INFORME TECNICO DE VUELO FOTOGRAMÉTRICO Y LIDAR

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO UTILIZANDO LIDAR E IMAGEN MONUMENTO NATURAL BARRO COLORADO

Orden de Compra N°23-P0-3400000488220

REV	Fecha	Descripción
0	17/07/2023	EMITIDO COMO ORIGINAL

Elaborado por: STEREOCARTO CENTROAMÉRICA S.A.			
ELABORADO:	M. PASTRANA	Oficina Técnica	17/07/2023
REVISADO y APROBADO:	A. GOMEZ	Coordinador de Proyectos.	18/07/2023

Contenido

INFORME TECNICO DE VUELOS LIDAR FOTOGRAMETRICO 4
1. INTRODUCCIÓN....4
2. UBICACIÓN DEL PROYECTO. 4
3. TRABAJOS REALIZADOS....5
3.1. PROCESADO DE DATOS....5
3.2. PROCESADO DE TRAYECTORIAS....6
3.3. POSTPROCESO LIDAR....7
4. GENERACIÓN DE PRODUCTOS....8
4.1. CLASIFICACIÓN DATOS LIDAR 8
4.2. GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES 10
4.2.1. Modelo Digital del Terreno (MDT)....11
4.2.2 Modelo Digital de Superficie (MDS) 11
4.2.3 Curvas de nivel....12

Relación de Figuras

Figura 1: Delimitación área de trabajo Norte 4
Figura 2: Delimitación área de trabajo Sur 5
Figura 3: Reseña estación IGN1 y STRI 6
Figura 4: Nube de puntos LiDAR clasificada por intensidad 9
Figura 5: Nube de puntos LiDAR clasificada por capa 10
Figura 6: Modelo Digital Terreno 0,5m. 11
Figura 7: Modelo Digital Superficie 0,5m 12
Figura 8: Curvada equidistancia 0,5m 12

Relación de Tablas

Tabla 1 Distribución de las Zonas del Proyecto 4
Tabla 2: Clasificación de nube de puntos. 9

INFORME TECNICO DE VUELOS LIDAR FOTOGRAMETRICO

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo consiste en el levantamiento LiDAR de una superficie de 3825,24 has en varias áreas acerca del canal de Panamá desde el sur hasta la costa Atlántica.
Con este levantamiento se pretende obtener unos modelos digitales para definición de la realdad terreno y superficie y el mapeo muy denso de la vegetación. Sobre la tecnología LiDAR, se utilizó un sensor Fullwave Form.

2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

Monumento natural Barro Colorado de Panama distribuido en 11 zonas listada en la siguiente tabla 1:

Tabla 1 Distribución de las Zonas del Proyecto

ID	NOMBRE AREA	AREA CONTRATADA (Ha)
1	BARRO COLORADO ANEXO	6,08
2	BARRO COLORADO	1542,50
3	ALFAGIA_1	1775,84
4	ALFAGIA_2	141,33
5	GIGANTE	233,34
6	PANAMA_PACIFICO	8,14
7	SAN_LORENZO	74,16
8	SANTA_RITA	8,14
9	SOBERANIA_1	8,14
10	SOBERANIA_2	8,14
11	METROPOLITANO	19,44
		3825,24

Sobre estas áreas se realizarán vuelos para para lograr un área de cobertura de 3.825,24 hectáreas tal como se muestra en las siguientes figuras. 1 y 2.

