Santiago de Cali, 23 de noviembre de 2020

Doctora
DIANA LORENA VANEGAS CAJIAO
Gerente
Unidad Especial Administrativa de Catastro
GOBERNACIÓN DEL VALLE DEL CAUCA
Cali

Asunto: **Oferta técnico-económica para el desarrollo de las actividades de operación en la generación de productos cartográficos de los municipios de Guacarí, Dagua y La Cumbre en el Departamento del Valle del Cauca**

Cordial Saludo,

Valle Avanza, el operador catastral del Departamento del Valle del Cauca, tiene el gusto de presentar su propuesta para llevar a cabo las actividades necesarias en la generación de productos cartográficos para los municipios de Guacarí, Dagua y La Cumbre.

Agradecemos su atención y quedamos atentos a cualquier inquietud sobre la propuesta.

Atentamente,

ANDRES FELIPE OSPINA GALINDO
REPRESENTANTE LEGAL

PROPUESTA TECNICO-ECONÓMICA PARA LA GENERACIÓN DE PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS DE LOS MUNICIPIOS DE GUACARÍ, DAGUA Y LA CUMBRE EN EL DEPARTAMENTO DE VALLE DEL CAUCA

VALLE AVANZA S.A.S.

NOVIEMBRE DE 2020

Sociedad de Avances Tecnológicos para el Desarrollo del Departamento del Valle del Cauca –
Valle Avanza SAS: NIT 901351960-1
Carrera 28 5B 71, Cali, Colombia
info@valleavanza.com

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
   2.1. OBJETIVO GENERAL 5
   2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6
3. ANTECEDENTES 6
   3.1. GUACARÍ 6
   3.2. DAGUA 6
   3.3. LA CUMBRE 6
4. PROPUESTA DE EJECUCIÓN 7
   4.1. EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA DE SOFTWARE 7
   4.2. TOMA DE DATOS AEROTRANSPORTADOS 8
      4.2.1. TOMA DE IMÁGENES SATELITALES 8
      4.2.2. TOMA DE DATOS LIDAR 9
   4.3. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS 10
      4.3.1. POST-PROCESO DATOS GPS 10
      4.3.2. MODELO DIGITAL DE SUPERFICIE (DSM) 10
      4.3.3. MODELO DIGITAL DEL TERRENO (DTM) Y GENERACIÓN DE CURVAS DE NIVEL 11
      4.3.4. IMPLEMENTACION DE PUNTOS DE FOTOCONTROL 11
      4.3.5. ORTOFOTOS 11
      4.3.6. IMAGEN SATELITAL 12
      4.3.7. CAPTURA DE INFORMACIÓN VECTORIAL 12
   4.4. PRODUCTOS A ENTREGAR 12
5. PROPUESTA ECONÓMICA 12

1. INTRODUCCIÓN

La cartografía es una herramienta fundamental en el ordenamiento y gestión del territorio, y es por ello que contar con productos cartográficos que representen la realidad actual del espacio geográfico, es vital en la formulación de políticas y la toma de decisiones que atiendan las dimensiones social, económica y territorial.

Son múltiples las herramientas y metodologías para la elaboración de cartografía, entre ellas destaca la fotografía aérea que permite adquirir información de grandes áreas geográficas de una manera más rápida y a menores costos. Más recientemente surgió la tecnología LIDAR (Light Detection And Ranging), que permite obtener información tridimensional de los elementos bien sea naturales o antrópicos y ofrece ventajas como la alta resolución espacial y buena penetración a través de los objetos que se encuentran sobre la superficie.

Visto lo anterior, una cartografía actualizada y de calidad brinda un mejor conocimiento y entendimiento sobre el territorio, y es primordial en la implementación de las políticas del Catastro Multipropósito.

Así pues, de acuerdo al artículo 79 de la Ley 1955 de Mayo 25 de 2019 "Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 "Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad" se ajusta la generalidad del catastro Colombiano estableciendo una nueva visión enmarcada en el concepto de Catastro Multipropósito dándole alcance a los conceptos de Gestor Catastral, los cuales se encargan de los procesos estratégicos del Catastro tales como formación, actualización, conservación y difusión catastral así como los procedimientos de enfoque multipropósito; en el mismo sentido, el Decreto 1983 de 2019 determina los requisitos habilitantes para ser Gestor Catastral.

La información catastral es importante, ya que es el inventario o censo, debidamente actualizado y clasificado, de los bienes inmuebles pertenecientes al Estado y a los particulares, con el objeto de lograr su correcta identificación física, jurídica, fiscal y económica como lo menciona la resolución 70 del 04 de febrero de 2011 en su artículo primero.

