



GEOMATICAMONCALEANO SAENZ S.A.S.

NIT: 900.999.434-5



**DESARROLLAR LAS ACTIVIDADES TÉCNICAS INHERENTES A LA
EJECUCIÓN DEL PROYECTO "FORTALECIMIENTO DE LAS
HERRAMIENTAS DE PLANIFICACIÓN CARTOGRÁFICAS Y
TECNOLÓGICAS PARA EL DISTRITO DE BUENAVENTURA -
DEPARTAMENTO DE VALLE DEL CAUCA" IDENTIFICADO CON EL
CÓDIGO BPIN 2022761090121**

INFORME DE PROCESAMIENTO LIDAR

**CABECERA MUNICIPAL Y 19 CENTROS POBLADOS DEL MUNICIPIO
DE BUENAVENTURA -DEPARTAMENTO VALLE DEL CAUCA**

**CONTRATO CP-PR-2023-088 CELEBRADO ENTRE ALIANZA PUBLICA
PARA EL DESARROLLO INTEGRAL -ALDESARROLLO Y
GEOMATICA MONCALEANO SÁENZ S.A.S.**

DICIEMBRE 2023



Tabla de Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	OBJETIVO.....	5
3	ALCANCE.....	6
4	GLOSARIO.....	7
5	AREA DE ESTUDIO.....	9
6	PROCESAMIENTO DE LOS DATOS LIDAR.....	11
7	GENERACION DE DTM.....	19



Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Área cabecera municipal.....	10
Ilustración 2 Áreas Centros poblados.....	10
Ilustración 3 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Agua clara.....	13
Ilustración 4 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Barrio Buenos Aires	13
Ilustración 5 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Calle larga - Aeropuerto.....	14
Ilustración 6 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Campo Hermoso	14
Ilustración 7 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado El Crucero.....	14
Ilustración 8 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado El Limones.....	15
Ilustración 9 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Guaimia.....	15
Ilustración 10 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado La Balastrea..	15
Ilustración 11 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado La Bocana.....	16
Ilustración 12 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado La Contra.....	16
Ilustración 13 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Llano Bajo.....	16
Ilustración 14 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Pianguita.....	17
Ilustración 15 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Punta Soldado	17
Ilustración 16 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Sabaleta	17
Ilustración 17 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado San Cipriano...	18
Ilustración 18 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado San Marcos	18
Ilustración 19 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Umane.....	18
Ilustración 20 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Zacarias.....	18
Ilustración 21 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Zaragoza.....	19
Ilustración 22 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Aguacalara	20
Ilustración 23 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Barrio Buenos Aires.....	21
Ilustración 24 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Calle Larga - Aeropuerto.....	21
Ilustración 25 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Campo Hermoso.....	22
Ilustración 26 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado El Crucero.....	22



Ilustración 27 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado El Limones.....	23
Ilustración 28 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Guaimia.....	23
Ilustración 29 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado La Balastrea.....	24
Ilustración 30 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado La Bocana.....	24
Ilustración 31 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado La Contra.....	25
Ilustración 32 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Llano Bajo.....	25
Ilustración 33 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Pianguita	26
Ilustración 34 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Punta Soldado.....	26
Ilustración 35 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Sabaleta.....	27
Ilustración 36 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado San Cipriano	27
Ilustración 37 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado San Marcos.....	28
Ilustración 38 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Umane.....	28
Ilustración 39 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Zacarías	29
Ilustración 40 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Zaragoza	29

Lista de Tablas

Tabla 1 Extensión centros poblados	9
--	---



1 INTRODUCCIÓN

En el marco del del proyecto con el código BPIN 2022761090121, el cual tiene por objeto el “Fortalecimiento de las herramientas de planificación cartográficas y tecnológicas para el Distrito de Buenaventura - Departamento de Valle del Cauca”

Se describen las actividades realizadas para el procesamiento de los datos LIDAR, para la generación de productos cartográficos a escala 1:1.000, para el área de la cabecera municipal y 19 centros poblados del Distrito de Buenaventura; en el departamento de Valle del Cauca.

2 OBJETIVO

Detallar el procesamiento de los datos LIDAR y generación de los modelos digitales de terreno (MDT), del área urbana de la cabecera municipal y 19 centros poblados del Distrito de Buenaventura, ubicado en el departamento de Valle del Cauca.

Con este objetivo, se busca contar con una completa y actualizada base de datos geoespacial del Distrito de Buenaventura, que servirá como base para la toma de decisiones informadas y la planificación efectiva de proyectos y políticas públicas en el territorio.



3 ALCANCE

El procesamiento de datos LIDAR permite obtener una nube de puntos tridimensionales que representa la topografía del terreno.

Los Datos LIDAR serán un insumo importante para la generación de modelos digitales de elevación, y estos productos a su vez serán de gran utilidad para diversas aplicaciones, como la planificación territorial, la gestión de recursos naturales, la identificación de áreas de interés y el monitoreo del desarrollo urbano.

Los procesos descritos a continuación están enmarcados dentro de las especificaciones establecidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, para la generación de cartografía, y sus metodologías complementarias.

4 GLOSARIO

LiDAR: por su definición en inglés *Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*), Corresponde a un dispositivo que permitela medición y detección de objetos o superficies mediante un emisor de pulsaciones láser. Si se usa sobre plataforma aerotransportada, puede obtener información tridimensional de la forma de la superficie de la tierra.

Clasificación automatizada: permite la definición a través de algoritmos computaciones basados en reglas de la clasificación de cada uno de los puntos producto de la toma de datos LiDAR.

Clasificación manual: Cada punto LIDAR puede tener asignado un código de clasificación que define el tipo de objeto que representa el reflejo del pulso láser. Es decir que se pueden clasificar en varias categorías por ejemplo suelo o terreno desnudo, parte superior de cubierta forestal y agua. Las clases se definen mediante códigos numéricos de enteros en los archivos LAS.

DTM: por su definición en inglés (Digital Terrain Model), se denomina al conjunto de capas (generalmente raster) que representan distintas características de la morfología del terreno derivadas de una capa de elevaciones a la que se denomina Modelo Digital de Elevaciones

Cartografía básica: Producto de precisión obtenido a partir de procesos de fotogrametría analítica o digital, donde se muestran los rasgos naturales y



topográficos de la superficie terrestre por medio de símbolos, puntos, líneas y polígonos.

Control terrestre: Etapa del proceso cartográfico mediante la cual se realiza el levantamiento de puntos de control terrestre. Fotocontrol.

GSD (Ground Sample Distance) Resolución Espacial: Define la resolución en distancia sobre el terreno que puede detectar un sensor de imágenes digitales.

Puntos de control: Punto materializado o fotoidentificable cuyas coordenadas (horizontales y verticales) fueron obtenidas por métodos geodésicos de alta precisión y están ligadas a un sistema de referencia.

Vuelo fotogramétrico: Conjunto de fotografías aéreas obtenidas mediante un sensor o cámara fotogramétrica. Las fotografías son tomadas por líneas de vuelo o fajas garantizando traslapes longitudinal y transversal para cubrir completamente, con modelos estereoscópicos un área determinada del territorio.

5 AREA DE ESTUDIO

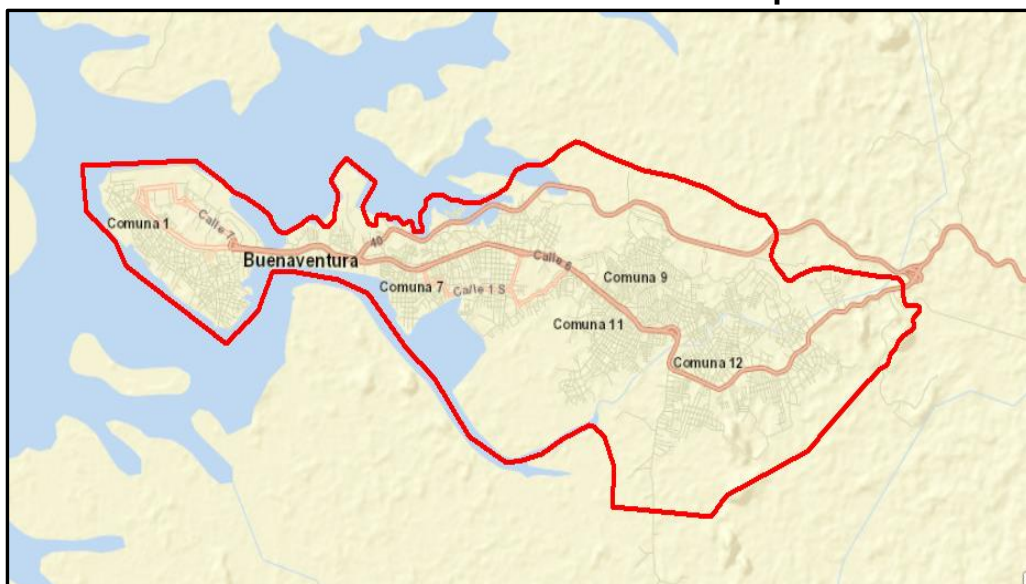
Las áreas de estudio se encuentran ubicadas en el departamento de Valle del Cauca, correspondiente al área de la cabecera municipal con una extensión de 3.443 Ha y 19 centros poblados, los cuales se describe su extensión a continuación:

Tabla 1 Extensión centros poblados

Centro Poblado	AREA (Ha)
AGUACLARA	40
BARRIO BUENOS AIRES	44,3
CALLE LARGA - AEROPUERTO	5,2
CAMPO HERMOSO	20,2
EL CRUCERO	10,9
EL LIMONES	8,8
GUAIMIA	29
LA BALASTRERA	3,7
LA BOCANA	59,5
LA CONTRA	3,8
LLANO BAJO	21,5
PIANGUITA	16
PUNTA SOLDADO	4,2
SABALETA	24,6
SAN CIPRIANO	20,1
SAN MARCOS	20,7
UMANE	8,9
ZACARÍAS	44,1
ZARAGOSA	23,5

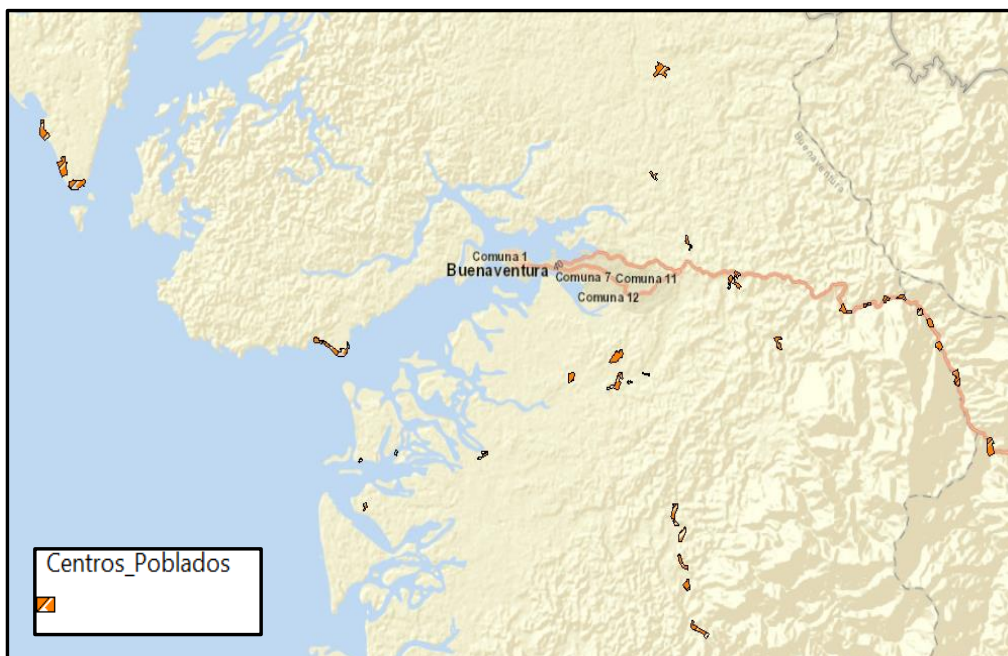
Fuente. Propia

Ilustración 1 Área cabecera municipal



Fuente. Propia.

