



CartoData

Marzo 2014

Adquisición de datos LiDAR y fotografía.

Comunidad Forestal Oaxaca 2.

ALIANZA MÉXICO PARA LA REDUCCIÓN DE
EMISIONES POR DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN

www.alianza-mredd.org

Este informe ha sido posible gracias al generoso apoyo del pueblo de los Estados Unidos a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) bajo los términos de su Acuerdo de Cooperación No. AID-523-A-11-00001 (Proyecto de Reducción de Emisiones por la Deforestación y la Degradación de Bosques de México) implementado por el adjudicatario principal TheNatureConservancy y sus socios (Rainforest Alliance, Woods HoleResearch Center y Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable).

Los contenidos y opiniones expresadas aquí son responsabilidad de sus autores y no reflejan los puntos de vista del Proyecto de Reducción de Emisiones por la Deforestación y la Degradación de Bosques de México y de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, el Gobierno de los Estados Unidos.

CONTENIDO

CONTENIDO.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
Adquisición de datos LiDAR	5
Estaciones de control GPS.....	7
Trayectoria de la aeronave	8
Procesamiento del LiDAR.....	16
Procesamiento y Control de Calidad.....	17
Entregables	31
imágenes y ortofoto.....	41
Fotoíndice	42
Generación de ortofotos.....	48
Anexos.....	50
Anexo 1 Especificaciones técnicas	50
Anexo 2. Resultados de la trayectoria	51

INTRODUCCIÓN

En 2013 The Nature Conservancy, contrató a CartoData para la adquisición de datos LiDAR y fotografía aérea en 8 sitios de interés en diferentes estados de la República Mexicana, entre ellos Jalisco, Chihuahua, Estado de México, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Yucatán y Campeche.

El alcance del proyecto esta descrito en el contrato CNOMEX-072213.

Este informe corresponde a las actividades aéreas y de post-procesamiento ejecutadas en la Comunidad Forestal de Oaxaca 2, como se muestra en la figura 1 de este informe, esta zona comprende un total de 3 transectos y 2 cuadrantes (76.8 km^2)

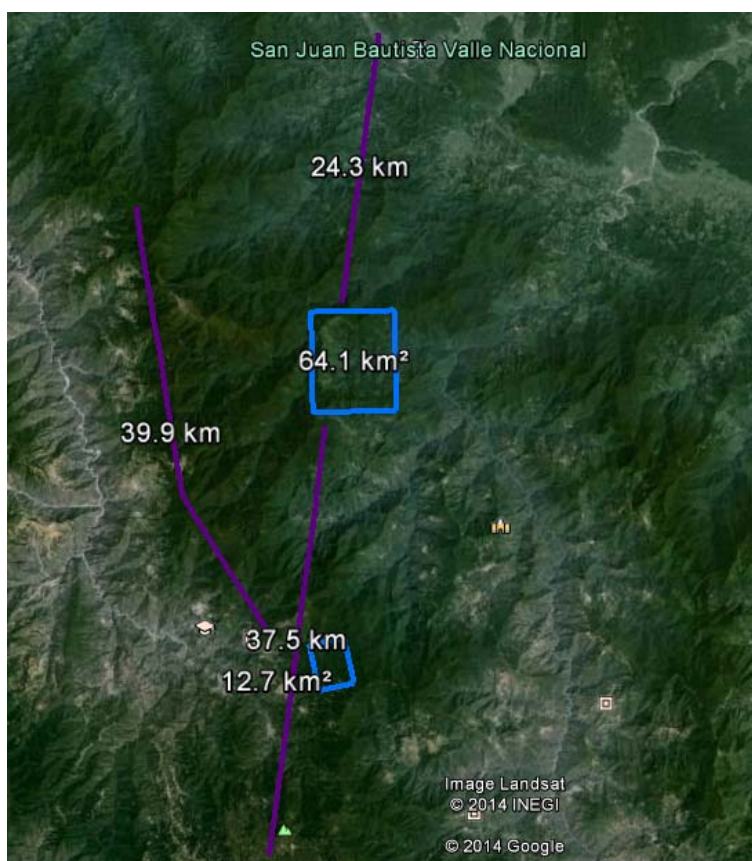


Figure 1 Comunidad Forestal Oaxaca 2

Todas las fases del proyecto, fueron ejecutadas de acuerdo a las especificaciones técnicas contenidas en el Anexo 1

ADQUISICIÓN DE DATOS LIDAR

Los vuelos se realizaron utilizando un sensor Riegl LMS Q780, equipado con un GPS/IMU de NovAtel y una cámara de 80mpx , todos estos montados sobre un Cessna T206.

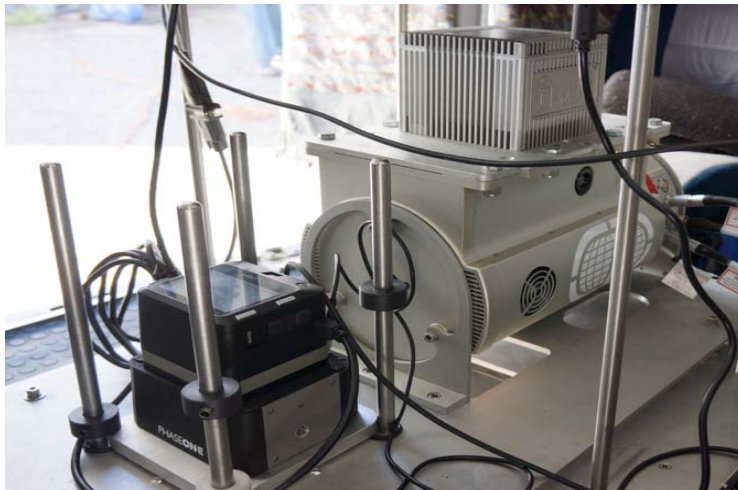


Figure 2 LiDAR y camara



Figure 3 Aeronave

Se generaron los planes de vuelo, mismos que fueron elaborados bajo los siguientes parámetros:

- 400kHz de frecuencia
- Campo de visión (FOV) de 30° equivalente a un angulo de +/-15° .
- Altura de vuelo 3,500 pies
- Velocidad de la aeronave 100 nudos
- Sobreposición en las lineas de vuelo con 50%

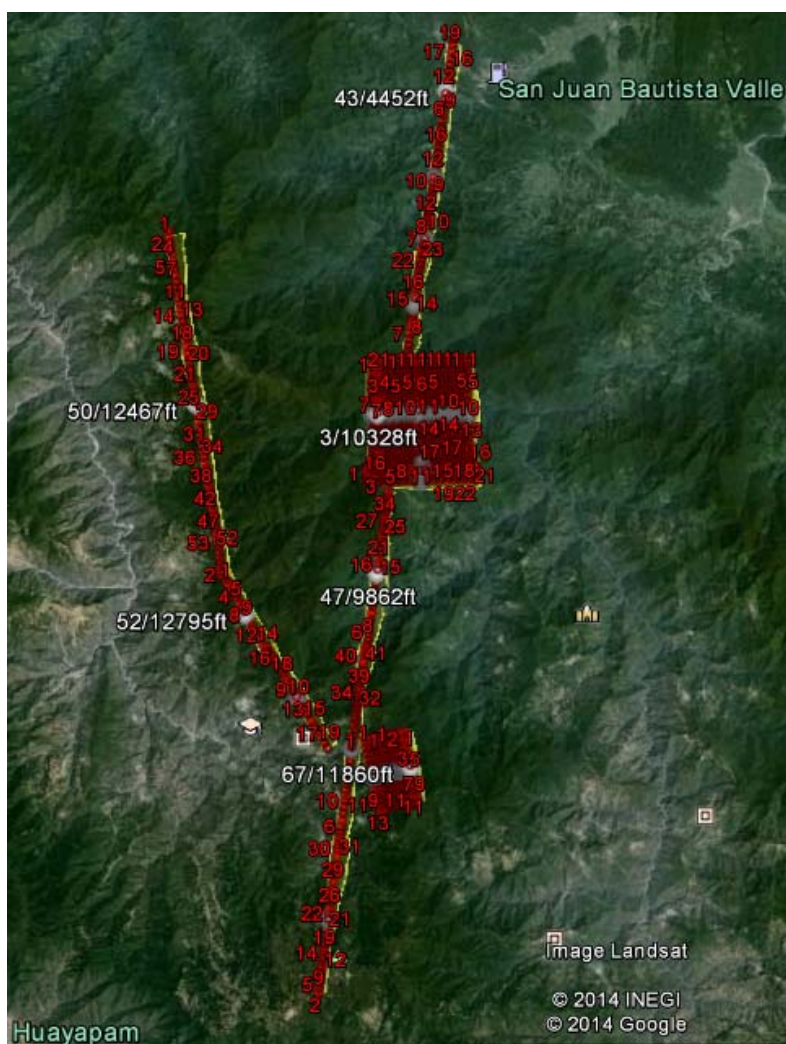


Figure 4 Planes de vuelo

ESTACIONES DE CONTROL GPS

De manera simultánea, durante los vuelos se posicionaron GPS de doble frecuencia, mismos que son instalados 15 minutos antes de despegar, y se apagan 15 minutos después de finalizado el vuelo.

Estos GPS junto con la información del GPS/IMU aerotransportado, nos ayudan a obtener la trayectoria del avión y su posición en todo momento.

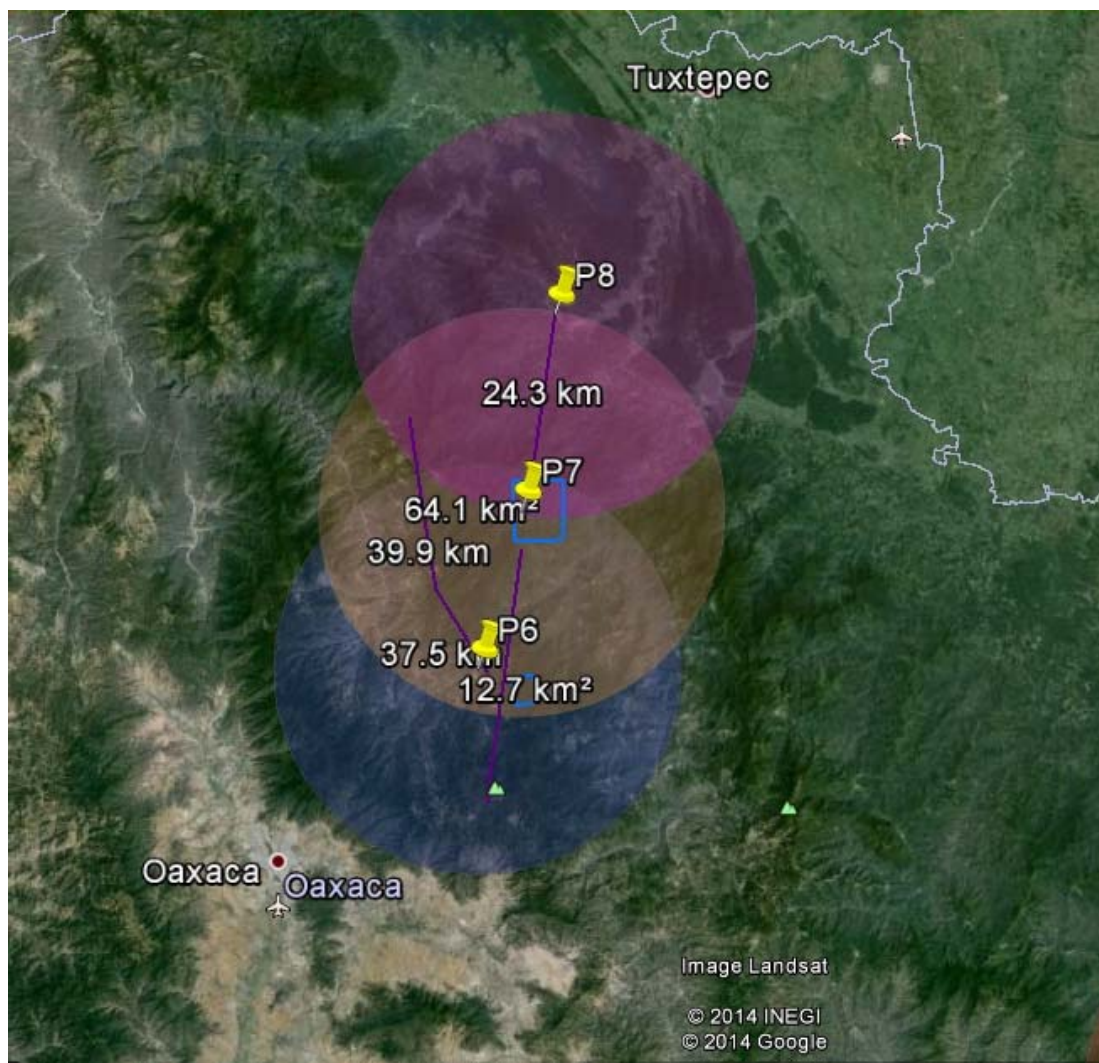


Figure 5 Planeación de ubicación para puntos de control

TRAYECTORIA DE LA AERONAVE

La trayectoria de la aeronave durante la misión es esencial para garantizar la precisión requerida en proyectos con tecnología LiDAR, el proceso de la trayectoria consta de lo siguiente:

- Descargar los datos GPS de las dos estaciones activas del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática INEGI. <ftp://geodesia.inegi.org.mx/> para este proyecto se utilizaron las estaciones ubicadas en Puebla (ICEP), Oaxaca (OAX2) y Veracruz (UVER).
- Se comienzan los cálculos de coordenadas para los puntos base en conjunto con la información descargada anteriormente. Todo esto se realiza usando el software GrafNet 8.2. La precisión hasta este paso puede ser comprobada al examinar los residuales de la triangulación de la red como se muestra a continuación.

Para más detalles de los resultados, por favor revisar el archive .txt incluidos en esta entrega.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en el ajuste de los puntos de control de la sesión con fecha 21 de Enero 2014.

Residuales de los puntos de control (Ajuste realizado)			
Nombre de la estación	RE (m)	RN (m)	RH (m)
ICEP	0.0061	-0.0189	-0.0323
OAX2	0.0111	0.0203	0.0025
UVER	-0.0181	-0.0012	0.0287
RMS	0.0128	0.0160	0.0250

COORDENADAS DE SALIDA DE LAS ESTACIONES			
Nombre de la estación	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
G4022	17 18 54.70705	-96 26 52.34316	2075.5645
G6003	17 00 07.85130	-96 43 19.16061	1516.9854
ICEP	19 01 58.88525	-98 11 15.34424	2150.2639
OAX2	17 04 42.02514	-96 43 00.25551	1607.2444
P0060	17 18 54.53712	-96 26 51.76099	2074.5876
UVER	19 09 55.68054	-96 06 51.66870	3.2193

Calculo de trayectoria usando las coordenadas de la estación base, y la información del GPS/IMU aerotransportado usando el software Inertial Explorer 8.2

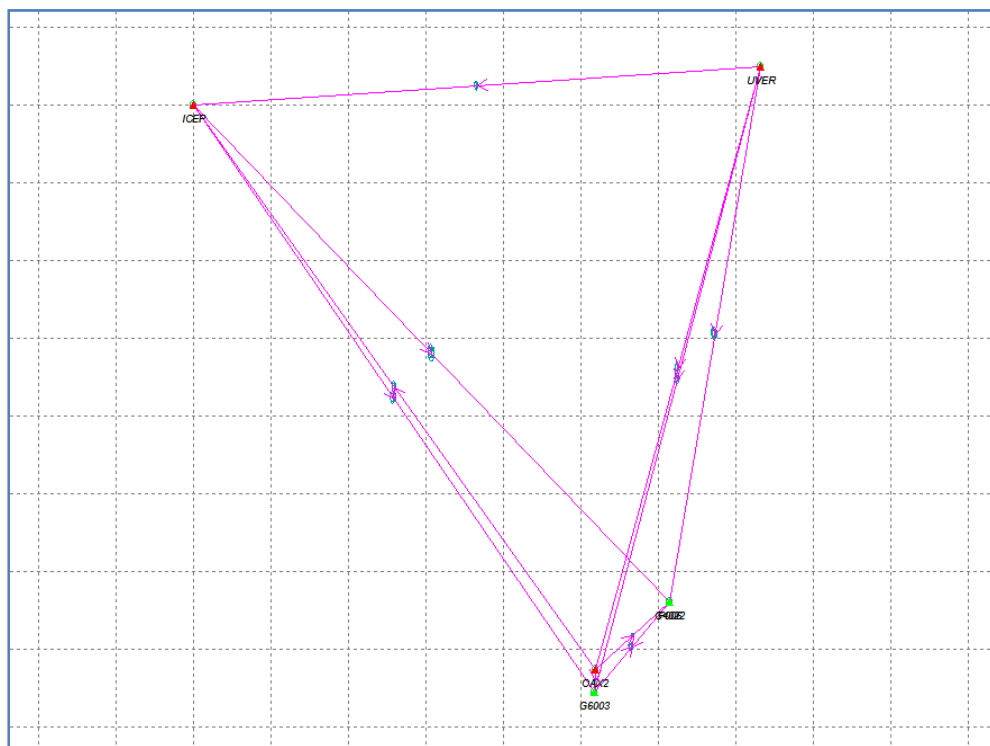


Figure 6 Ajuste de la base y estaciones activas



Figure 7 Trayectoria calculada desde el despegue del avión y hasta su aterrizaje

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en el ajuste de los puntos de control de la sesión con fecha 22 de Enero 2014.

