

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 FOTOGRAMETRICO4

1. INTRODUCCIÓN.....4

2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.4

3. RECURSOS A EMPLEADOS.....5

3.1. RECURSOS HUMANOS.5

3.2. RECURSOS TÉCNICOS.5

4. PERMISOS Y AUTORIZACIONES.....8

5. PLANES DE VUELO10

6. BASE GNSS DE APOYO AL VUELO.....11

7. EJECUCION DE VUELOS LIDAR – FOTOGRAMETRICO.14

7.1. CALIBRACIÓN DEL SENSOR LIDAR.....14

7.2. EJECUCION DE VUELOS.17

8. ANEXOS19

Relación de Figuras

Figura 1: Delimitación área de trabajo Norte.....	4
Figura 2: Delimitación área de trabajo Sur.....	5
Figura 3: Plataforma Aérea.....	6
Figura 4: Litemapper 6800i	7
Figura 5: Cámara Nikon D800E (RGB + NIR)	8
Figura 6: AAC – NOTA-2023-2308	9
Figura 7: Reseña base LB01	11
Figura 8: Reseña base LB01	12
Figura 9: Reseña base ING 1	13
Figura 10: Muestra de certificado de Calibración	15
Figura 11: Muestra de mediciones de precisión para la	16
Figura 12: Muestra de mediciones de precisión para la Calibración de la instalación del Equipo	16
Figura 13: Muestra de mediciones de precisión para la Calibración de la instalación del Equipo	16
Figura 14: Líneas voladas 26 de mayo.....	17
Figura 15: Líneas de vuelo ejecutadas 27 de mayo – Vuelos terminados.....	18

Relación de Tablas

Tabla 1 Distribución de las Zonas del Proyecto.....	4
Tabla 2: Datos Técnicos Helicóptero BELL 206 Jet Ranger III	6
Tabla 3: Parámetros de Sensor LiDAR Litemapper 6800i.....	6
Tabla 4: Parámetros Cámara Fotogramétrica Nikon D800E (RGB)	7
Tabla 5: Parámetros Cámara Fotogramétrica Nikon D800E (IR)	7
Tabla 6: Parámetros Generales de Vuelo	10
Tabla 7: Valores coordenadas Bases GNSS de apoyo al vuelo	14
Tabla 8: tabla de avance por vuelos realizados.....	17

INFORME TECNICO DE VUELOS LIDAR FOTOGRAMETRICO

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como objetivo dar a conocer los procedimientos, personal y equipos para el trabajo de vuelo fotogramétrico y LiDAR, en este sentido cumpliendo con la propuesta inicial se nos permitió ejecutar el trabajo acordado y así satisfacer las necesidades del cliente

2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

Monumento natural Barro Colorado de Panamá 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.

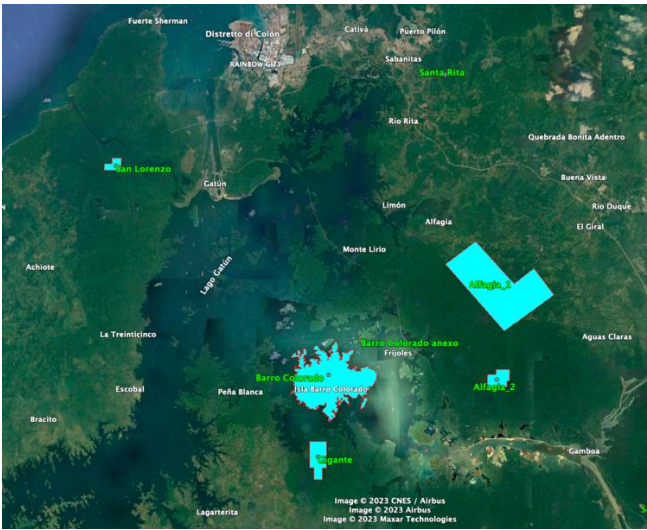


Figura 1: Delimitación área de trabajo Norte

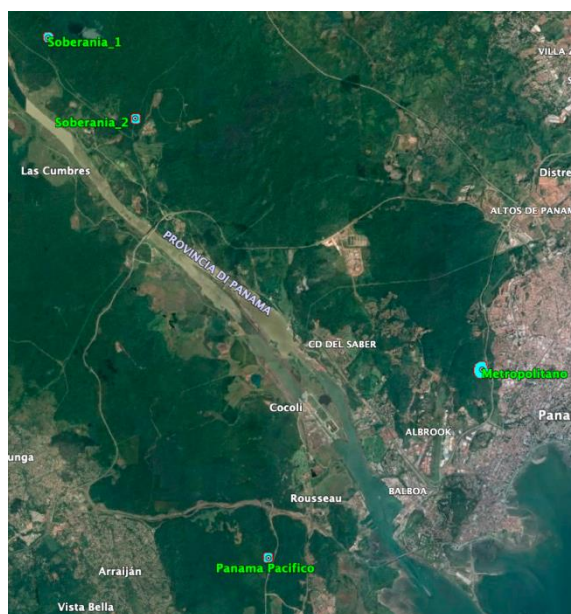


Figura 2: Delimitación área de trabajo Sur

3. RECURSOS A EMPLEADOS.

3.1. RECURSOS HUMANOS.

- a) Un ingeniero geodesta como jefe del proyecto.
- b) Un ingeniero topógrafo
- c) Un técnico en procesamiento de información LiDAR
- d) Un técnico en generación de Ortofotos
- e) Un piloto como responsable de operaciones aéreas.
- f) Un operador de sensor LiDAR,

