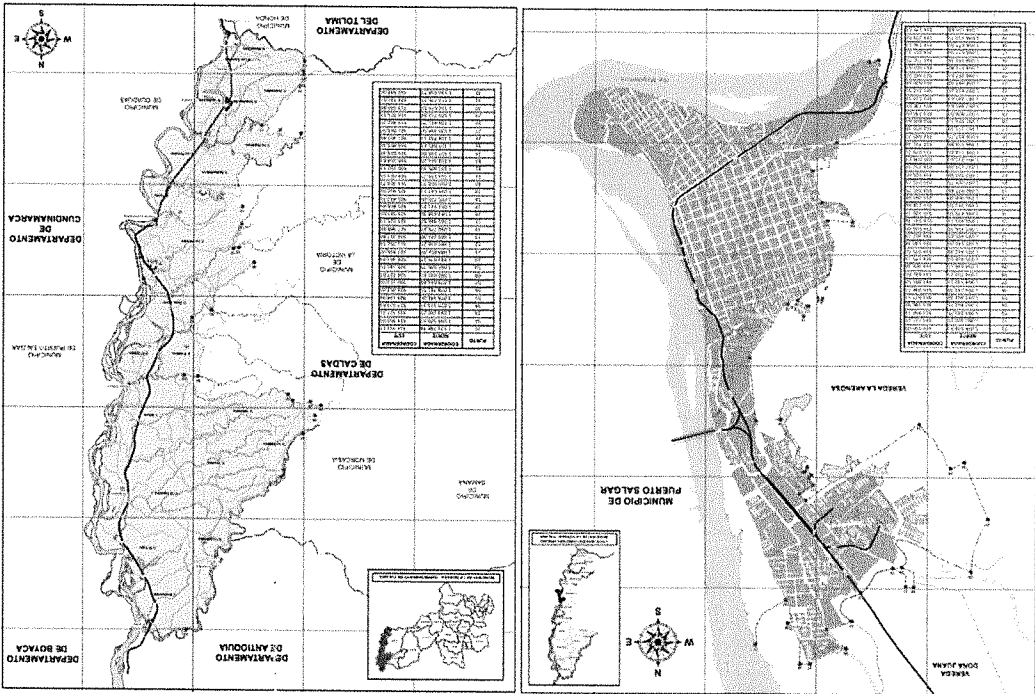


Ilustración 1: Área a levantar urbana y Rural

METODOLOGIA

TOMA DE DATOS LIDAR.

Suministro de imágenes Lidar, con una densidad de 10 a 100 puntos por metro cuadrado, con las cuales se realizarán los Modelos Digitales de Terreno (DTM) y de Superficie (DSM), que servirá (el primero), para generar en forma automática las curvas de nivel con el intervalo requerido, de un (1) metro o cincuenta (50) centímetros según se requiera, y el segundo para la obtención de la información de superficie como: cobertura vegetal, infraestructura vial, áreas construidas, etc.

Para las misiones de vuelo se dispondrá de una aeronave no tripulada equipada con sistema Lidar, la cual cuenta con varios sistemas para: la planeación y gestión del vuelo, la georreferenciación directa de los datos lidar a través del IMU y el posicionamiento global mediante GPS.

Se documentarán los vuelos con los siguientes datos: fecha, altura de vuelo, área del proyecto, base de operaciones y otra información que considere pertinente. Durante las misiones de vuelo se obtendrán los archivos crudos del sistema Lidar (formato *.LAS).

Es importante aclarar el sistema Lidar no permite penetrar el agua y reflejar sobre ella; por este motivo, en las zonas cenagosas o donde la superficie sea agua, no se obtendrá información confiable sobre esta o dentro de ella. Sin embargo, a partir de información marginal se determinarán los cuerpos de agua.

PROCESAMIENTO DE DATOS LIDAR

A partir de la clasificación de la nube de puntos por su altura y el filtrado de los diversos elementos presentes en la superficie del terreno, se elaborará un Modelo Digital de Terreno (DTM) con una resolución de 0.5 x 0.5 metros y un Modelo Digital de Superficie (DSM) con igual resolución; serán entregados en formatos Grid (.grd) y/o .tiff. Los archivos LAS serán clasificados de acuerdo a: piso (ground), vegetación media (low vegetation) y vegetación alta (high vegetation), se remitirán en formato digital .las, con los siguientes entregables:

- Archivos .las sin clasificar en coordenadas UTM y cota elipsoidal sin calibración Bore-Sight.
- Archivos .las sin clasificar en coordenadas UTM y cota elipsoidal con calibración Bore-Sight.
- Archivos SBET de todo el proyecto en formatos *.sbt, .txt y .shp de ESRI.
- DTM con separación entre punto o tamaño de celda de 1 metro en formatos .LAS, .ASC y XYZ.

Para la generación del DTM se deberán incorporar, además de los puntos LIDAR, las líneas de ruptura presentes en el terreno.

Curvas de nivel (índices e intermedias) con separación vertical de 0,5 metro en formatos DWG, y Shapefile. Las curvas de nivel deben ser continuas y contener el etiquetado para cada curva índice.

Los tres últimos entregables de este apartado deberán ser ajustados verticalmente mediante el modelo geoidal GEOCOL 2004 o EGM 2008 la precisión absoluta vertical de los puntos de ser igual o inferior a 15 cm y horizontal menor o igual a 15 centímetros.

AEROFOTOGRAFÍAS

Toma de fotografías aéreas, métricas, digitales, a color (RGB), con un tamaño del píxel de 10 centímetros (GSD: ground simple distance) con un traslapeo del 75% longitudinal y 50% lateral. Se utilizará una cámara fotogramétrica

Los aspectos más importantes a considerar para la selección de esta cámara están los siguientes:

Sensor: la ortofotografía proviene de imágenes tomadas con una cámara especializada métrica, de alta precisión, imágenes destinadas para hacer mediciones, al igual que un plano. Se cuenta con un certificado de calibración vigente, generado por el fabricante de ésta.

Mayor cobertura en área: Por ser una cámara de gran formato, adquiere más área en el terreno en cada imagen, que una de pequeño formato, por ejemplo. Esto se traduce en disminución de la cantidad de fotos y, por tanto, disminución en riesgo de errores y en el tiempo de producción de la Ortofoto.

Geometría de los elementos: debido al FMC (forward motion compensation) con el que cuentan las cámaras métricas de alta gama, se compensa automáticamente la velocidad del avión con el tiempo de obturación de la cámara para la toma de las fotografías aéreas; dando como resultado una geometría real en los objetos presentes en la superficie.

Tipo de cámara: digital. Esta reduce no solo en tiempo en obtener la fotografía final pues no hay que proceder al escaneo de la película, sino también permite la captura de zonas oscuras no visibles con la tecnología anterior.

ESTACIÓN DE RASTREO:

Se colocará una (1) estación de rastreo en tierra, a una distancia inferior a 30 kilómetros del proyecto, utilizando un equipo GPS de doble frecuencia (L1/L2), amarrada a la red geodésica nacional del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). La trayectoria de la aeronave y los datos lidar serán calculados a partir de las coordenadas de la estación de rastreo, dando como resultado coordenadas X, Y, Z de alta precisión.

PUNTOS DE CONTROL:

Se posicionarán los puntos de fotococontrol necesarios, para cada uno de los polígonos, ubicados en sitios estratégicos para mejorar la calidad de la precisión. Se utilizarán receptores GPS, de alta precisión, de doble frecuencia (L1/L2), amarrados a la red geodésica nacional IGAC, en el sistema de referencia Magna Sirgas. En la oferta económica se especifican los puntos de control para cada uno de los polígonos.

ORTOFOTOMOSAICO:

Se realizará una Ortofotografía para cada uno de los polígonos, en escala 1:2.000, lo que incluye el enlace de todas las fotografías aéreas en una sola imagen, con propiedades métricas, en donde se eliminan las distorsiones y los errores de empalme.

SISTEMA DE REFERENCIA HORIZONTAL:

Los productos cartográficos se obtendrán con base en el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), materializada en el Marco Internacional de Referencia terrestre 1994 (ITRF94) de acuerdo con las normas relacionadas con la proyección cartográfica adoptada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en su proyecto MAGNA.

SISTEMA DE REFERENCIA VERTICAL

El Sistema de referencia vertical (COTA) será dado mediante nivelación GPS amarrado a la red Geodésica Nacional IGAC, a través de puntos certificados por este mismo instituto, utilizando el GEOCOL 2004 como referencia de nivel. Esta propuesta no incluye nivelación geométrica.

RESTITUCIÓN CARTOGRAFICA:

Se realizará la restitución de los elementos fotoidentificables para la generación de salida cartográfica a las escalas definidas. La cartografía se hará con un alto grado de precisión y de detalle; entre otras particularidades debe tenerse en cuenta la definición de líneas de paramentos, antejardines, silueta de andenes, separadores, sardineles, accesos a garajes, bermas, bordes de vía, quebradas, ríos, cercas, torres de energía, accesorios sobre líneas matrices de redes de distribución, postes, hidrantes, cajas, válvulas, bancas, cunetas, alcantarillas, señales de tránsito y demás detalles que se encuentren dentro de la zona de influencia y sean identificables en las fotografías. La información vectorial será ajustada altimétricamente al modelo digital del terreno DTM. La cartografía de cada uno de los polígonos será entregada en formatos SHAPE y DWG.