Residuales de los puntos de control (Ajuste realizado)			
Nombre de la estación	RE (m)	RN (m)	RH (m)
ICEP	0.0113	-0.0188	-0.0329
OAX2	0.0145	0.0203	0.0105
UVER	-0.0266	-0.0009	0.0212
RMS	0.0187	0.0160	0.0234

COORDENADAS DE SALIDA DE LAS ESTACIONES			
Nombre de la estación	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
G3044	17 46 31.43213	-96 18 18.05253	80.6721
G6042	17 37 41.77977	-96 22 04.97525	1615.7577
ICEP	19 01 58.88525	-98 11 15.34394	2150.2639
OAX2	17 04 42.02514	-96 43 00.25531	1607.2524

P0060	17 18 54.53670	-96 26 51.76068	2074.5740
UVER	19 09 55.68055	-96 06 51.66890	3.2113

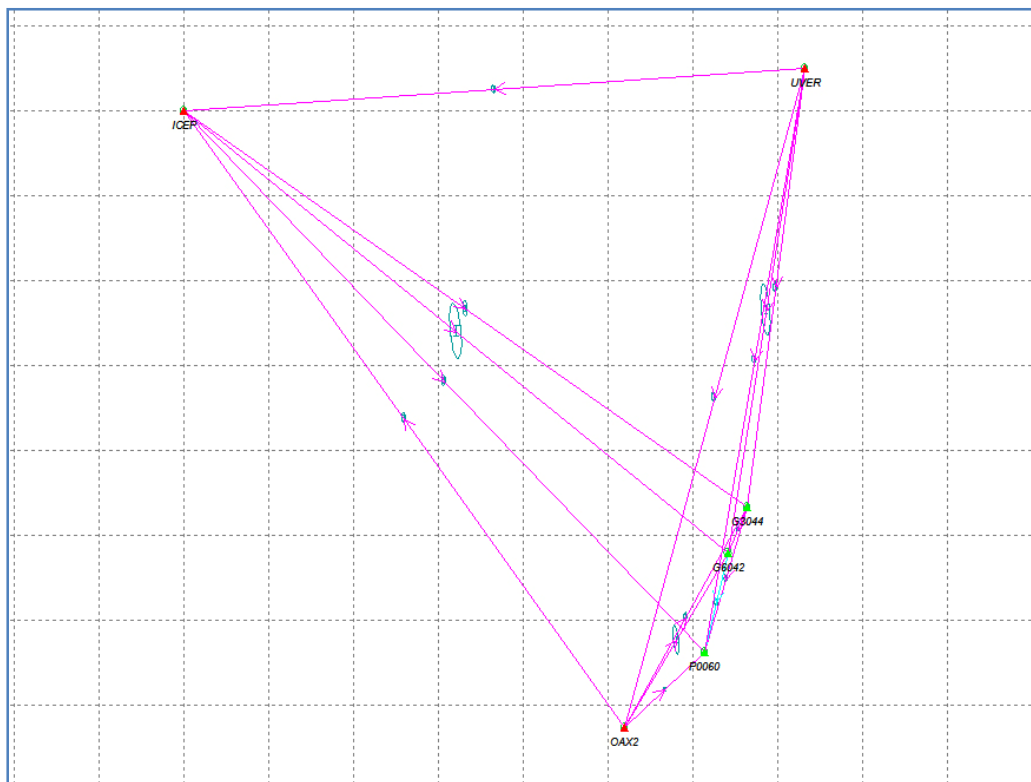


Figure 8 Ajuste de la base y estaciones activas

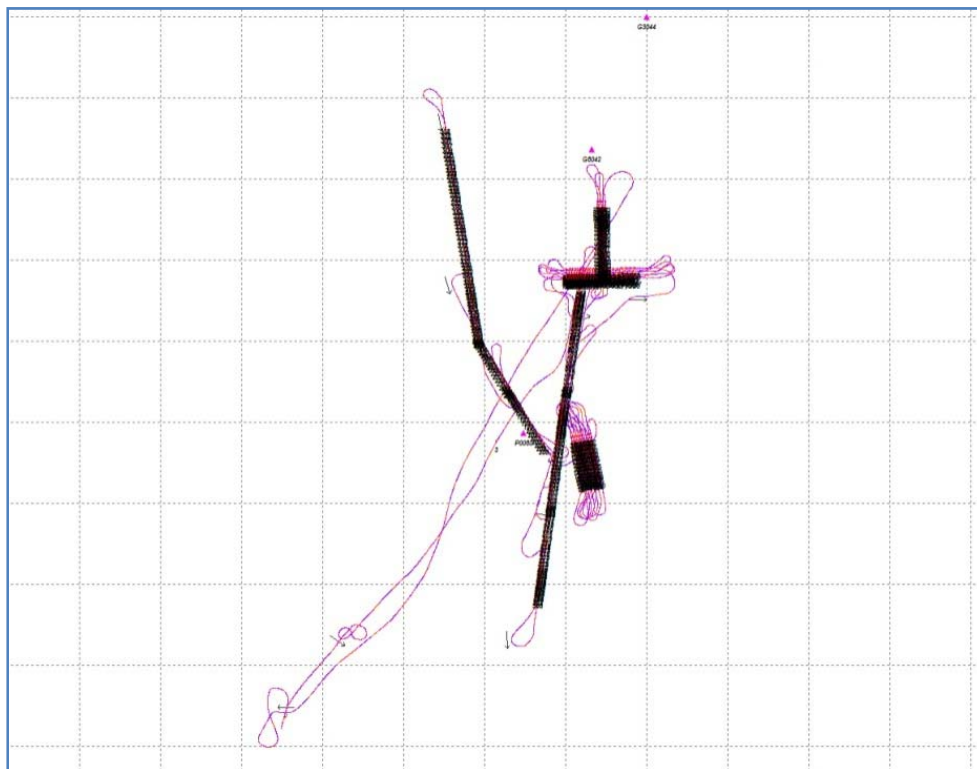


Figure 9 Trayectoria calculada desde el despegue del avión y hasta su aterrizaje

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en el ajuste de los puntos de control de la sesión con fecha 23 de Enero 2014.

Residuales de los puntos de control (Ajuste realizado)			
Nombre de la estación	RE (m)	RN (m)	RH (m)
ICEP	-0.0041	-0.0149	-0.0294
OAX2	0.0155	0.0181	-0.0073

TOL2	-0.0102	-0.0038	0.0367
RMS	0.0110	0.0137	0.0275
COORDENADAS DE SALIDA DE LAS ESTACIONES			
Nombre de la estación	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
G6003	17 00 07.86186	-96 43 19.17571	1517.0083
G6042	17 37 41.78000	-96 22 04.97631	1615.7537
ICEP	19 01 58.88561	-98 11 15.34502	2150.3113
OAX2	17 04 42.02536	-96 43 00.25565	1607.2678
P0060	17 18 54.53676	-96 26 51.76071	2074.5603
TOL2	19 17 35.64503	-99 38 36.49470	2651.7966

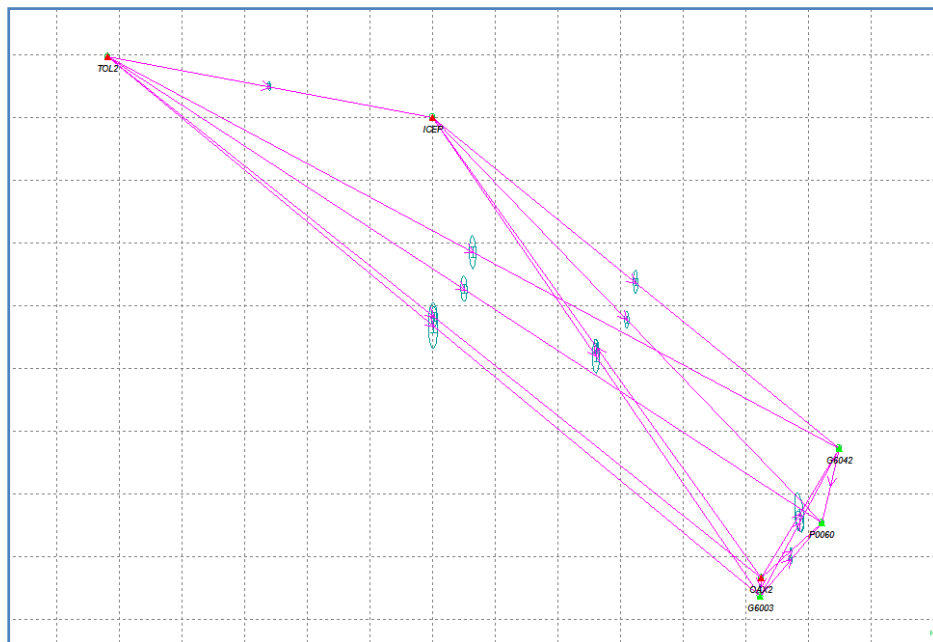


Figure 10 Ajuste de la base y estaciones activas

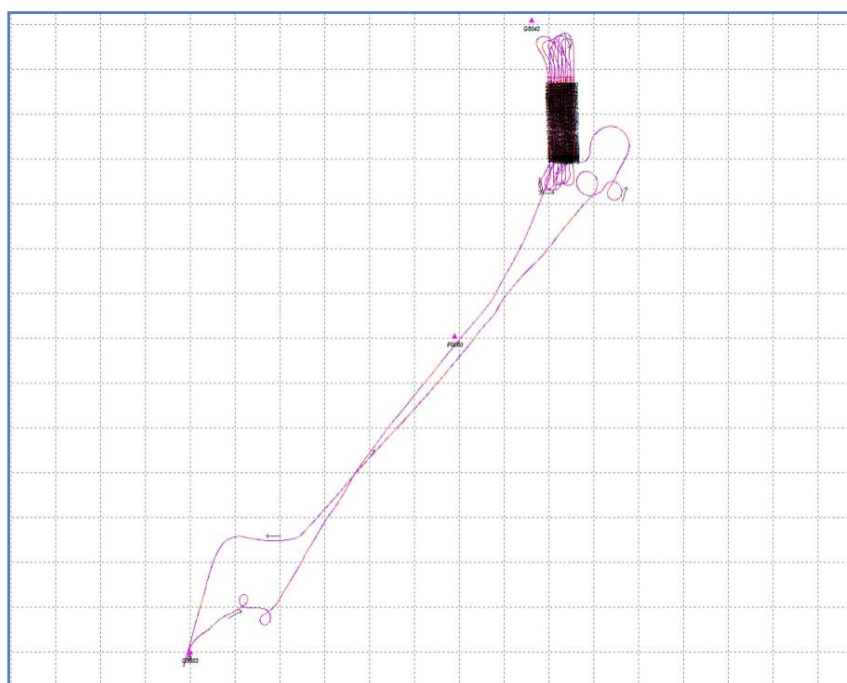


Figure 11 Trayectoria calculada desde el despegue del avión y hasta su aterrizaje

La precisión de la trayectoria se puede analizar viendo el valor Q (Quality) y PDOP, parámetros que son reportados a cada segundo por el software. El valor Q va desde 1 para muy bueno hasta 6 para malo. El valor Q es el indicador de la exactitud posicional que el software determina considerando el número y ubicación de los satélites GPS junto con la información de la Unidad de Medición Inercial (IMU).

En el Anexo 2 se muestra una impresión de pantalla parcial de los resultados del cálculo de las trayectorias. Información relevante para ver en esos reportes es el numero de satélites “S”, la calidad de la observación, expresada como “Q” y el PDOP que va del 1 al 4, siendo uno la geometría ideal para la constelación de los satélites.

PROCESAMIENTO DEL LIDAR

Una vez que se ha calculado la trayectoria del vuelo LiDAR, se post procesan los datos utilizando el software RiProcess, este software realiza un ajuste a la nube de puntos de líneas sobrepuestas para alinearlas vertical y horizontalmente.

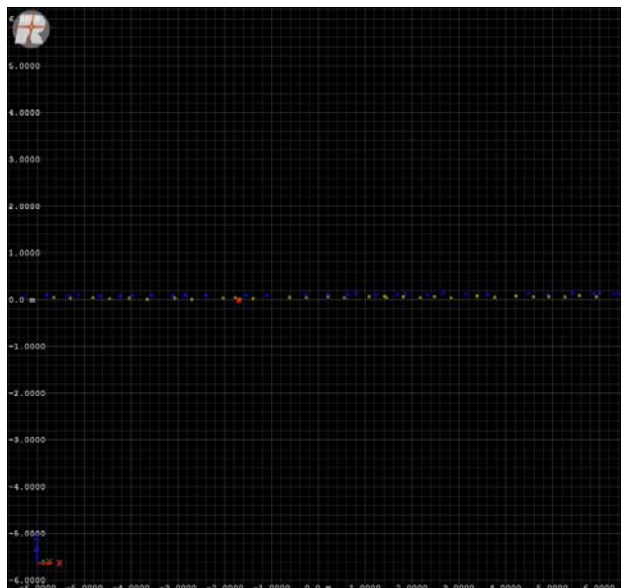


Figure 12 Ajuste de nube de puntos LiDAR

Los parámetros del procesamiento son esenciales para obtener los resultados deseados y acordes a las especificaciones del proyecto.