Ilustración 2 Áreas Centros poblados



Fuente. Propia.



6 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS LIDAR

Una vez capturada la información se realiza un ajuste geodésico del vuelo fotogramétrico y los datos obtenidos, donde se calcula las posiciones de la aeronave, llegando a precisiones de pocos centímetros, para calcular la posición exacta de los datos tomados en el vuelo fotogramétrico.

Posteriormente se procede a editar la nube de puntos, un proceso importante para el análisis y la generación de productos a partir de datos LiDAR (Light Detection and Ranging); con el fin de limpiar, procesar y mejorar la calidad de los datos antes de utilizarlos.

A continuación, se mencionan algunos procesos que se realizan durante la edición de nubes de puntos:

- **Eliminación de puntos atípicos (outliers):** Los puntos que no representan correctamente la superficie de la tierra, como los generados por reflexiones múltiples o el ruido en los datos, deben eliminarse.
- **Clasificación de puntos:** Los puntos LiDAR pueden clasificarse en diferentes categorías, como terreno, vegetación, construcción, agua entre otras. Esta clasificación es importante para diversas aplicaciones y generación de productos y puede realizarse de manera automática o manualmente.



- **Filtrado de puntos no deseados:** A veces, los datos LiDAR pueden incluir puntos de retorno no deseados, como los generados por cables eléctricos o contaminantes en el aire. Estos puntos deben identificarse y eliminarse.
- **Corrección de irregularidades en el terreno:** Los datos LiDAR pueden contener errores sistemáticos debido a la inclinación del terreno, a la calibración y la reflectancia en los sensores. Estos errores deben corregirse para garantizar la precisión y el correcto modelamiento de los elementos de la superficie terrestre.
- **Detección y eliminación de objetos móviles:** Los datos LiDAR capturados desde una plataforma móvil, pueden detectar objetos móviles, que deben eliminarse o tratarse de manera adecuada.

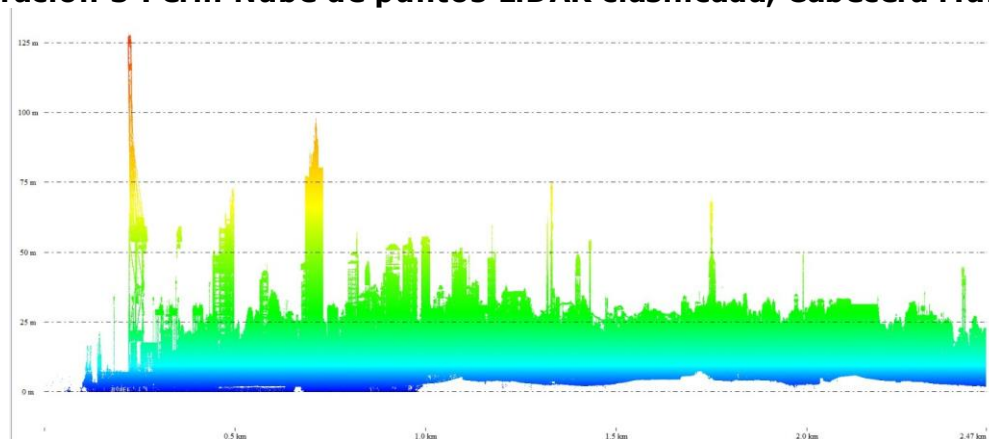
La edición de nubes de puntos LiDAR puede ser un proceso complejo y laborioso, y se realiza con software especializado en procesamiento. La calidad y precisión de los resultados finales dependen en gran medida de la calidad de la edición realizada a los datos.

Del procedimiento anterior se obtienen los archivos con extensión *.LAS que contienen los puntos clasificados como Ground Points (puntos localizados en el terreno) y Non-Groundpoints (puntos localizados sobre el terreno).

Además, se ajustó la nube de puntos LiDAR al fotocontrol, esto, con el fin de garantizar la mejor precisión y calidad de los productos resultantes.

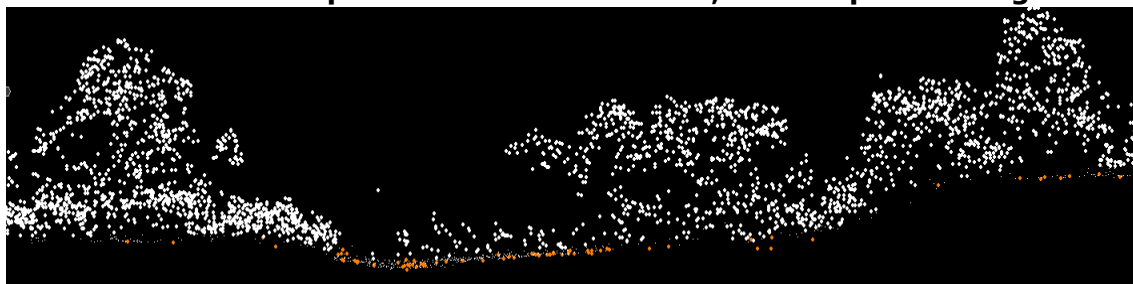
En las siguientes ilustraciones se pueden observar las nubes de puntos clasificadas para la cabecera municipal y los 19 centros poblados, los puntos de color naranja, son puntos clasificados como Ground Points.

Ilustración 3 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Cabecera Municipal



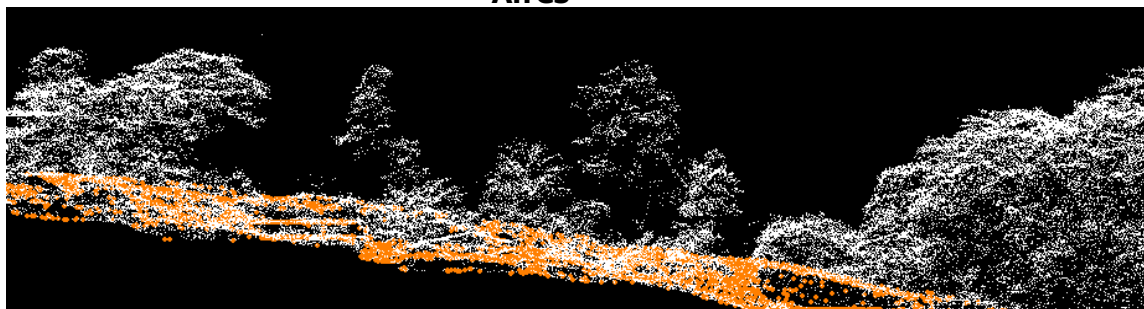
Fuente. Propia.

Ilustración 4 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Agua clara



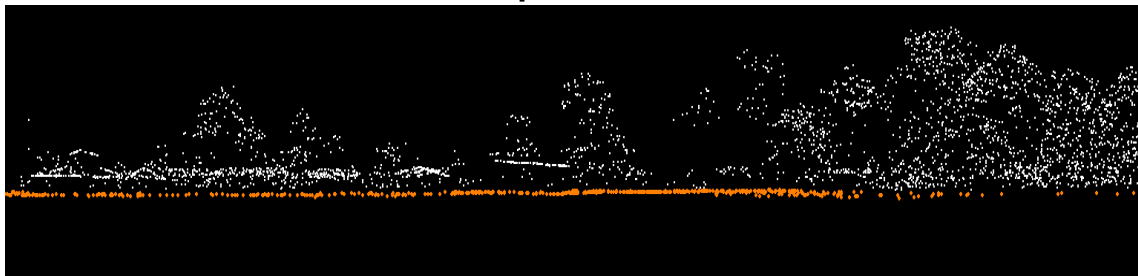
Fuente. Propia.

Ilustración 5 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Barrio Buenos Aires



Fuente. Propia.

Ilustración 6 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Calle larga - Aeropuerto



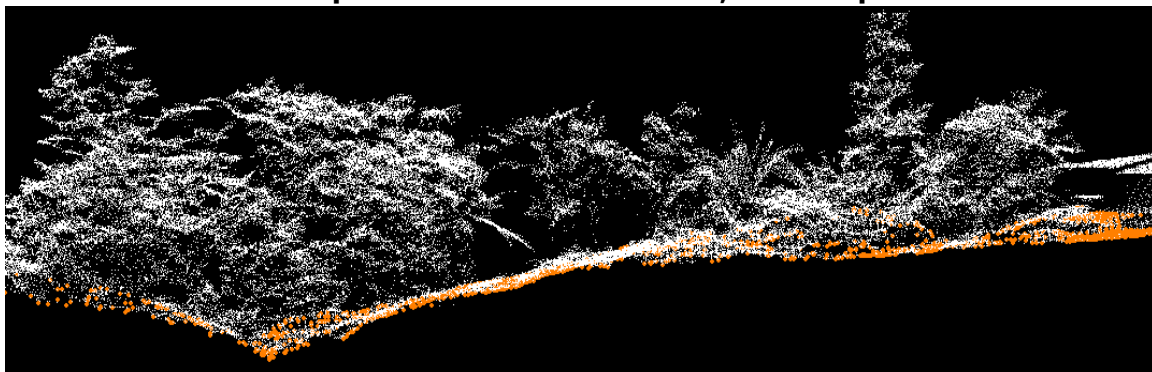
Fuente. Propia.