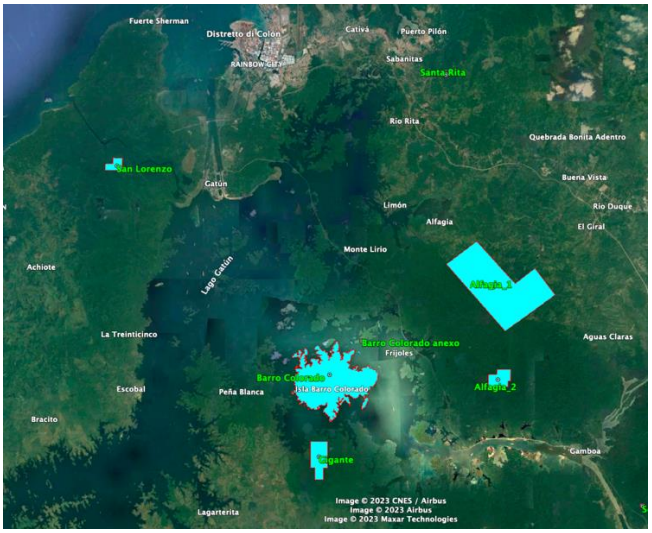

Figura 1: Delimitación área de trabajo Norte

Figura 2: Delimitación área de trabajo Sur

Para la investigación, donde el perfil vertical es una medida crítica, es mejor datos LiDAR Full Waveform en lugar de un sistema discreto. El uso de grandes huellas reduce el costo de mapear grandes regiones forestales, registra rápidamente los perfiles verticales del dosel, y proporciona una disposición vertical más definida de la estructura del bosque desde la parte superior del dosel hasta la superficie del suelo

Los sistemas LiDARFW registran el alcance de múltiples objetivos dentro de la masa forestal. Al medir la señal variable en el tiempo del pulso láser a medida que ilumina diferentes elementos de la masa forestal, más allá de las propias copas de los árboles gracias a la captura de los retornos ocasionados por los distintos rebotes dentro de la masa forestal.

3. TRABAJOS REALIZADOS.

3.1. PROCESADO DE DATOS

Realizado el vuelo, se procede con la descarga de la información y a la vez la verificación y respaldo.

Para realizar el trabajo de manera más eficiente, después de cada levantamiento, se revisaba la información para asegurar el vuelo, para los casos donde se encontró que algún defecto, ya sea la densidad de puntos o problemas con las imágenes, se rechazaba el vuelo y se debía ejecutar nuevamente.

Una vez que la información es verificada, debe procesarse para poder continuar con la obtención de los productos.

Los datos de posicionamiento se obtienen de los eventos y trayectorias proporcionados por los datos GPS e inerciales. Con los eventos obtenemos los parámetros de orientación externa que luego nos ayuda a orientar los fotogramas para generar las ortofotos.

3.2. PROCESADO DE TRAYECTORIAS

Se descargan y verifican los datos de la trayectoria en tiempo real esto para asegurarnos que se cuenta con la información completa. Seguidamente se procede a realizar un ajuste por corrección diferencial para obtener las precisiones según pliego de condiciones técnicas.

El proceso de ajuste de trayectorias se realiza en dos fases.

- **Fase I:** Ajuste de las observaciones registradas por el sistema GNSS aerotransportado con la red de estaciones en tierra o de medición continua.

- **Fase II:** Integración de la observación y el sistema Inercial para obtener la corrección diferencial de las mediciones realizadas.

Para la primera fase, se utiliza el método de corrección diferencial combinado, es decir las observaciones registradas por el sistema de navegación se corrige directa e inversamente (ida y vuelta) con las estaciones en tierra.

En este caso se ha utilizado la estación **IGN1** perteneciente al IGN, la cual es la más cercana al área del proyecto en la zona Sur y la estación **STRI** comisionada por un proveedor local y puesta aproximadamente en el medio del área total de levantamiento.

Figura 3: Reseña estación IGN1 y STRI

El objetivo de esta primera fase es lograr la solución en tres dimensiones de la trayectoria de la aeronave, para el caso una vez damos como válida dicha solución porque los errores obtenidos se encuentran dentro de las precisiones del fabricante. Por último, se debe verificar que la solución ida y vuelta está dentro de los parámetros de la contratación, que la calidad de la trayectoria luego de la corrección diferencial sea "**Quality 1**" y que la misma sea una solución **fixed**. Una vez se cumplen estas condiciones se exporta la solución para ser leída y corregir los giros.