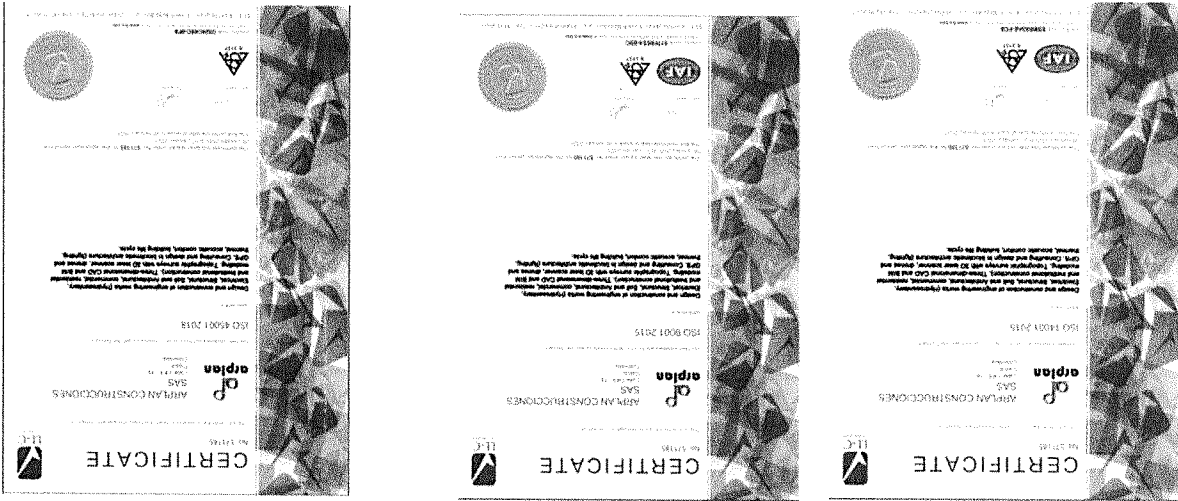
PRODUCTOS A ENTREGAR

- Modelo Digital de terreno (DTM) (archivos .grd ó .tiff).
- Modelo Digital de Superficie (DSM) (archivos .grd ó .tiff).
- Archivo LAS – nube de puntos Lidar (láser) - (archivos .las).
- Fotografías aéreas de apoyo, en formato digital .tiff, con las respectivas coordenadas.
- Ortofotomosaico en formatos *.ecw y *.kmz.
- Curvas de nivel cada: 0,5 metros (archivo .shp).
- Restitución Cartográfica Urbana Escala 1:1.000 (archivo .dwg y .shp)
- Restitución Cartográfica Rural Escala 1:10.000 (archivo .dwg y .shp)
- (productos Carto1000 y Carto10000 mencionados en la Resolución número 471 de 2020
- Informe de fotocontrol (archivo .pdf).
- Vectorización de las capas de manzana, paramentos, construcciones, hidrografía, vías, cerca, de la zona urbana y de la zona rural en formato XML/RDF/PostGIS y PostgreSQL, de acuerdo con la estructura de datos oficial del IGAC
- Metadatos de todos los productos digitales, de acuerdo con la estructura de datos oficial del IGAC

TIEMPOS Y ENTREGAS (DIAS HABLES)

- TRABAJO DE CAMPO: 30 DIAS
- PROCESAMIENTO LIDAR Y FOTOGRAMETRICO: 30 DIAS
- CARTOGRAFIA CATASTRAL 1:1000 60 DIAS
- TOTAL: 120 DIAS

Nuestra firma cuenta con las certificaciones vigentes en las normas ISO 9001 versión 2015, ISO 45001 versión 2018 e ISO 14001 versión 2015. Siendo la calidad, la seguridad en el trabajo, y el compromiso medioambiental, los grandes compromisos de la compañía, el alcance de nuestra certificación se extiende al área del modelamiento BIM, Topografía, escáner láser 3D, GPS y Levantamiento con Drones.



Para verificar las certificaciones: <http://www.ll-c.info/>

VALOR DE LA OFERTA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR U	VALOR T
1	Ortofoto, datos lidar, Cartografía, MDT, Zona Urbana 1:1000	Ha	1.254,00	160.000,00	200.640.000,00
2	Ortofoto, Cartografía, MDT, Zona Rural 1:10000	Ha	51.800,00	5.875,68	304.360.000,00
3	Fotocontrol, ajuste GPS	GL	1,00	20.000.000,00	20.000.000,00
				SUBTOTAL	\$ 525.000.000,00
				IVA	\$ 99.750.000,00
				TOTAL	\$ 624.750.000,00

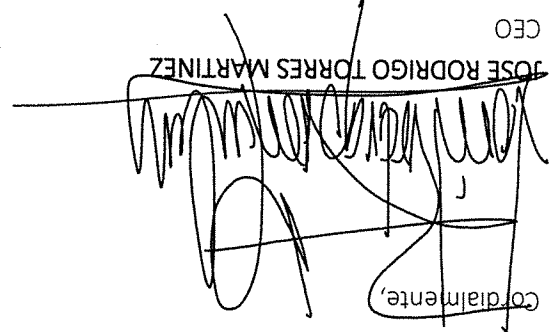
FORMA DE PAGO:

Solicitamos para iniciar el trabajo un anticipo del cincuenta por ciento (50%), luego un pago del treinta por ciento (30%) a la entrega del 80% de los productos y el restante veinte por ciento (20%) a la entrega final del proyecto.

VALIDEZ DE LA OFERTA:

Esta propuesta tiene una validez de 30 días, contados a partir de la fecha.

cordialmente,



JOSE RODRIGO TORRES MARTINEZ

CEO

rodrigo.torres@arpian.com.co

Tel: 3108812071

SEÑOR
CESAR AUGUSTO ALZATE MONTES
ALCALDIA DE LA DORADA – CALDAS
La Dorada - Caldas

Asunto: Propuesta 202201, actualización de la Propuesta 202114 para sobrevuelo con RPAs (drone) para generación de ortofotomosaicos y modelos de elevación del terreno de la cabecera, el área de expansión y la zona rural del municipio de La Dorada – Departamento de Caldas.

Reciba un cordial saludo.

Por medio de la presente nos permitimos presentar nuestra propuesta para los servicios indicados en el asunto. Esperamos que sea lo suficientemente informativa para que la toma de decisiones sobre este tema sea eficiente y mutuamente provechosa.

NOTA DE CONFIDENCIALIDAD

La información contenida en este documento forma parte integral de la propuesta para prestar los servicios de consultoría, elaboración de proyectos diseño e implementación de productos, desarrollo de contenidos, entre otros, ha sido clasificado por su titular como confidencial, por tanto, no puede ser revelada por el destinatario/receptor, ni por ninguno de sus empleados, aliados, miembros, contratistas, bajo ninguna forma o medio, sin tener la previa autorización por escrito del titular de la presente propuesta, es decir AZOR TECNOLOGÍA S.A.S. La única utilización autorizada para esta información es ser la base para la evaluación de esta propuesta por parte del destinatario/receptor. El destinatario de esta propuesta se obliga a no tomar la información aquí contenida ni ejecutarla con un tercero diferente a AZOR TECNOLOGÍA S.A.S. Al tiempo, debe abstenerse de usarla en beneficio propio ni de terceros, para fines diferentes a los acordados, no podrá por lo tanto copiar, reproducir, divulgar, transferir ni transmitir por ningún medio y a ningún título la información o parte de la misma contenida en la presente propuesta.

1. PRELIMINARES

Según la información preliminar recibida del proyecto, en la ilustración 1 y 2 se describe las características generales de localización de la zona de estudio de 555 hectáreas, ya que se requiere realizar varios ortofotomosaicos con fines de catastro urbano y sus correspondientes modelos de terreno de acuerdo con los requerimientos de las resoluciones IGAC 471 y 529 de 2020.