Ilustración 7 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Campo Hermoso



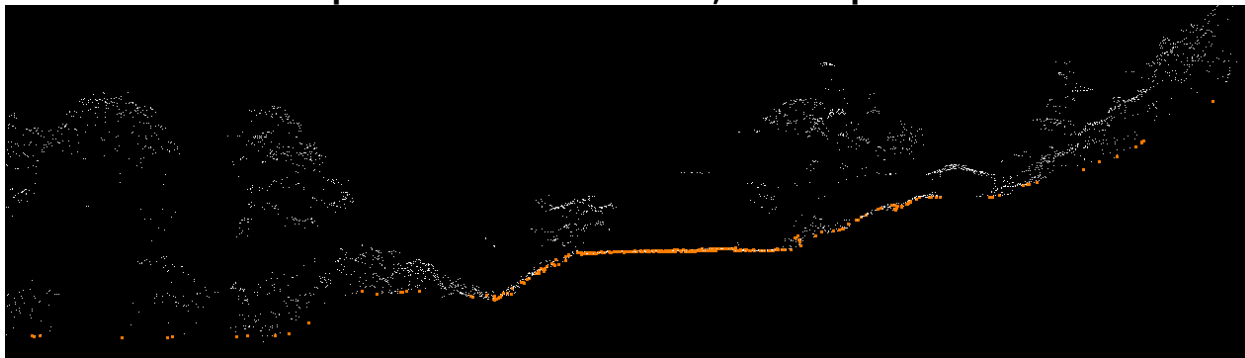
Fuente. Propia.

Ilustración 8 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado El Crucero



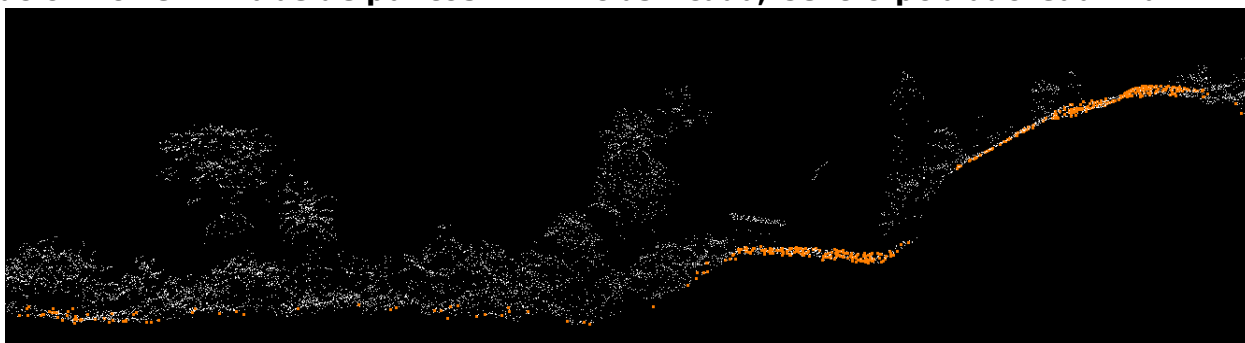
Fuente. Propia.

Ilustración 9 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado El Limones



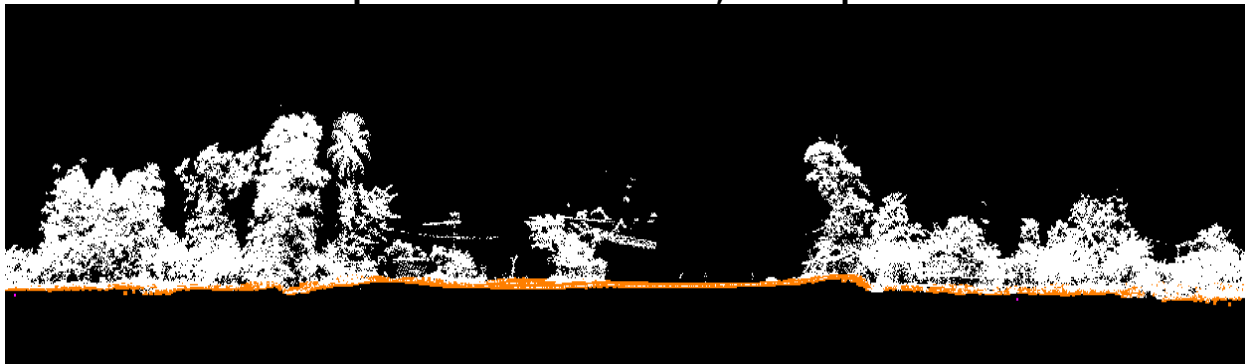
Fuente. Propia.

Ilustración 10 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Guaimia



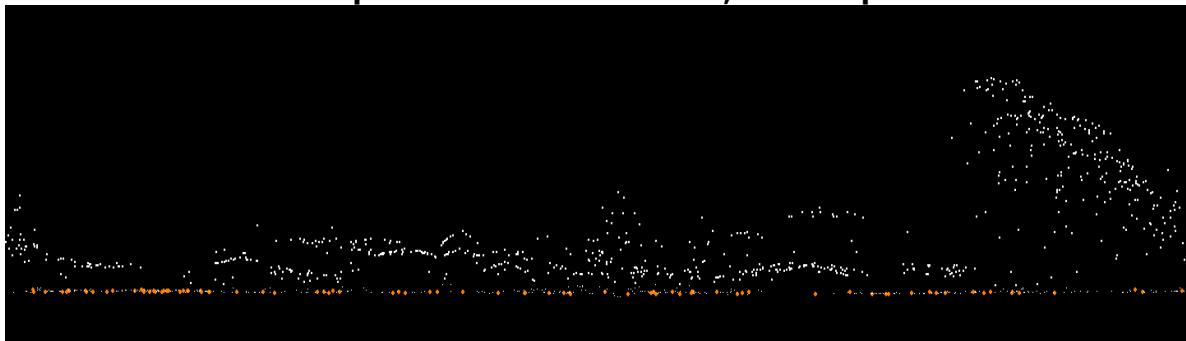
Fuente. Propia.

Ilustración 11 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado La Balastreira



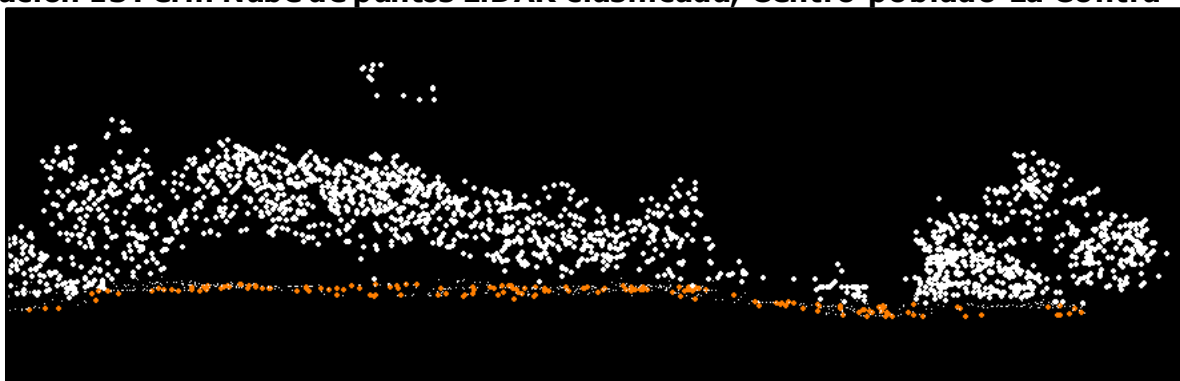
Fuente. Propia.

Ilustración 12 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado La Bocana



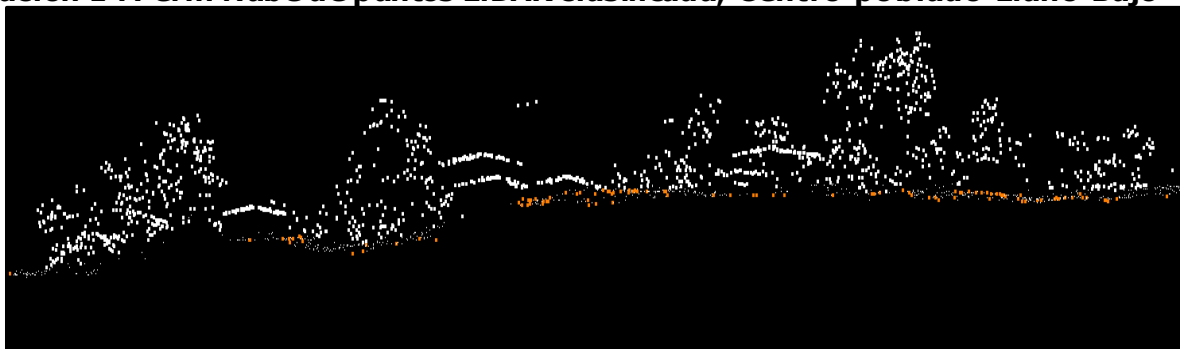
Fuente. Propia.

Ilustración 13 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado La Contra



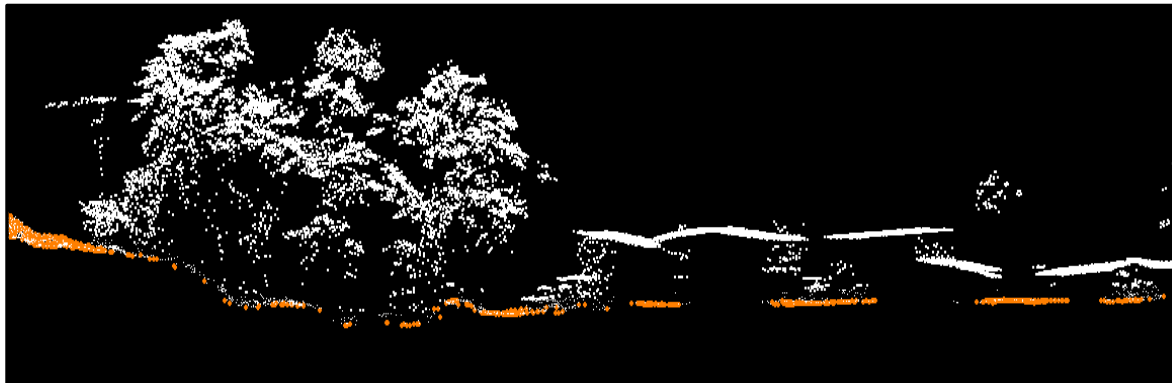
Fuente. Propia.