El plan de trabajo que se presenta en este documento, ha sido diseñado mediante una metodología dinámica y flexible de recursos con el objetivo de cumplir las tareas definidas para la captura y procesamiento de fotografías aéreas e información LiDAR sobre las áreas de interés: municipios de Guacarí, Dagua y La Cumbre.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Presentar y fijar la metodología y procedimientos requeridos para la generación de productos cartográficos a escala 1:10.000 del área rural y 1:1000 del área urbana de los municipios de Guacarí, La Cumbre y Dagua en el Departamento de Valle del Cauca.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

• Efectuar la adquisición y procesamiento de imágenes digitales a color (RGB+NIR) con tamaños de píxel de 10 centímetros en el área urbana y 50 cm en el área rural.

• Procesar la captura de información por medio de un sensor LiDAR con una densidad promedio mayor o igual a 6 ptos/m².

• Elaborar el ortomosaico a color (RGB+NIR) en formato digital con tamaño de píxel de 10 centímetros en el área urbana y 50 cm en el área rural en Formato Tiff.

• Filtrar la nube de datos LiDAR para obtener el DTM (modelo Digital de Terreno) del área de estudio con tamaño de grilla de 1 m * 1 m.

• Generar del DSM (Modelos Digital de Superficie) del área de interés con tamaño de grilla de 1 m * 1 m, a partir de la información LiDAR.

• Generar los vectores básicos a escala 1:10.000 para el área rural.

• Generar los vectores básicos a escala 1:1.000 para el área urbana.

3. ANTECEDENTES

Las actividades requeridas para la ejecución en este proyecto se desarrollarán en los municipios de Guacarí, Dagua y La Cumbre, que comprenden un área de 132.989 hectáreas, las cuales se presentan a continuación:

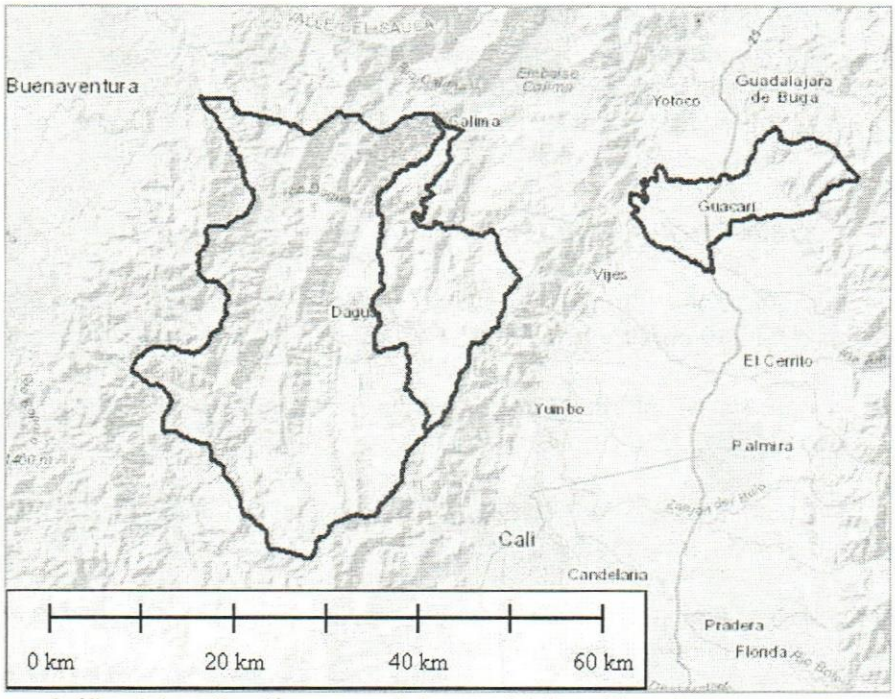


Gráfico 1. Localización genera de los municipios objeto del proyecto.

MUNICIPIO	ÁREA (HAS)
GUACARÍ	16.345
LA CUMBRE	21.824
DAGUA	94.820

3.1. GUACARÍ

Acorde a la información suministrada por el IGAC, el municipio de Guacarí, cuenta con un área de 16.345 hectáreas, que se distribuyen en 16.114 hectáreas en zona rural y 231 hectáreas en zona urbana, la gráfica 2 permite