3.2. RECURSOS TÉCNICOS.

- a) Un (01) helicóptero BELL 206 JR III con instalado POD multisensor para el cumplimiento del servicio para realizar vuelos de tomas simultaneas, cámaras fotogramétricas multiespectrales y sensor LiDAR,
- b) Un (01) sensor LiDAR LiteMapper 6800i con capacidad de hasta 400Hz disparos.
- c) Una (01) cámara fotogramétrica Nikon D800E (RGB)
- d) Una (01) cámara fotogramétrica Nikon D800E (IR)V
- e) Una (01) Estación de procesos LiDAR.
- f) Softwares: Air Navigation PRO – MS Office

Tabla 2: Datos Técnicos Helicóptero BELL 206 Jet Ranger III

Matrícula	HP-1693SX
Motores	Allison 250-C20B turboshaft engin
Peso Vacío	2331 lbs
Peso máximo de despegue	3200 lbs
Alcance u autonomía	Autonomía 3 horas
Velocidad de crucero	130 nudos
altura máxima de vuelo	13.500 pies
Dimensiones	Envergadura 33 feet Longitud 39 feet
Equipos de navegación	GPS Garmin 400 - HSI - 02 equipos Chelton (RMI-HSI-horizonte-veloc. - alt.)-Compas Magnético RMI-GLIDE SLOPE S-transponder bendix king.



Figura 3: Plataforma Aérea

Tabla 3: Parámetros de Sensor LiDAR LiteMapper 6800i

Ítem	Descripción
Sensor	LiDAR Riegl LMS680 <u>Full Waveform</u>
Nro. de Serie	10-0104
Máximo Ratio de Pulsos	Hasta 400 Hz (pulsos por segundo)
Precisión	Hasta 5 cm en vertical de acuerdo al tipo de vuelo
Número de Retornos	Ilimitado (con 15 registros de intensidad)
Máximo FOV	60 grados



Figura 4: LiteMapper 6800i

Tabla 4: Parámetros Cámara Fotogramétrica Nikon D800E (RGB)

Ítem	Descripción
Sensor	Nikon D800E
Nro. de Serie	N/A
Rango dinámico del CCD	73 dB
Datos	RAW data – comprimidos 14bit
Rango Espectral	RGB
Disparos	Ciclo de reemplazo >200,000 disparos
Capacidad de memoria	64 Gb y 3555 imágenes
Techo Operacional	Hasta 25,000 pies o 7,620 m aproximadamente

Tabla 5: Parámetros Cámara Fotogramétrica Nikon D800E (IR)

Ítem	Descripción
Sensor	Nikon D800E
Nro. de Serie	N/A
Rango dinámico del CCD	73 dB
Datos	RAW data – comprimidos 14bit
Rango Espectral	IR
Disparos	Ciclo de reemplazo >200,000 disparos
Capacidad de memoria	64 Gb y 3555 imágenes
Techo Operacional	Hasta 25,000 pies o 7,620 m aproximadamente



Figura 5: Cámara Nikon D800E (RGB + NIR).

4. PERMISOS Y AUTORIZACIONES

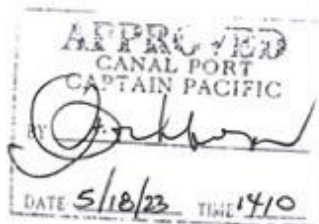
Para la ejecución de vuelos, STEREOCARTO cuenta con los permisos de Operación de Aviación Comercial: Trabajo Aéreo – Fotografía, Percepción Remota, Telecomunicaciones Aeronáuticas, Ensayos en Vuelo y/o tierra de las Radio ayudas para la Navegación Aérea por parte del proveedor SKYMAXX.

El área del proyecto se encuentra en una zona reglamentada por la autoridad del Canal de Panamá; por lo que se requiere permisos especiales para la ejecución del vuelo. El permiso fue obtenido con resolución N° AAC – NOTA-2023-2308



17 de mayo de 2023
AAC-NOTA-2023-2308

Capitán
Luis Ruiz
Gerente Ejecutivo de Operaciones del Canal
Autoridad del Canal de Panamá
Ciudad.-
E.S.D.



Capitán Ruiz:

Para su aprobación, le hacemos llegar la solicitud de sobrevuelo de SKYMAXX CORPORATION, a solicitud de la empresa ETHEREOCARTO CENTROAMERICA, S.A., sobrevolar las áreas Central de Bosque San Lorenzo, Gigante, Isla Barro Colorado (STRI), al norte de Panamá Pacífico, al Este de Albrook (Parque Natural Metropolitano), Santa Rita, Alfajía Sur 1 y 2 y parque Nacional Soberanía. **Periodo de la Misión:** empezando el 15 de mayo hasta el 15 junio de 2023; hora de salida 1100Z-2300Z. **Propósito de la Misión:** Vuelo de Fotografía.