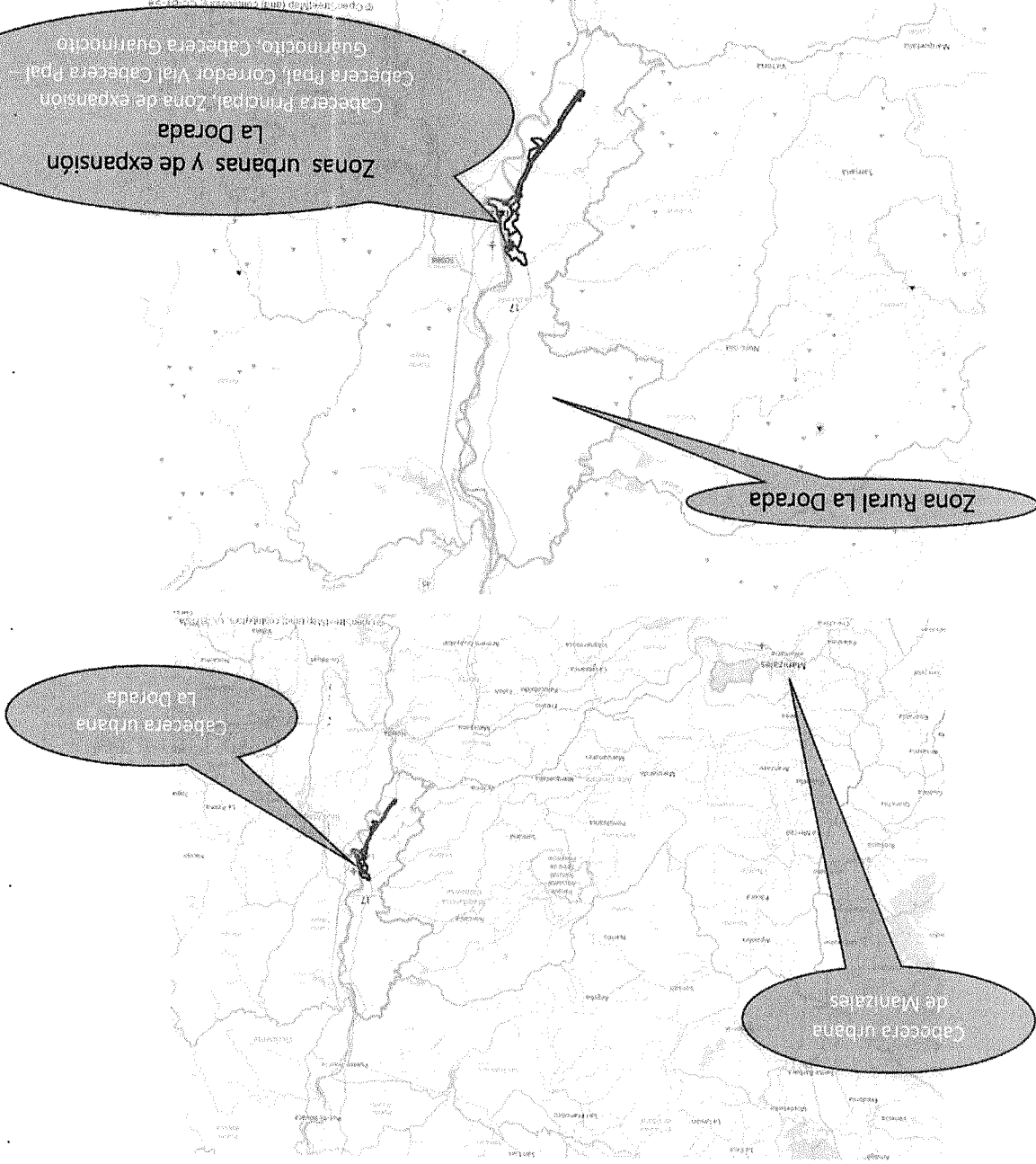


Ilustración 1 y 2. Localización general y específica del predio

2. METODOLOGIA

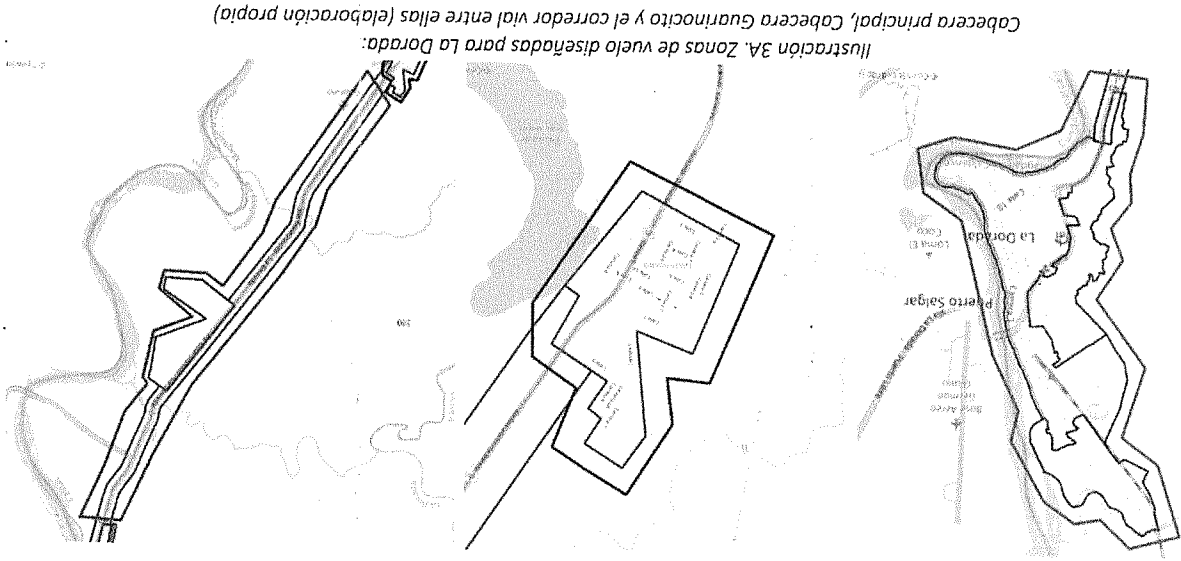
Por parte de la Alcaldía del Municipio de La Dorada – Caldas, hemos recibido una solicitud de cotización para realizar 3 actividades:

- 1.) Obtención de ortofotomosaico de varios polígonos que delimitan áreas de interés de topo urbano para la administración municipal de La Dorada - Caldas.
- 2.) Obtención del ortofotomosaico del área rural de La Dorada - Caldas.
- 3.) Modelo del terreno en formato TIF para las áreas urbanas y rurales en sus respectivas escalas

Para realizar las actividades 1 y 2, es necesario realizar un ortofotomosaico con una alta calidad cartográfica donde todos los objetos observados en la imagen tengan una precisión de posicionamiento equivalente a la escala 1:1000 y 1:5000 respectivamente, apta para ser usada en catastros urbanos y rurales respectivamente, de acuerdo con las especificaciones vigentes del IGAC. Para realizar la actividad 3, es necesario realizar un procesamiento especializado de otro producto del proceso fotogramétrico denominado “nube de puntos” para obtener una descripción de la superficie descubierta del terreno (modelo de superficie).

2.1 Ortofotomosaico

Para la generación de un ortofotomosaico, con el fin de tener el insumo cartográfico necesario para la doble determinación, se tendrá un equipo de trabajo liderado por un ingeniero con amplia experiencia en cartografía, los cuales realizarán el procedimiento para obtener cartografía de alta precisión (1:1000 y 1:5000) a partir de grupo de fotografías aéreas desde coordenadas predefinidas en el espacio, acompañado de una serie de puntos de control en suelo de alta precisión. Esto permite generar un modelo fotogramétrico controlado, de acuerdo con los estándares de la autoridad geográfica y cartográfica de Colombia – IGAC, apto para ser entregado a cualquier gestor catastral.



La oferta técnica es la siguiente:

- Se realizará la planeación de las líneas de vuelo para cubrir la zona de estudio cumpliendo la redundancia necesaria para la creación de modelos fotogramétricos detallados. La altura de vuelo controla el tamaño del píxel, que será entre 5 y 7 cm en las zonas urbanas y de 20 a 25 cm en el área rural.
- Según las regulaciones del ICA, para que un producto cartográfico sea legal, se debe obtener un permiso de vuelo por parte de la autoridad aeronáutica para la realización de los vuelos, ya sea tripulados o no, que se requieran para las fotografías aéreas. Por este motivo Azor Tecnología generará un plan de vuelo válido y realizará la solicitud y obtención de permisos de vuelo frente a la UAEAC (Unidad Administrativa Especial Aero Civil) para el dispositivo RPAS (Drone) a usar, de acuerdo con el tamaño del área de interés y las restricciones que presente la zona específica en el tema aéreo siguiendo las regulaciones del RAC 91 de la UAEAC.

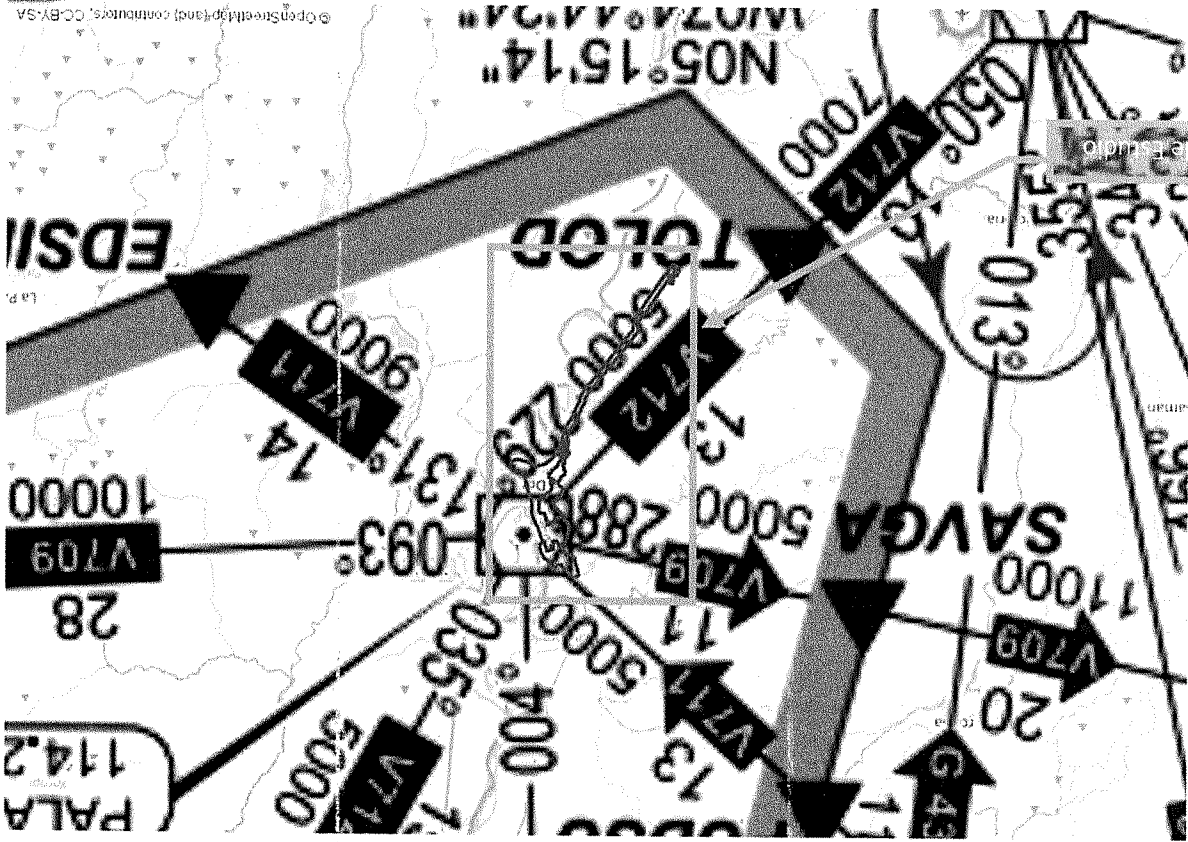


Ilustración 3C. Mapas de rutas aéreas TMA - MDE en la zona de estudio (elaboración propia)