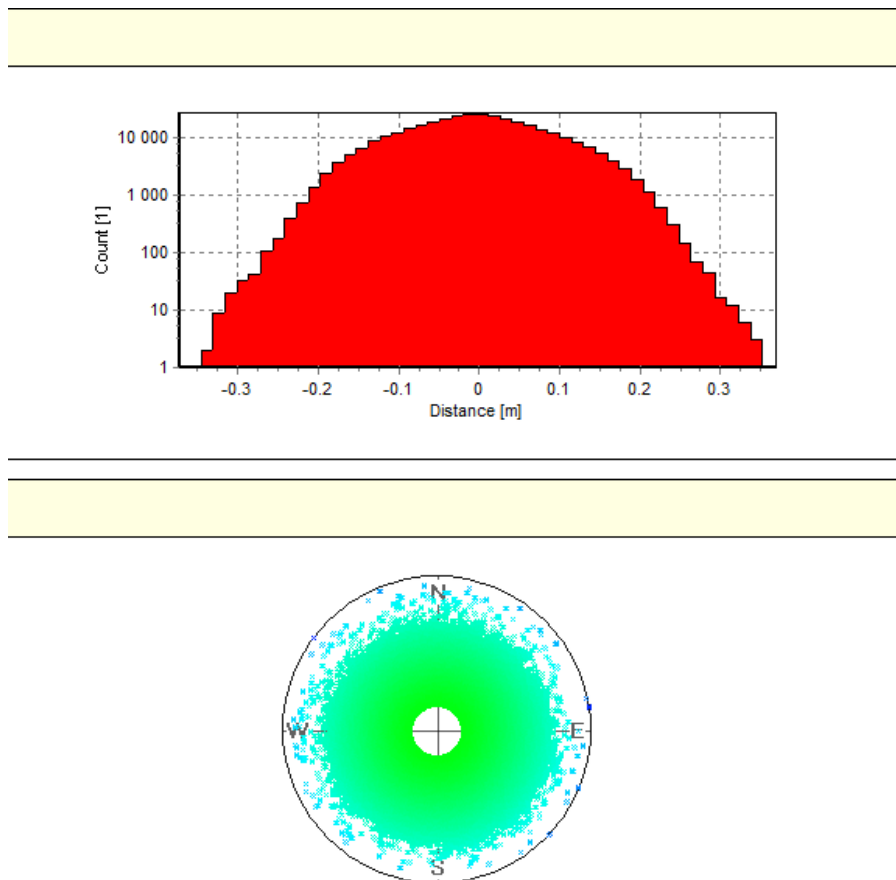


Figure 13 Histograma de residuales y grafica de orientación.

Una vez realizado el procesamiento de los datos y analizados los resultados, se exporta la información en formato LAS, para su posterior análisis y control de calidad.

Procesamiento y Control de Calidad

Para garantizar la buena calidad de la información y el cumplimiento de las especificaciones se realizaron diversos controles de calidad durante el procesamiento y generación de los entregables.

Para el proyecto denominado Oaxaca 2 se adquirieron un total de 83 líneas de vuelo en tres sesiones los días 21, 22 y 23 de enero del 2014.

Cada una de las líneas cuenta con un campo de visión de 60° (-30° a 30° sobre el nadir) para así obtener la cobertura y la calidad adecuada sobre los primeros 30° (-15° a 15° sobre el nadir) tal como se requiere contractualmente.

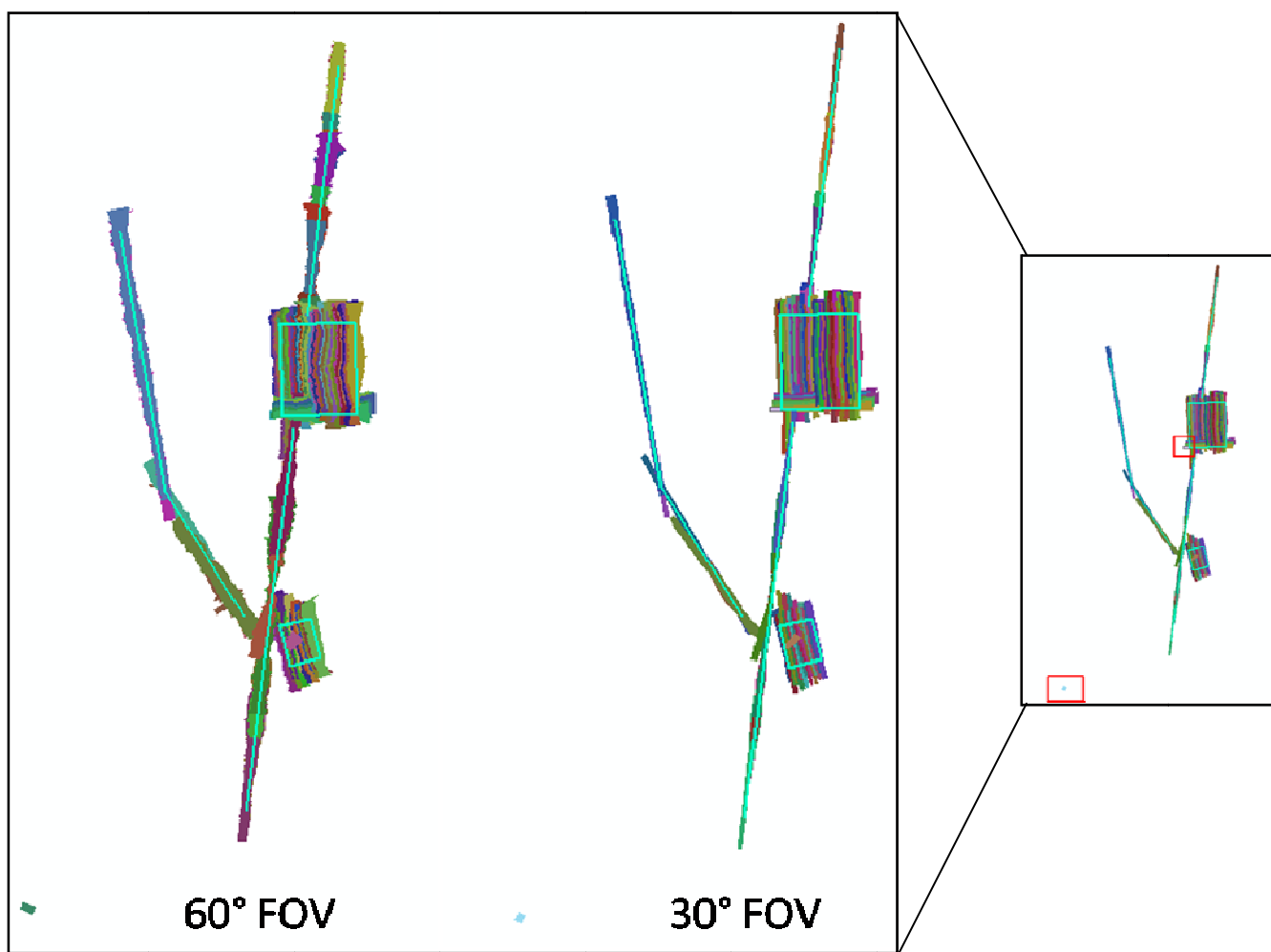


Figure 14 Vista de las 83 líneas de vuelo

Se realizaron muestreos para comprobar de forma visual la precisión de los GPS dentro de los datos LiDAR

Una vez garantizada la cobertura del proyecto se descartaron dos líneas de vuelo que no estaban dentro del mismo, además no cumplían con la calidad necesaria ni las dimensiones mínimas.

Validación de cobertura y precisión de la información. (QC)

Quedando 81 líneas de vuelo efectivas dentro del proyecto, se validó que el traslape entre éstas fuera al menos 50%, procurando que toda la zona estuviera cubierta al menos por dos líneas de vuelo diferentes. Los resultados fueron superiores, ya que obtuvimos zonas donde se cruzaban hasta 7 líneas.

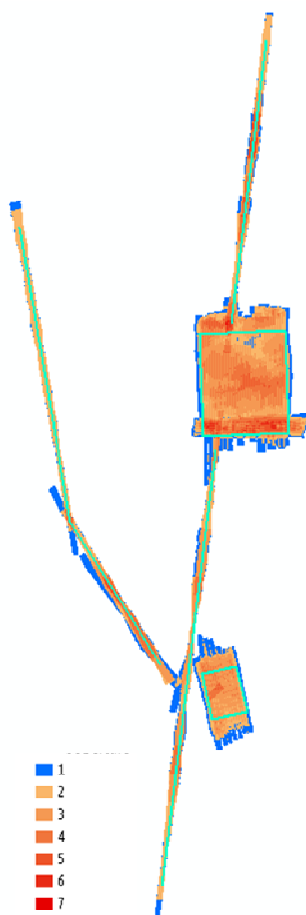


Figure 15 Cantidad de traslape entre líneas de vuelo, el color azul muestra las únicas zonas donde el traslape no es mayor al 50%.

El procesamiento de los datos LiDAR cuenta con una precisión relativa de ± 15 cm en vertical para áreas planas, esto significa que la variación de elevación entre las líneas traslapadas específicamente en zonas planas y libres de vegetación debe encontrarse en ese rango.

Con el fin de validar esta precisión se realizó un muestreo en diferentes puntos, buscando zonas planas y comprobando que la separación entre los puntos de diferentes líneas no tuvieran mayor separación a 15cm.

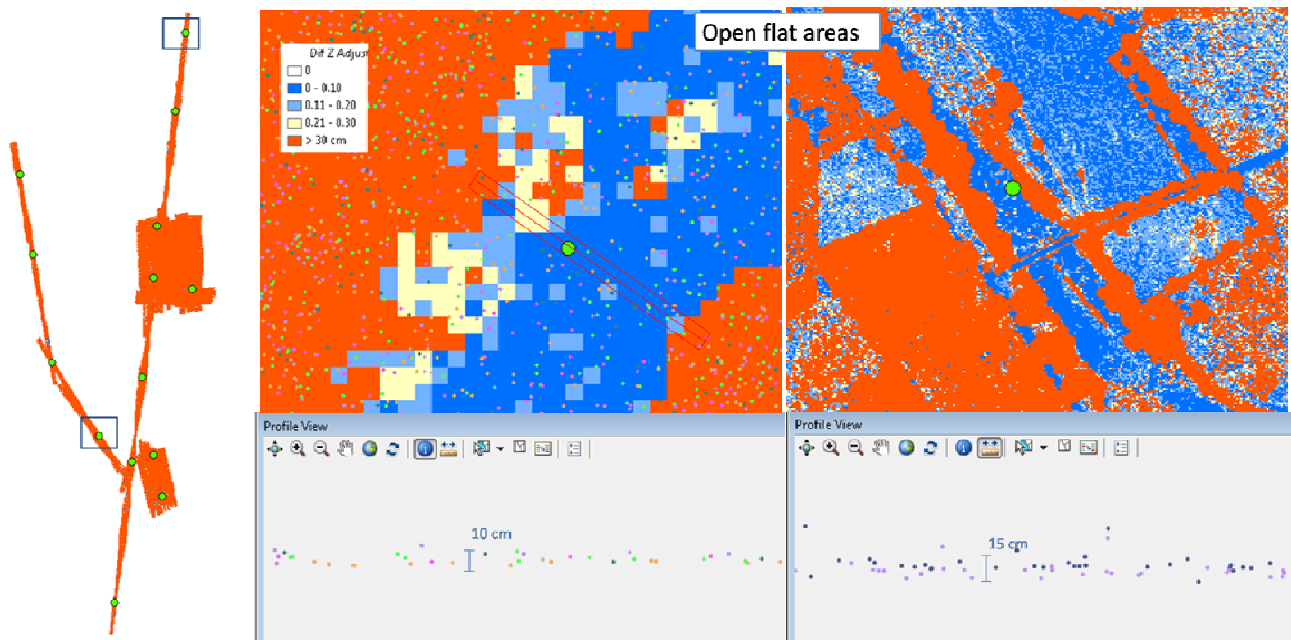


Figure 16 Distribución de los muestreos en el proyecto. Dos de ellos en zonas planas donde la diferencia de elevación oscila entre los límites, los colores de los puntos distinguen líneas de vuelo diferentes.

Las especificaciones técnicas requieren una densidad de 8 puntos por metro cuadrado, por lo cual se hizo un cálculo preliminar de densidad, considerando las 81 líneas e incluyendo el total de retornos por pulso, obteniendo resultados muy superiores a lo esperado.

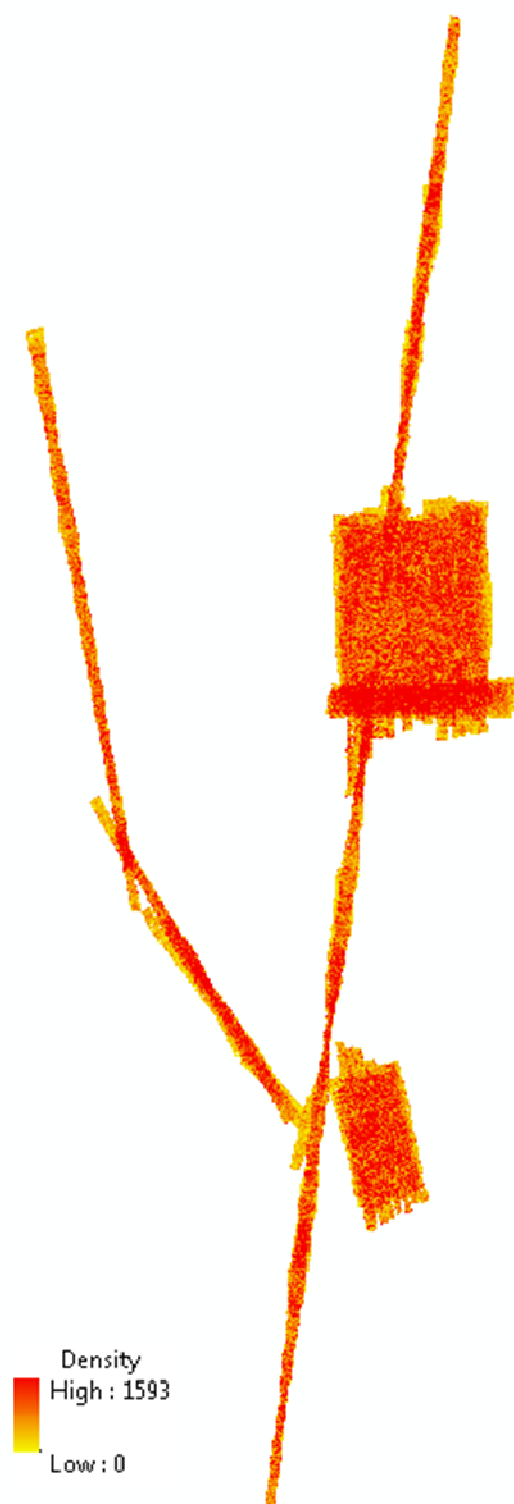


Figure 17 Cálculo preliminar de densidad de puntos por metro cuadrado.

Conociendo la densidad de puntos por metro cuadrado se generaron los polígonos de cobertura para los tres transectos, mismos que se usaran para determinar la cobertura del total de los entregables.