Una vez se completa la fase del ajuste de las observaciones del sistema de navegación con las estaciones en tierra, se pasa a la fase II y final donde procedemos a importar el archivo de correcciones generado en la fase I y a calcular la nueva trayectoria aplicando dichas correcciones al inercial.

Posteriormente exportamos la solución en formato .csv que contiene las coordenadas X,Y,Z y Omega, Phi, Kappa de cada uno de los fotocentros. A este informe se adjunta listado de fotocentros.

3.3. POSTPROCESO LIDAR

Junto con el procesado de la información relativa a la posición y orientación del sensor conducente al cálculo de la trayectoria, es necesario el postproceso de la información capturada por el sensor láser, a fin de obtener la nube de puntos 3D requerida, junto con la información adicional necesaria para su posterior tratamiento (filtrado, clasificación, visualización, etc.). Esta fase del postproceso de datos brutos láser (raw-laser) se realiza a partir del software recomendado por el propio fabricante RIEGLc.

Dentro de este proceso se consideran los siguientes archivos:

•Configuración del ajuste del sensor. Este archivo procede del proceso de calibración del sensor que se realiza previamente al desarrollo del proyecto. Este fichero contiene toda la información referente a los giros (roll, pitch, heading –cabeceo, aleteo, deriva-), constante de torsión, corrección de distancias, compensación en altura, ángulo de corrección del escáner y parámetros de temperatura y presión.

•Fichero solución procedente del cálculo de la trayectoria mediante el post-proceso DGPS/INs

•RawLaser, datos brutos procedentes del sensor. Almacenados de forma secuencial y almacenados de forma organizada por carpetas. Cada una de estas carpetas contienen todos los ficheros correspondientes a cada línea de vuelo escaneada.

Del procesado de datos, se obtienen ficheros binarios en formato *.LAS (laser airborne scanner), los cuales contienen la información referente a coordenadas planimétricas y altimétricas de la nube de puntos LiDAR, así como información adicional complementaria.

A partir de los puntos de control se establece un modelo de diferencias altimétricas para ajustar la nube de puntos LiDAR a las cotas niveladas haciendo uso del software StripAligment. Esto nos

permitirá garantizar que los datos LiDAR ajustados y agrupados en nubes de puntos tengan consistencia altimétrica y posicional con base en el control geodésico.

Por tanto, el resultado del control de calidad de los datos LiDAR contra los puntos de control en tierra lo computamos con el software lastools obteniendo la siguiente información:

```
  number_of_returns   0          7
  edge_of_flight_line 0          1
  scan_direction_flag 0          0
  classification      0         30
  scan_angle_rank   -55         45
  user_data           1        231
  point_source_ID     4         26
  gps_time 369150691.830040 369155271.958798
  extended_return_number          0     15
  extended_number_of_returns      0     15
  extended_classification         0     30
  extended_scan_angle         -9244   7475
  extended_scanner_channel        0      1
number of first returns:        588979399
number of intermediate returns: 269125592
number of last returns:         588979475
number of single returns:       229640957
covered area in square meters/kilometers: 28992984/28.99
point density: all returns 41.99 last only 20.31 (per square meter)
      spacing: all returns 0.15 last only 0.22 (in meters)
```

4. GENERACIÓN DE PRODUCTOS

4.1. CLASIFICACIÓN DATOS LIDAR

Una vez tenemos la nube de puntos ajustada el objetivo de esta fase de trabajo es obtener la nube de puntos clasificada. Se centra por tanto en la edición y tratamiento de la nube de puntos en el proceso de clasificación. Este proceso se realiza utilizando el software LAStools.

Los datos LiDAR son clasificados inicialmente mediante algoritmos matemáticos automatizados que permiten tener una primera categorización de los puntos de la nube LiDAR. Los parámetros de configuración de estos algoritmos son establecidos en función de las características de la zona de trabajo para obtener unos resultados óptimos.