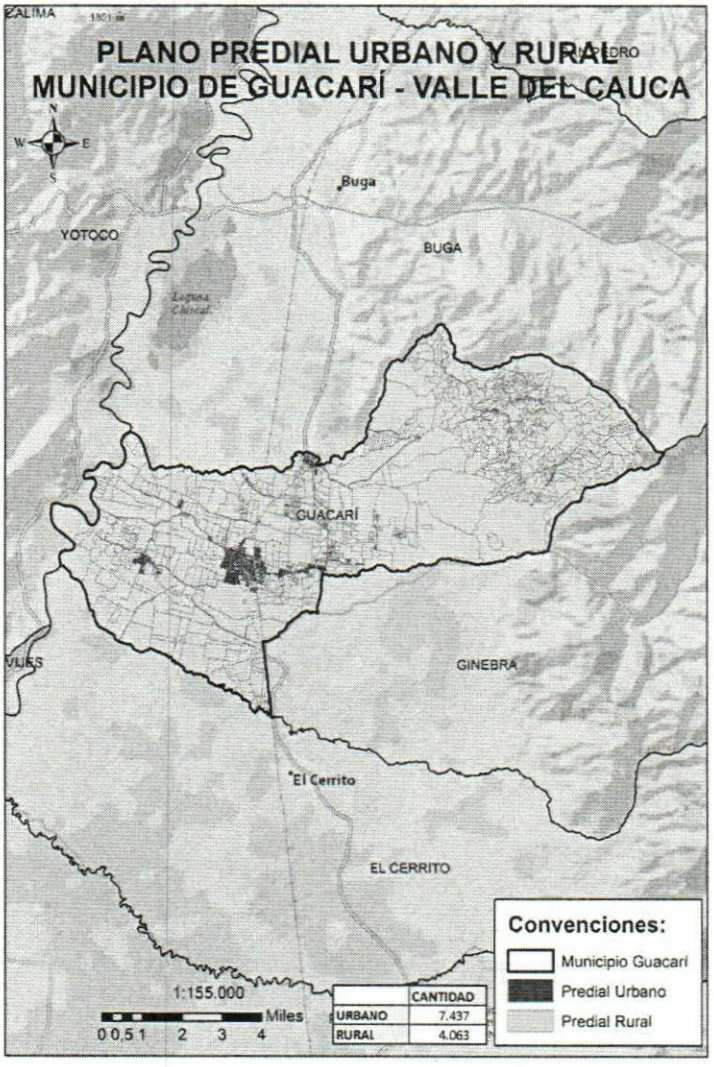
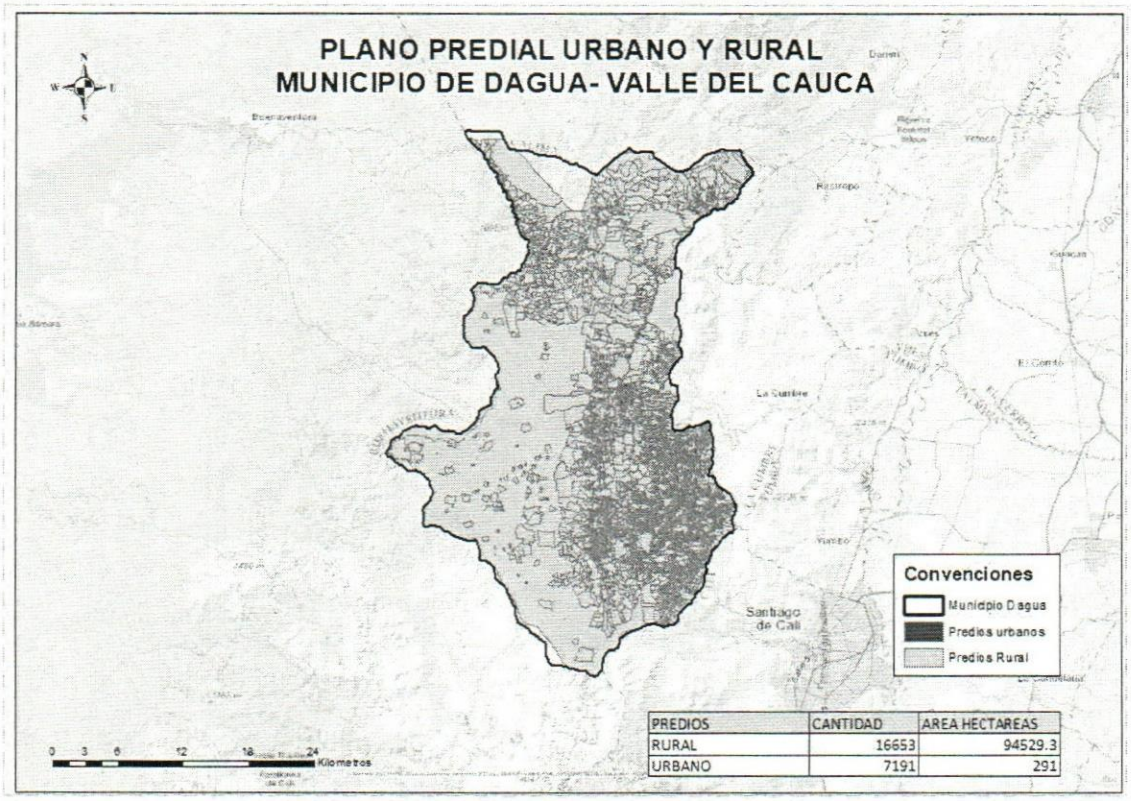


Gráfico 2. Distribución predial del municipio de Guacarí.