Ilustración 14 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Llano Bajo



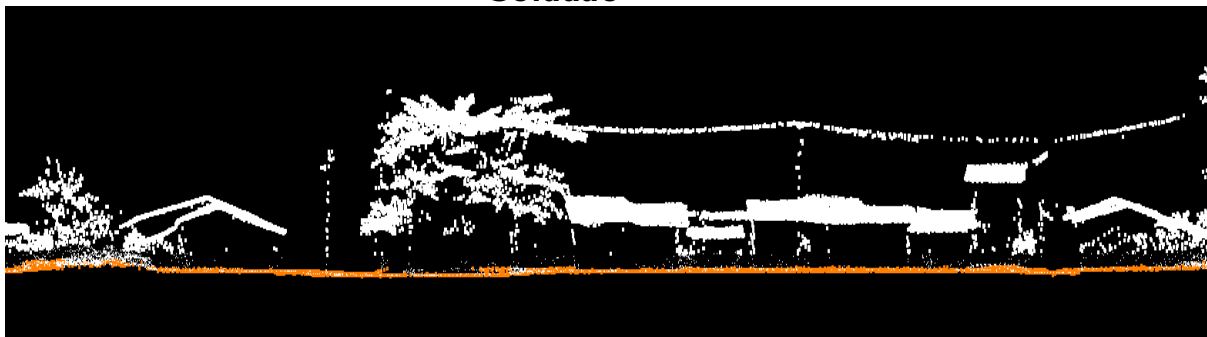
Fuente. Propia.

Ilustración 15 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Pianguita



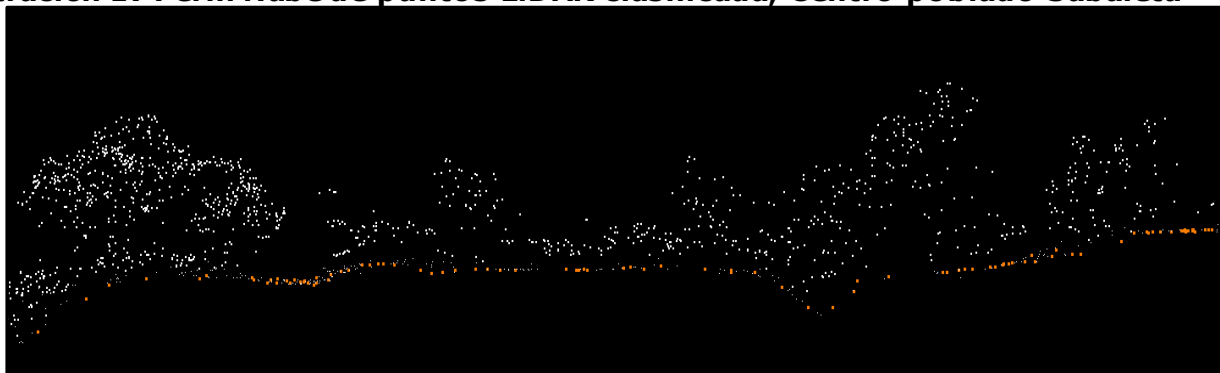
Fuente. Propia.

Ilustración 16 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Punta Soldado



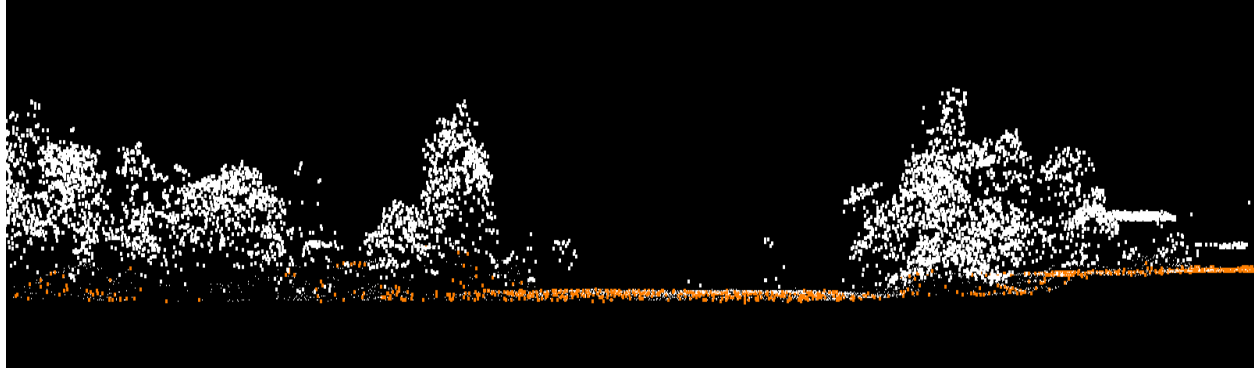
Fuente. Propia.

Ilustración 17 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Sabaleta



Fuente. Propia.

Ilustración 18 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado San Cipriano



Fuente. Propia.

Ilustración 19 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado San Marcos



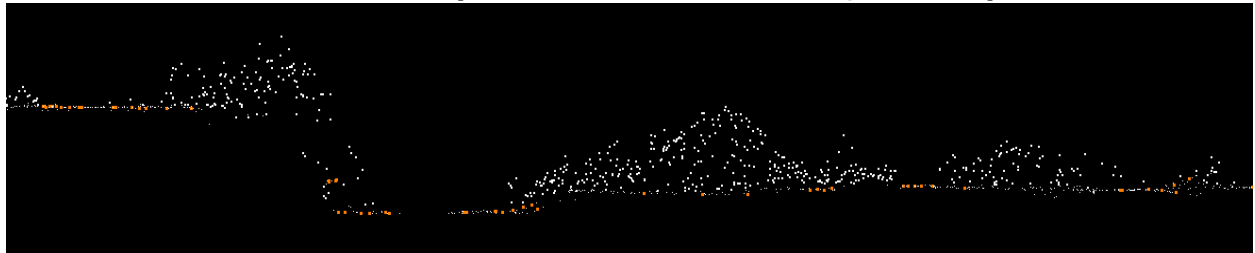
Fuente. Propia.

Ilustración 20 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Umane

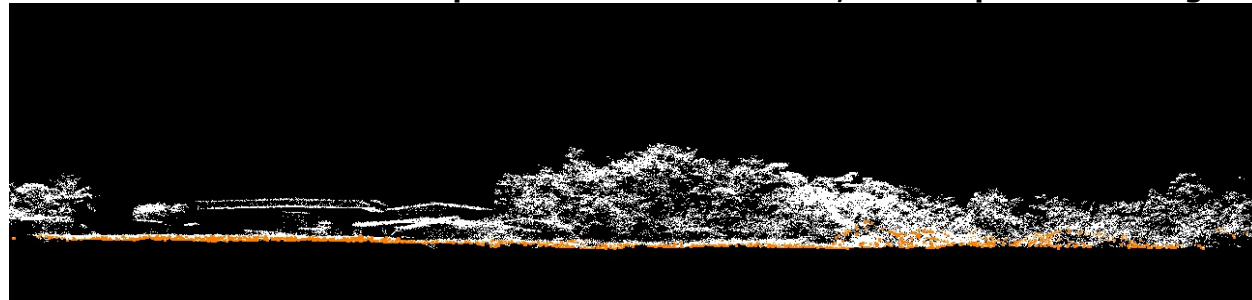


Fuente. Propia.

Ilustración 21 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Zacarias



Fuente. Propia.

Ilustración 22 Perfil Nube de puntos LiDAR clasificada, Centro poblado Zaragoza**Fuente. Propia.****7 GENERACION DE DTM**

Una vez procesados los datos del LiDAR, se procedió a generar los modelos digitales de terreno (MDT) con una grilla o malla de 1 m para escala 1:1000, haciendo uso de los puntos clasificados como Suelo.

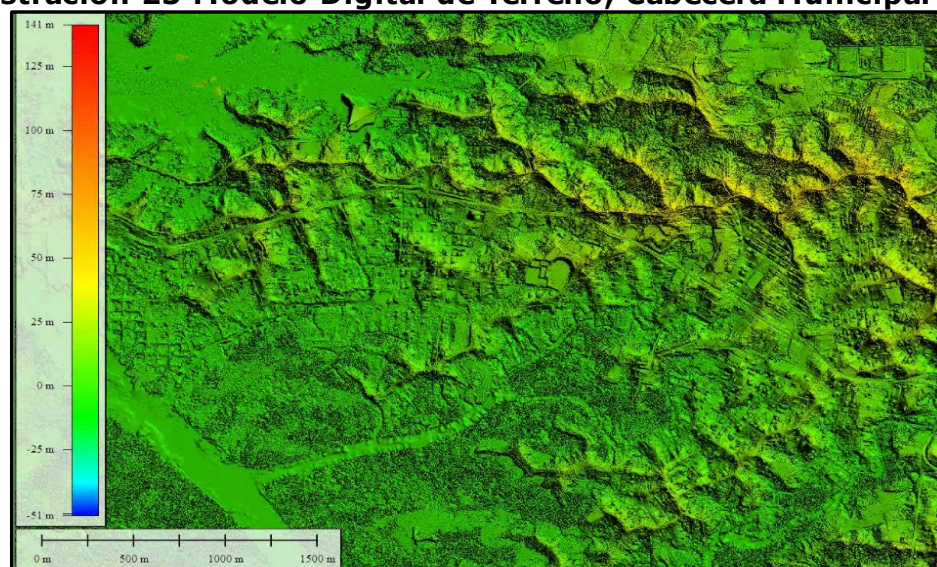
La generación de modelos digitales de terreno (MDT) a partir de datos LiDAR es una aplicación común en la cartografía, topografía y geomática. El LiDAR utiliza pulsos láser para medir la distancia entre el sensor y la superficie terrestre, generando así nubes de puntos tridimensionales que representan la topografía del terreno.

Para la producción de modelos digitales de terreno se deben tener en cuenta pasos generales como: la buena adquisición de los datos, correcto procesamiento de trayectorias, eliminación de puntos atípicos, clasificación de los puntos según su origen, como superficie del terreno, construcciones o vegetación, la interpolación de los datos seleccionados para generar una superficie continua, utilizando métodos como la interpolación por vecinos más

cercanos, triangulación irregular o splines y finalmente la exportación a formatos ráster para visualización y análisis en software GIS.