La zona de estudio presenta una situación complicada relacionada con su cercanía a la base Aérea "Germán Olano" localizada en el municipio de Puerto Salgar, denominada también como "Palanquero". En el documento TMA MEDALLIN hay un área restringida en las cercanías de dicha base (línea gruesa naranja). Esto causa que deba solicitarse permisos tanto a la UAEAC como a la Fuerza Aérea Colombiana para realizar los vuelos requeridos. Esto afecta tanto la zona urbana como la rural Es

necesario el apoyo y los contactos de la Alcaldía para la obtención de los permisos con la Fuerza Aérea Colombiana.

- Esta autorización puede normalmente 10 días hábiles. Se requiere una carta del Cliente para avalar la solicitud frente a la UAEAC. La realización de vuelos con RPAS está restringida en toda Colombia, por el tema del COVID-19, inclusive en áreas rurales, y solo mediante permisos de vuelo se pueden realizar. El contratante es responsable ante la UAEAC de contratar operadores calificados, registrados y con las pólizas exigidas por la autoridad aeronáutica, y puede incurrir en multas por contratar operadores que vuelen ilegalmente.

- Realizar la marcación en campo de una serie de puntos de fotocontrol para que sirvan de control a los modelos fotogramétricos que se van a requerir para la modelación del terreno requerida. Se estima que se requiere 32 puntos para cumplir las 3 zonas de zona de vuelo previstas para la zona urbana y de expansión (Cabecera, Guarinocito, y el corredor entre ellos). Todos de precisión centimétrica, con el método Estático Rápido, ya que estos deben ser por lo menos 3 veces más precisos que el tamaño del píxel en el que se generara el ortofotomosaico. Otros métodos de medición, como RTK, no son válidos ya que se requiere entregar al IGAC los archivos RINEX correspondientes a cada punto fotogramétrico, para su verificación por parte de la entidad. Para la zona rural se prevé la utilización de 30 puntos de fotocontrol.
- Realización de vuelos con dispositivo RPAS (Drone) para realizar la toma de fotografías necesarias para los modelos fotogramétricos que cubren el área de interés.

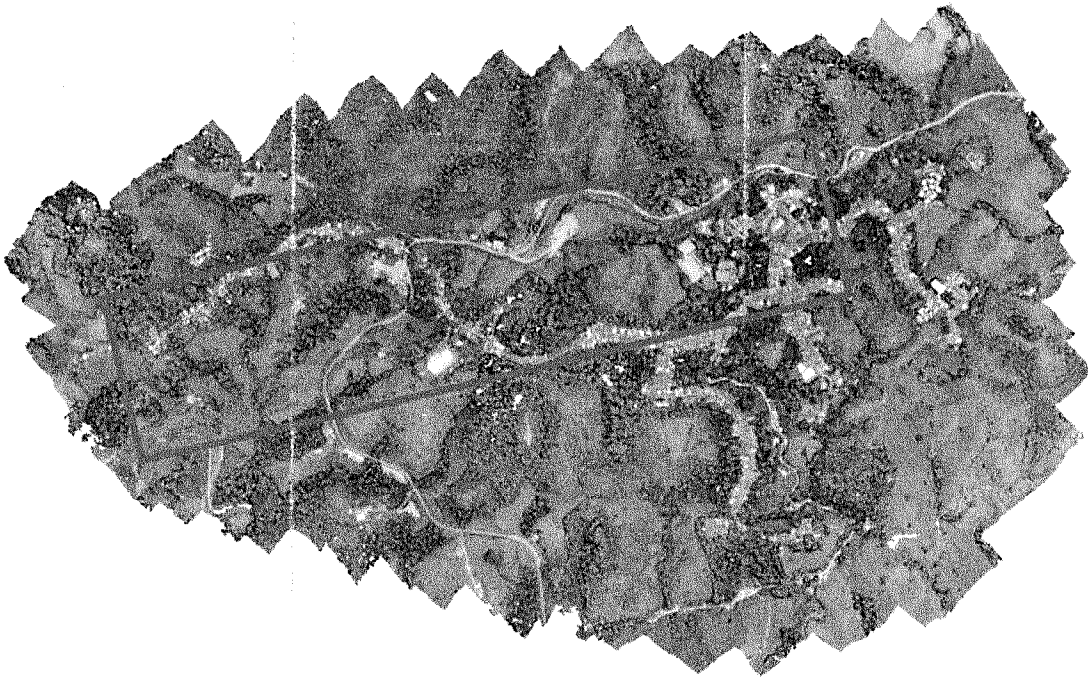


Ilustración 5. Escala 1:16000. El área mostrada cubre 315 ha aproximadamente

La captura de las imágenes será realizada en una aeronave no tripulada tipo multicoptero, o ala fija, según convenga, debidamente adecuado para este tipo de trabajos de fotografía aérea con cámara estabilizada, usando un plan de vuelo aprobado por la autoridad aérea. En la anterior imagen, y las subsecuentes se puede apreciar un ortofotomosaico de precisión y detalle comparable al ofrecido.