Es importante señalar que de acuerdo al "DIAGNÓSTICO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DISPONIBLE SUBDIRECCIÓN DE GEOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA" de Agosto del 2020 del IGAC, el municipio de Guacarí tiene un Ortofotomosaico que data del año 2004, y la Cartografía Vectorial no se encuentra disponible, lo que evidencia la necesidad de actualizar la información existente, y levantar nueva información cartográfica.

3.2. DAGUA

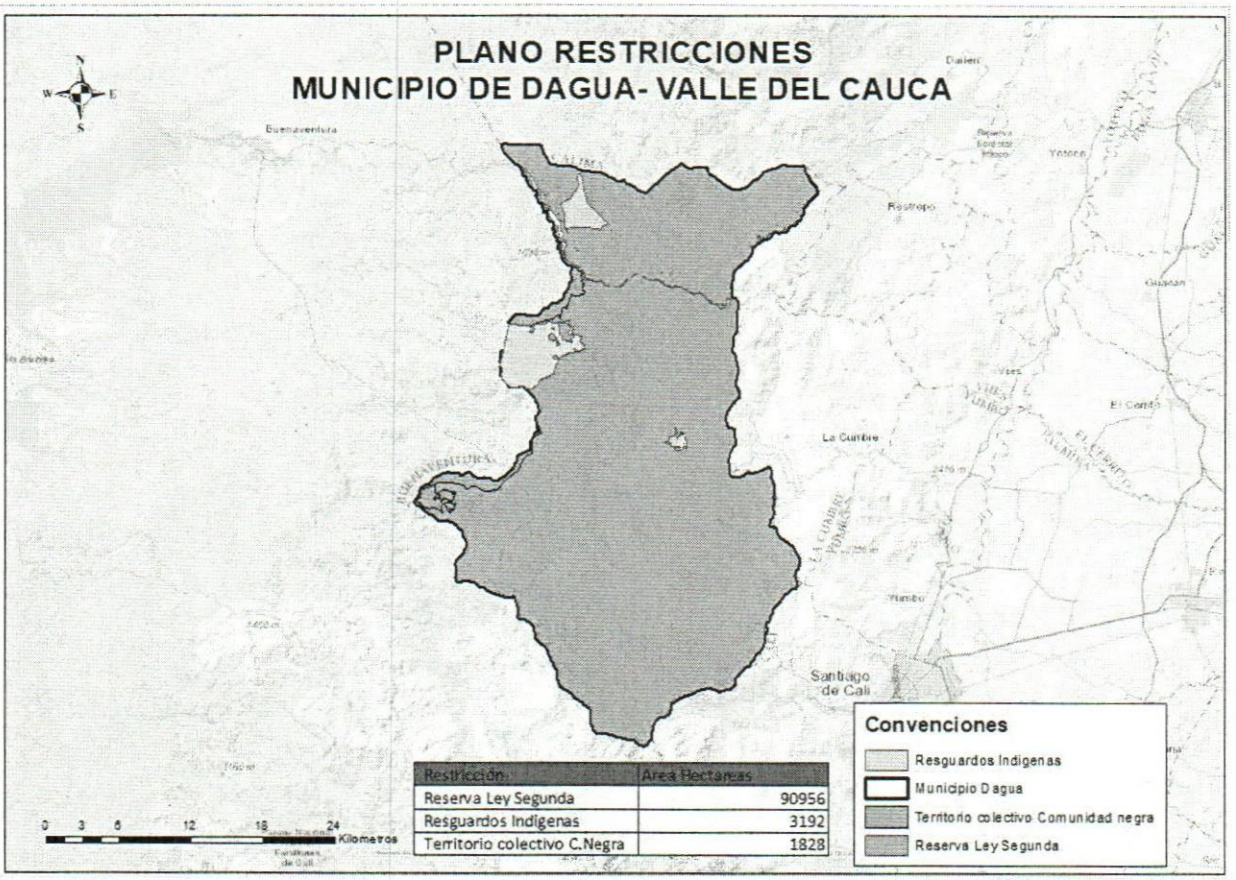
Según la información catastral almacenada en el IGAC, el municipio de Dagua cuenta con un área de 94.820 hectáreas, que se distribuyen en 291 hectáreas de zona urbana, y 94.529 hectáreas en zona rural. La gráfica 3 presenta esta distribución del municipio:



PREDIOS	CANTIDAD	AREA HECTAREAS
RURAL	16653	94529.3
URBANO	7191	291

Gráfica 3. Distribución predial del municipio de Dagua

Según la información consignada en las bases oficiales nacionales, el municipio de Dagua, tiene un área de 90.956 hectáreas dentro de la Zona Forestal definida por la Ley 2 de 1959, además, tiene un área de 3.192 hectáreas correspondiente a Resguardos Indígenas y un área correspondiente a 1.828 hectáreas dentro de Territorio Colectivo de Comunidades negras, esto se muestra en la gráfica N° 2.