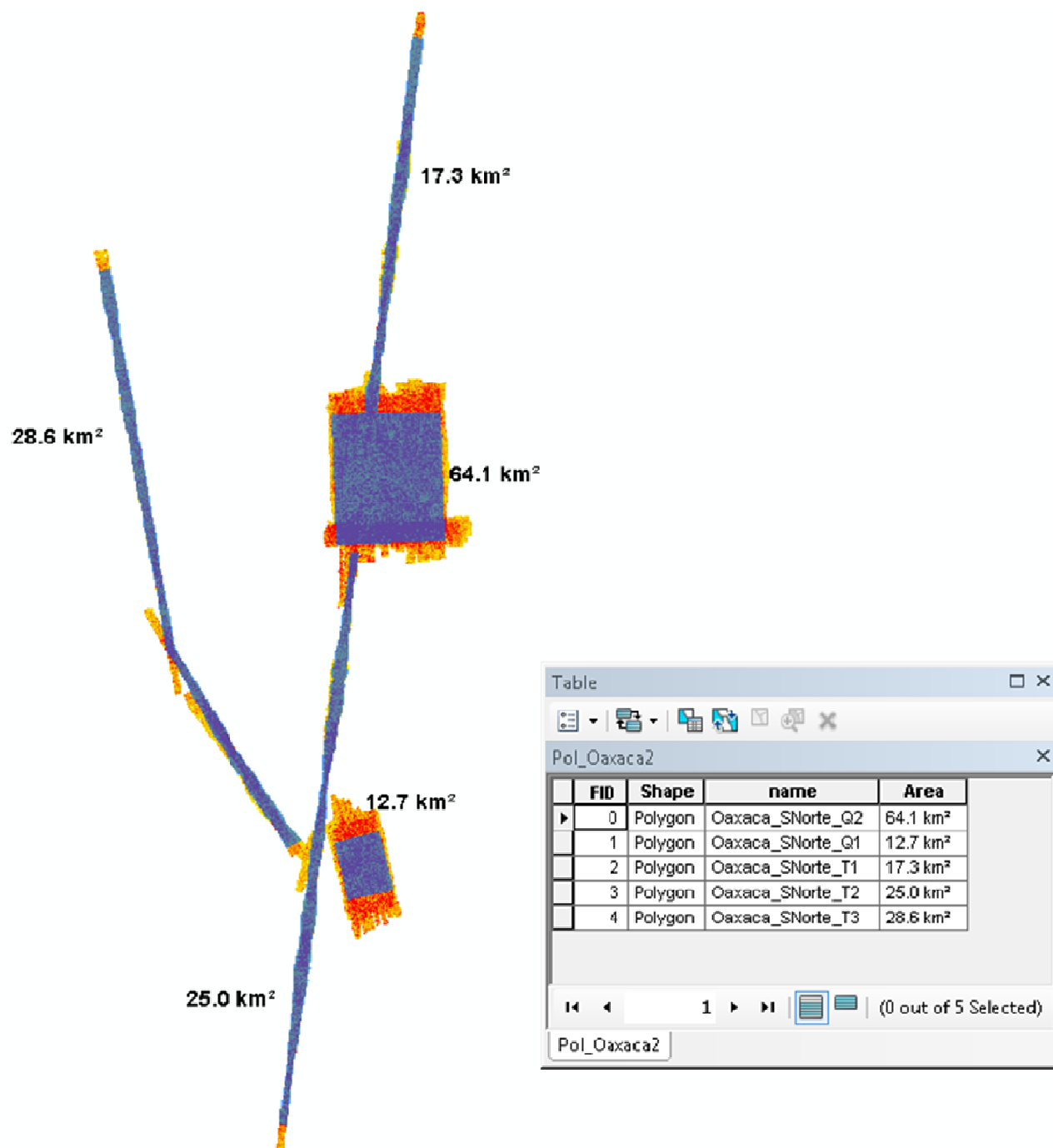


Figure 18 Conjunto de polígonos de cobertura para el proyecto.

Delimitando los límites del proyecto (dos cuadrantes y tres transectos), se calculó nuevamente la densidad de puntos excluyendo las zonas no requeridas, y se obtuvieron resultados de hasta 609 puntos en un metro cuadrado.

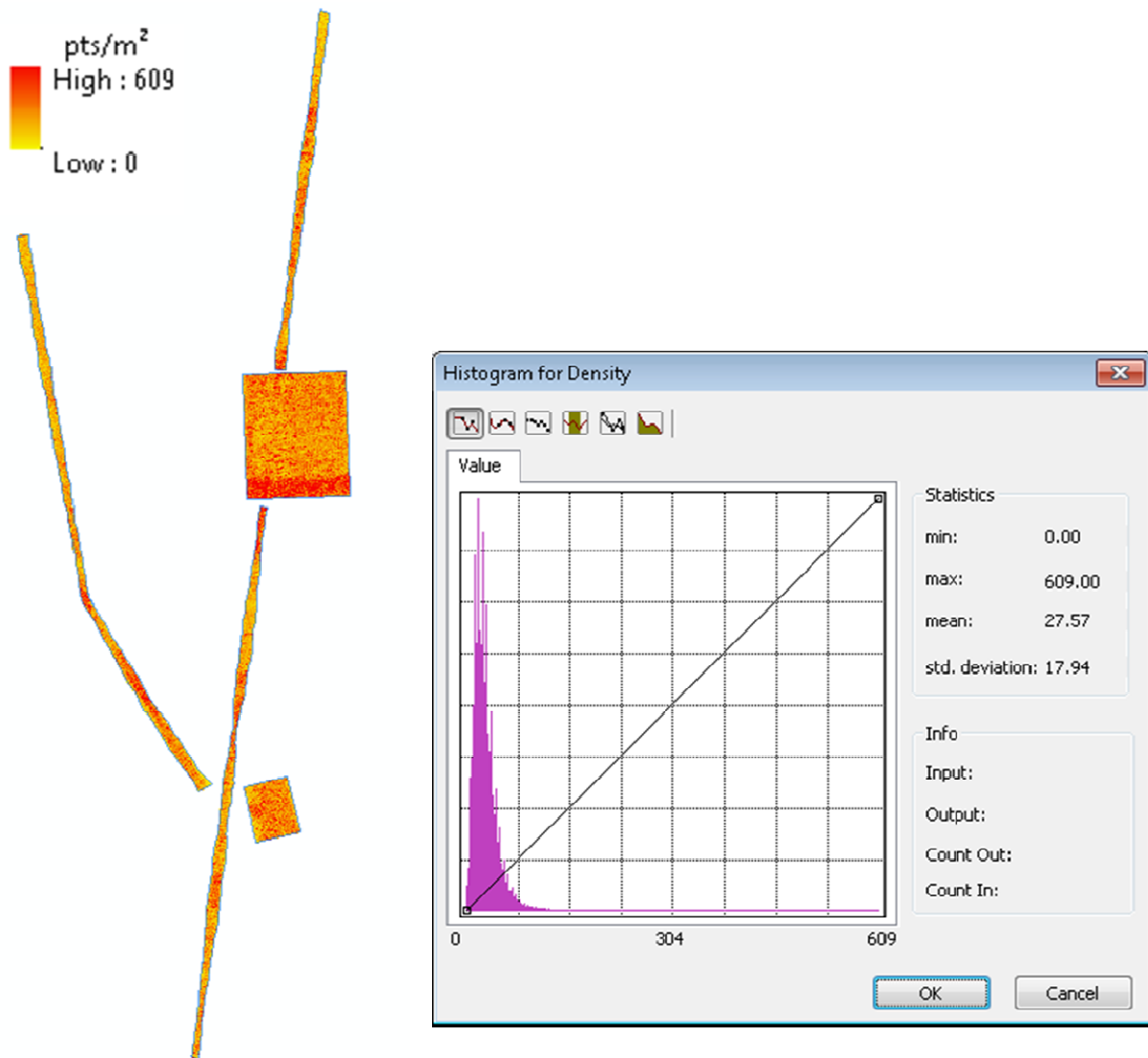


Figure 19 Densidad de puntos por metro cuadrado para el área que delimita el proyecto.

Debido a diversos factores como pueden ser; vegetación, reflectancia, topografía, entre otros, la densidad de puntos puede ser menor a la estimada, por lo cual se revisó y analizó las zonas con menos de los puntos esperados.

Identificamos que aproximadamente un 4 % del proyecto tiene menos de 8 pts/m², sin embargo observamos que la distribución de estos es muy dispersa, por lo tanto no tiene un efecto directo en la calidad de los productos generados.



Figure 20 Distribución y porcentaje de coberturas del proyecto basado en la densidad de puntos por metro cuadrado.

Con el fin de validar la precisión absoluta de los datos LiDAR se realizó una comprobación con los puntos de apoyo levantados para el proceso de aerotriangulación, utilizando principalmente los puntos que caen dentro de los límites del proyecto.

De un total de 26 puntos de apoyo levantados se utilizaron 17 puntos para realizar la comprobación de la precisión, analizando visualmente las diferencias de elevación entre el punto levantado y los datos LiDAR, obteniendo un RMSE = 0.13m

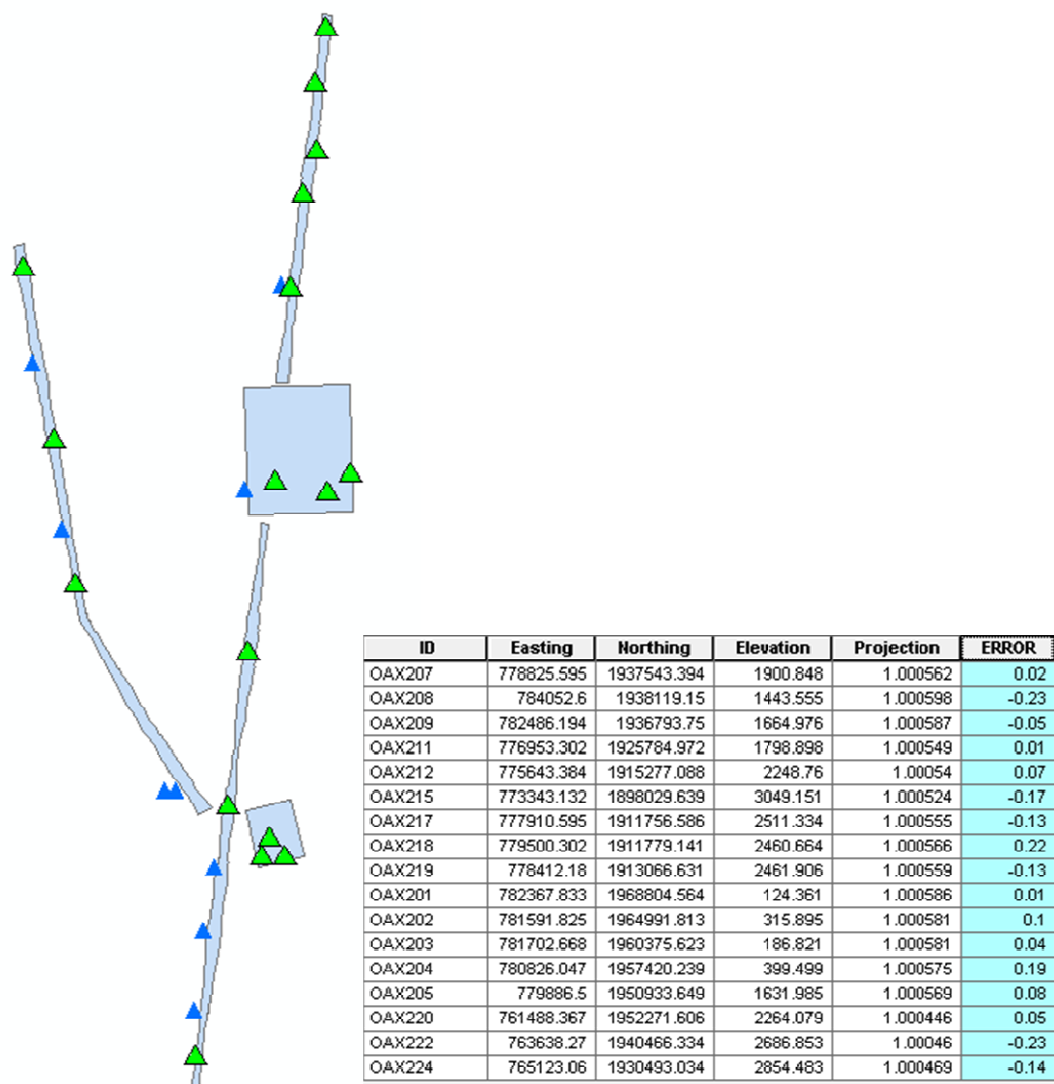


Figure 21 Distribución y cálculo de las diferencias de elevación, los 17 puntos verdes fueron los utilizados para el cálculo del RMSE.

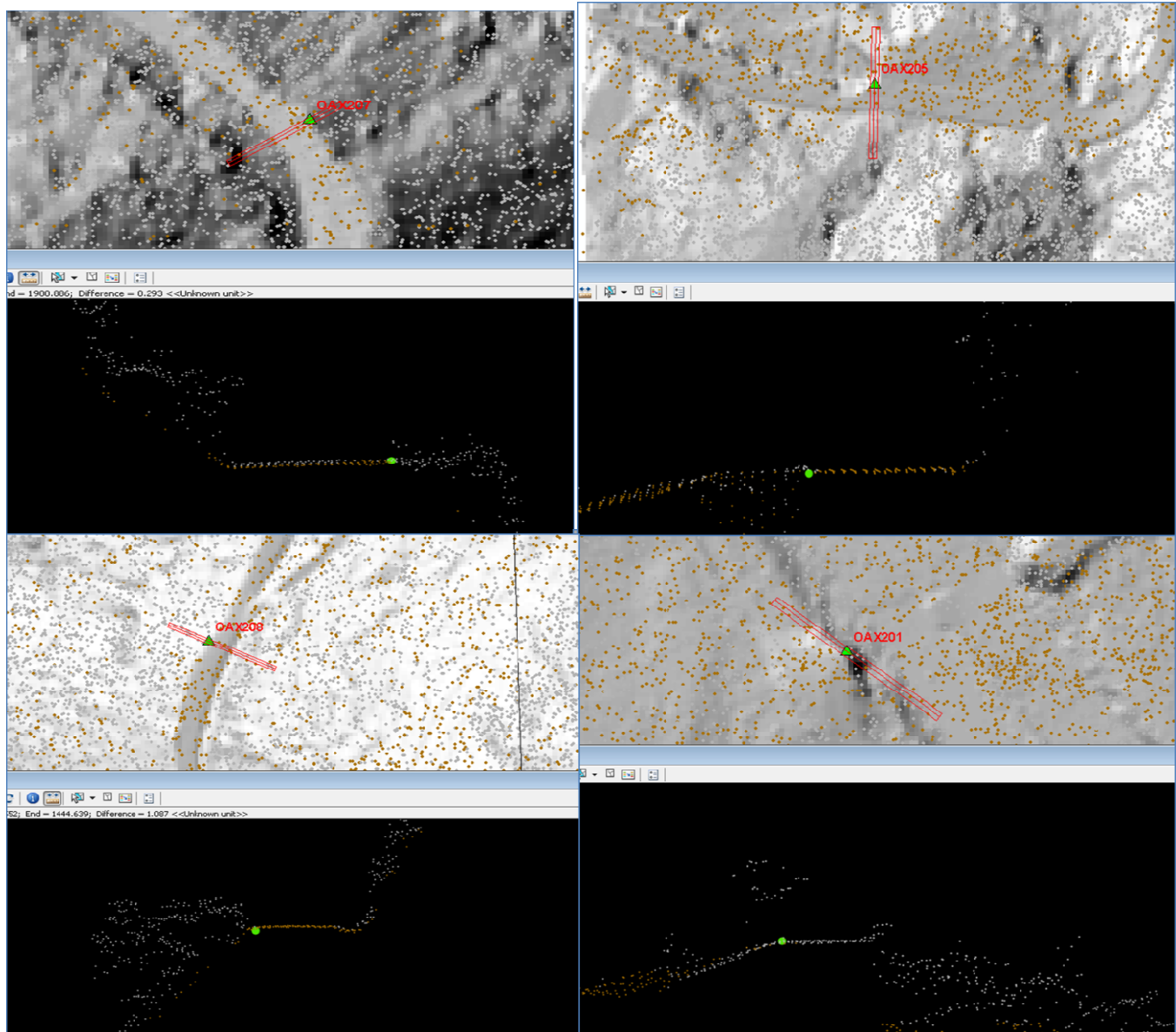


Figure 22 Ejemplos de la cuantificación visual del error entre los puntos de apoyo y LiDAR. Los puntos verdes corresponden al punto de apoyo comparado con LiDAR, apreciado desde una vista transversal.

Clasificación de los datos LiDAR

Tras validar la cobertura y que la misma cuente con las características técnicas necesarias, se realizó una clasificación de los puntos de acuerdo a las especificaciones del formato LAS v1.2. Clasificando los puntos que corresponden al terreno como *Class = 2*.