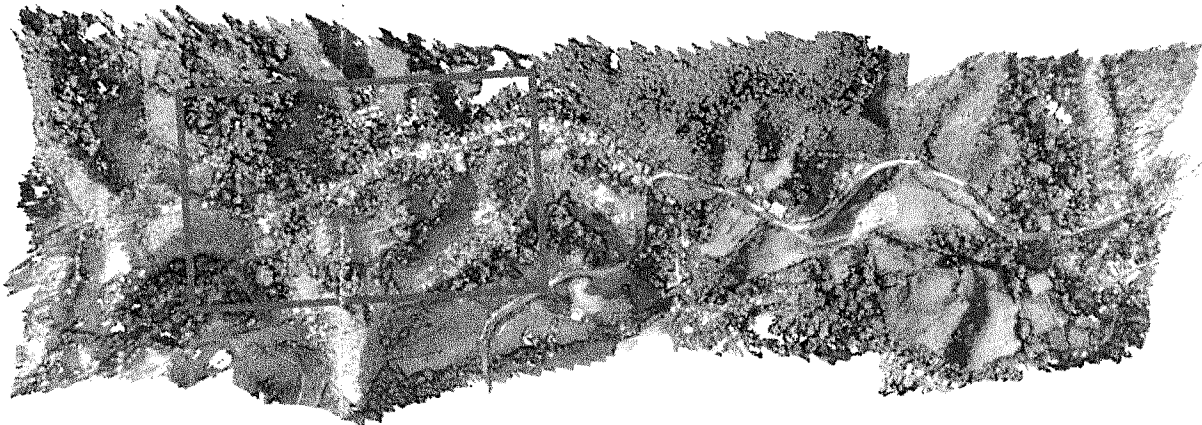


Ilustración 6. Escala 1:11000. El área mostrada cubre 100 ha aproximadamente



Ilustración 7. Escala 1:3000. El área mostrada cubre 31 ha aproximadamente

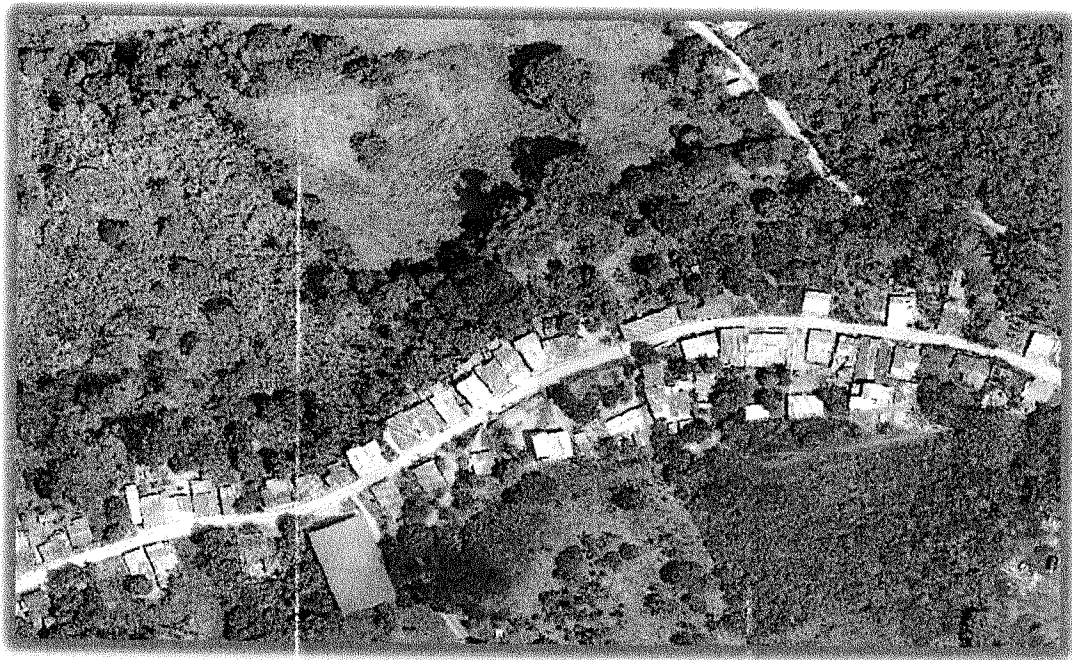


Ilustración 8. Escala 1:1500. El área mostrada cubre 7.6 ha aproximadamente



Ilustración 9. Escala 1:800. El área mostrada cubre 2.1 ha aproximadamente

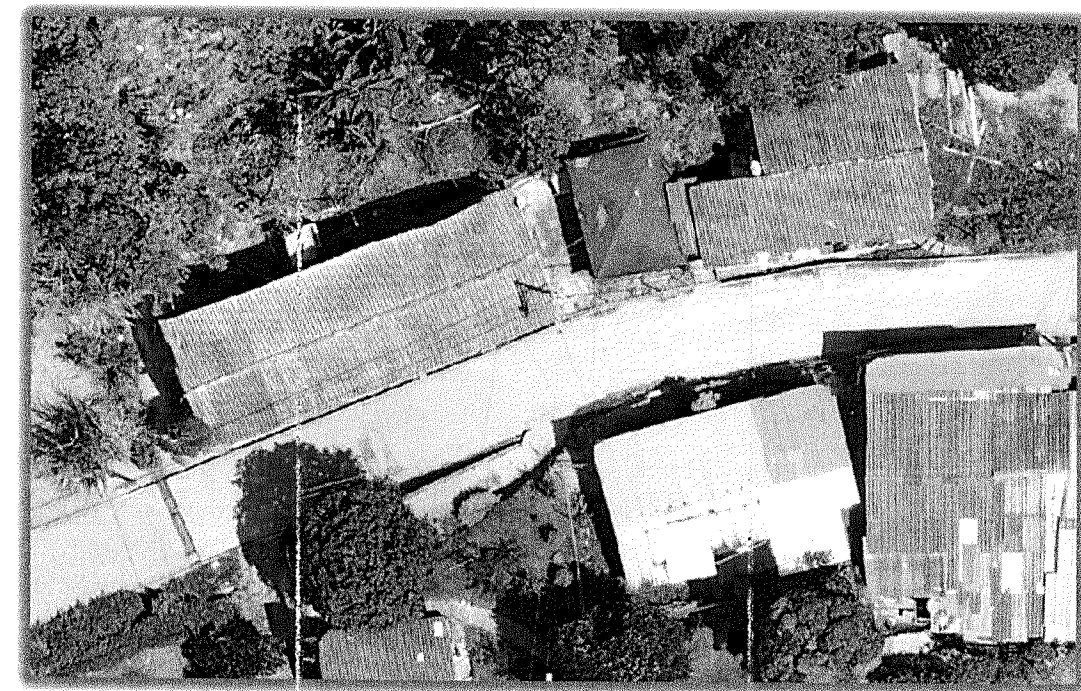


Ilustración 10. Escala 1:200. El área mostrada cubre 0.15 ha aproximadamente

La ilustración 10 es la que corresponde a la resolución máxima sin distorsión de la imagen ofrecida de 5 a 7 cm de tamaño de pixel.

En estos ejemplos se puede ver que ya tenemos experiencia en proyectos comparables al de esta propuesta, con ortofotomosaicos de un nivel detalle excelente frente al requerimiento del cliente, un color continuo y balanceado, con presencia mínima de nubes o niebla, dentro de las tolerancias permitas por el IGAC.

Este nivel de precisión es necesario, debido a que el área cubrir en este estudio y la topografía de la zona implica varios vuelos, a diferentes alturas, y posiblemente en diferentes días. Para que los modelos fotogramétricos de cada uno de ellos coincidan espacialmente con los otros es necesario que los errores admisibles de cada uno sean realmente bajas.

El ortofotomosaico puede ser manejada con cualquier software tipo SIG, y la mayoría de los programas tipo CAD. Este presenta coordenadas reales, y no requiere ninguna calibración ni escalado para que otros datos vectoriales como linderos de predios, vías, red hídrica, levantamientos topográficos adicionales, etc., se superpongan directamente sobre ella.

Este ortofotomosaico puede actualizarse en el futuro por partes, mediante vuelos adicionales. Digitalmente se recorta la parte "Antigua" y se reemplaza por la imagen "reciente" que coincide en coordenadas. También pueden obtenerse ortofotomosaico más detallados de zonas particulares mediante RPAs, volando a menor altura.

La parte del vuelo del RPAs donde se toman las fotografías aéreas, se hace siguiendo un patrón lineal o rectangular, a una altura que está relacionada con el tamaño del pixel del

ortofotomosaico final. A lo largo de cada línea de vuelo, cada cierta distancia el RPAs toma una fotografía, y registra las coordenadas GNSS de la posición de este, y los ángulos de inclinación de la cámara.

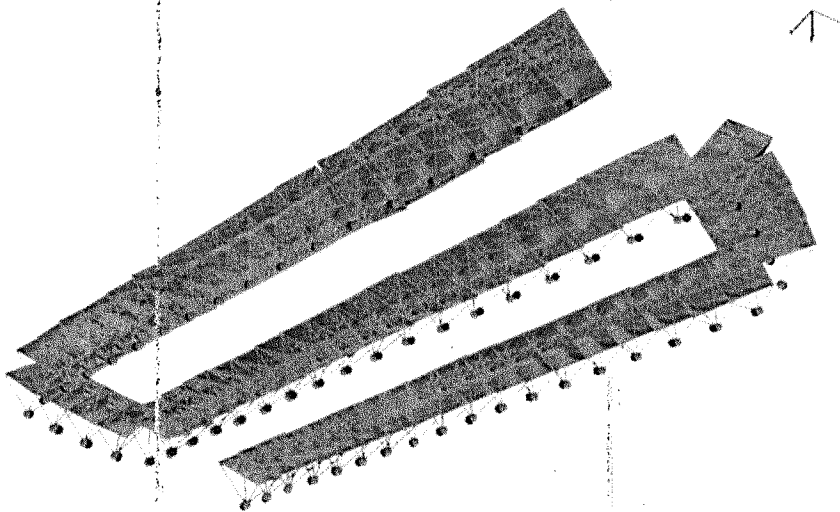


Ilustración 11. Patrón de vuelo de un RPAs para levantamientos fotogramétricos

Esto asegura que haya suficiente superposición entre las fotografías, tanto longitudinalmente como transversalmente, para que el proceso fotogramétrico sea realizable.

En términos generales, mediante técnicas fotogramétricas a cada fotografía se le calcula las coordenadas aproximadas de centro de imagen, basada inicialmente en la coordenada registrada por el dispositivo GNSS del RPAs. Con estos datos y la correlación espacial que se logra al encontrar puntos comunes en diferentes fotografías, se logra elaborar un modelo de elevación de superficie inicial. Este tiene la precisión que hereda de la calidad de los puntos del centro de fotos, usualmente de 5 a 10 metros en XY (posición) y de 8 a 15 metros en Z (elevación), ya que los equipos GNSS de los RPAs son básicos.

La precisión aumenta considerablemente con la colocación de puntos de fotocontrol en el terreno, cuyos centros se miden con precisión de 1 a 2 centímetros en XYZ mediante medición con dispositivos GNSS y postprocesamiento. Así la calidad del modelo aumenta lo suficiente para que el modelo de elevación digital necesario para la generación del ortofotomosaico sea consistente con los modelos obtenidos de otros vuelos. Nuestra propuesta incluye la obtención de estos puntos de fotocontrol y su uso en el cálculo del modelo. Asimismo, los RPAs que usaremos cuentan con dispositivos de posicionamiento RTK para reducir desde la captura de información el margen de error de los centros de las imágenes. Por la precisión de la imagen, se pueden medir distancias y áreas directamente sobre ella, con precisiones cercanas a la de una cartografía de campo con dispositivos GNSS decimétricos o centimétricos.

2.2 Modelo Digital Del Terreno

Dentro del proceso de la obtención de ortofotomosaicos, es necesario considerar que se debe manejar las cotas del terreno mediante la modelación del terreno mediante técnicas fotogramétricas, usando imágenes aéreas capturadas desde un RPAs. Normalmente se capturan entre 1000 a 1200 imágenes de 20 Mpix para un área de 100 ha.

Del modelo fotogramétrico se obtiene una densa nube de puntos fotogramétricos (este modelo podría contener centenares de millones de puntos), la cual inicialmente forma el DSM (Digital Surface Model) del área de estudio. Observe la ilustración #12. No todos los puntos en esta nube de puntos representan el terreno, así que se requiere varios procesos de filtrado, tanto automáticos como manuales, para extraer los puntos que sí lo están. Este subgrupo se procesa nuevamente para conformar el DTM (Digital Terrain Model) que es una grilla. Para este proceso se utilizará una grilla de 50x50cm. Del DTM se puede extraer las curvas de nivel reales (a nivel del terreno) cada 50cm o 1 metro, ya que la precisión absoluta vertical del sistema es menor que 15 centímetros.