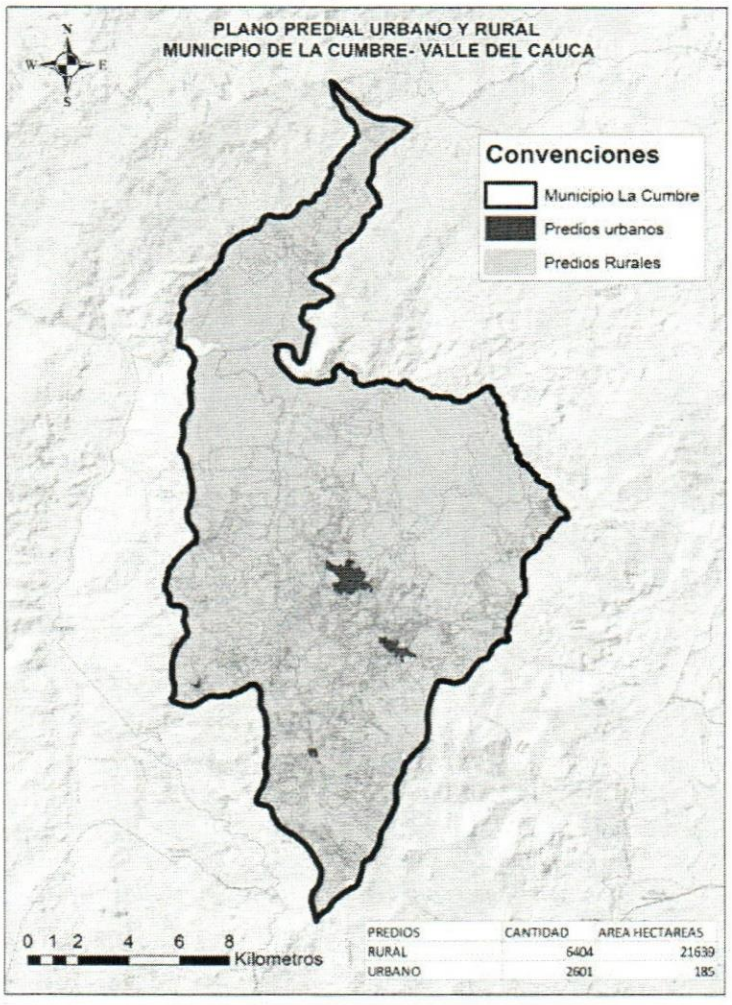


Gráfica 4. Restricciones socio ambientales del municipio de Dagua.

Cabe resaltar que, de acuerdo al "DIAGNÓSTICO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DISPONIBLE SUBDIRECCIÓN DE GEOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA" de Agosto del 2020 del IGAC, el municipio de Dagua tiene un Ortofotomosaico del año 2006, y la Cartografía Vectorial es del año 2005, por tal motivo existe la necesidad de actualizar la información con la que se cuenta.