Con el fin de hacer más eficiente el proceso de clasificación se dividió el total de datos en hojas de 800 por 800 metros cada una, más 10 metros de traslape entre sí, asegurando que la clasificación sea optima. Este formato de hojas fue únicamente temporal.

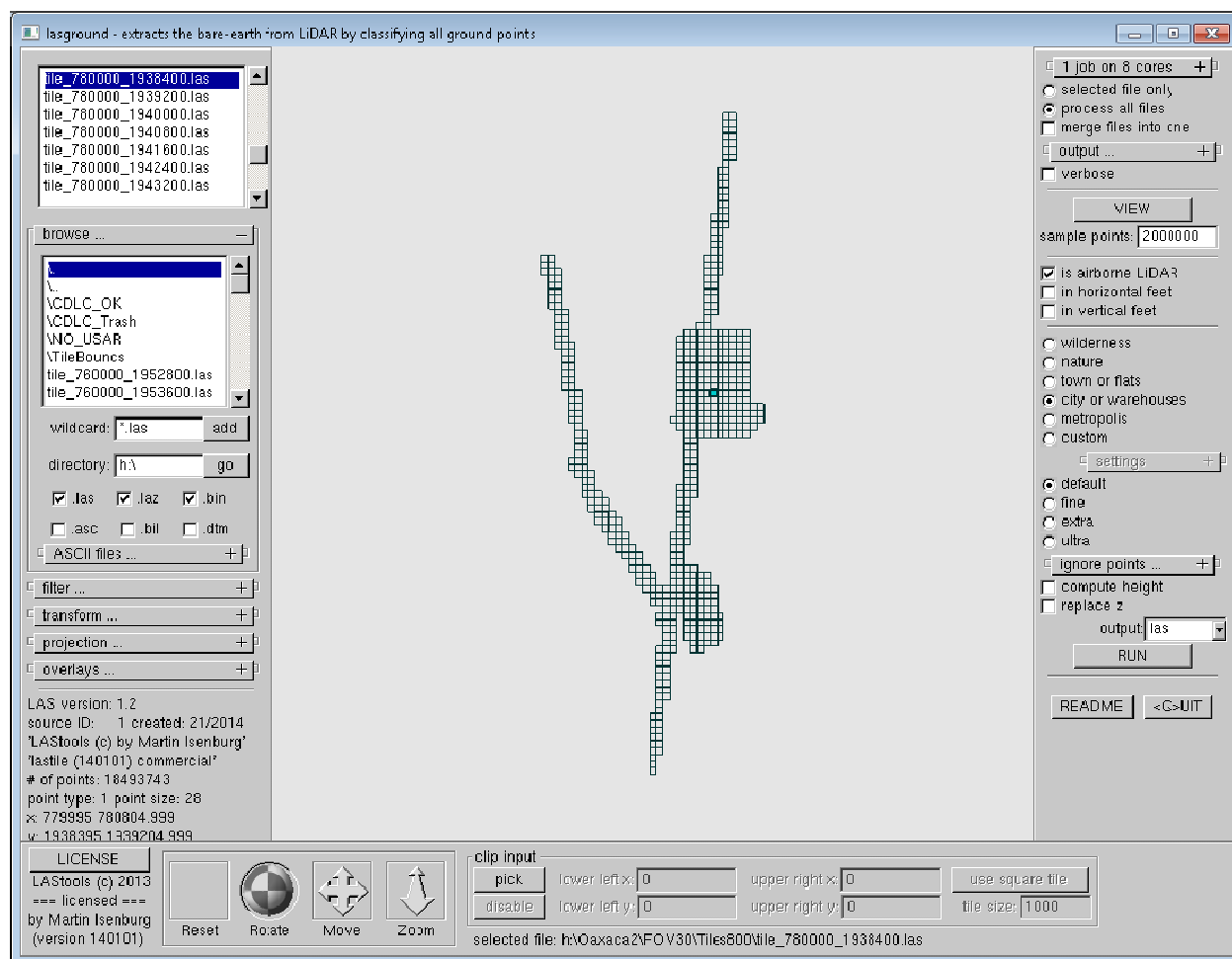


Figure 23 Clasificación de la nube de puntos usando el software LASTools (c) 2013

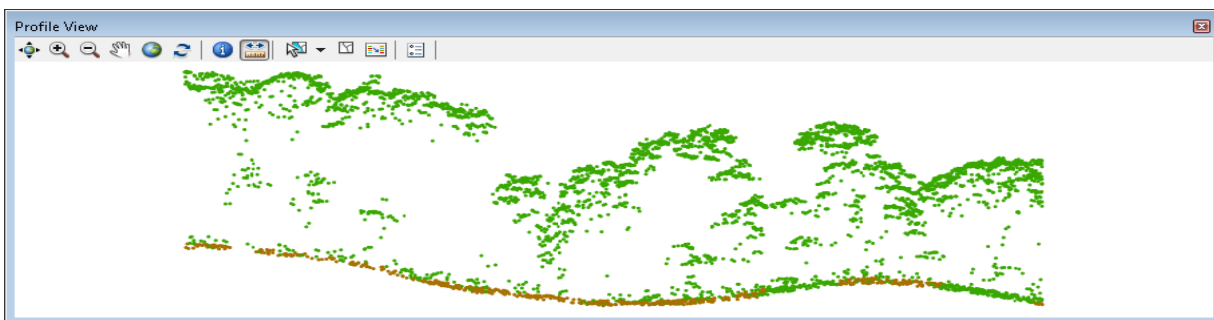


Figure 24 Vista de un corte transversal sobre la nube de puntos clasificada, los puntos en café están clasificados como bare-earth los puntos en verde como unclassified

Tras la clasificación se realiza un control de calidad buscando errores en el terreno debido a puntos mal clasificados. Este procedimiento consiste en identificar los errores y reclasificarlos puntos manualmente.

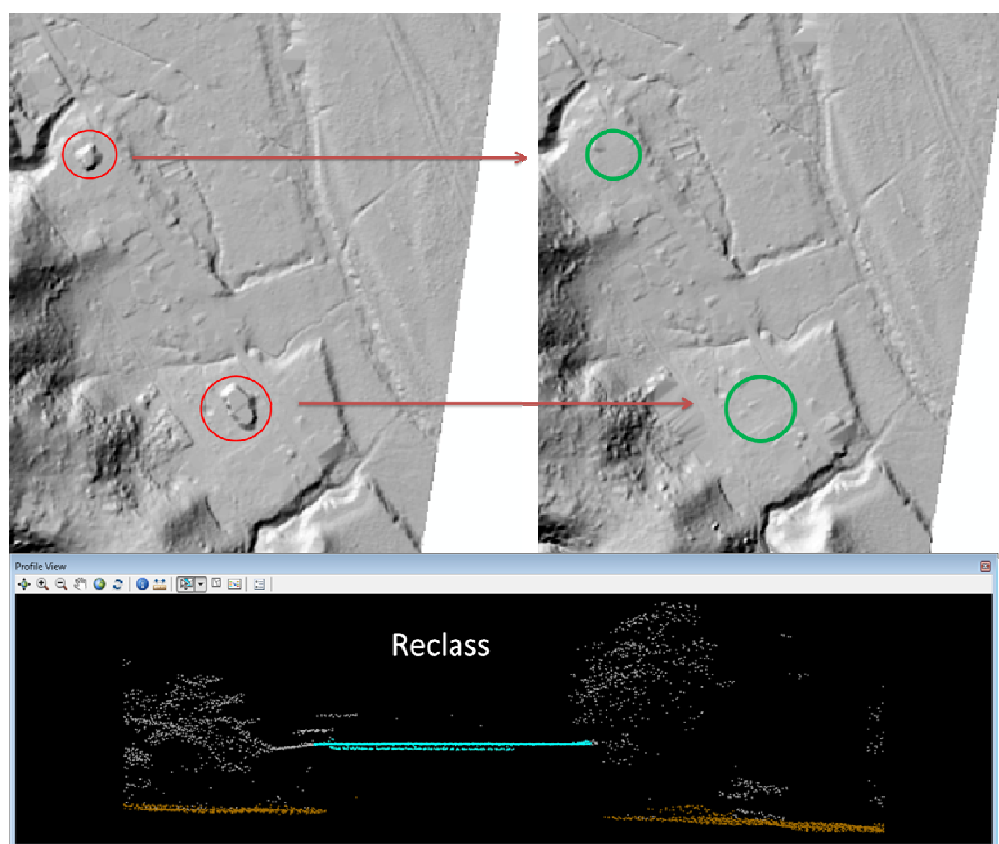


Figure 25 Ejemplo de los errores detectados en el terreno debido a puntos mal clasificados, corrección mediante la reclasificación manual y el resultado tras la misma.

Una vez completado el control de calidad, se reconstruyeron las hojas temporales, se cortó la información de acuerdo al formato de entrega y se limitó a los polígonos definidos previamente como límites del proyecto.

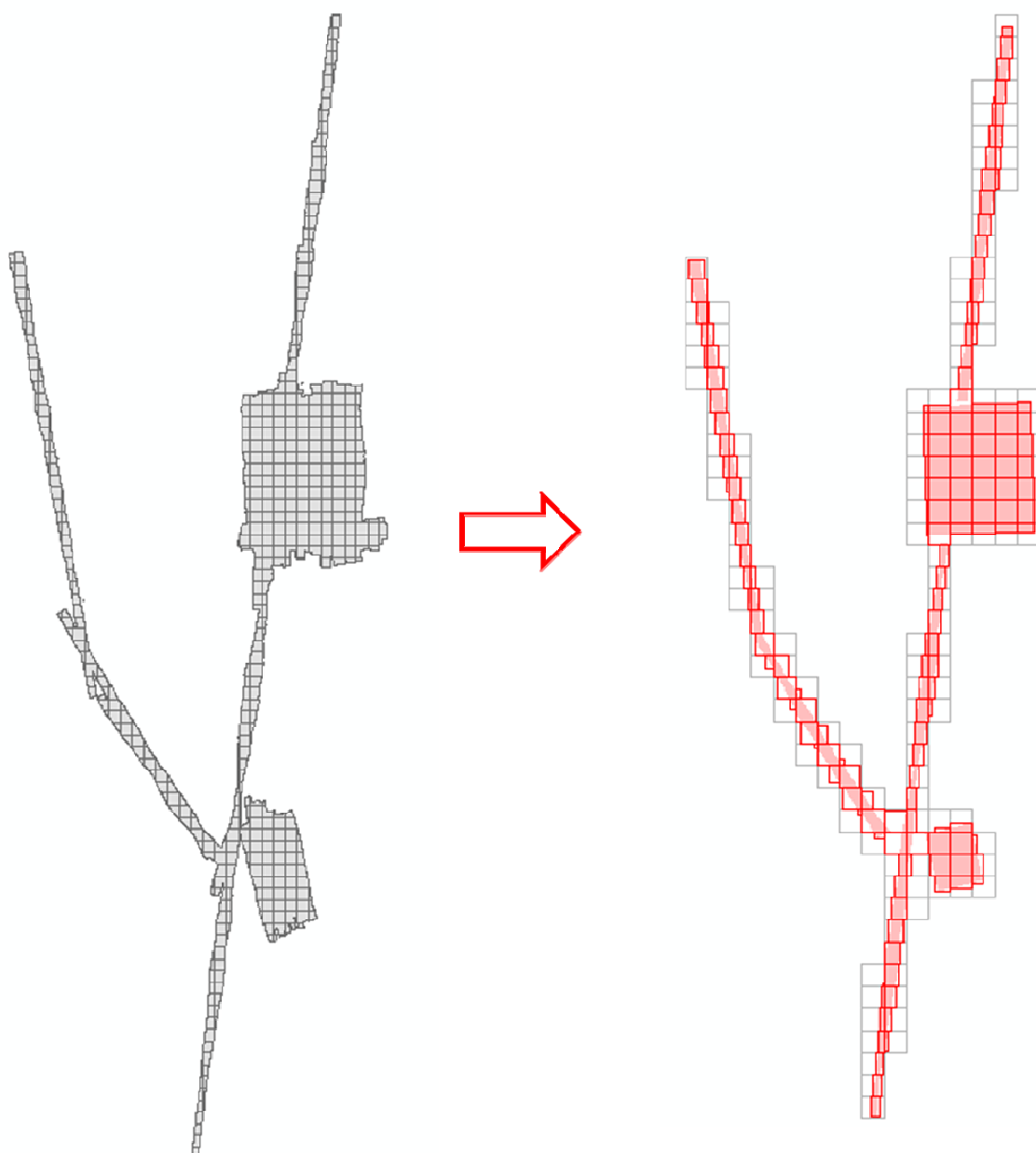


Figure 26 Generación de entregables LiDAR. 164 hojas de 1,500 x 1500 metros.

Reporte estadístico del entregable LiDAR (164 archivos LAS v1.2).

Distribución de puntos según su clasificación.

ClassCodes	Points	Percent	Z_Min	Z_Max
1_Unclassified	3,771,439,725	92.52	110.03	3971.66
2_Ground	304,844,285	7.48	109.94	3216.88

Distribución del total de puntos según su número de retorno:

Returns	Points	Percent	Z_Min	Z_Max
First	1,794,739,099	44.03	110.03	3971.66
Second	1,234,395,720	30.28	109.94	3968.4
Third	671,243,440	16.47	109.94	3966.25
Fourth	272,077,800	6.67	109.96	3860.81
Fifth	81,688,868	2	109.97	3673.32
Sixth	18,426,118	0.45	110.82	3670.74
Seventh	3,712,965	0.09	110.97	3216.27
All	4,076,284,010	100	109.94	3971.66

Rangos segun principales atributos de los datos.

Attributes	Range_Min	Range_Max
Return_No	1	7
Intensity	245	65535
Class_Code	1	2
Scan_Angle	-15	15
User_Data	0	0
Point_Source	1	81

Entregables

Para un manejo más adecuado de la información se realizó una malla ortogonal y cartesiana con dimensiones de 1.5 km por 1.5 km. Donde R#### corresponde a la Fila y C#### a la columna.

El origen de la malla se calculó a partir de un par de coordenadas en UTM en valores cerrados y múltiplos de 500 (ej. 253,000 : 2,973,500) mismo que está ubicado en el extremo superior izquierdo del polígono de cobertura para esta localidad. De esta forma las filas aumentan hacia el Sur y las columnas hacia el Este.