La aeronave a utilizar es de tipo Bell 206, Jet Ranger III, con matrícula HP-1693SX; piloto: Capitán Alonso Rojas, con número de Licencia 9-731-525, trayectoria por 1,500 a 2,000 pies de altura sobre el terreno.

RESTRICCIONES: La aeronave se mantendrá a una distancia no menor de 3,000' horizontal de esclusas, barcos, represas, puentes, boyas que describen el cauce del Canal y otras áreas sensitivas y a una altura no menor de 1,000' vertical sobre el obstáculo más alto en áreas pobladas y a 1,000' sobre áreas no pobladas. En caso de requerir cruzar de Este a Oeste o de Oeste a Este el cauce del Canal, lo deberá hacer a/o por encima de 2,500' y mantendrá en todo momento comunicación con la Dependencia ATS correspondiente y estará sujeto a instrucciones del ATC en los espacios aéreos controlados.

Atentamente,


Agustín Zuñiga

Jefe de los Servicios de Control de Aeródromo



La División de Protección y Respuesta a Emergencias, luego de verificar los datos del sobrevuelo descrito para el día 15 MAYO AL 15 JUNIO de 2023

según nota AAC-NOTA-2023-2308 del 17 de MAYO de 2023

AUTORIZA/NO AUTORIZA este sobrevuelo
Unidad de Enlace y Evaluación de Riesgos

Documento oficial firmado con Firma Holográfica en el Sistema de Transparencia Documental - TRANSDOC de la Autoridad Aeronáutica Civil de Panamá, de acuerdo con la Ley 83 del 09/11/2012 y el Decreto Ejecutivo Nro. 275 del 11/05/2018. Utilice el Código QR para verificar la autenticidad del presente documento o acceda al enlace: <https://sigla.aeronautica.gob.pa/transparencia/verificar-autenticidad> o <https://sigla.aeronautica.gob.pa/transparencia/verificar-autenticidad>

Autoridad Aeronáutica Civil de Panamá - Oficinas Administrativas: Albrook Edificio 805 - Panamá, Panamá
Tel. (507) 524-4000 - www.aeronautica.gob.pa

Figura 6: AAC – NOTA-2023-2308

5. PLANES DE VUELO

Se empleó el plan de vuelo de acuerdo al informe HSA-2019-0032-A-PLV.00 para mayor detalle favor de referirse al citado documento

Tabla 6: Parámetros Generales de Vuelo

Parámetro	Especificaciones
Superficie	- 100 % del área del proyecto + área para restitución.
Horario de Vuelo	- El horario de vuelo será con un ángulo solar mayor a 35°
Aeronave	- Helicóptero Bell 206 JR III – matrícula: HP-1693SX - Capacidad de toma de datos simultanea sensor LiDAR y cámara fotográfica - Sistema GPS de navegación
Líneas de Vuelo	- Las necesarias para el recubrimiento estereoscópico. - Dirección en función de la geometría del área. - Ejes de líneas paralelas. - Codificadas con caracteres alfanuméricos consecutivamente.
Gráfico de Líneas de Vuelo	- Gráfico de líneas de vuelo en formato Kmz, SHP o DXF con codificación puntos de entrada y salida y altura de vuelo.
Traslape o recubrimiento longitudinal	- Para fotografías, traslape longitudinal 70 % según los TDR's acorde a variaciones del terreno.
Traslape o recubrimiento lateral	- Para fotografías, traslape lateral de 45% de acuerdo a variaciones del terreno. - Para LiDAR 70% de acuerdo a variaciones del terreno.
Densidad y Retornos de datos LiDAR	- Densidad de toma de datos programados de 50 pto. /m² en pasada simple - Detección y registro de al menos 15 retornos por cada pulso LiDAR según orografía y elementos en superficie.
Campo de Visión Transversal	- Máximo FOV de 60° variable de acuerdo a orografía.
GSD y Altura de vuelo	- En función a la cámara y terreno para obtener píxel de 6 cm ± 10% - Bandas RGB + IR en toma simultánea con sensor LiDAR según TDR's
Precisión	- Precisión del sistema GNSS Error medio cuadrático de la trayectoria de vuelo inferior a la resolución del GSD
Condiciones Meteorológicas, Nubosidad y Otras	- Tiempo claro, libre de: nubes, niebla, bruma, calima, zonas inundadas, puntos calientes, sombras del avión sobre el terreno, sombras de nubes y en general de cualquier condición meteorológica adversa. - Máximo del 10% de nubes o humo en fotografía, imagen final libre de nubes y humo
Pasadas interrumpidas	- Se conectará con por lo menos una longitud equivalente a 3 fotogramas o superior.
Desviaciones de la trayectoria del avión	- Desviación < 50 m de la planificada para cada centro de fotograma. Las mismas no tendrán discrepancias mayores a 3° entre pasadas consecutivas.
Desviaciones de la vertical de la cámara	- Desviaciones < 3° sexagesimales
Deriva no compensada	- Deriva no compensada < 3° sexagesimales
Cambios de rumbo entre fotogramas consecutivos	- Menor a < 3° sexagesimales
Toma de Datos GPS en Vuelo	- Se ubicará un equipo GNSS en un radio inferior 50 Km de distancia entre base y aeronave o distancia mínima que garantice precisiones solicitadas.