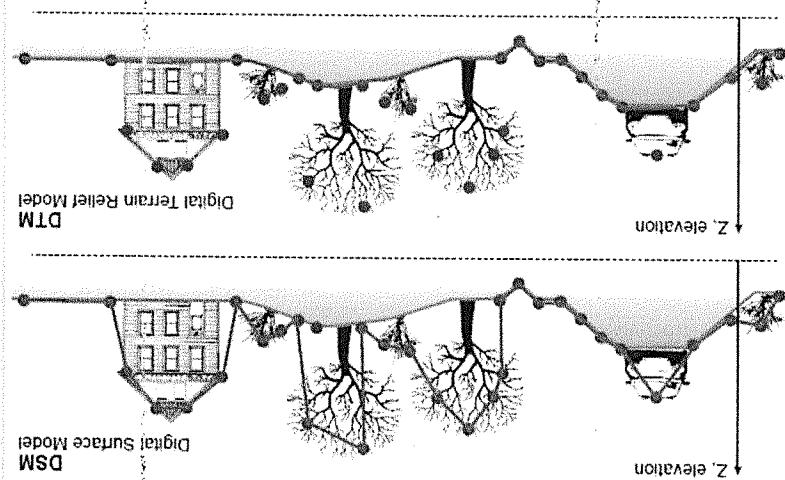


Ilustración 12. Diferencia entre DSM y DTM

Estos conceptos están representados la anterior imagen, donde se puede entender la diferencia sustancial entre un DSM y un DTM. El DSM es obtenido directamente del software de fotogrametría. Para obtener el DTM hay que analizar el DSM y clasificar como "No suelo" todos los puntos que muestren elevación sobre el terreno, como los debidos a árboles, construcciones, vehículos, etc. **Este análisis está incluido en nuestra propuesta.** Las elevaciones entregadas en el DSM y en el DTM estarán basadas en el sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas – SIRGAS, materializada en el Marco Internacional de Referencia terrestre 1994 (ITRF94) de acuerdo con las normas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, órgano que rige el tema de la cartografía en Colombia.

La otra metodología para obtener las elevaciones del terreno es mediante la adquisición y procesamiento de puntos 3D del terreno por medición directa de una nube de puntos 3D simultánea con la toma de fotografías aéreas.

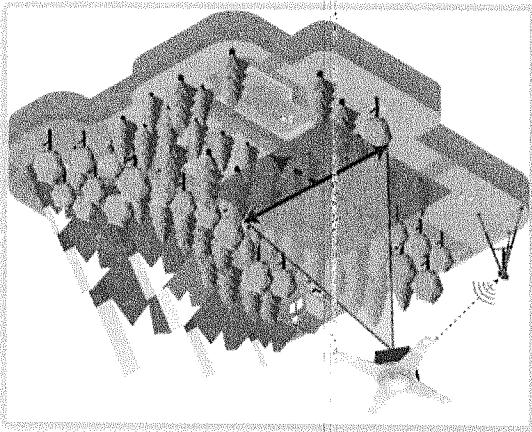
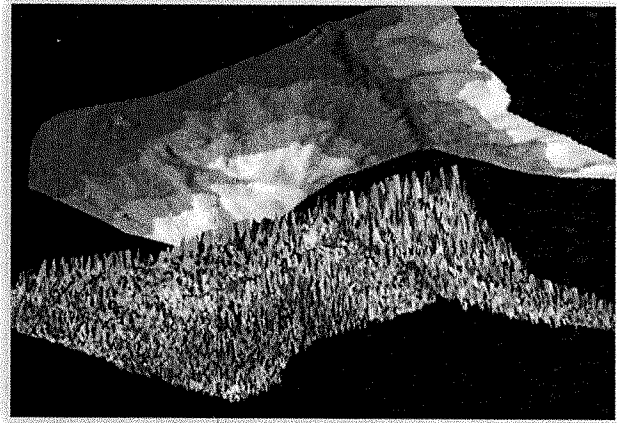
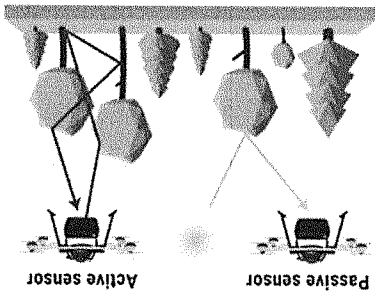


Ilustración 13. Ventajas tecnología LIDAR

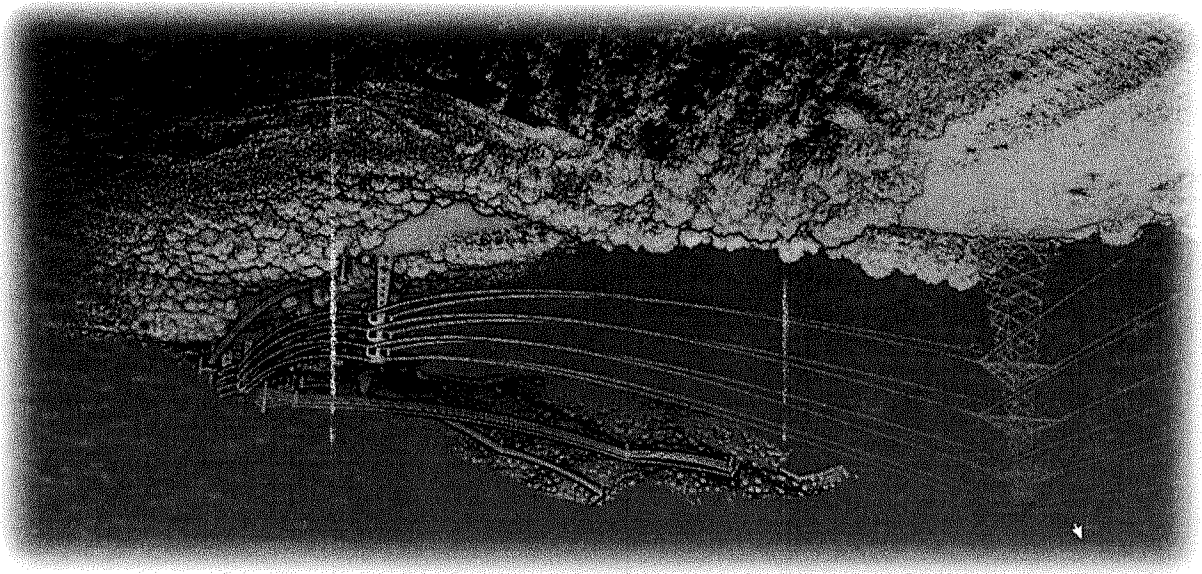
La fotogrametría normalmente utiliza la luz ambiental para detectar los objetos, por lo que se considera un sensor pasivo. La tecnología LIDAR consta de un sensor activo láser de alta tecnología que lanza rayos de luz invisibles a una altísima frecuencia, conociendo el momento, la posición y el ángulo de lanzamiento de cada uno de ellos. Cuando recibe los rebotes desde los objetos a los cuales fue enviado dichos rayos, puede calcular la posición y la distancia al punto donde rebota cada uno de ellos y de esta manera construye una densa nube de puntos 3D, preferiblemente desde el mismo vuelo donde se hacen las fotografías aéreas.



Los sistemas Lidar presenta las siguientes ventajas:

- o Obtiene precisiones de hasta 3.5 cm, con alta repetitividad.
- o Permite obtener cartografía bajo la vegetación. Con fotogrametría solo se pueden procesar áreas con una cobertura vegetal de hasta del 50%. Con sensores Lidar se pueden procesar áreas con cobertura vegetal hasta del 80%. Esto reduce el tiempo de campo y el costo del trabajo de campo asociado a la limpieza de la zona de estudio por que no se requiere limpiar de vegetación para poder observar la superficie del terreno desde el aire. Este dispositivo es capaz de penetrar la vegetación y revelar el nivel del terreno y las construcciones.

- Tiempo de entrega de productos menor: Al no tener que limpiar la vegetación, se ahorra ese tiempo. Además, utilizando la última tecnología, las coordenadas de la nube de puntos salen con un procesamiento más corto, por lo cual los resultados se obtienen en menos de la mitad del tiempo.



El producto final de este dispositivo es una densa nube de puntos XYZ, que puede ser inspeccionada en 3D mediante programas de computador que manejen el formato LAS. De esta nube de puntos se puede extraer el modelo de superficie en formato raster y las curvas de nivel (hasta cada 50 cm, dependiendo de la altura de vuelo). Se planea que el vuelo se ejecute a una altura entre 100m y 120m.

El resultado permite obtener de manera directa el modelo de superficie del terreno (DSM) y el modelo digital del terreno (DTM). La diferencia entre ambos es que dada la densidad de puntos obtenida (mínimo 20 puntos por m²) la tecnología permite diferencia entre el primer retorno (estructuras, arboles, cables, etc.) y el último retorno (el suelo). Así se puede "ver" el suelo a través de la vegetación y se pueden diferenciar las estructuras y construcciones, aunque estén en sombras o tengan vegetación cercana o sobre ella. El cálculo de elevación es muy preciso también, siendo usualmente menor a los 20 cm. Se considera el único método válido cuanto la cobertura vegetal mediana y alta supera el 50%, o se presentan zonas aisladas con alta concentración de árboles.

De este modelo se pueden extraer opcionalmente los siguientes subproductos:

- Cálculo de cuencas (para cálculos hídricos).
- Curvas de nivel a la separación que se quiera, desde 1 metro en adelante.
- Mapas de pendientes.
- Todo tipo de perfiles, tanto rectos como siguiendo cualquier polígono
- Visualizaciones en 3D del terreno completo o por zonas.