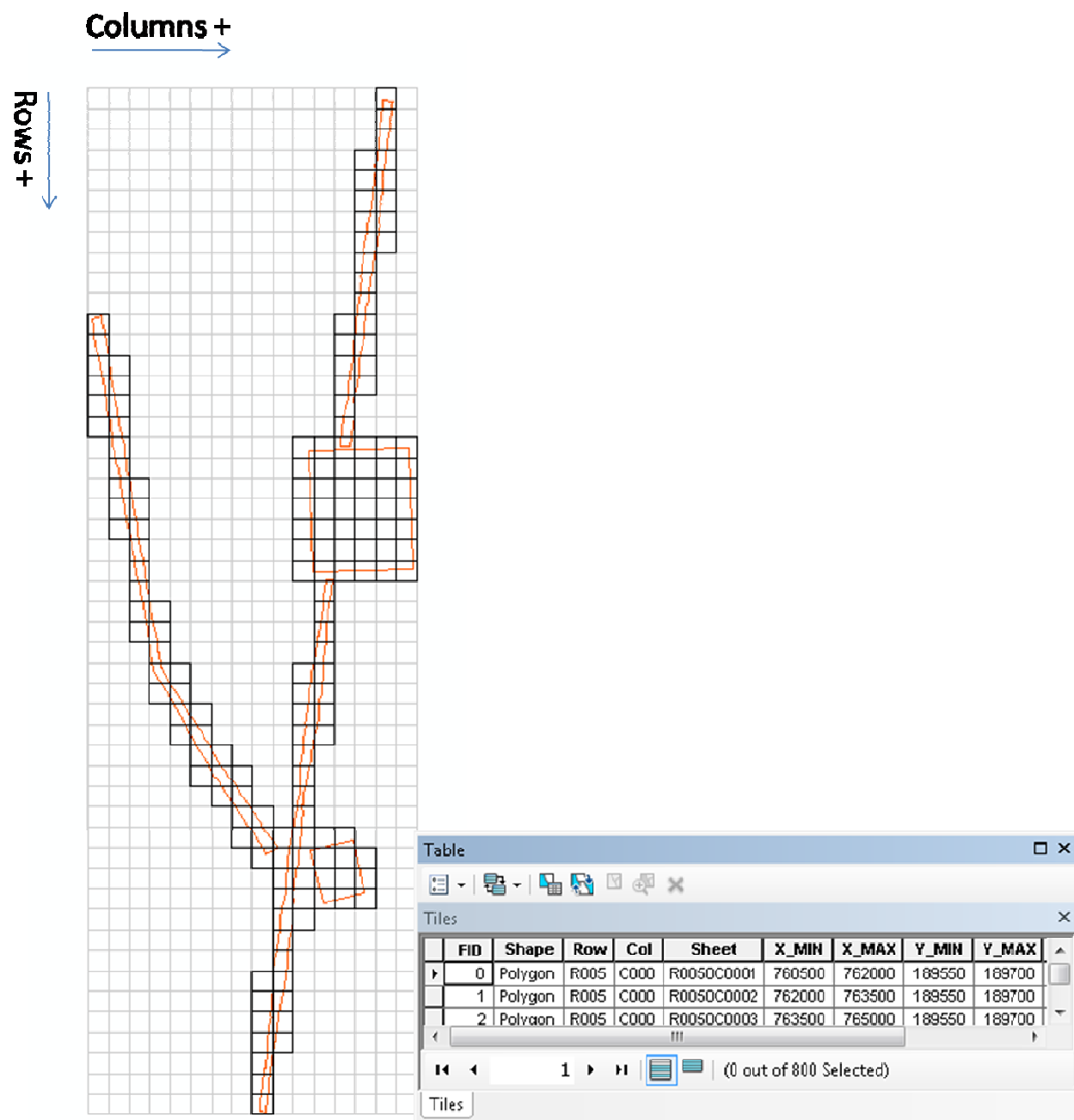


Figure 27 Formato de hojas

Archivos ASCII

Terminados los controles de calidad sobre los datos LiDAR, se genero en primer instancia el listado de las coordenadas para cada punto clasificado como Terreno, mismos que serán usados para la generación del Modelo Digital de Terreno.

La estructura de los archivos entregados corresponde con el formato de hojas previamente definido e incluye X, Y, Z, Intensidad, Retorno y Numero de Retornos para cada punto usado en el MDT.

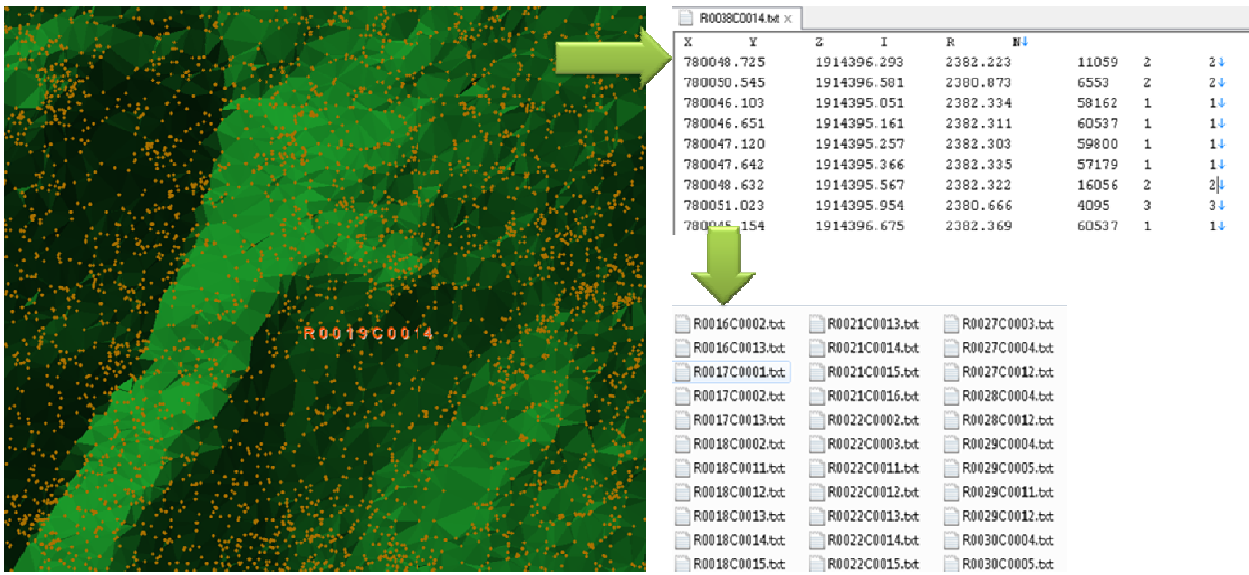


Figure 28 Extracción de coordenadas para cada punto usado en el MDT.

Modelo Digital de Terreno

A la par se generó el Modelo Digital de Elevación, mediante un proceso de interpolación basado en una Red de Triángulos Irregulares (TIN) para los puntos clasificados como terreno (class = 2). Posteriormente se rasterizó con una resolución de 1m por pixel.

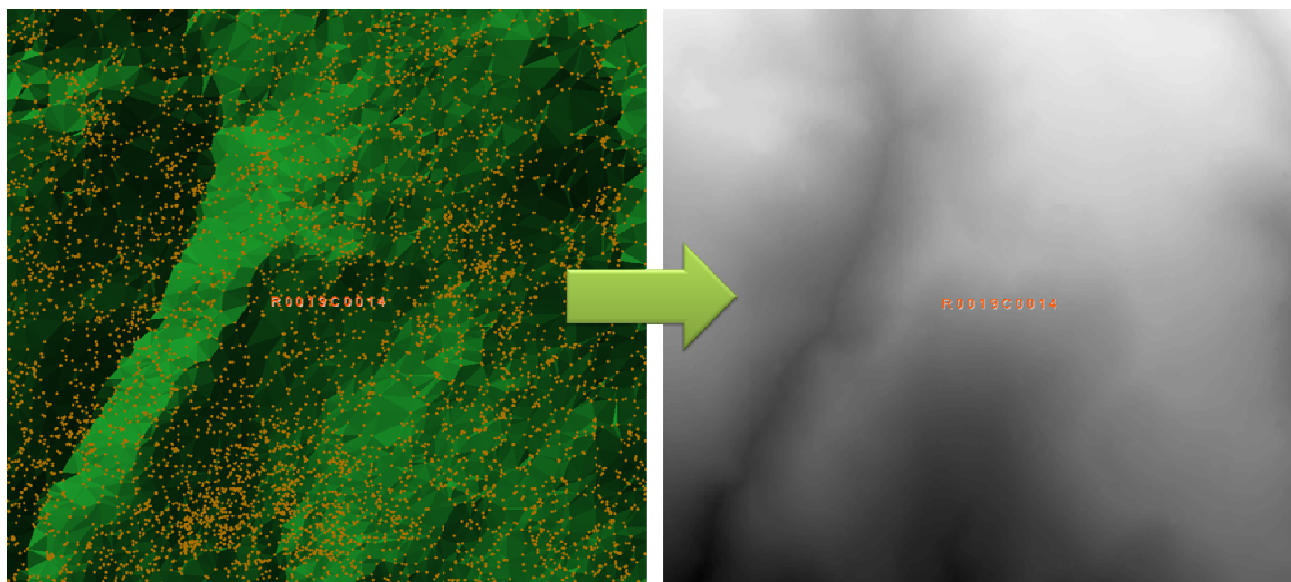


Figure 29 Proceso de interpolación y rasterización del MDT.

El entregable final se dividió en 164 archivos TIF apegándose a la estructura de entrega definida y se validó que no existieran errores en las zonas de transición entre hoja y hoja, obteniendo valores de elevación continuos en todo el proyecto.

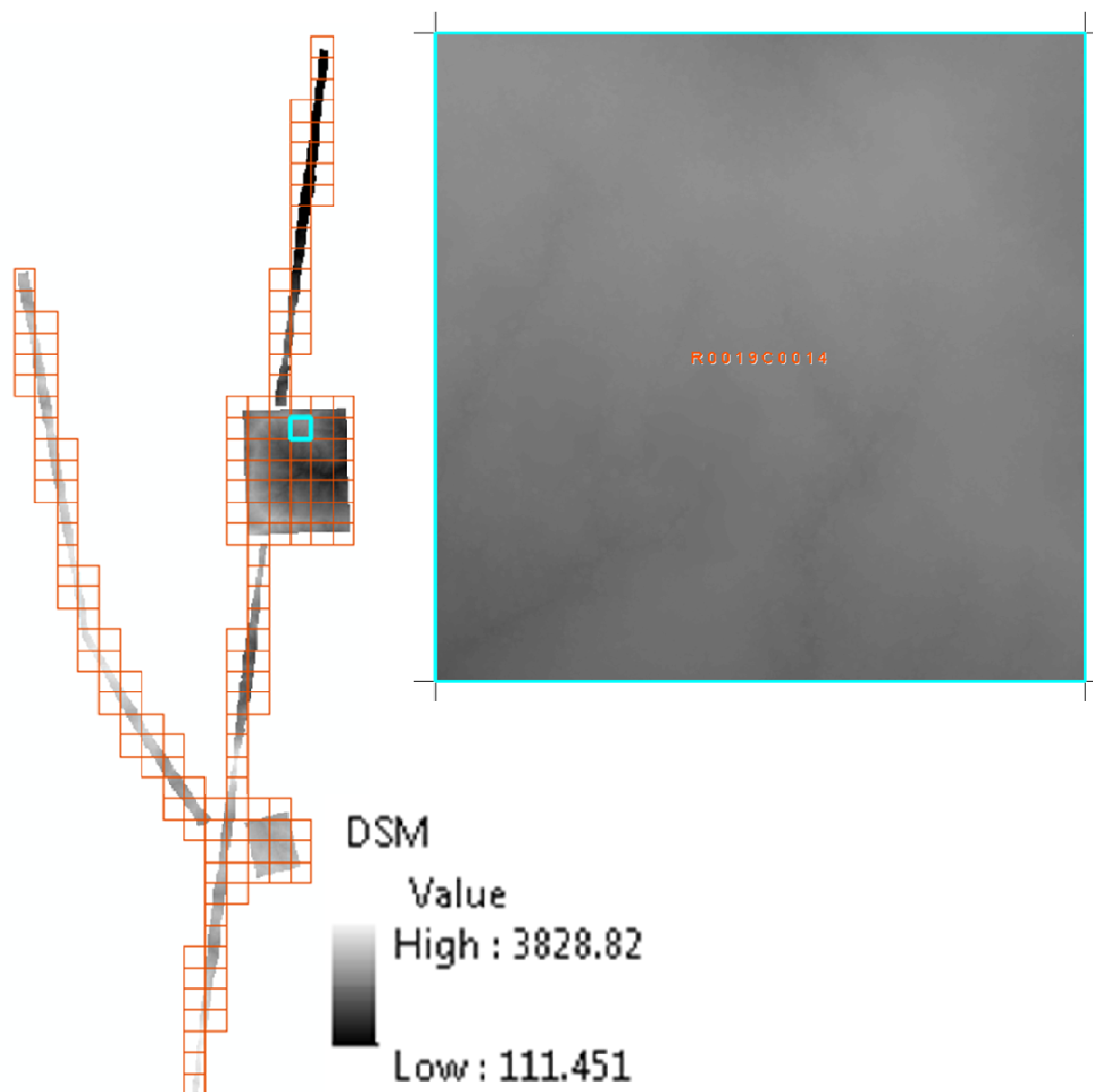


Figure 30 Modelo Digital del Terreno, con resolución de 1m por pixel.

Modelo Digital de Superficie

El Modelo Digital de Superficie, representa la superficie escaneada incluyendo la vegetación y los elementos antrópicos existentes. A diferencia del MDT, para su generación se utilizaron los puntos identificados como primer retorno para obtener el valor máximo de elevación en cada píxel.

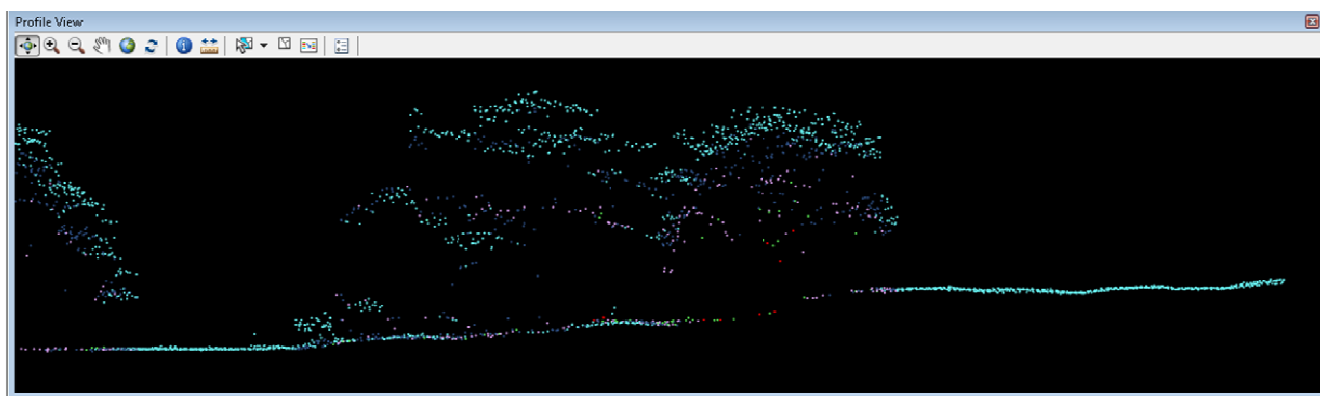


Figure 31 Vista transversal mostrando los puntos del primer retorno en color cian.

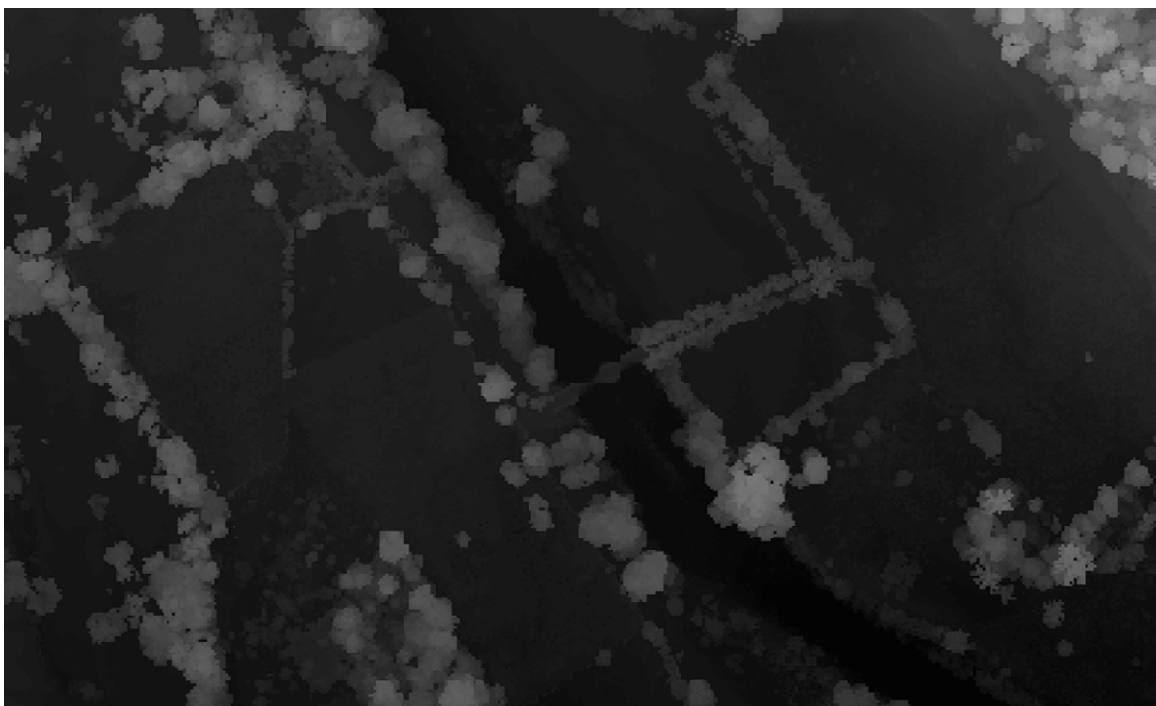


Figure 32 Rasterización del Modelo Digital de Superficie.