Las categorías básicas para la clasificación de los datos LiDAR en la realización del proyecto son las siguientes:

Tabla 2: Clasificación de nube de puntos.

Clase	Descripcion
1	Otros (Todos los objetos hechos por el hombre que no forman parte de otras categorías)
2	Suelo
3	Vegetación
6	Edificios (excluyendo fachadas y objetos de techo)
7	bajo ruido aislado
9	agua
17	puentes
18	Alto ruido aislado
20	objetos de techo (chimeneas, antenas, paneles solares)
21	vehículos
22	Muros/Fachadas
23	Puntos reales bajo tierra (agujeros, hoyos, fondo de piscina)
24	cables de bajo voltaje
25	cables de alto voltaje
26	Cables de Ferrocarril
27	Torres de Baja Tensión
28	Torres de Alta Tensión
29	torres de ferrocarril
30	vallas

Figura 4: Nube de puntos LiDAR clasificada por intensidad

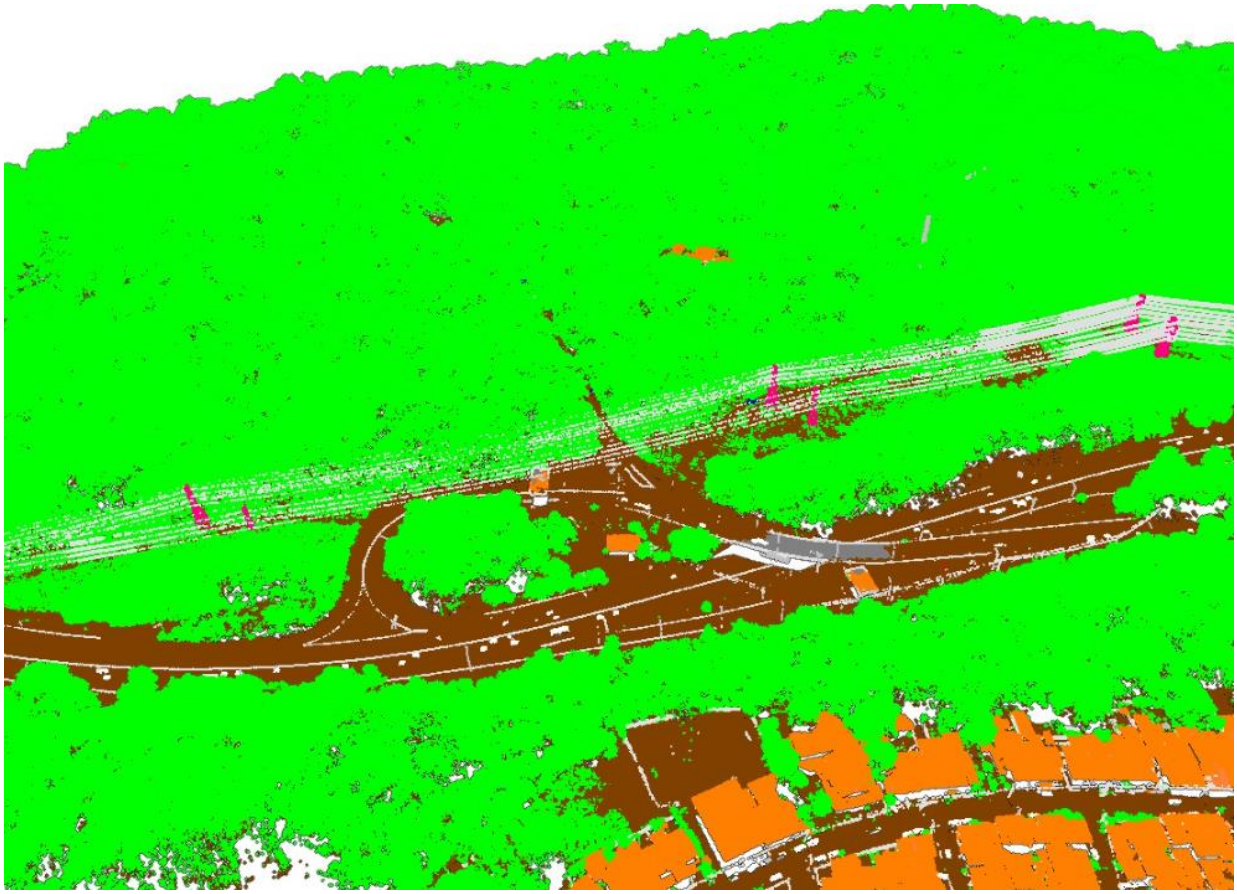

Figura 5: Nube de puntos LiDAR clasificada por capa

4.2. GENERACIÓN DE MODELOS DIGITALES

El sistema LiDAR permite el registro de una gran cantidad de información del terreno. Esta ha de ser dividida en hojas para poder ser tratada y analizada. Los productos derivados a partir de LiDAR se generan utilizando el software LAStools, este realiza los procedimientos trabajando por hojas de forma que se asegure la continuidad de los modelos entre las mismas y no existan saltos bruscos artificiales.

La nube de puntos capturada por el sensor LiDAR no es totalmente regular por lo que es necesario realizar un procedimiento de interpolación de cota para obtener la malla regular del formato ráster solicitado.

A partir de la indicada nube de puntos LiDAR una vez ha sido depurada y tomando en cuenta solo aquellos que sean necesarios para cada tipología de Modelo Digital se llevará a cabo la obtención del mismo mediante un proceso de interpolación del conjunto irregular de puntos para obtener la malla regular con el espacio definido de 0,5 m.

4.2.1. Modelo Digital del Terreno (MDT)

Intervienen únicamente los puntos clasificados como terreno. A partir de los puntos Ground se obtiene la malla regular correspondiente al MDT.