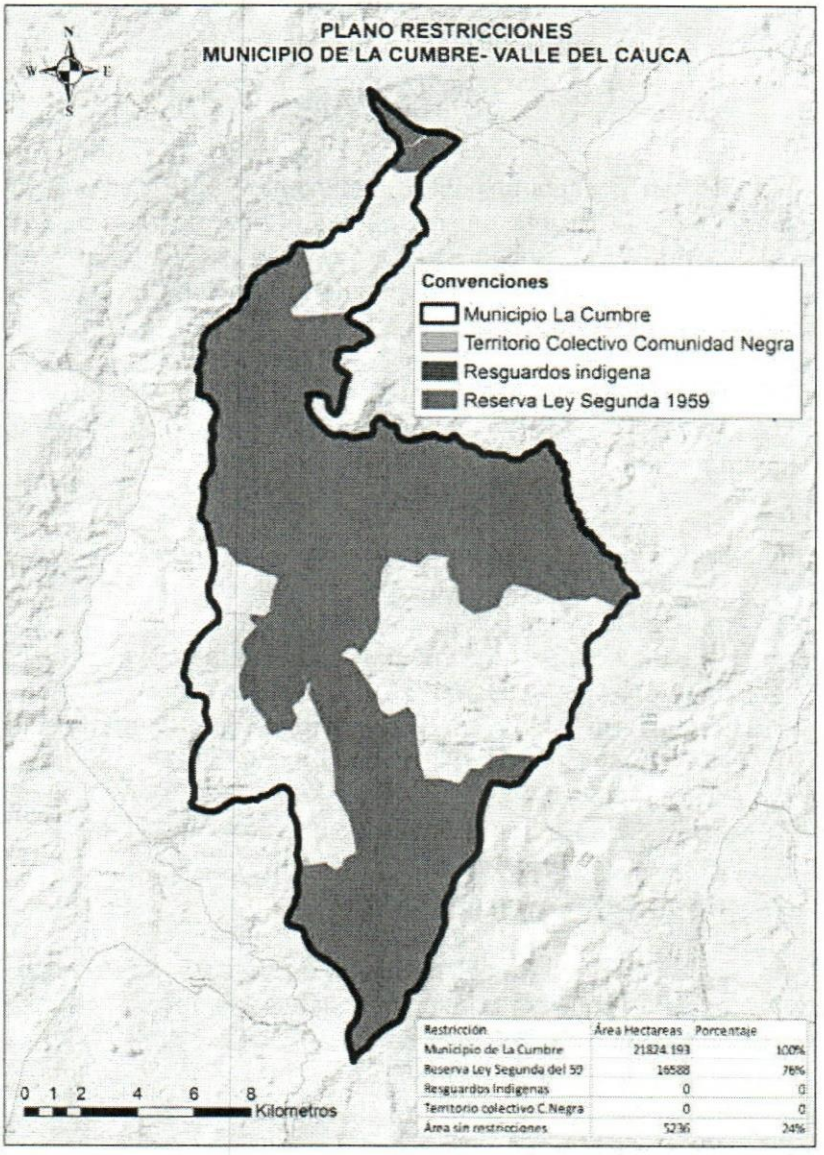
3.3. LA CUMBRE

Según la información catastral almacenada en el IGAC, el municipio de La Cumbre cuenta con un total de 21.824 hectáreas, de las cuales 185 hectáreas corresponden al zona urbana y 21.639 hectáreas corresponden a la zona rural. La gráfica 5, presenta dicha distribución en el municipio:



Gráfica 5. Distribución predial del municipio de La Cumbre.

Según la información consignada en las bases oficiales nacionales, el municipio de La Cumbre tiene un área de 16.588 hectáreas dentro de la Zona forestal definida por la Ley 2 de 1.959; esto se muestra en la gráfica 6.



Gráfica 6. Restricciones socio ambientales del municipio de La Cumbre

4. PROPUESTA DE EJECUCIÓN

A continuación, se describirán los procedimientos para captura de información, procesamiento de la misma y entregables. Cabe señalar que el sistema de referencia final de todos los productos cartográficos será el MAGNA-SIRGAS (Proyección Gauss Kruger), en el datum u origen Nacional.

4.1. EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA DE SOFTWARE

Para la captura de los datos y el procesamiento de los mismos, se requiere de una serie de instrumentos y software, los cuales se listan a continuación:

Los equipos físicos para la captura información estará compuesta por:

- Una (1) Aeronave CESSNA con puerto de cámara
- Una (1) Aeronave CESSNA con puerto de cámara
- Un (1) sensor digital Trimble AC P65+ para la toma de fotografía a color.
- Un (1) sensor Laser Trimble Harrier 68i de 400 kHz
- Un (1) sensor digital Trimble IQ 180 para la toma de fotografía a color.
- Dos (2) sensores digitales IXU-1000 para toma de fotografía a color (RGB) infrarrojo cercano (NIR)
- Dos (2) Estaciones de Edición LIDAR (doble turno)
- Dos (2) Estaciones de Fotogrametría (doble turno)
- Dos (2) Estaciones de Control de Calidad.

El software especializado para el tratamiento de los datos capturados será:

- Una (1) Licencia de software para planeamiento de vuelos Track'Air.
- Dos (2) Licencias de INPHO DTMaster.
- Dos (2) Licencias de INPHO MatchAT.
- Dos (2) Licencias de INPHO MatchT.
- Dos (2) Licencias de MARS
- Tres (3) Licencias de TerraSCAN
- Una (1) Licencia de Real Works
- Software de oficina Microsoft Office.

4.2. TOMA DE DATOS AEROTRANSPORTADOS

El ajuste geodésico del vuelo fotogramétrico y los datos obtenidos de este se realizará empleando la metodología PP - RTX que permite calcular las posiciones de la aeronave, llegando a precisiones de pocos centímetros, esta metodología utiliza una red dedicada que consta de más de 100 estaciones de seguimiento GPS, GLONASS, BDS, QZSS y Galilieo, para calcular la posición exacta de la aeronave que realiza el vuelo fotogramétrico.

4.2.1. TOMA DE IMÁGENES SATELITALES

La Cámara a emplear toma imágenes fotográficas digitales a color RGB + NIR, con tamaño de píxel de 10 cm sobre el área urbana y 50 cm sobre el área rural de las áreas a cubrir, con el empleo del sistema Airborne GPS. Este sistema permite densificar el control necesario para este proyecto, puesto que se obtiene una serie de puntos de control sobre las imágenes digitales; esto se logra al tener la cámara métrica en interfaz con el GPS Geodésico aerotransportado de la aeronave.
Adicionalmente se empleará una Unidad Inercial de Movimiento - IMU, la cual garantiza resultados con la calidad y precisión que se requiere para este proyecto.