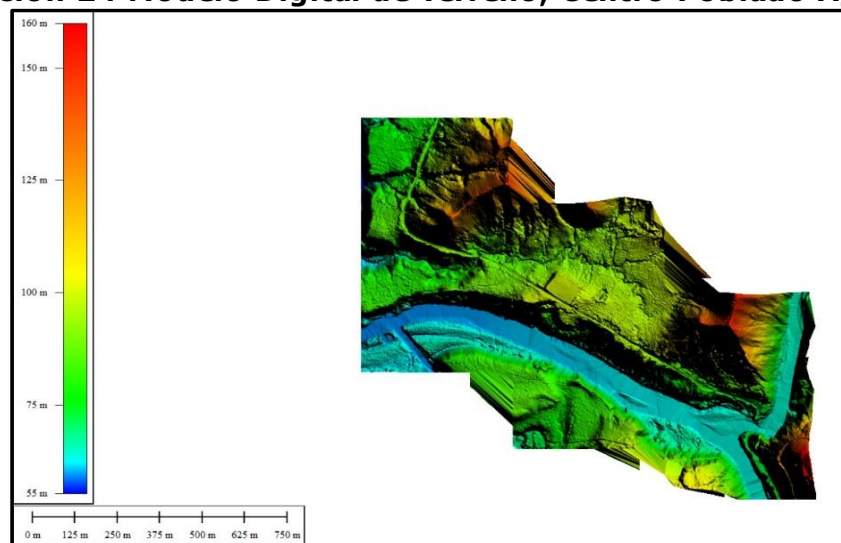
A continuación, se relacionan los modelos digitales de terreno extraídos a partir de los datos LiDAR de la cabecera municipal y 19 centros poblados:

Ilustración 23 Modelo Digital de Terreno, Cabecera Municipal



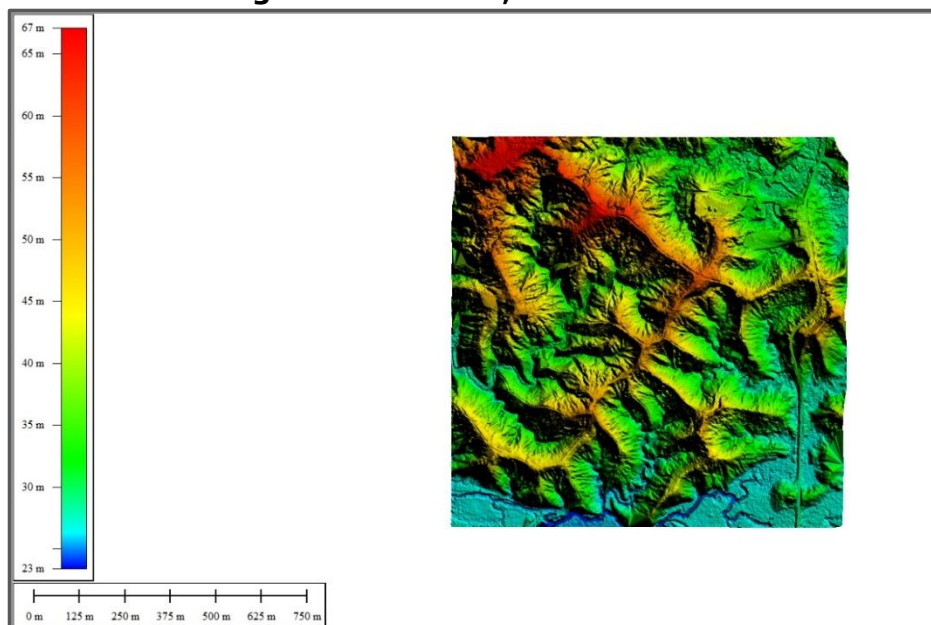
Fuente. Propia.

Ilustración 24 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Aguaclara



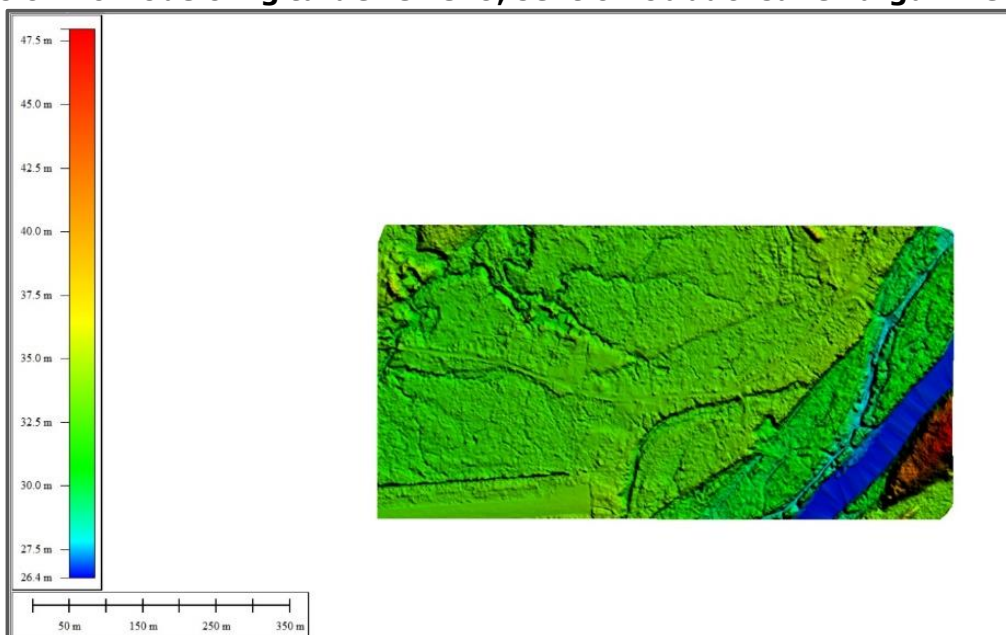
Fuente. Propia.

Ilustración 25 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Barrio Buenos Aires



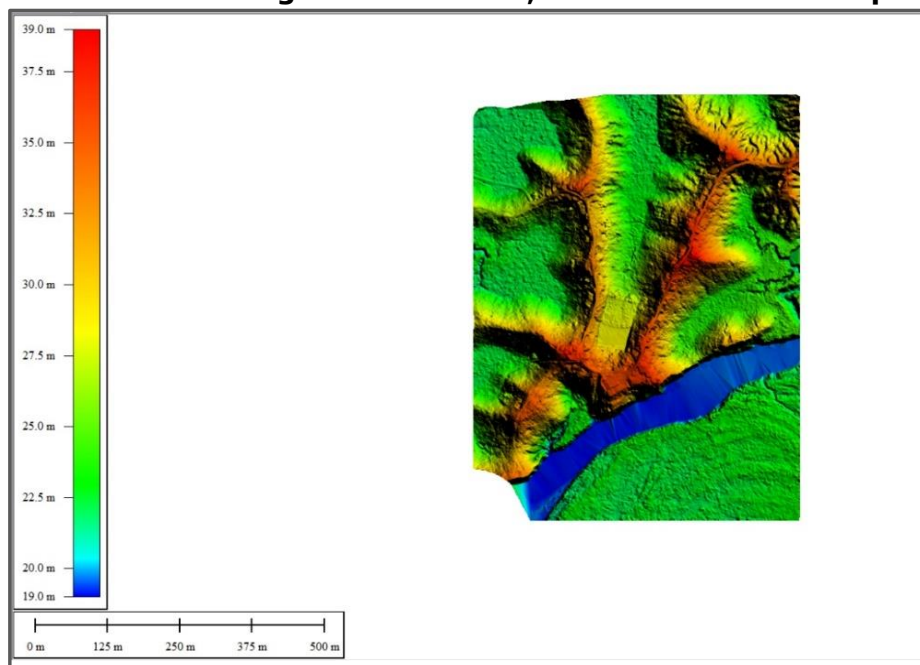
Fuente. Propia.

Ilustración 26 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Calle Larga - Aeropuerto



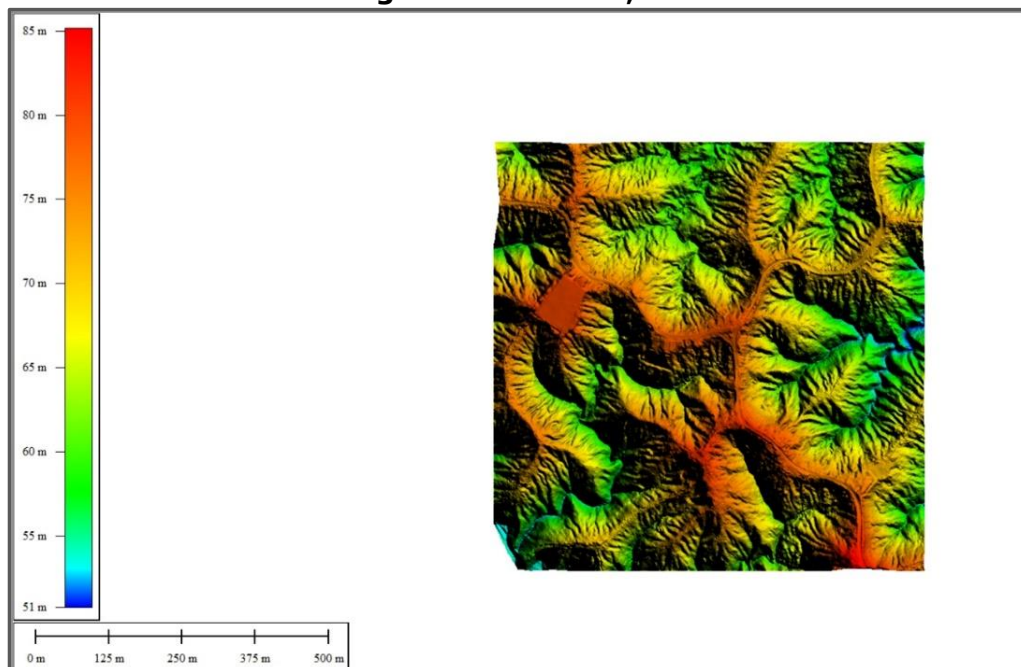
Fuente. Propia.

Ilustración 27 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Campo Hermoso



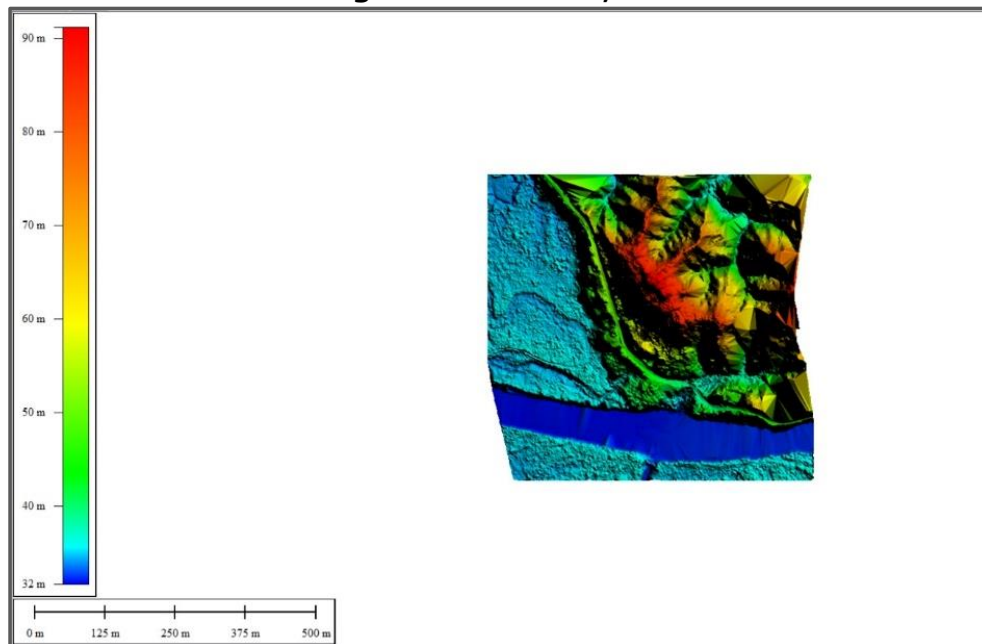
Fuente. Propia.