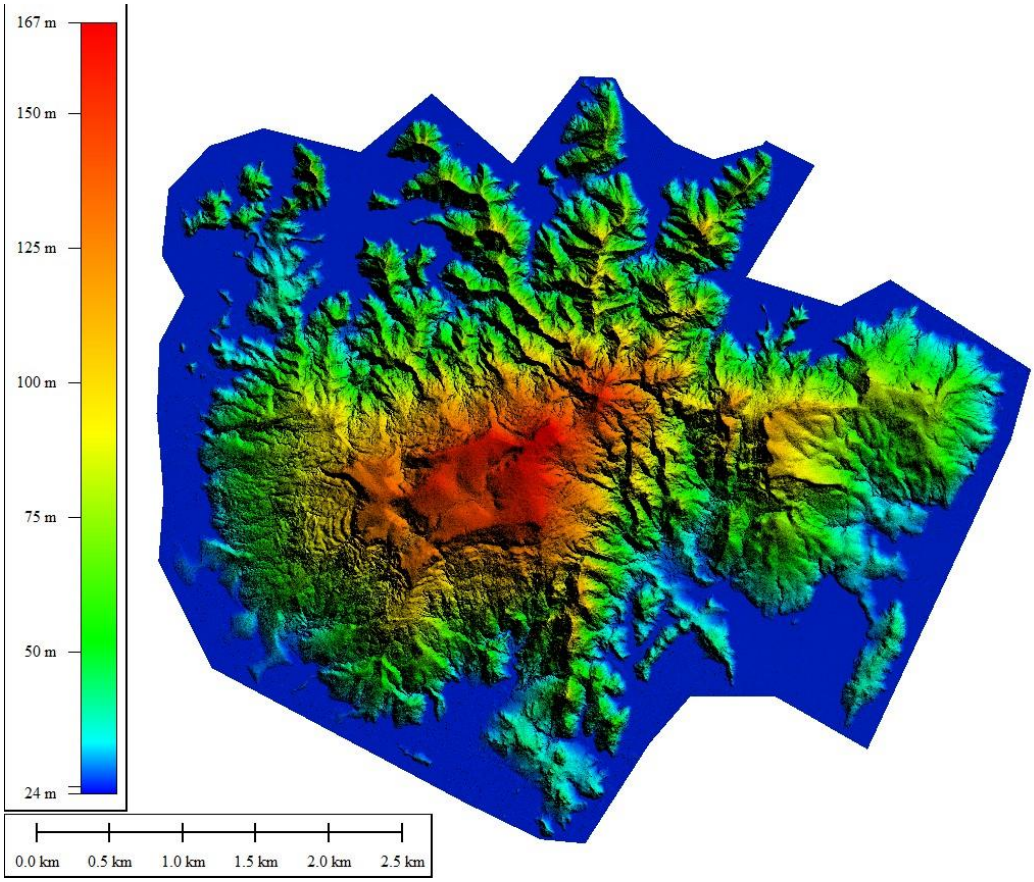

Figura 6: Modelo Digital Terreno 0,5m.

4.2.2 Modelo Digital de Superficie (MDS)

Se emplean los puntos de todas las categorías útiles. Estos puntos son filtrados para seleccionar el retorno adecuado en el caso de pulsos con retornos múltiples. Una vez se ha realizado el filtrado indicado se obtiene la malla regular correspondiente al MDS que representa la superficie terrestre con los elementos que existen sobre ella.