Se realizará el planeamiento de vuelo para ejecutar la adquisición de las imágenes, Así mismo confirmamos que tenemos los permisos de operación aeronáutica exigidos por las autoridades colombianas a saber:

- Registro de operaciones otorgado por la Aeronáutica Civil, para trabajos de toma de fotografía para las aeronaves HK5061 y HK4870.
- Permiso de la Fuerza Aérea Colombiana para la misma labor. Se aclara que para realización de la maniobra se coordinará con la oficina de navegación aérea de la FAC los detalles del sobrevuelo específico.

El diseño Geométrico del Vuelo, estará conformado únicamente por tramos rectos, que tendrán las siguientes características:

- **Superficie de trabajo y zona a recubrir:** Se cubrirá el 100% del área de interés requerida por VALLE AVANZA.
- **Proyección Cartográfica:** La ejecución del vuelo digital asistido con el sistema Airborne GPS, estará basado en el Sistema WGS-84.
- **Tamaño de Píxel:** El tamaño de píxel a obtener, será aproximadamente de 10 cm sobre el área urbana y 50 cm sobre el área rural.

- **Condiciones Meteorológicas:** El ortofotomosaico resultante no estará cubierto por nubes en un porcentaje mayor al 10%.

Tanto la ortofotografía como los modelos de elevación se obtendrán con base en el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), materializada en el Marco Internacional de Referencia terrestre 1994 (ITRF94).

Se realizará la toma de información (fotografías aéreas) documentando los vuelos y tomando siempre estos datos: fecha, hora, altura de vuelo, ángulo de barrido, rata de adquisición de datos y cualquier otra información que se considere pertinente para la evaluación de los vuelos.

4.2.2. TOMA DE DATOS LIDAR

LiDAR ((Light Detection And Ranging)) es una tecnología que permite medir la distancia entre un sensor y un objeto, a través de un rayo de luz láser para obtener medidas de posicionamiento georreferenciadas mediante modelos digitales tridimensionales de alta precisión.

Para este proyecto se asumirá un enfoque de LiDAR aerotransportado, que se caracteriza porque el sistema se encuentra instalado en un avión tripulado o remoto que permite la captura y modelado de grandes áreas de terreno.

Así pues, el levantamiento de las características topográficas de la zona de estudio se realizará empleando el sistema LiDAR, con el cual se obtendrá información de muy alta calidad. A continuación, se describen sus características:

El trazado de las líneas laser a tomar se define en función de la configuración del vuelo y la malla de puntos a obtener, para esto se debe realizar un estudio preliminar antes de presentar el plan de vuelo definitivo, los barridos laser cumplen con las siguientes características básicas:

Rata de pulsos	>200 kHz (tomado con sensor >=400kHz)
Numero de ecos grabables	Hasta 4 ecos
Divergencia de cada haz laser	Hasta 3 mrad.
Altura sobre el terreno	3.000 pies aproximadamente
Campo de vista	45° - 60°
Recubrimiento entre pasadas	>20%
Puntos / m2 (promedio)	mayor o igual a 6 ptos/m2

4.3. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

En este apartado se presenta el procesamiento de los datos capturados y se generan los diferentes productos a entregar:

4.3.1. POST-PROCESO DATOS GPS

Todo el post-proceso de los datos adquiridos, empleando la metodología escogida de posicionamiento de bases en tierra al momento del vuelo, se realiza en el sistema WGS-84. Las coordenadas finales, son reproyectadas al Sistema Magna – Sirgas.

Toda la información del proyecto será procesada empleando el software PosPac, dedicado a generar soluciones GPS.

4.3.2. MODELO DIGITAL DE SUPERFICIE (DSM)

Luego del procesamiento de los datos LiDAR crudos se dispondrá a la generación del modelo digital de superficie para el total del proyecto en el software Global Mapper sin tener en cuenta los puntos provenientes del ruido que pudo haber sido capturado durante el vuelo.

4.3.3. MODELO DIGITAL DEL TERRENO (DTM) Y GENERACIÓN DE CURVAS DE NIVEL

En esta etapa se obtendrá la información altimétrica del área del proyecto a partir de los datos LiDAR, se generará sobre el bloque de imágenes aerotriangulado empleando los software DTMaster y DTMToolKit, con el propósito de generar el DTM final del proyecto, y que se empleará en la generación de las ortofotos de la zona de interés.

Una vez obtenido el DTM se generarán las curvas de nivel, definiendo un intervalo de un (1) m, es preciso aclarar que, dependiendo del comportamiento del terreno este intervalo puede variar.