6. BASE GNSS DE APOYO AL VUELO.

Para el ajuste del vuelo se empleará la Estación de Rastreo Permanente **IGN_1** 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. Esto con la finalidad de que las estaciones de apoyo al vuelo conserven una distancia menor a 50 Km entre la plataforma aérea y la base en tierra.

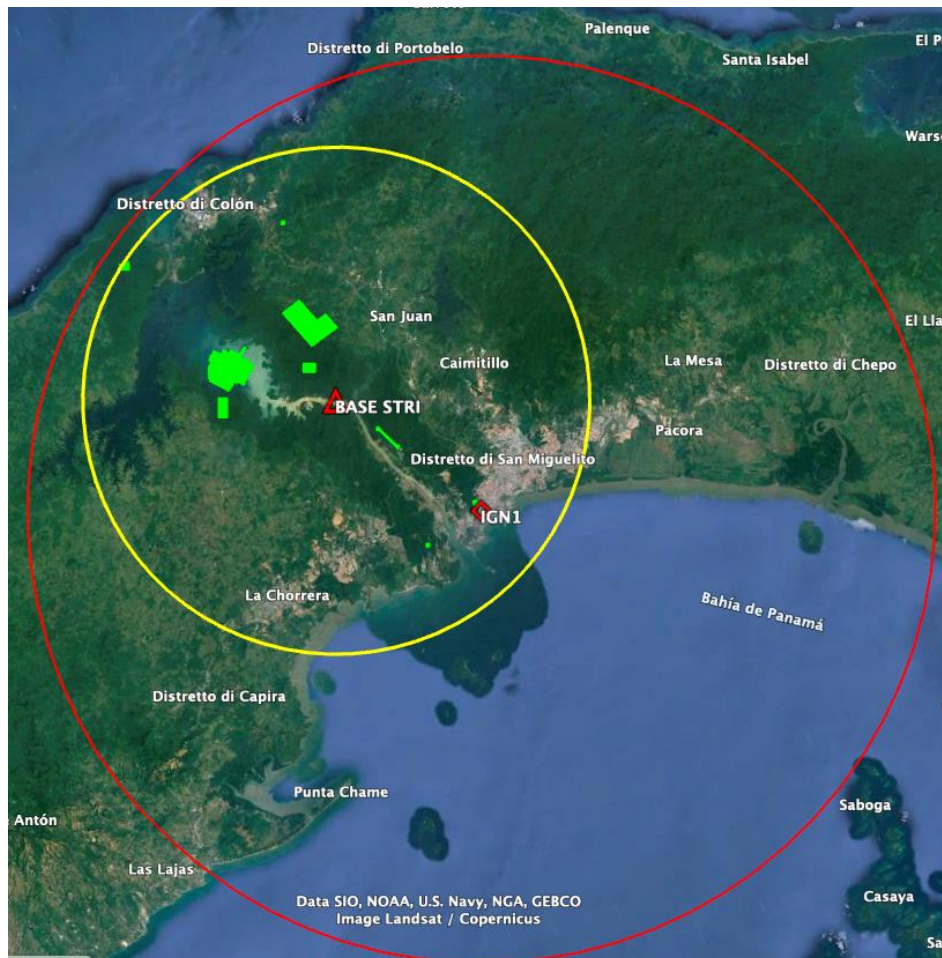


Figura 7: Reseña base LB01

		DESCRIPCIÓN DE PUNTOS DE CONTROL		FECHA 26/05/2023	
				Hoja 1 de 1	
Proyecto: BARRO COLORADO		Empresa: STEREOCARTO		Superficie número: ESTACIONAMIENTOS	
País: PANAMÁ		Provincia: COLON		Localización: GAMBOA	
Código: STRI					
Fotografía de los puntos de control			Croquis General (Puntos de apoyo y superficie)		
SUR			OESTE		
INSTRUMENTO					
RTK: ☐ GPS estático: ☒ Estación Total: ☐					
Marca: SOUTH Antena: Modelo G7 Serial: S910BA148510501					
Tipo de Superficie (marcar con X): Pavimento: ☐ Asfalto: ☐ TERRENO NATURAL: ☐ CONCRETO: ☒					
STRI		SISTEMA DE REFERENCIA		ESTACION DE CONTROL	
UTM		DATUM WGS84		P.MEC.	
NORTE ESTE Elevación(Ortho)		UTM Zona 17 Norte		UBICACIÓN DE CORS	
1008231.5830m 641229.5284m 28.1907m		Modelo Geoidal EGM2008 (Global) 5X5		PENONOME	
Global		Frequency: L1/L2/L5		Observaciones:	
Latitud Longitud Altura		9° 07' 07.48794" N 79° 42' 53.17793" W 40.3789 m		CLAVO DE ACERO, DE 2.5" INCRUSTADO SOBRE LA ACERA DE CONCRETO DEL ESTACIONAMIENTO DEL MUELLE, A 5 METROS DE A LA CERCA FRONTAL	
Técnico responsable:		TOPOGRAFO ROBERTO RESTREPO		Empresa contratista: STEREOCARTO	
Fecha de captura:		26/05/2023 6:43:57 a. m.			

Figura 8: Reseña base LB01



REPÚBLICA DE PANAMÁ
Autoridad Nacional de Administración de Tierras
Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia"
Departamento de Geodesia y Astronomía



FICHA TÉCNICA
ESTACIÓN GNSS DE OPERACIÓN CONTINUA "IGN1"

ID: IGN1
Nombre: CORSIGN1
Orden de la Estación: CORS GNSS
Hoja IGNT G: 4242-I, 1:50 000
Ubicación: IGN "Tommy Guardia"
Localidad: Viejo Veranillo
Corregimiento: Curundú
Distrito: Panamá
Provincia: Panamá
Establecido por: IGNT G
Fecha de instalación: 2008

DATOS DE ANTENA Y RECEPTOR

Receptor: Trimble Net R9
Antena: Zephyr Geodetic II
Máscara de Elevación: 0° Sobre el horizonte
Altura de Antena: 0,00 m
Punto de Medición: ARP (Antenna Reference Point)

SISTEMA GEODÉSICO

Marco de Referencia: SIR11P01 ± ITRF2008
Elipsoide: WGS84
Modelo Geoidal: EGM08
Época de Referencia: 2011,6
Fecha del Procesamiento: Octubre de 2011

COORDENADAS GEOCÉNTRICAS

X geocéntrica: 1144297,140 m
Y geocéntrica: -6195649,800 m
Z geocéntrica: 989518,572 m

COORDENADAS GEODÉSICAS

Latitud (N): 08° 59' 05,58877"
Longitud (W): 79° 32' 08,71731"
Altura elipsoidal: 47,561 m

COORDENADAS U.T.M.

Noite: 993502,461 m
Este: 660964,482 m
Altura geoidal: 34,700 m
Altura nivelada: 34,320 m
Zona: 17 N

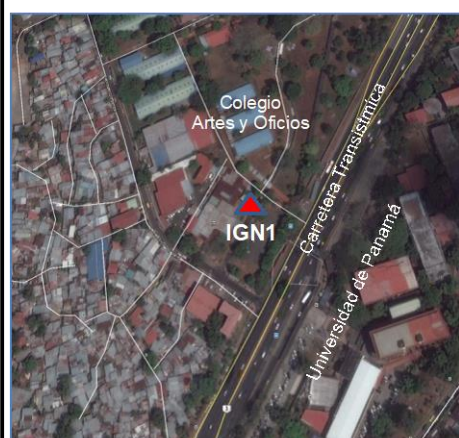
VELOCIDADES (Coordenadas Geocéntricas)

VX: 0,0173 ± 0,0003 m/a
VY: 0,0054 ± 0,0003 m/a
VZ: 0,0120 ± 0,0003 m/a

VISTA GENERAL:



CROQUIS DE UBICACIÓN (Imagen de Google Earth):



VELOCIDADES (Coordenadas U.T.M.)

V Norte: 0,0122 ± 0,0011 m/a
V Este: 0,0180 ± 0,0009 m/a
V Up: -0,0003 ± 0,0018 m/a

OBSERVACIONES IMPORTANTES

1. La antena está instalada en un mástil de acero galvanizado que se encuentra montado sobre una losa de concreto, en la parte superior de edificio de dos plantas, localizado en el área frontal del IGNT G.
2. El procesamiento y ajuste de la red se realizó con el software Bemese, versión 5.0.

Figura 9: Reseña base ING 1

Tabla 7: Valores coordenadas Bases GNSS de apoyo al vuelo

NOMBRE	COORDENADAS GEOGRAFICAS						HAE (m)	UTM ZONA 17S	
	LATITUD			LONGITUD				ESTE	NORTE
	°	'	"	°	'	"		(m)	(m)
IGN1	8	59	05,58877	79	32	08,71731	47,561	993502,461	660964,482
STRI	9	07	07,48794	79	42	53,17793	40,37	641229,528	1008231,583

7. EJECUCION DE VUELOS LIDAR – FOTOGRAFOMETRICO.

7.1. CALIBRACIÓN DEL SENSOR LIDAR.

El equipo ha sido calibrado por fabricante en fecha 8 febrero de 2022, siguiendo las instrucciones del manual de operación donde se indica que debe ser inferior a 24 meses.

AR

09/2021 Integrated Geospatial Information

IGI

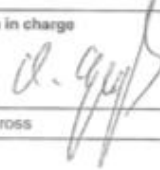
GI7576169

Calibration Certificate

Object	Airborne Laser Scanning System	
Manufacturer	Ingenieur-Gesellschaft für Interfaces mbH D-57223 Kreuztal	
Type	LiteMapper 6800i	
Serial Number	10-0104	
Customer	STEREOCARTO CENTROAMERICA SOCIEDAD ANONIMA registered seat: Edif. Centro Corp. La Nunziatura. Pavas – San José – Costa Rica, tax number: 3-101-636743, represented by: Mr. Alfonso Gómez Molina passport PAG310002 Contact email: admoncr@stereocarto.com	
Date of calibration flight	06.07.2021	
Date of calibration calculation	08.02.2022	
Number of pages of the certificate	5	

The result of this calibration reflects the situation during the survey flight. External circumstances like errors in the determination of the ground control points can falsify the results of the calculation.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of IGI mbH. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Seal	Date	Person in charge
	08.02.2022	
		Olaf Gross

IGI mbH
Langenauer Straße 46
57223 Kreuztal / Germany

Tel: +49(0)2732/5525-0
Fax: +49 (0)2732/5525-25
e-mail: info@igi-systems.com



Figura 10: Muestra de certificado de Calibración

Además, el equipo fue calibrado después de la instalación para la medición de los lever-arms entre la IMU y la antena GPS.



Figura 11: Muestra de mediciones de precisión para la Calibración de la instalación del Equipo

Figura 12: Muestra de mediciones de precisión para la Calibración de la instalación del Equipo



Figura 13: Muestra de mediciones de precisión para la Calibración de la instalación del Equipo

7.2. EJECUCION DE VUELOS.

Los vuelos se ejecutaron en las siguientes fechas

Tabla 8: tabla de avance por vuelos realizados

Vuelo liDAR (total 233 Km de pasadas)					
Vuelo	Fecha	Lineas		Avance (%)	OBS
		Km volados	Faltante		
1	26/05/23	139	94	59%	
2	27/05/23	94	0	100%	

Con los cuales se cobertura el 100% del área del proyecto.

La cobertura se puede apreciar en las siguientes imágenes.

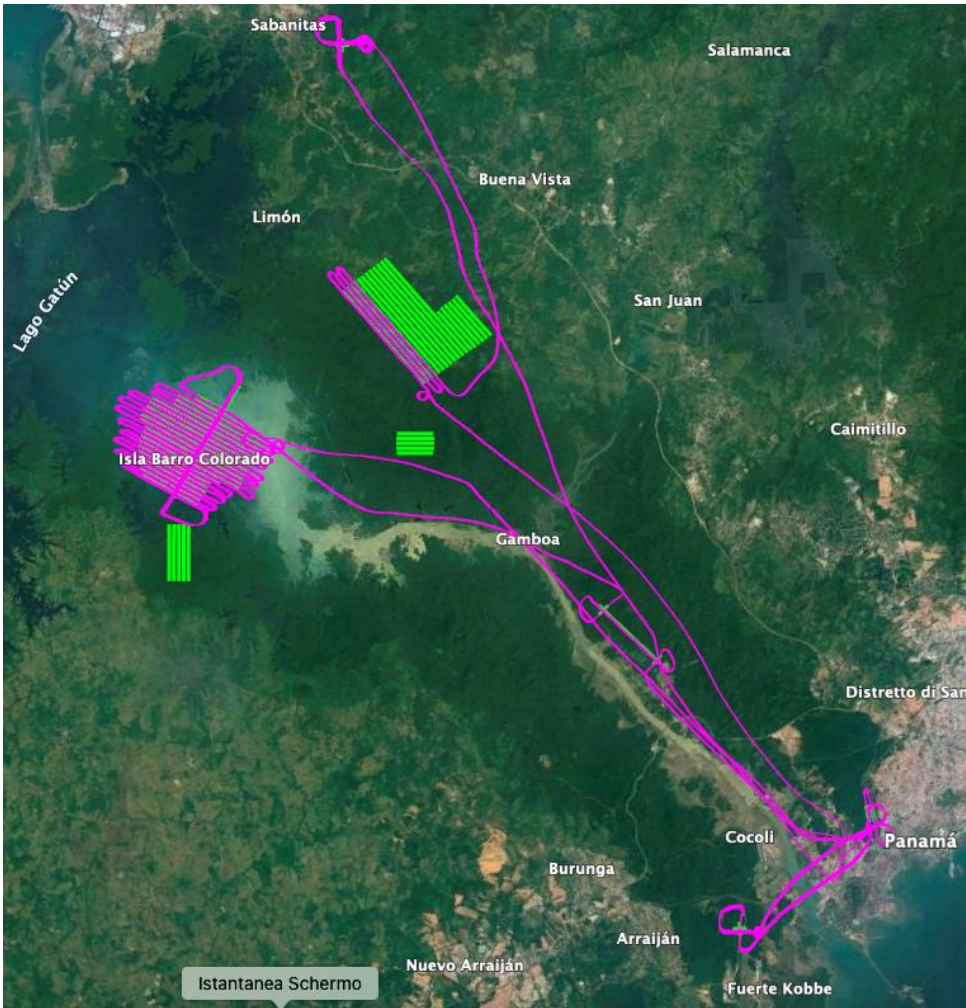


Figura 14: Líneas voladas 26 de mayo

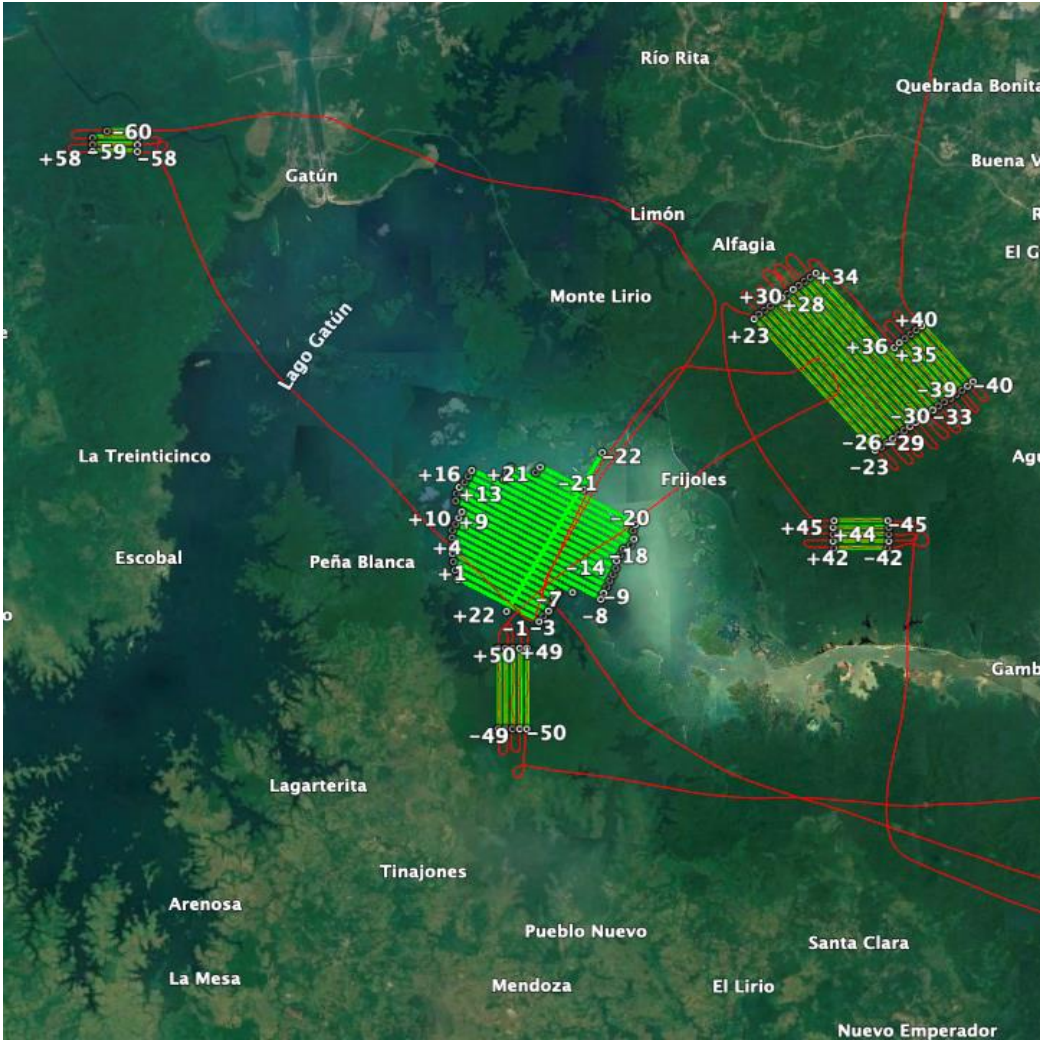


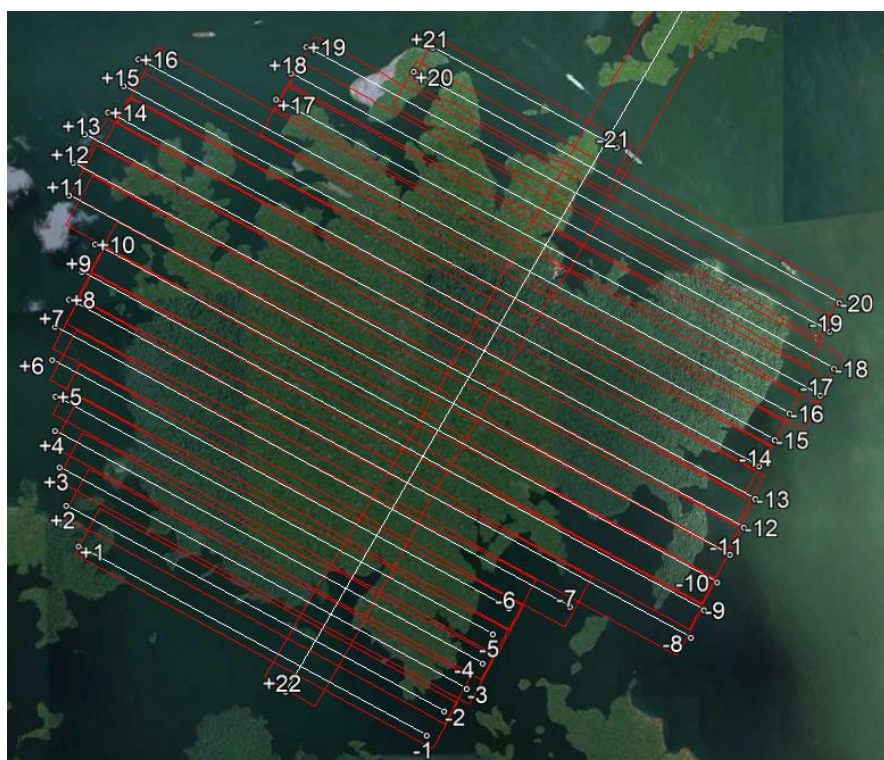
Figura 15: Líneas de vuelo ejecutadas 27 de mayo – Vuelos terminados

8. ANEXOS

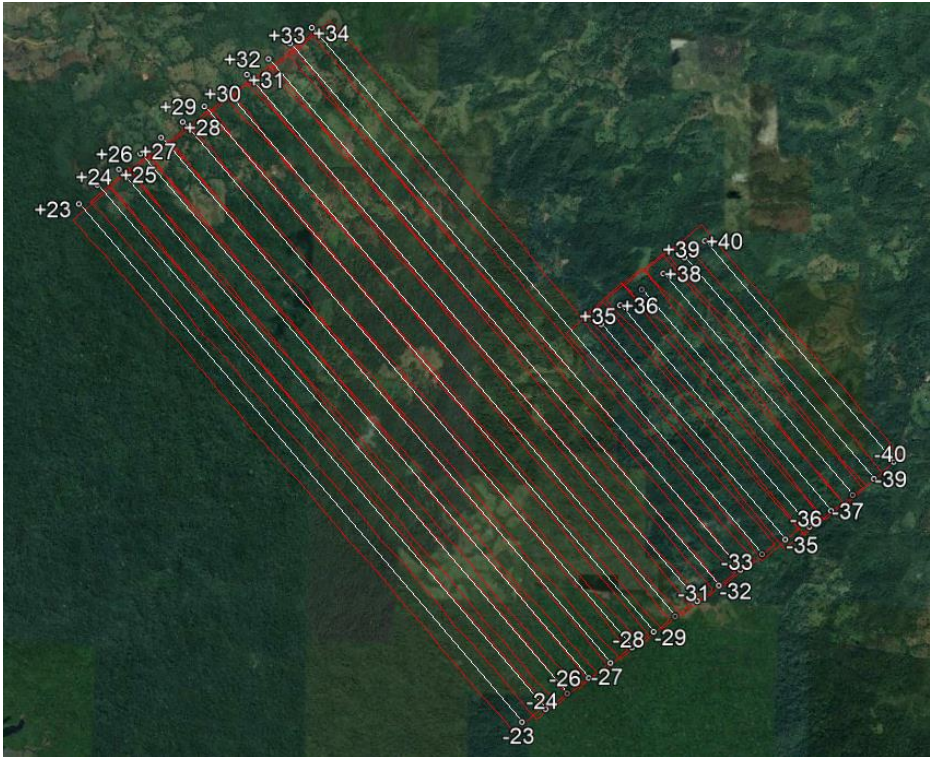
- Anexo 01: .KML con el track y coberturas de cada línea de vuelo.



BARRO COLORADO ANEXO



BARRO COLORADO



ALFAGIA_1



ALFAGIA_2



GIGANTE



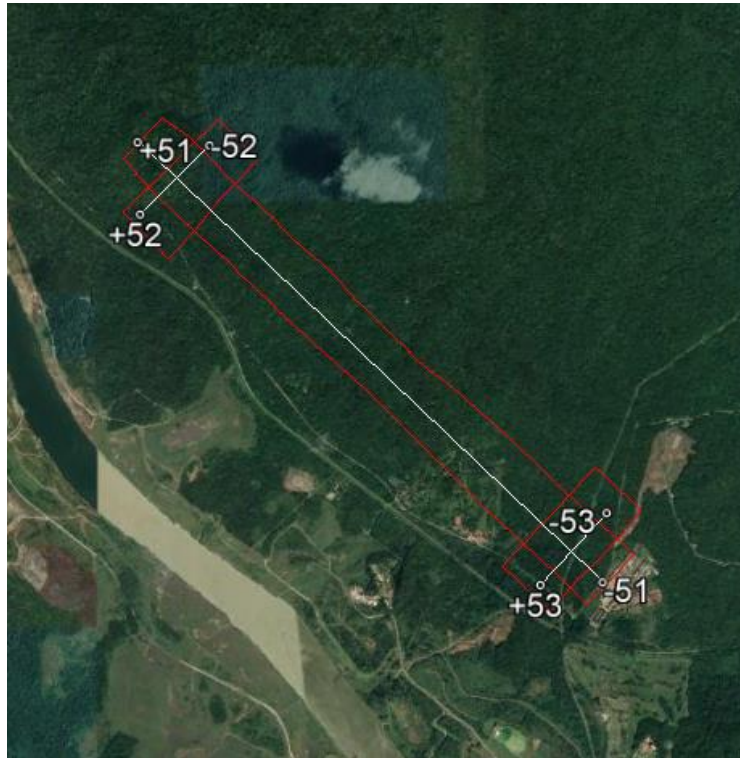
PÁNAMA PACÍFICO



SAN LORENZO



SANTA RITA



SOBERANÍA_1 Y SOBERANÍA_2



METROPOLITANO