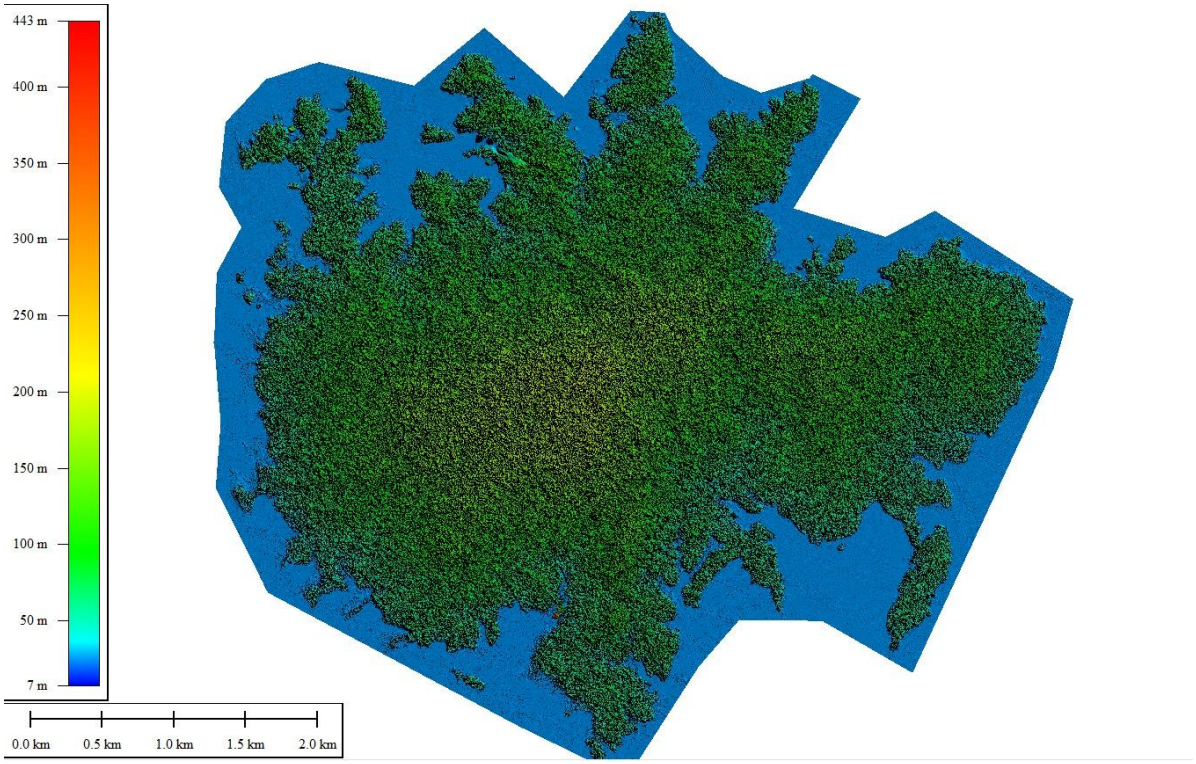

Figura 7: Modelo Digital Superficie 0,5m

4.2.3 Curvas de nivel

A partir de los datos de terreno