Ilustración 28 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado El Crucero



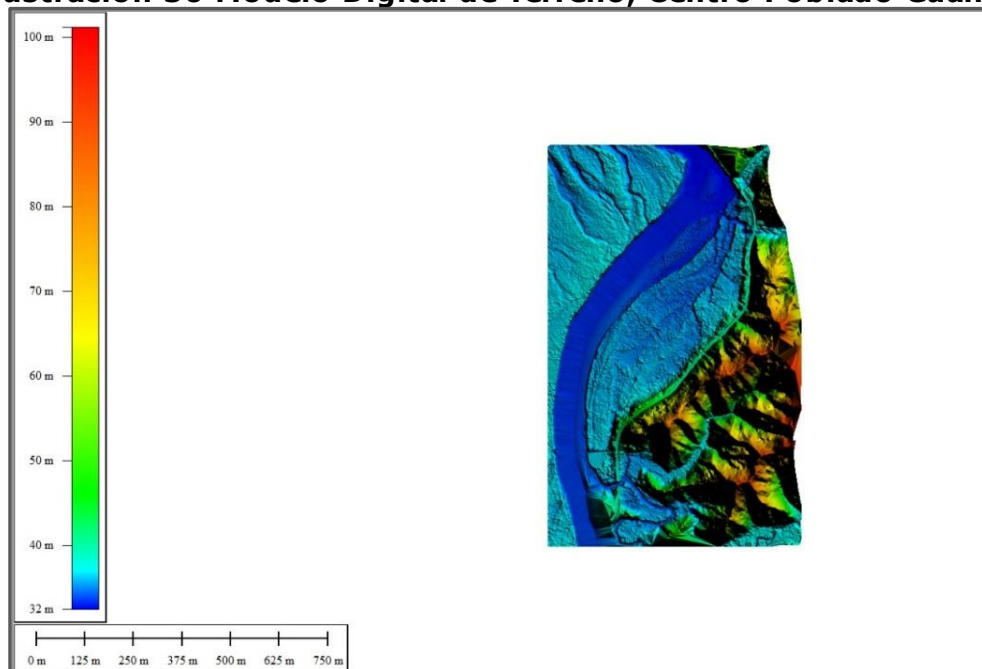
Fuente. Propia.

Ilustración 29 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado El Limones



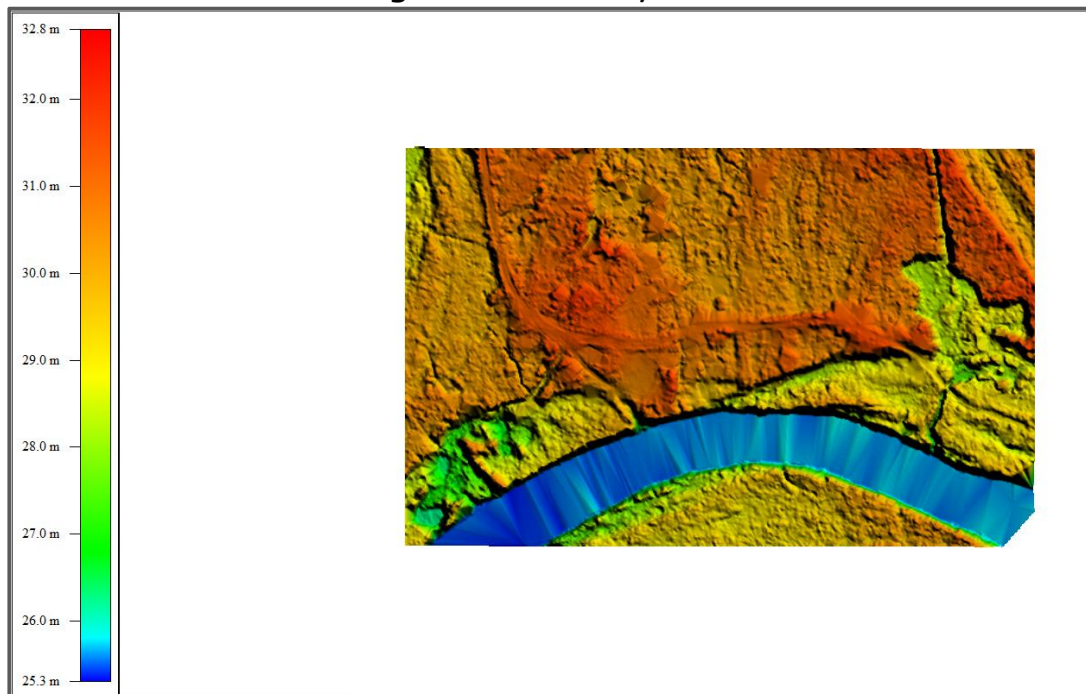
Fuente. Propia.

Ilustración 30 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Guaimia



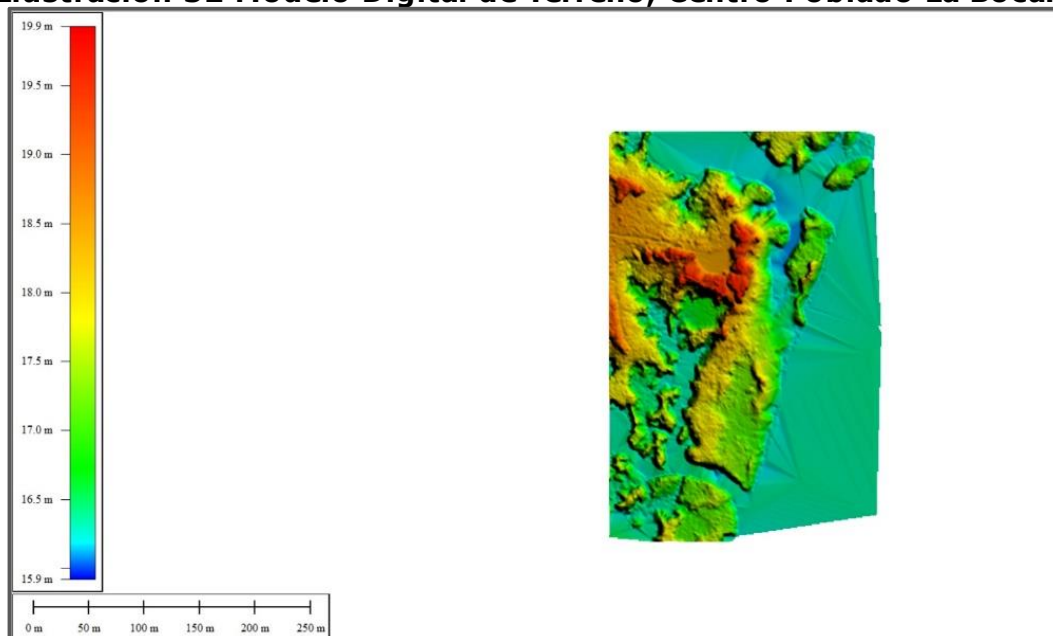
Fuente. Propia.

Ilustración 31 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado La Balastrea



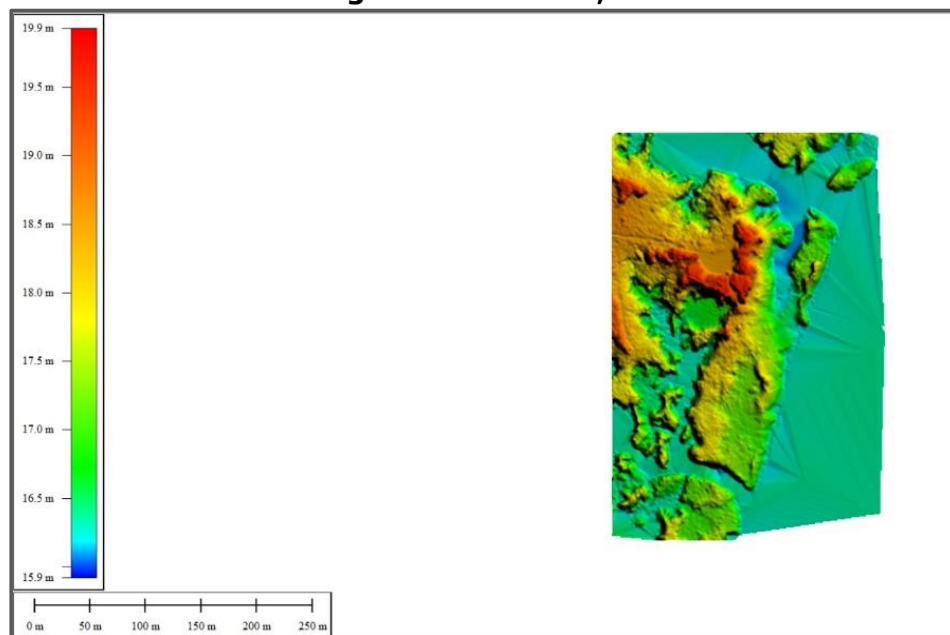
Fuente. Propia

Ilustración 32 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado La Bocana