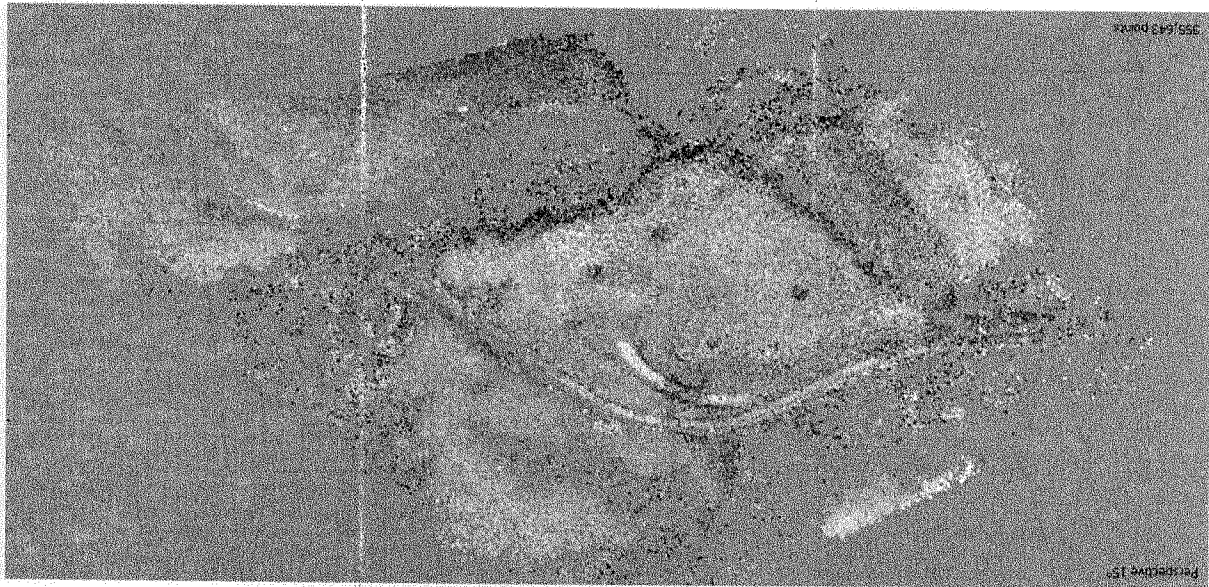


Ilustración 14A. Nube de puntos inicial



Ilustración 14B. Nube de puntos final

En las ilustraciones 8A y 8B se pueden observar diferentes estados del cálculo de la nube de puntos inicial, llamada el modelo de superficie, suelen contener centenares de millones de puntos para las áreas ofrecidas. De esta nube de puntos obtenida por el vuelo se hace un procesamiento digital supervisado, que frecuentemente requiere ajustes manuales, y se sacan del modelo los árboles, torres, postes, vehículos y las construcciones. Esto permite la generación del modelo del terreno.

De este nuevo modelo se extraen las curvas de nivel, mapas de pendientes, cálculos de volúmenes, cuencas y microcuencia, y otros datos de ingeniería.

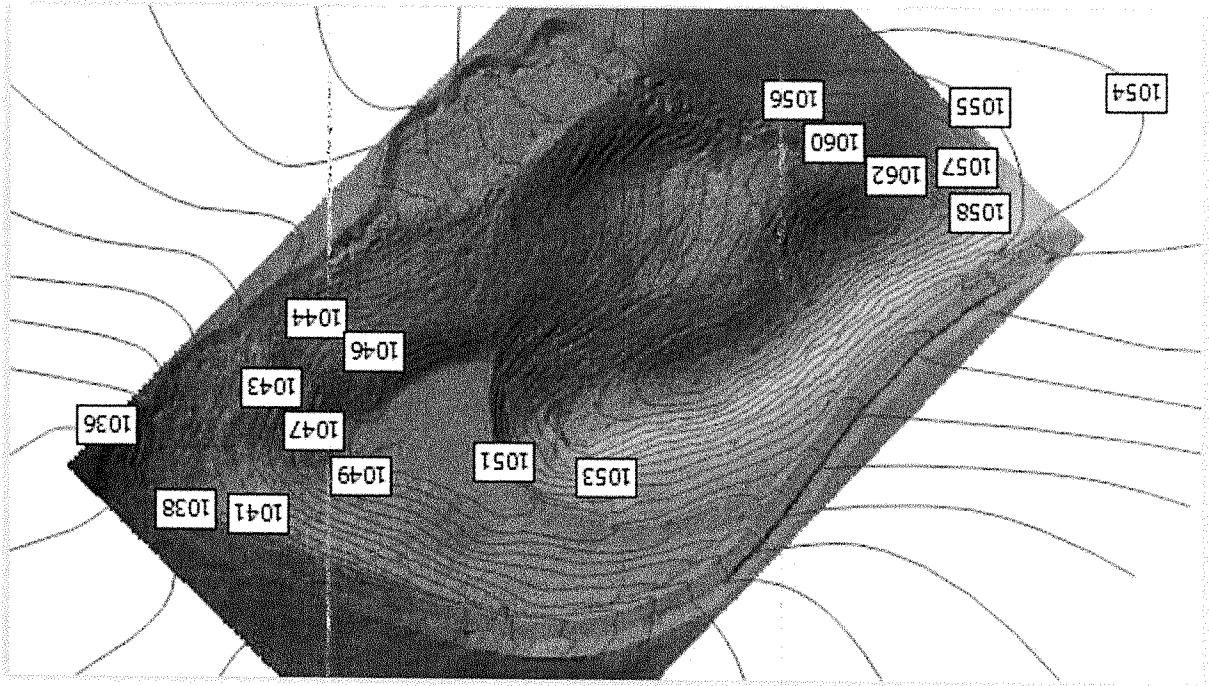


Ilustración 15A. Modelo de elevación del terreno y curvas de nivel.



Ilustración 15B. Curvas de nivel sobre el ortofotomosaico.

3. EQUIPOS Y SOFTWARE

- Equipo de posicionamiento satelital GNSS (multi-constelación) de precisión milimétrica. Seis (6) equipos GNSS con antena externa, capacidad para almacenar 72 horas de mediciones de mediciones en doble frecuencia de 3 constelaciones de satélites, tripodes profesionales de fibra de vidrio, jalón de fibra de carbono hasta 3.0 m y trípode liviano para estabilizar el jalón.
- Para la zona urbana se utilizarán RPAS tipo cuadricóptero profesional (tipo DJI Matrice 210 o Matrice 300), con cámara estabilizada de 20 Mpix o mejor. Tecnología, DLI Lightbridge, formato RAW y JPG. La lente de f/2.8 FOV 94° y longitud focal de 20mm (equivalente en formato 35mm). Podrán utilizarse equipos de mejor desempeño de los propuestos, de acuerdo con la disponibilidad en las fechas que se otorgue el permiso de vuelo. Para la zona rural se utilizará equipos con mayor autonomía y rango, presumiblemente RPAS de ala fija. El RPAS propuesto para la zona urbana dispone de equipos tipo ADS-B que detectan la presencia de otras aeronaves. Este equipo informa la posición de otras aeronaves al piloto, sobre el mismo mapa donde se controla el vuelo del RPAS. Esto garantiza que no habrá interferencias con la aviación que exista en la región.
- Dispositivo Lidar transportable por RPAS (drone). Genera hasta 50 puntos XYZ por m², con un RMSE de 3.5 cm a 60 metros de altura. A mayor altura menor densidad de puntos, ya que se espera que la altura de vuelo sea entre 100 y 120m.
- Colectores de datos robustos para descargar datos de dispositivo GNSS en campo, con software de procesamiento de datos de localización y realización de mapas.
- Software de planeación de misión legal para determinar los horarios optimas de trabajo de campo, mediante predicción de orbitas de satélites GPS y GLONASS.
- Software de planeación del vuelo legal, especializado en RPAS para producir vuelos eficientes, con escala consistente de pixel, con altura de vuelo variable. En la versión para RPAS cuenta con capacidad de programar el autopiloto del RPAS y controlar todas las fases de su vuelo, así como mostrar otras aeronaves tripuladas en la consola para tomar acciones evasivas, así como video desde la aeronave para monitorear el vuelo, etc.
- Estación de trabajo con un software legal especializado de fotogrametría, para obtener los modelos 3D del terreno y ortofotomosaicos.
- Computador portátil para descargar datos de dispositivo Lidar (distancias, ángulos, coordenadas, aceleraciones, giros, etc.), y con software de procesamiento de la nube de puntos en campo para evaluación preliminar directa del trabajo de campo.
- Software de conversión de coordenadas MAGNA-SIRGAS PRO para validar la transformación de coordenadas del sistema latitud-longitud propio de los GNSS al sistema de coordenadas oficial de Colombia.

4. INSUMOS NECESARIOS

El contratante proveerá cartas para demostrar la necesidad de los vuelos a la UAEAC y la Fuerza Aérea Colombiana. Así mismo proveerá en lo posible acompañamiento policial para la realización de los vuelos no tripulados en la zona urbana y en la toma de puntos de control en zona urbana y rural, ya que el método exigido por el IGAC implica mediciones de unos 15 minutos en cada punto, lo que pone al equipo de trabajo en una situación de seguridad poco favorable frente a la delincuencia.

Si se requiere acceso a espacio públicos, esto será apoyado por la administración municipal. Estos espacios son muy apropiados tanto en zonas urbanas como rurales, por que proveen mayor seguridad en la operación y control de acceso al sitio donde despegue y aterrizaje las aeronaves no tripuladas, para minimizar los riesgos operativos inherentes a estas aeronaves.