El entregable final se dividió en 164 archivos TIF con resolución de 1m por pixel, apegándose a la estructura de entrega definida y se validó que no existieran errores en las zonas de transición entre hoja y hoja, obteniendo valores de elevación continuos en todo el proyecto.

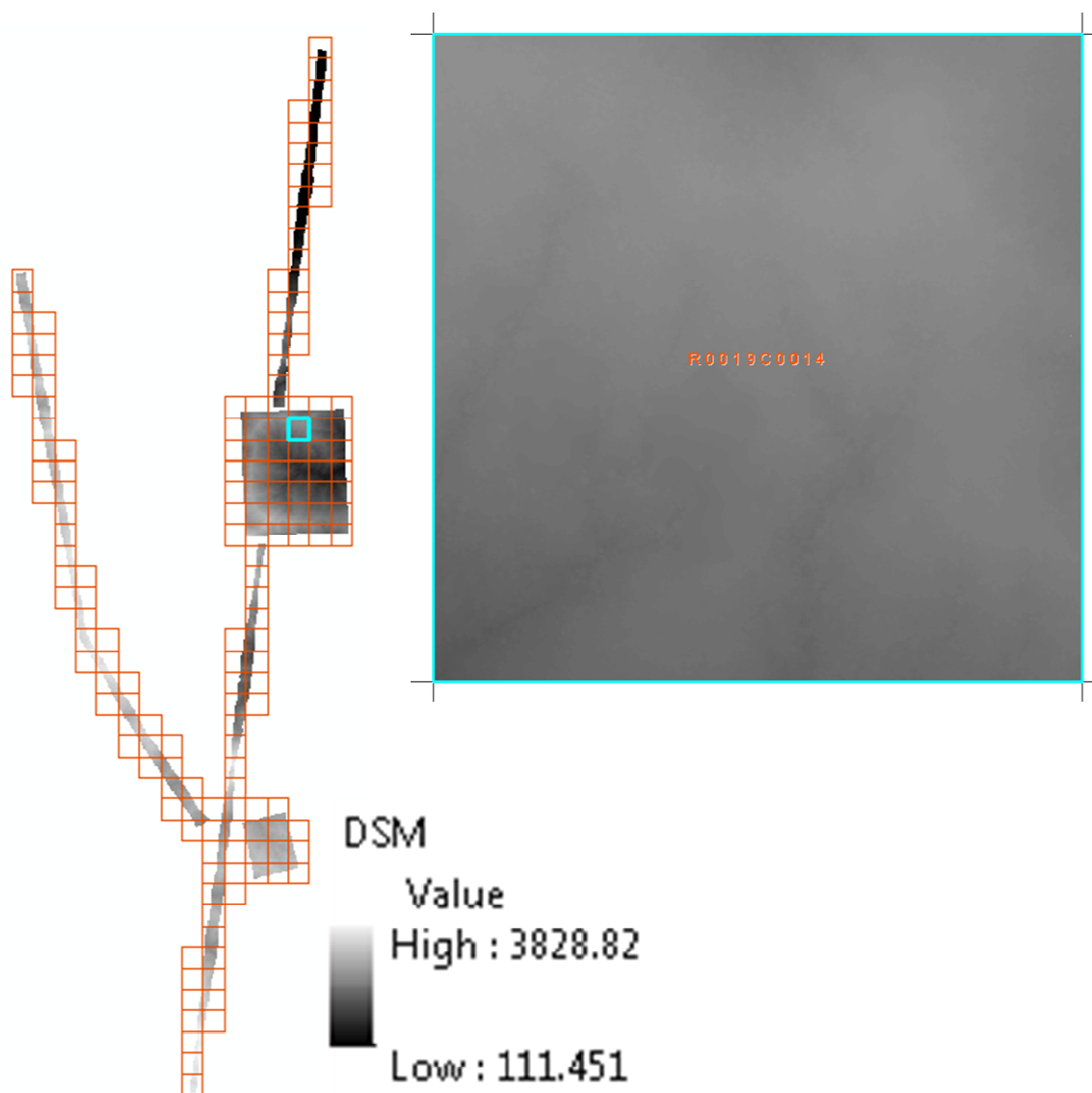


Figure 33 Modelo Digital de Superficie, con resolución de 1m por pixel.

Imágenes de simulación de sombreado del relieve.

Partiendo de ambos Modelos Digitales de Elevación (Terreno y Superficie) se generaron imágenes que simulan sombras, mediante una representación 3D en escala de grises de la superficie, tomando los Modelos Digitales de Elevación como fuente del relieve y determinando una posición relativa del sol para proyectar la sombra.

Cada entregable final se dividió en 164 archivos TIF con resolución de 1m por pixel, apegándose a la estructura de entrega definida y se validó que no existieran errores en las zonas de transición entre hoja y hoja, obteniendo imágenes continuas en todo el proyecto.

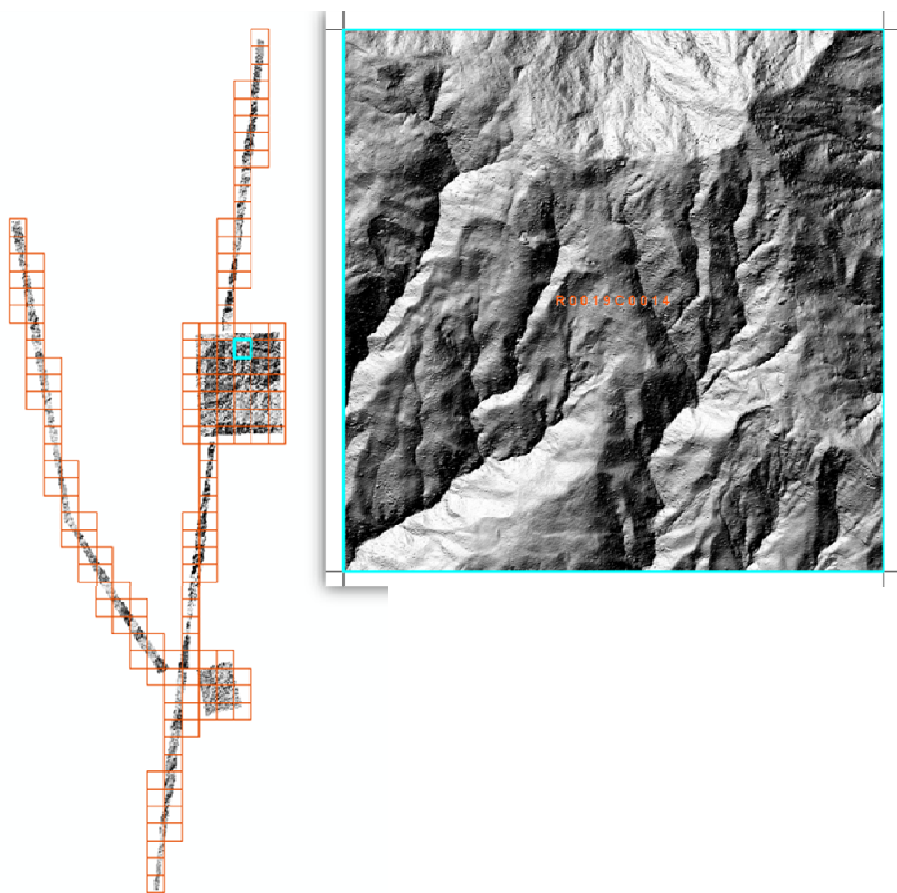


Figure 34 *Imágenes de simulación de sombreado para el Modelo Digital de Terreno*

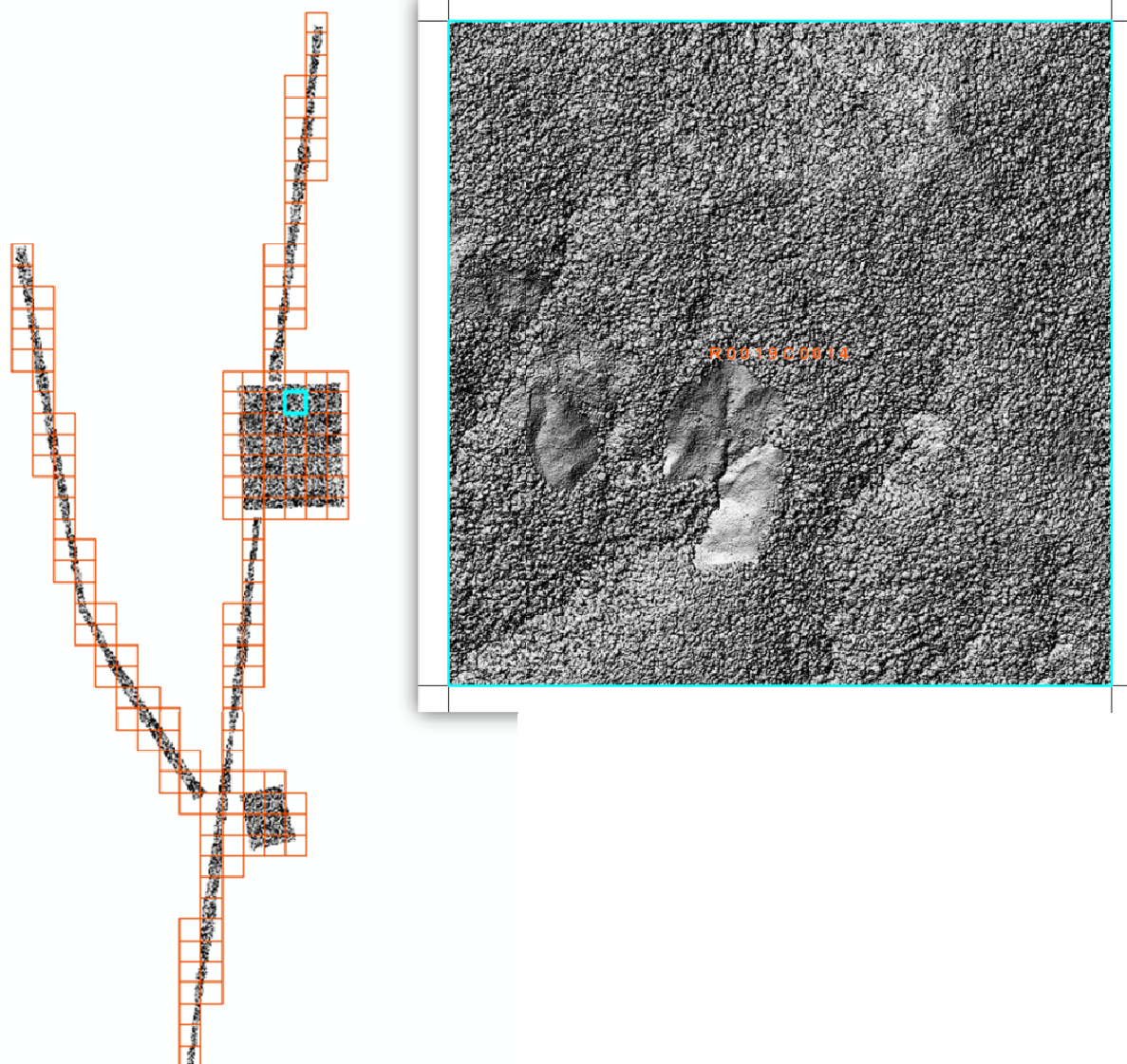


Figure 35 *Imágenes de simulación de sombreado para el Modelo Digital de Superficie.*

Imágenes de intensidad.

Las Imágenes de intensidad se generan en base al valor de intensidad de los puntos LiDAR, esta medida representa la fuerza de retorno del pulso láser que genera el punto, basada en la reflectividad del objeto alcanzado por el pulso láser.

El valor de para cada pixel se determina con el promedio de la intensidad del total de puntos contenidos en ese pixel y se convierte a 8 bits, para obtener una imagen en escala de grises visualmente balanceada.

La entrega final se dividió en 164 archivos TIF con resolución de 1m por pixel, apegándose a la estructura de entrega definida y se validó que no existieran errores en las zonas de transición entre hoja y hoja, obteniendo imágenes continuas en todo el proyecto.

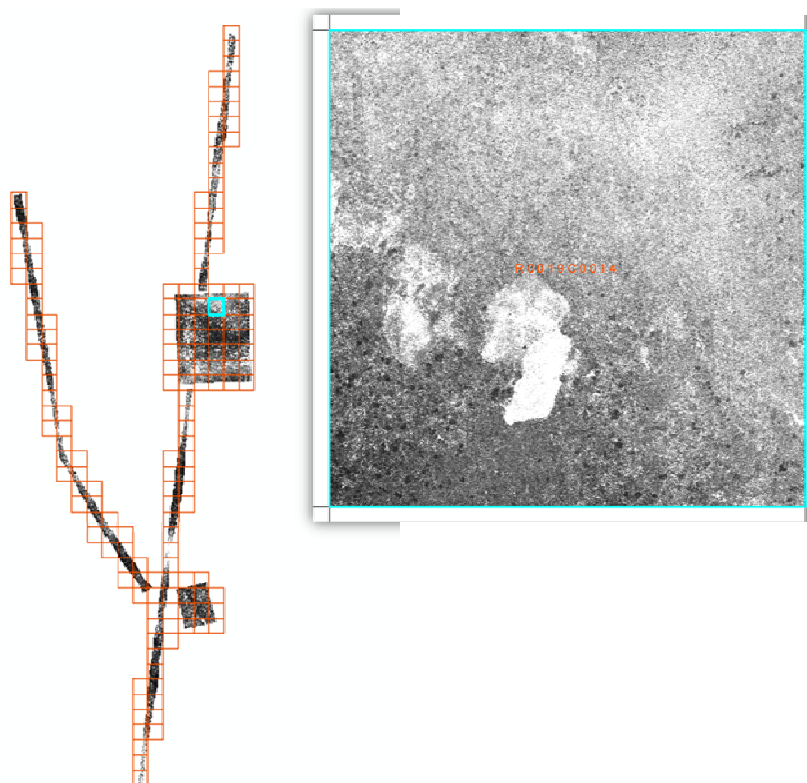


Figure 36 *Imágenes de intensidad.*

IMÁGENES Y OROTOFOTO

Las imágenes son procesadas una vez que se ha volado, es el departamento de procesamiento de imágenes el que se encarga de revisar el histograma de cada imagen, buscando una distribución homogénea, y validando que no exista nubosidad en las imágenes. Dependiendo del tipo de terreno y la complejidad del mismo, podría haber imágenes en donde exista nubosidad parcial, en esos casos nos aseguramos de que el porcentaje que contenga nubes no sea mayor al 7% de la imagen.