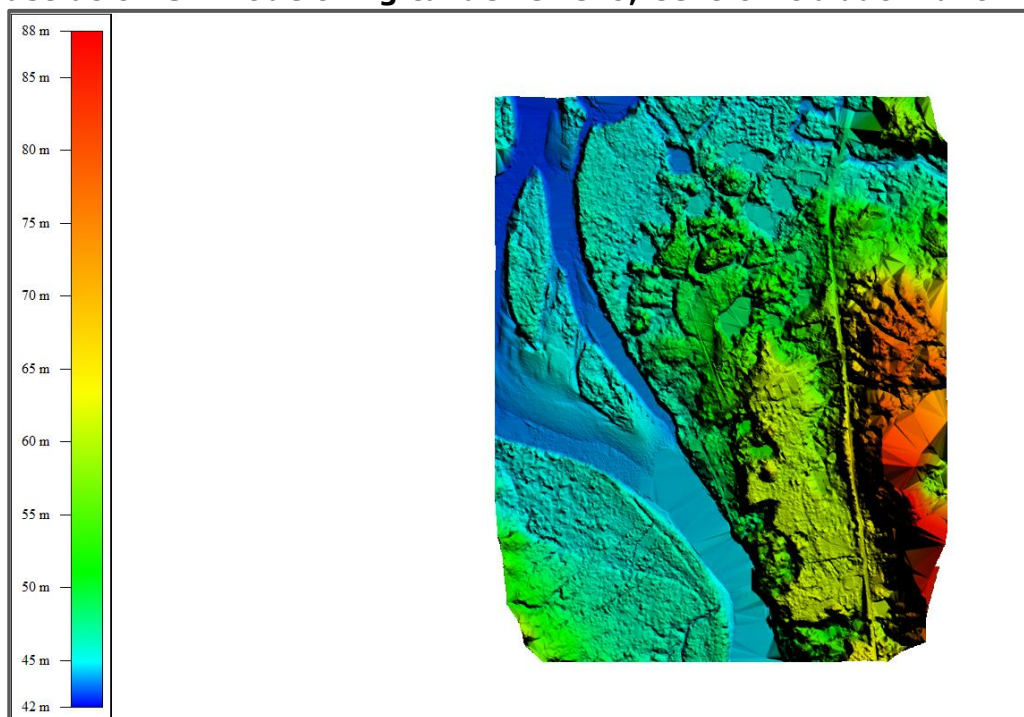
Fuente. Propia.

Ilustración 33 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado La Contra



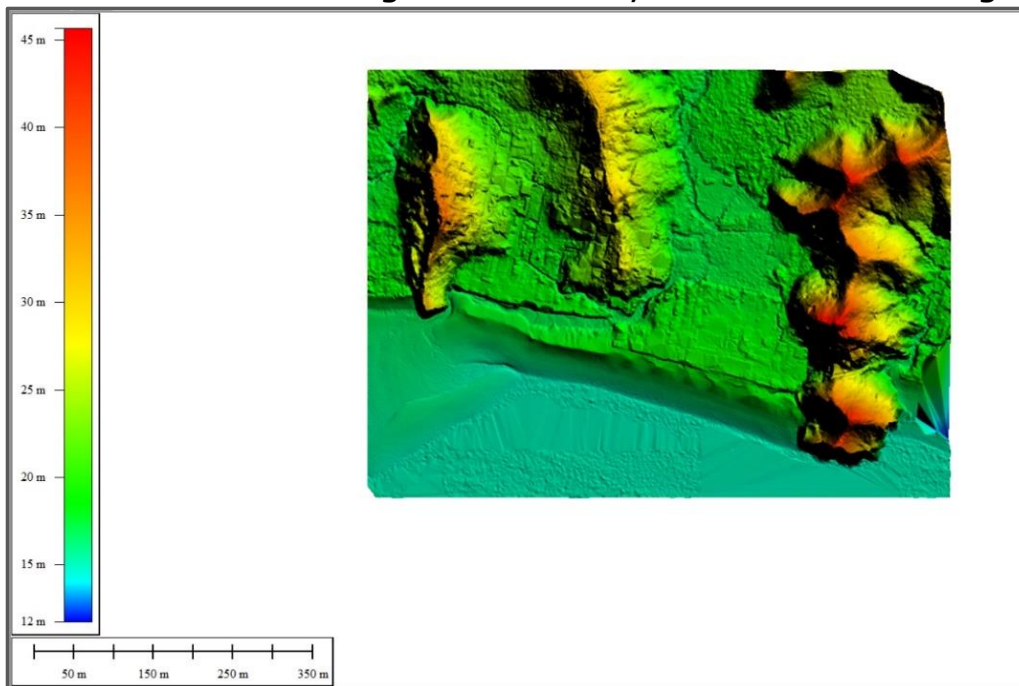
Fuente. Propia.

Ilustración 34 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Llano Bajo



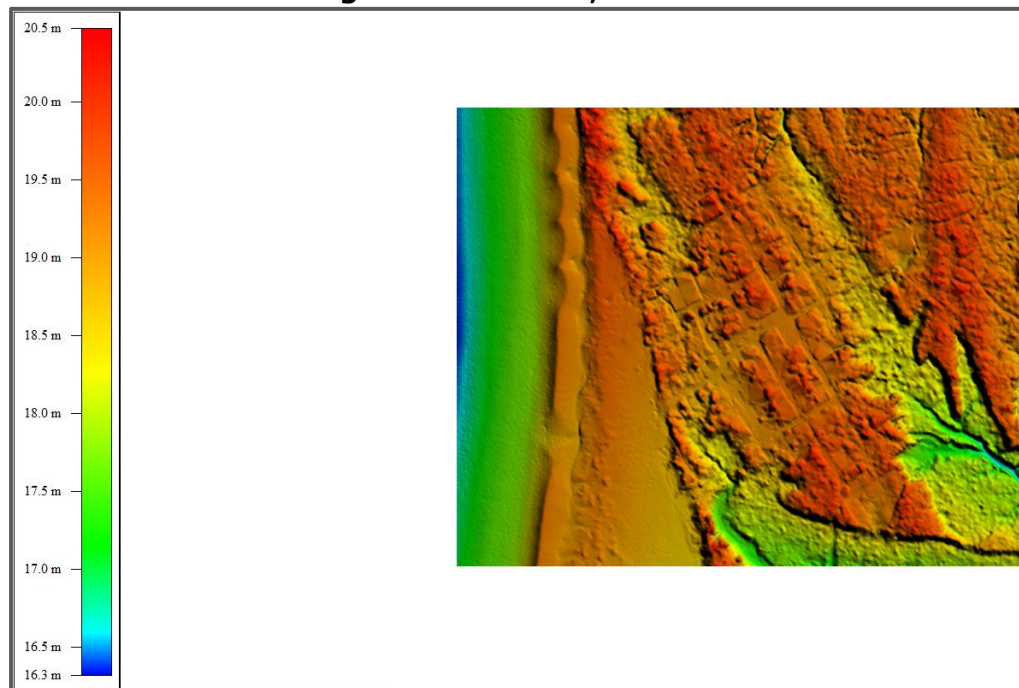
Fuente. Propia.

Ilustración 35 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Pianguita



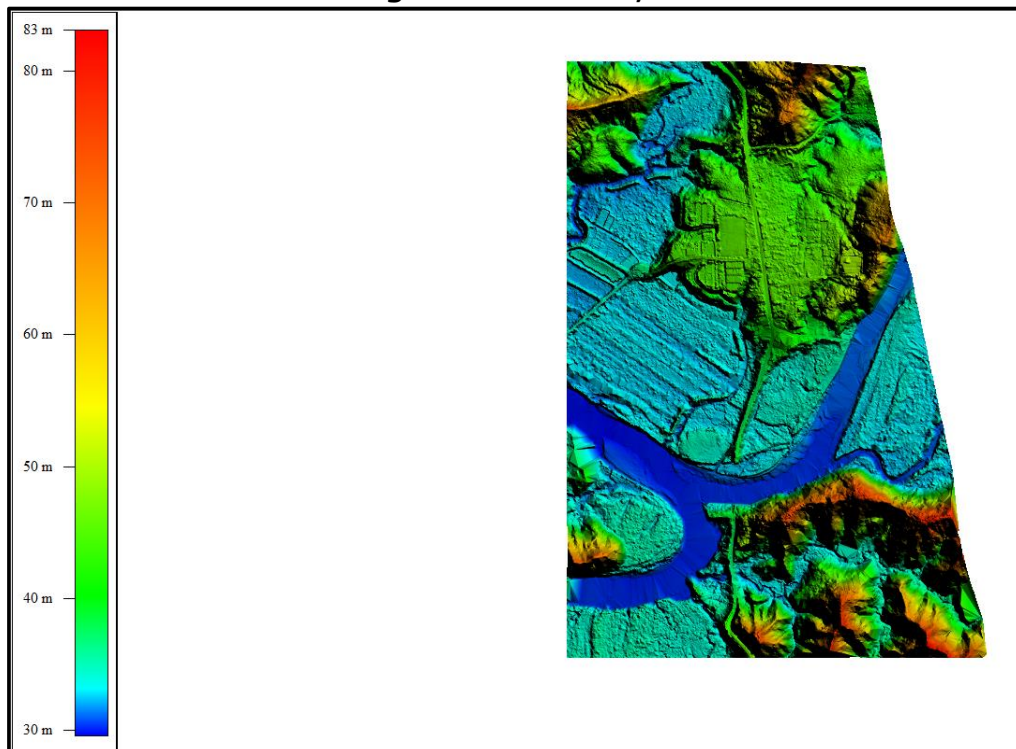
Fuente. Propia.

Ilustración 36 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Punta Soldado



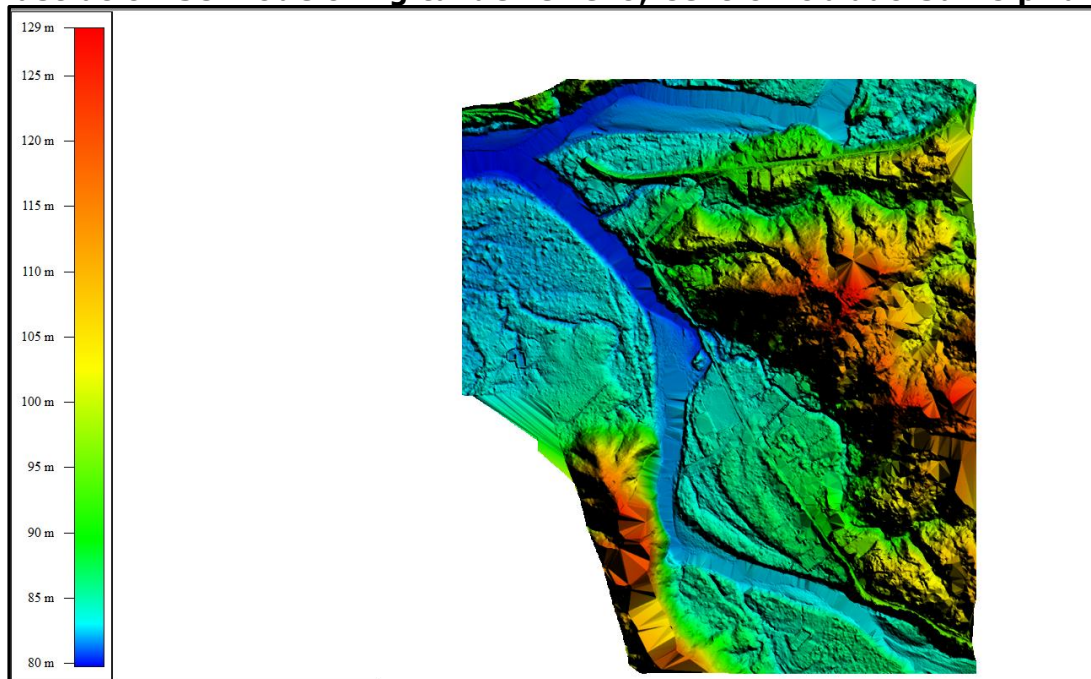
Fuente. Propia.