4.3.4. IMPLEMENTACION DE PUNTOS DE FOTOCONTROL

El procesamiento de la información capturada será optimizado involucrando puntos de fotocontrol, consistentes en lecturas de posicionamiento usando técnicas satelitales en campo, en sitios identificables en las aerofotografías para aumentar la precisión del procesamiento, los cuales son levantados por una o más comisiones topográficas dependiendo del área a cubrir.

Todos los procedimientos correspondientes a la captura de información se ejecutarán de acuerdo con los parámetros técnicos establecidos por el INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI - IGAC.

4.3.5. ORTOFOTOS

Teniendo las imágenes digitales, los valores de la aerotriangulación y el DTM de las zonas del proyecto, se procederá a elaborar las ortofotos digitales de las áreas solicitadas con tamaño de píxel de 10 cm sobre el área urbana y 50 cm sobre el área rural.

Los procedimientos para la generación de las ortofotos estarán basados en:

- La rectificación diferencial geométrica píxel/píxel con interpolación bicúbica.
- El mejoramiento del aspecto visual de la imagen se efectuará empleando el software ORTHOVISTA, con el propósito de obtener y presentar una impresión y archivo digital con un balance en tonos óptimos.
- La homogeneidad en el contraste entre imágenes para el mejoramiento de su legibilidad estará basada en el análisis de los histogramas de cada fotograma y aplicando los algoritmos correspondientes para corregir y balancear las zonas de alto contraste.

Las técnicas empleadas en la construcción del mosaico y generación de ortofotos garantizarán la perfecta unión entre cada ortofoto, sin ninguna fisura, tomando especial énfasis para evitar traslapes o elementos repetidos. Un riguroso Control de Calidad será llevado a cabo en cada una de las ortofotos generadas hasta completar el 100% de confiabilidad.

4.3.6. IMAGEN SATELITAL

Considerando las complejas condiciones meteorológicas de la zona correspondiente al municipio de Dagua, se plantea realizar un mosaico de imágenes satelitales de alta resolución sobre la zona, que cubre un área de 45.900 hectáreas y realizar la captura de fotografías aéreas sobre las zonas urbanas y rurales de mayor que presenten una mayor dinámica.

4.3.7. CAPTURA DE INFORMACIÓN VECTORIAL

Una vez producido el bloque fotogramétrico, se restituirá en tres dimensiones (3D) y (2D sobre la zona de imagen satelital) los vectores básicos correspondientes a las construcciones, hidrografía, vía, cerca, manzana y paramento, definido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC en la resolución 388 de 2020.

4.4. PRODUCTOS A ENTREGAR

A continuación, se listan los productos a entregar, generados a partir del procesamiento de las fotografías aéreas capturadas, de los datos LiDAR y de los puntos GPS del fotocontrol.

- Ortofotomosaico a color (RGB+NIR) en formato digital con un tamaño de píxel de 10 cm sobre el área urbana y 50 cm sobre el área rural.
- Archivo LIDAR en formato LAS, con densidad promedio de 6 puntos por m2.

- Modelo digital de terreno DTM (malla mínima de 1 m x 1 m).
- Modelo digital de Superficie DSM (malla mínima de 1 m x 1 m).
- Curvas de nivel de toda la zona de interés con intervalo de 1 m.
- Generación de vectores básicos a escala 1:25.000 para el área rural (Dagua).
- Generación de vectores básicos a escala 1:10.000 para el área rural.
- Generación de vectores básicos a escala 1:1.000 para el área urbana.
- Imagen satelital a color (RGB+NIR) en formato digital con un tamaño de píxel de 50 cm sobre el municipio de Dagua.
- Levantamiento de puntos de fotocontrol.

5. PROPUESTA ECONÓMICA

MUNICIPIOS	VIGENCIA	AREA Has	Precio por Hectarea	Valor Cartografia
GUACARI	2006	17800	$ 16.660	$ 296.548.000,00
LA CUMBRE	2004	25541	$ 16.660	$ 425.513.060,00
DAGUA	2006	91632	$ 10.413	$ 954.121.679,50
			Subtotal	**$ 1.676.182.739,50**
			Más Iva (19%)	**$ 318.474.720,50**
			Total	**$ 1.994.657.460,00**

Dado que el Municipio, presenta una cobertura predominante de bosque, se realizará una toma de datos de imágenes satélites a escala 1:25000 según lo establecido en la resolución 388 de 2020, *articulo 7 Numeral 7.1 Escala de Cartografía catastral.* Por lo cual, el precio por hectárea varía con respecto a los otros dos municipios sujetos de estudio.

Forma de Pago: Un primer pago equivalente al treinta por ciento (30%) con la presentación del plan de trabajo y cronograma de ejecución. Un segundo pago con la entrega de Ortografías (incluye todos sus insumos) de los Municipios equivalente al cincuenta por ciento (50%) del valor total de la propuesta, y un pago final del veinte por ciento (20%) con la entrega del informe final y la cartografía básica en formato vectorial.