clasificados se generan las curvas de nivel con equidistancia de 50cm.

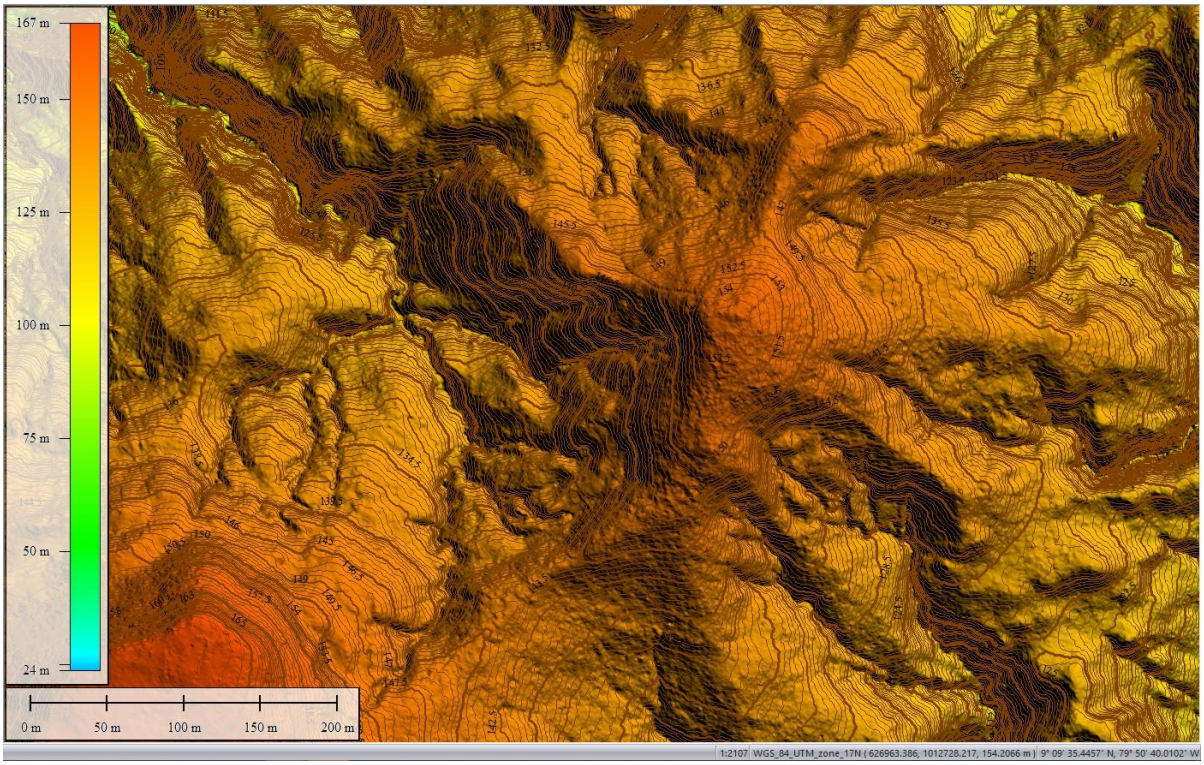

Figura 8: Curvada equidistancia 0,5m