Ilustración 37 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Sabaleta



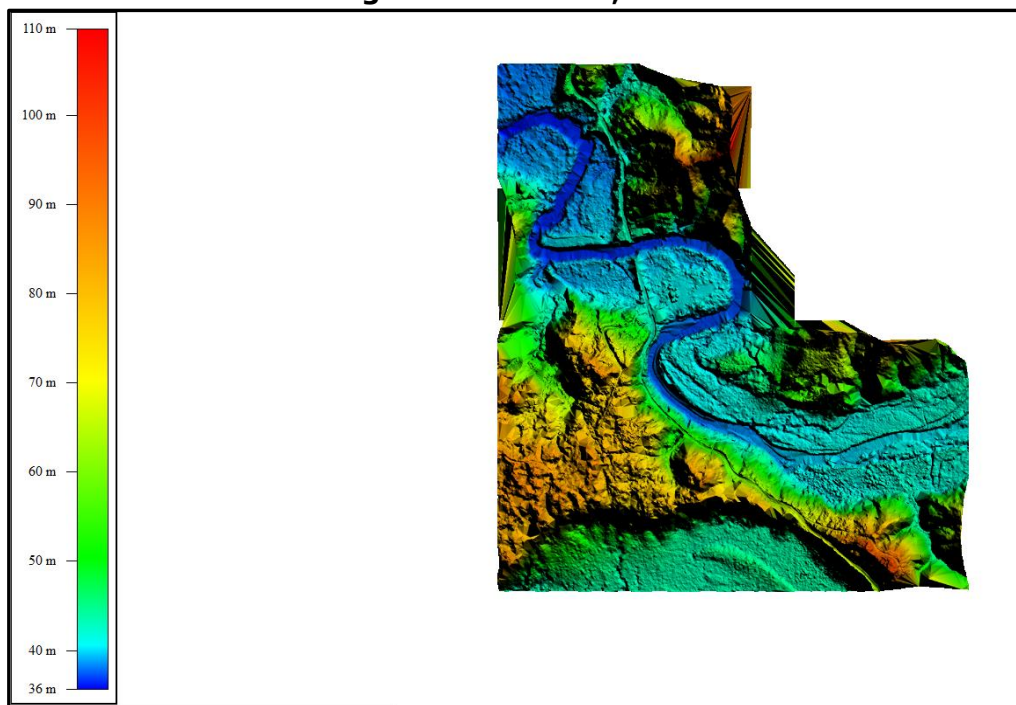
Fuente. Propia.

Ilustración 38 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado San Cipriano



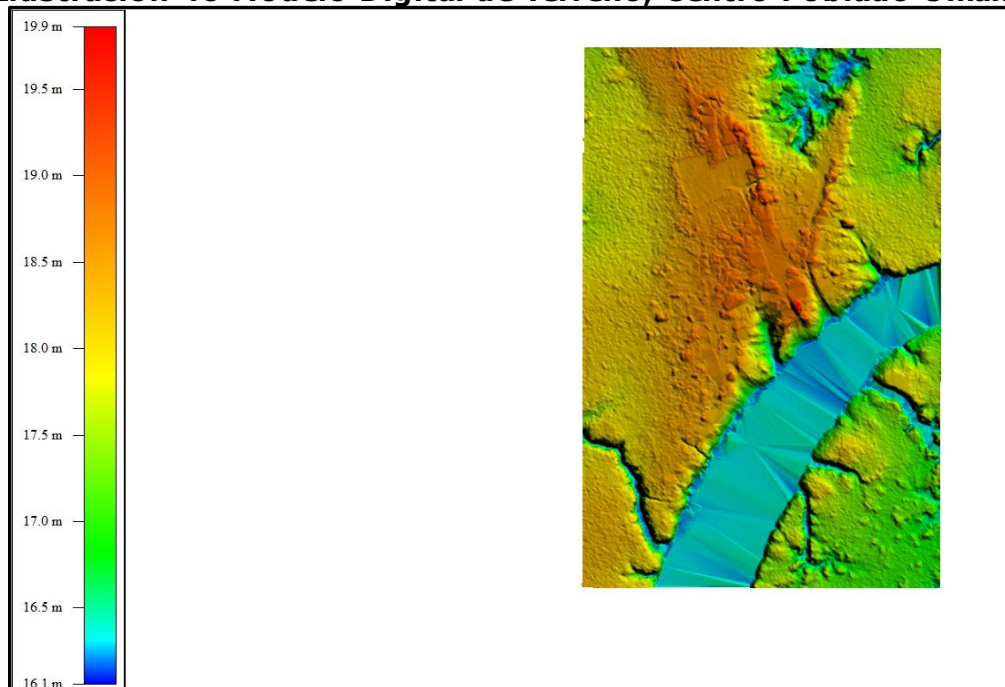
Fuente. Propia.

Ilustración 39 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado San Marcos



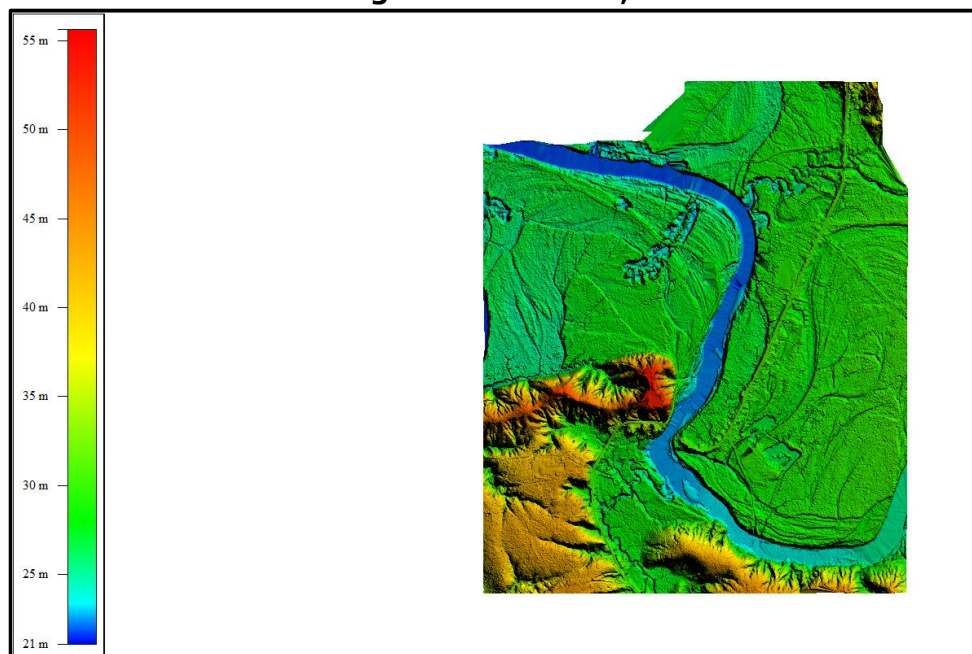
Fuente. Propia.

Ilustración 40 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Umame



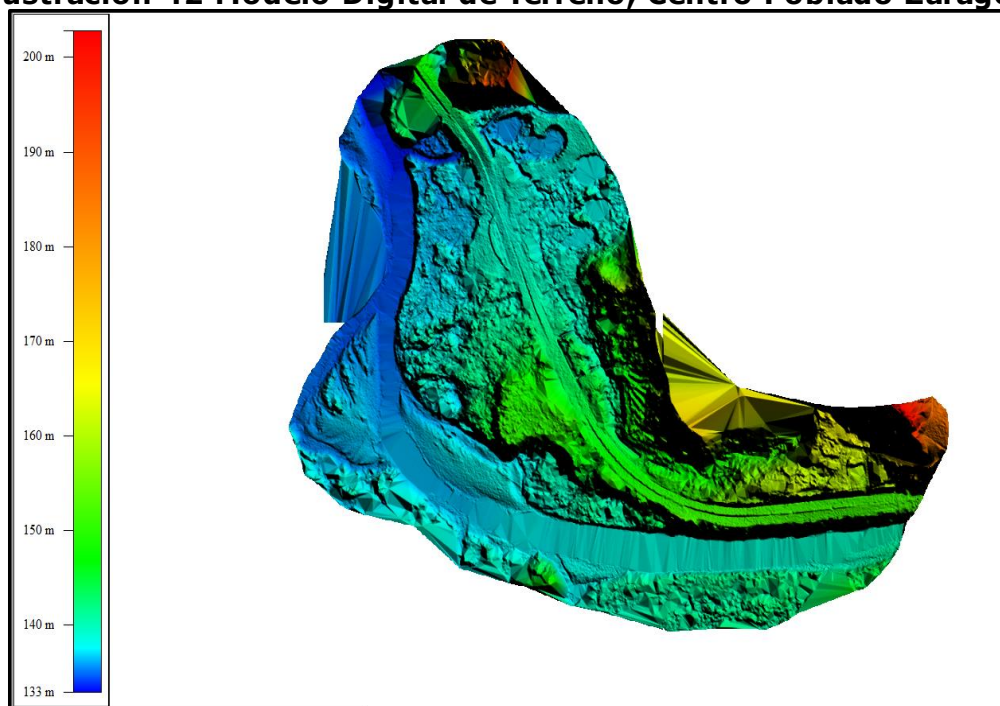
Fuente. Propia.

Ilustración 41 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Zacarías



Fuente. Propia.

Ilustración 42 Modelo Digital de Terreno, Centro Poblado Zaragoza



Fuente. Propia.



GEOMATICAMONCALEANO SAENZ S.A.S.

NIT: 900.999.434-5



Versión	Fecha Acción	Tipo de Modificación	Modificaciones	Elaboró	Revisó	Aprobó
01	Diciembre 2023	TI	Creación	Equipo Dirección proyectos	Director proyecto	Director proyecto
02	Diciembre 2023	TI	Capítulo 7. Generación DTM	Equipo Dirección proyectos	Director proyecto	Director proyecto

* TI-Texto Incluido, TE-Texto Eliminado, TM-Texto Modificado, TC-Texto Corregido, Ninguno