El Contratante proveerá las coordenadas precisas de al menos 10 puntos de control de calidad geodésica distribuidos en toda el área urbana, y al menos 6 puntos de control de calidad geodésica distribuidos en toda el área rural del municipio para permitir la obtención de coordenadas precisas de puntos de control fotogramétrico y para permitir el amarre de todos los productos cartográficos al sistema de coordenadas nacional.

5. PRODUCTOS A ENTREGAR

- Informe de memoria de cálculo del amarre entre los puntos de control proporcionados por el Municipio de la Dorada, y de los puntos de fotococontrol. La memoria incluye la tarjeta profesional del topógrafo o profesional idóneo, y fotocopia de su cedula. Va en formato PDF
- Permiso de vuelo del equipo RPAS entregado por la Aerocivil, para asegurar legalidad del vuelo y de los productos cartográficos derivados de los ortofotomosaicos obtenidos.
- Debido al uso de puntos de control y fotococontrol, el ortofotomosaico quedara con precisión de al menos 1:1000, y un tamaño de pixel de 5 a 7 cm en la zona urbana, mejor que la especificación del IGAC que es de 10x10cm. De la misma manera, para la zona rural el ortofotomosaico quedara con precisión de al menos 1:5000 y el tamaño del pixel es de máximo 25x25m, mucho mejor que las especificaciones del IGAC.
- Copia en medio digital de la ortofotografía urbana y rural, y el modelo del terreno urbano y rural en formato digital TIF, entregada en disco duro portátil en Original y copia
- Memoria de cálculo de los dos puntos determinados en el amarre.
- Datos Lidar crudos en formato LAS, clasificados en categorías de "Terreno" y "No Terreno", con densidad promedio de 20 puntos/m² para una altura de vuelo entre 100m y 120m, y RMS (1σ) de 25cm horizontal y 15cm vertical

- Copia en medio digital de la ortofotografía urbana y rural en formato Google Earth, entregada en disco duro portátil en Original y copia. Debido a su tamaño, puede estar subdividida en zonas para que computadores de especificaciones normales pueden procesarlas.
- Curvas de nivel cada metro en la zona urbana, y cada 5 metros en zona rural, en formato digital SHP, entregada en disco duro portátil en Original y copia
- Metadatos de los productos digitales en formato PDF
- Capacitación para tres (3) funcionarios del Municipio en la utilización de los ortofotomosaicos y modelos de terreno que se generen en las herramientas ArcGIS o QGIS. Las fechas y los horarios de esta capacitación se acordarán con el cliente.

5.1 PROPUESTA ECONOMICA Y OTROS ASUNTOS

- Plazo de ejecución: El marco general de duración de los servicios es de 5 a 6 semanas para los productos cartográficos del área urbana, una vez obtenido el permiso de vuelo por parte de la Fuerza Aérea Colombiana. Para los productos cartográficos del área rurales, una vez obtenido el permiso de vuelo por parte de la UAEAC y la Fuerza Aérea Colombiana, es de 4 meses. En todo caso estamos sujetos a condiciones climáticas, oposición de comunidades, problemas de seguridad en la zona del proyecto, entre otras, que pueden afectar el tiempo toma de las fotografías aéreas y todos los productos que se derivan de ellas.
- Inicialmente se prepara el plan de vuelo para aeronave no tripulada y se entrega a la UAEAC. Este permiso de vuelo puede demorar normalmente 10 días hábiles, y es seguido de cerca por nuestra empresa. Una vez se confirma verbalmente que ha sido aprobado se realiza el viaje a la zona de estudio y se empieza los trabajos de amarre y colocación de puntos de fotococontrol. Una vez llega oficialmente el permiso de vuelo que especifica los días autorizados para los vuelos, se preparan estos analizando las máximas alturas del terreno, los obstáculos como arboles altos, torres de energía, cables, etc., y se prepara los sitios de despegue/aterrizaje donde será operado el RPAS para cumplir las anotaciones del permiso de vuelo.
- Se prepara el plan de vuelos para aeronave tripulada (si se requiere) y se entrega a la UAEAC. Este permiso de vuelo puede demorar normalmente 5 días hábiles. Una vez se que ha sido aprobado se realiza el traslado de la aeronave al aeropuerto más cercano, para tener disponibilidad de volar la zona rural cuando el reporte meteorológico sea positivo. Se va cubriendo paulatinamente la zona de interés rural con los vuelos. Las imágenes son verificadas para validar presencia de nubes, y se tiene en cuenta estas zonas para completarla lo antes posible. Una vez termina el operativo aéreo se procede a la medición de los puntos de fotococontrol ofrecidos para iniciar el proceso de validación fotogramétrica.

- El área a urbana cartografiar es exactamente la reportada por el municipio en la cabecera principal (660 ha). En la zona de expansión urbana de la cabecera principal y la cabecera de Guarinocito el área a cartografiar es la reportada por el municipio

más un buffer de 50 m adicionales (598 ha), que se recomienda para suavizar la transición de la cartografía urbana a rural y para tener cartografía detallada de estas zonas que son muy propensas a densificación. En el corredor vial entre la cabecera principal y la cabecera de Guarinocito el área a cartografiar es de 321 ha, considerando un buffer de 80 m a cada lado del eje de la vía, y la zona de la Parcelación Los Almendros.

- Valor del levantamiento:

ITEM	VALOR
Generación de ortofotomosaico con vuelo no tripulado, pixel de mínimo 7x7 cm, modelo de terreno basado en tecnología LIDAR en formato LAS, modelo digital de elevación de 1x1 m, curvas de nivel cada 1m de una zona de 1579 hectáreas del área urbana del Municipio de La Dorada – Caldas, comprendidos en la Cabecera principal, la Cabecera Guarinocito y el corredor vial entre ellas	\$186,366,000
Determinación de 32 puntos de fotocontrol usando el método estático rápido en área urbana del Municipio de La Dorada – Caldas, comprendidos en la Cabecera principal, la Cabecera Guarinocito y el corredor vial entre ellas	\$11.141,000
Generación de ortofotomosaico con vuelo tripulado o no tripulado, pixel de mínimo 50x50 cm, modelo de terreno basado en FOTOGRAMETRIA en formato LAS, modelo digital de elevación de 5x5 m, curvas de nivel cada 5m de una zona de 47.897 hectáreas del área rural del Municipio de La Dorada – Caldas	\$331,987,000
Determinación de 30 puntos de fotocontrol usando el método estático rápido en área rural del Municipio de La Dorada – Caldas	\$12,532,000
TOTAL	\$542,026,000
IVA	\$102,984,940
TOTAL CON IVA	\$645,010,940

- El valor citado arriba debe adicionarse el IVA del 19%.

- Validez de la propuesta: 20 días.

- Modo de pago:

- 50% para iniciar trabajos. Las labores de oficina inician cuando se realice este pago. Las labores de campo inician tan pronto se obtenga el permiso de vuelo de la UAFAC y la Fuerza Aérea Colombiana.
- 50% al ser aprobado mediante acta el producto cartográfico por los representantes del municipio de la Dorada, en reunión de presentación de estos. La entrega física de los productos digitales, más el informe se efectuará cuando se realice este pago.
- Una vez vendida cualquier facturas debidamente entregada y radicada al municipio de la Dorada, generará intereses de mora.

- El levantamiento se realizará exclusivamente en el polígono definido y concretado por el cliente en esta propuesta. Si se requieren áreas adicionales con gusto serán cotizadas.

- El contratante está de acuerdo al recibir esta oferta que cualquier información relativa a sus aspectos financieros, comerciales, técnicos, y/o industriales suministrada por AZOR TECNOLOGIA SAS como consecuencia de la solicitud de Oferta para el desarrollo de sus funciones y de los proyectos objeto del contrato, o en su caso, de los acuerdos a los que se lleguen (con independencia de que tal transmisión sea oral, escrita, en soporte magnético o en cualquier otro mecanismo informático, gráfico, o de la naturaleza que sea) tendrá consideración de información confidencial y será tratada de acuerdo con lo establecido por la jurisdicción Colombiana. Esa información, y sus copias y/o reproducciones tendrán la consideración de «información propia» los efectos del presente acuerdo

- Toda controversia o diferencia relativa a este contrato será dirimida por un tribunal de arbitramento administrado por el Centro de Conciliación, Arbitraje y Amigable Composición de la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, estará conformado por un (1) árbitro para asuntos que versen sobre pretensiones inferiores o iguales a cuatrocientos (400) smilmv y por tres (3) para asuntos superiores a dicha cuantía o cuando esta sea indeterminada. Los árbitros serán designados de común acuerdo por las partes, y en caso de que no fuere posible, serán nombrados mediante sorteo realizado por el Centro de Conciliación, Arbitraje y Amigable Composición de la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia de sus listas. El tribunal funcionará en las instalaciones del mencionado Centro, se sujetará a las reglas previstas en el Reglamento de éste, se regirá por las disposiciones vigentes sobre la materia y decidirá en derecho.

NOTA: Máximo una semana después de recibida la orden de trabajo se iniciarán la generación de las solicitudes de los permisos de vuelo, y las visitas de campo preliminares.

Elizabeth Cristina Martínez Ceballos
ELIZABETH CRISTINA MARTÍNEZ CEBALLOS
REPRESENTANTE LEGAL
AZOR TECNOLOGIA S.A.S.

Hector Huber Fernandez Colorado
HECTOR HUBER FERNANDEZ COLORADO
Representante Legal
AVACAT Y/O ASESOR VIRTUAL CATASTRAL S.A.S