Fotoíndice

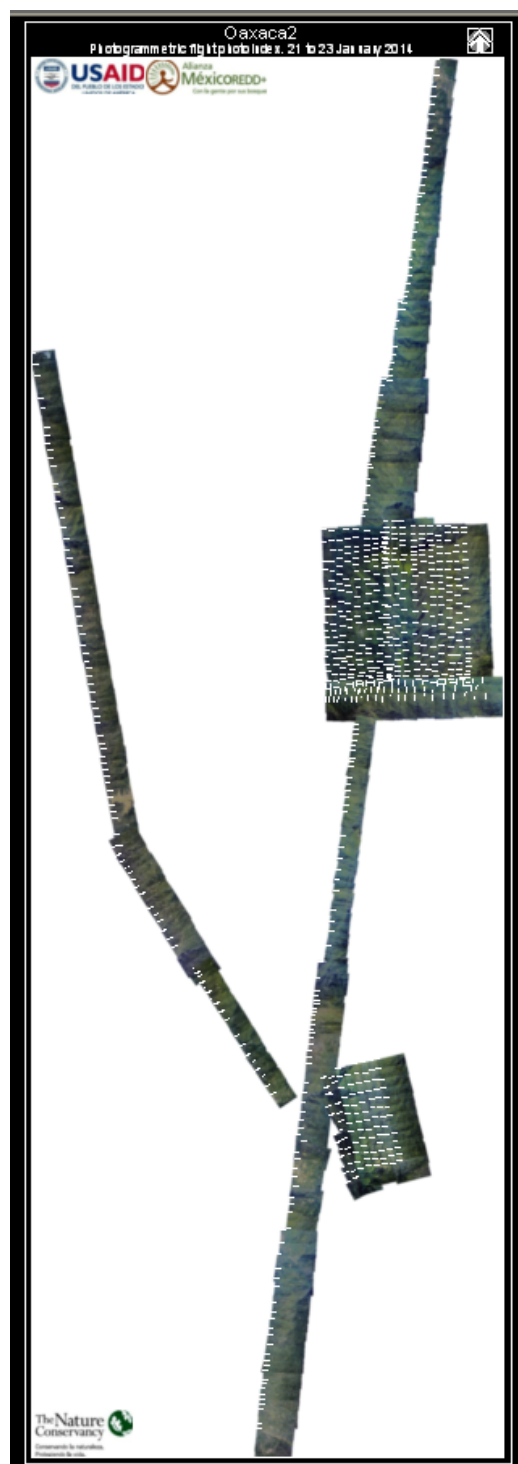


Figure 37 Fotoíndice

Generación de ortofotos

El primer paso para la generación de ortofotos, es hacer la rectificación de las imágenes para eliminar las distorsiones horizontales y verticales principalmente debidas al relieve. Esto se realiza en el software Application Master de Inpho. Ya que las imágenes están rectificadas, el siguiente proceso es el Mosaikueo de las hojas, aquí es donde se unen las imágenes para formar hojas de Ortofoto de un determinado tamaño. Esto se hace en el software OrthoVista también software desarrollado por Inpho.

Al generar las hojas de Ortofoto, el software genera un archivo de cortes, desde el que se unen las fotografías.

Como uno de nuestros controles de calidad, hay un grupo de operadores, que revisan cada corte, asegurando continuidad en la imagen, corrigiendo posibles deformaciones en construcciones y/o vialidades.

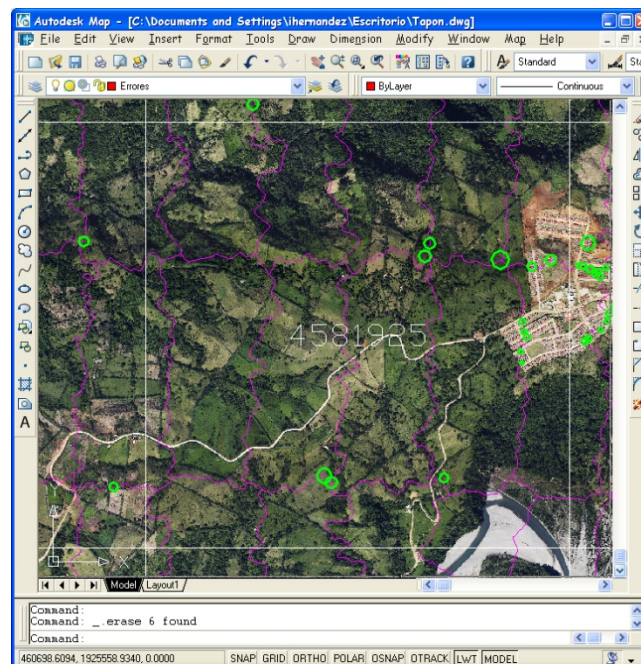


Figure 38 Identificación de errores en base a archivo de corte

ALIANZA MÉXICO PARA LA REDUCCIÓN DE
EMISIONES POR DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN
Informe LiDAR y fotografía aérea
Comunidad Forestal Oaxaca 2

El formato de hojas de la ortofoto fue el mismo que los entregables del LiDAR con el fin de facilitar el manejo de los datos tanto con imágenes como con los puntos LiDAR.

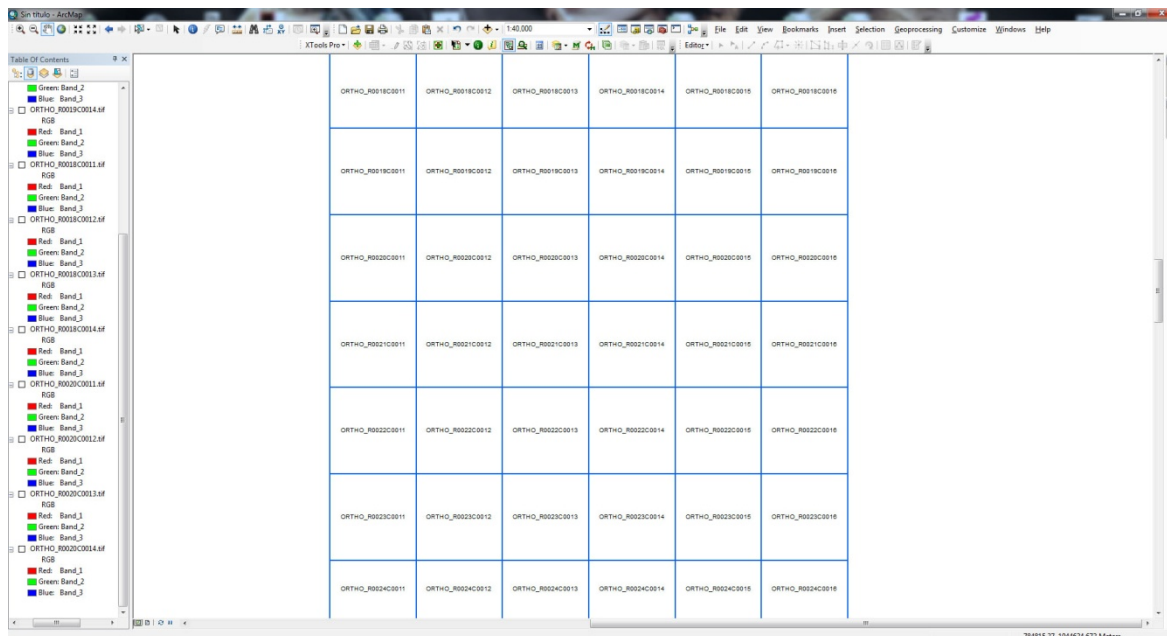
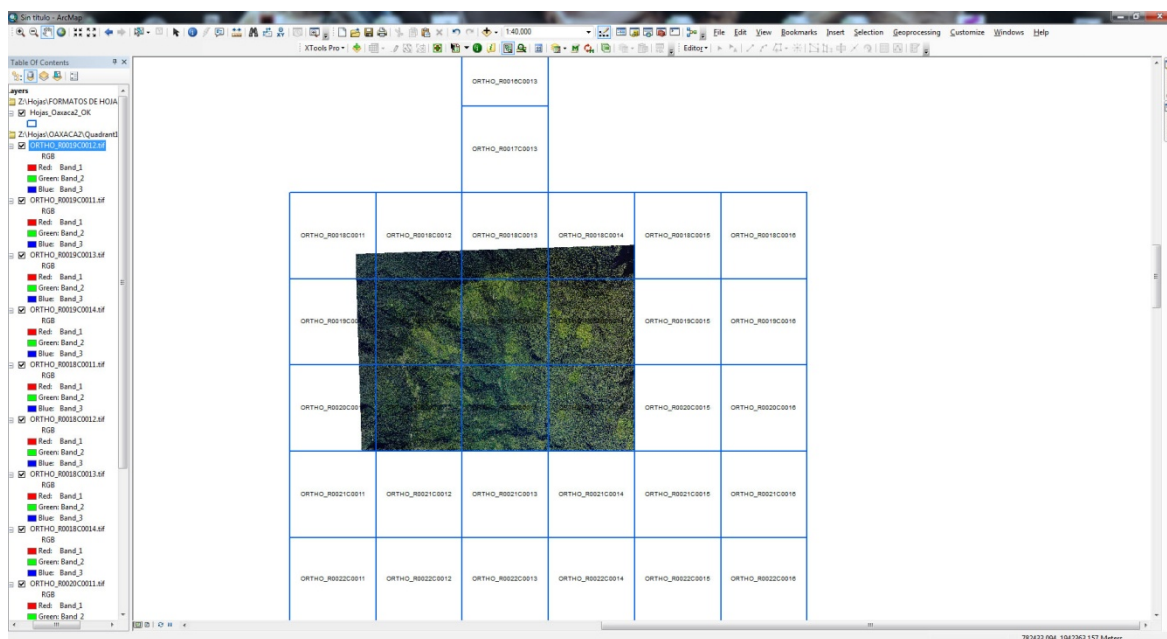


Figure 39 Formato de hojas

A continuación se presenta un ejemplo de la ortofoto generada.



ANEXOS

Anexo 1 Especificaciones técnicas

Lidar Technical specifications

Technical specifications	
8 Pulse density per sq. meter	5 pulses per sq. meter for individual tree canopy measurements and high-resolution ground models (1-m grid). Excluding water and low reflectance surfaces. Required.
8 Returns per Pulse	Minimum 5 possible returns per pulse for improved mid- and lower-canopy structure measurements. Desired. If 4 returns not possible, indicate in the proposal the expected number of returns/pulse
Maximum pulse width = 30cm	Required. Normally between 0.1 to 0.3 mrad.
Maximum scan angle = +/- 15 deg	Required.
Coverage completeness	No voids because of cloud cover or instrument failure.
Absolute LIDAR measurement accuracy	Horizontal: +/-0.5 m in flat areas and 0.75 m in slope areas Vertically: +/-0.15 m in open flat areas and 0.5 m in wooded or slopes over 20%
Swath-to-swath LIDAR relative accuracy	Horizontal: +/-0.30 m Vertically: +/-0.15 m Flightline to flightline adjustment of bias is required prior to ground point filtering.

Anexo 2. Resultados de la trayectoria

Project: SesiónGPS-IMU2014_01_21
Program: Inertial Explorer Version 8.20.0522
Profile: LiDAR Resultados
Source: GPS Epochs(Smoothed Combined)

Datum: ITRF92, (processing datum)
Master 1: Name G6003, Status ENABLED
Antenna height 1.583 m, to L1-PC (ASH802129, MeasDist 1.480 m to mark/ARP)
Position 17 00 07.85130, -96 43 19.16061, 1516.985 m (ITRF92, Ellipsoidal hgt)
Master 2: Name G4022, Status ENABLED
Antenna height 1.640 m, to L1-PC (MAG990596, MeasDist 1.538 m to mark/ARP)
Position 17 18 54.70705, -96 26 52.34316, 2075.564 m (ITRF92, Ellipsoidal hgt)
Master 3: Name P0060, Status ENABLED
Antenna height 2.054 m, to L1-PC (ASH701975.01AGP, MeasDist 1.990 m to mark/ARP)
Position 17 18 54.53712, -96 26 51.76099, 2074.588 m (ITRF92, Ellipsoidal hgt)
Remote: Antenna height 0.000 m, to L1-PC (Generic)
UTC Offset: 16 s
Geoid: EGM96-World.wpg (Absolute correction)

Map projection Info:
Defined grid: UTM, Zone 14
UTM Zone: 14
W-P-K Settings:
System: Map (UTM, Zone 14)
Order: W primary, P secondary, K-tertiary
Axes: x-forward, y-left, z-up (conventional frame)
Boresight: Off

UTCDate (YMD)	UTCTime (HMS)	GPSTime (sec)	Station	Easting (m)	Northing (m)	H-MSL (m)	Latitude (Deg)	Longitude (Deg)	H-EI (m)	Omega (Deg)	Phi (Deg)	Kappa (Deg)	HzSpeed (m/s)	NS	Q	PDOP (dop)
2014/01/21	17:51:14.00	64290	9405-K	780673.436	1955451.716	1970.60	17.6682623111	-96.3543778375	1963.904	-3.7357	-0.4533	258.6301	50.314	8	1	1.86
2014/01/21	17:51:15.00	64291	9407-K	780665.858	1955401.811	1968.92	17.6678126653	-96.3544557958	1962.231	-4.5746	2.9348	259.0378	50.571	8	1	1.86
2014/01/21	17:51:16.00	64292	9409-K	780658.782	1955351.704	1968.89	17.6673611347	-96.3545290597	1962.198	-5.2825	3.4018	257.6649	50.569	8	1	1.86
2014/01/21	17:51:17.00	64293	9411-K	780652.088	1955301.632	1970.60	17.6669098694	-96.3545987222	1963.919	-4.6866	3.6776	257.6007	50.410	8	1	1.86
2014/01/21	17:51:18.00	64294	9413-K	780645.525	1955251.667	1971.83	17.6664595514	-96.3546671375	1965.146	-4.5337	1.1159	258.4217	50.389	8	1	1.86
2014/01/21	17:51:19.00	64295	9415-K	780638.933	1955201.680	1971.91	17.6660090403	-96.3547358236	1965.233	-4.9223	-0.8230	258.4824	50.440	8	2	1.86
2014/01/21	17:51:20.00	64296	9417-K	780631.999	1955151.680	1971.12	17.6655584500	-96.3548077361	1964.448	-4.6068	-2.7709	260.3483	50.552	8	2	1.86
2014/01/21	17:51:21.00	64297	9419-K	780624.949	1955101.502	1970.41	17.6651062764	-96.3548807625	1963.741	-4.6143	1.6066	259.5353	50.731	8	2	1.86
2014/01/21	17:51:22.00	64298	9421-K	780618.205	1955051.183	1970.62	17.6646527861	-96.3549509264	1963.957	-4.9390	3.1487	256.7353	50.751	8	2	1.86
2014/01/21	17:51:23.00	64299	9423-K	780611.683	1955000.906	1971.55	17.6641996500	-96.3550189903	1964.886	-4.9945	3.0439	255.7659	50.612	8	2	1.86
2014/01/21	17:51:24.00	64300	9425-K	780605.205	1954950.785	1972.55	17.6637479125	-96.3550866194	1965.889	-4.9835	1.7327	255.5015	50.447	8	2	1.86
2014/01/21	17:51:25.00	64301	9427-K	780598.550	1954900.812	1973.42	17.6632975306	-96.3551558972	1966.770	-4.5216	0.6860	256.7495	50.384	8	2	1.86



www.alianza-mredd.org

ALIANZA MÉXICO PARA LA REDUCCIÓN DE
EMISIONES POR DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN