



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Gregorio Edilberto Paredes Rios

Luis Enrique Vergara Mujica

Asesor:

M. Cs. Ing. Erlyn Giordany Salazar Huamán

Cajamarca - Perú

2022



DEDICATORIA

Para mi adorado hijo Luis Felipe.

Gregorio Paredes.

Mi tesis se la dedico con todo mi amor a mis abuelos, mis padres y a mi hermana que estuvieron para apoyarme y me dieron fuerzas para seguir adelante y superarme.

Luis Vergara



AGRADECIMIENTO

A mi novia Viviana por su incondicional y constante apoyo para lograr cumplir este objetivo, a mi madre Aleja, mis hermanos Antony & Samir por siempre estar conmigo, a mi tía Etelvina por siempre creer en mí; a mi familia y amigos que me apoyaron en el cumplimiento de esta meta profesional y personal.

Gregorio E. Paredes Rios.

A mi familia por creer en mí, aconsejarme y brindarme todo su apoyo, gracias por todo su cariño

Luis E. Vergara Mujica.



Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	15
CAPÍTULO III. RESULTADOS	34
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	44
REFERENCIAS	48
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas del lote en estudio.....	16
Tabla 2 Resultados obtenidos luego de llenar el Formato Análisis Topográfico – Costos de Ejecución	35
Tabla 3 Análisis de Precio Unitario usando Estación Total	36
Tabla 4 Análisis de Precio Unitario usando GPS Diferencial	36
Tabla 5 Análisis de Precio Unitario usando Dron.....	37
Tabla 6 Resultados obtenidos luego de llenar el Formato de recolección de Puntos de Control Estación Total vs GPS Diferencial.....	37
Tabla 7 Resultados obtenidos luego de llenar el Formato de recolección de Puntos de Control GPS Diferencial vs Dron.....	38
Tabla 8 Resultados obtenidos luego contrastar los datos de los 3 levantamientos topográficos.....	38
Tabla 9 Comparación de desplazamientos de puntos.....	39
Tabla 10 Duración de Actividades usando Estación Total.....	41
Tabla 11 Duración de Actividades usando GPS Diferencial.....	41
Tabla 12 Duración de Actividades usando Dron.....	41
Tabla 13 Resultados obtenidos al analizar la duración de las actividades realizadas por cada levantamiento topográfico.....	42
Tabla 14 Cantidad de número de puntos procesados	42
Tabla 15 Cantidad de número de triangulaciones procesadas.....	42
Tabla 16 Volumen Total (m ³) procesado en cada levantamiento topográfico	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del Lote.....	17
Figura 2 Diagrama de flujo para toma de datos en campo y procesamiento en gabinete	18
Figura 3 Ubicación de BM's.....	19
Figura 4 Materialización de BM1	20
Figura 5 <i>Materialización de BM2</i>	20
Figura 6 GPS Diferencial en modo receptor sobre punto BM2	21
Figura 7 GPS Diferencial en modo receptor sobre punto BM1.	21
Figura 8 Estación Total Leica TS10 1”	22
Figura 9 Radiación de puntos con Estación Total Leica TS10 1”	23
Figura 10 Estacionamiento de equipo GPS Diferencial.....	24
Figura 11 Radiación de puntos con GPS Diferencial.....	24
Figura 12 Radiación de puntos con GPS Diferencial.....	25
Figura 13 Colocación de objetivo de color azul sobre el panel de 1m x 1m.....	26
Figura 14 Colocación de panel de 1m x 1m en puntos claves del terreno	26
Figura 15 Colocación de panel de 1m x 1m en puntos claves del terreno	27
Figura 16 Preparación del Dron previo al vuelo	28
Figura 17 Primer vuelo del Dron	28
Figura 18 Segundo vuelo del Dron	29
Figura 19 Formato de recolección de Puntos de Control	30
Figura 20 Formato de Análisis Topográfico – Costos de Ejecución.....	31
Figura 21 Formato de Análisis Topográfico – Duración del Trabajo	32
Figura 22 Comparación de costos de ejecución por cada levantamiento topográfico	35
Figura 23 Gráfico de desplazamientos en coordenada Norte.....	39
Figura 24 Gráfico de desplazamientos en coordenada Este	40
Figura 25 Gráfico de desplazamientos en coordenada de Elevación	40
Figura 26 Gráfico de duraciones de los trabajos de campo y gabinete de cada Equipo Topográfico	42
Figura 27 Gráfico de volúmenes procesados	43
Figura 28 Masa Volumétrica del levantamiento con Dron	59
Figura 29 Masa Volumétrica del levantamiento con Estación Total	59
Figura 30 Masa Volumétrica del levantamiento con GPS Diferencial	60

RESUMEN

La presente investigación es de tipo descriptiva – correlacional con enfoque cuantitativo y tiene como objetivo principal el de evaluar los modelos de elevación obtenidos a través de la topografía convencional y la topografía con Dron para el cálculo de volúmenes. Se realizó el levantamiento topográfico usando una estación total Leica TS-10, GPS Diferencial Trimble R8S y un Dron DJI Inspire 2 con cámara ZENMUSE X5S a un terreno de 14 hectáreas ubicado en el Distrito de Los Baños del Inca – Cajamarca, el lote perteneciente a las Instalaciones del Batallón de Infantería Motorizada del Cuartel del Ejército del Perú “BIM ZEPITA N° 07”. Los resultados obtenidos en la presente investigación son que el levantamiento topográfico con Dron es más eficiente en cuanto a precisión, tiempo de procesamiento de datos y costos que el modelo obtenido con la topografía convencional (estación total y GPS diferencial) aplicado al cálculo de volúmenes.

Palabras clave: Cálculo de Volúmenes, Topografía con Dron, Modelos de Elevación.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Realidad Problemática:

En la actualidad, el gran uso de herramientas topográficas y virtuales para el desarrollo de proyectos en sus distintas áreas va variando respecto a la aplicación en campo de los mismos, es por eso que, estas herramientas presentan ciertas desventajas y limitaciones que se deben tener en cuenta para así evitar posibles errores en cuanto a calidad de información se refiere (Gómez Morales, 2018).

Según (Gómez Morales, 2018), es importante recalcar que los proyectos se desarrollan en 3 niveles para su evaluación, estos son el nivel de perfil, factibilidad y definitivo; en conjunto, para ser evaluados y aprobados estos deben cumplir y presentar ciertos requerimientos técnicos de distintos grados de precisión y alcance. Es así que, la gran demanda de proyectos tanto en el rubro de edificaciones como en carreteras y demás, obliga a que los profesionales busquen actualizarse con las diferentes herramientas y metodologías en el área de la topografía, ya que junto con ello se utilizan principalmente tres aspectos fundamentales de un proyecto, los cuales son el tiempo, los costos y el grado de error (García Martín, Rosique Campoy, & Torres Picazo, 2017).

Estos tres últimos indicadores demuestran que, para el desarrollo y elaboración de todos los estudios de ingeniería, se requiere la ejecución de un trabajo topográfico, pues, este consiste en una representación fiel del terreno en el cual se desarrollará el proyecto con la finalidad de calcular los volúmenes de corte y/o relleno, así como de los costes del mismo para determinar de una manera correcta la viabilidad del proyecto (García Martín, Rosique Campoy, & Torres Picazo, 2017).

Es importante señalar que la utilización de Dron permite, además, realizar tareas a baja altura, grabando en tiempo real y facilitando el relevamiento de zonas

peligrosas o de difícil acceso y superar obstáculos diversos, de forma automatizada y sin poner en riesgo la seguridad personal. En la actualidad existen con una gran variedad de formas, tamaños y características en función del uso al que estén destinados.

(Pachas L., 2009) indica que el GPS diferencial y la estación total son la combinación perfecta para efectuar cualquier tipo de levantamiento topográfico, garantizando la eficiencia y seguridad de la información requerida en los proyectos; en gabinete esta precisión es complementada por el programa AutoCAD Civil 3D de Autodesk. Donde se logra hacer correcciones oportunas aumentando la calidad de los cálculos y detalles del terreno, además cabe resaltar que en ciertos casos el software avisa al diseñador donde hay un error técnico antes de que se continúe con el diseño. (Téllez Rodrigues, 2012)

Por otro lado, (Collazos Caycedo, 2018) defiende que los modelos de elevación cumplen el rol fundamental de representar el relieve de una superficie tal y cual existe en el espacio (topografía), estos modelos esenciales en las obras civiles son generados a través de unas nubes de puntos usando diferentes sistemas o métodos de captura de datos. Es ahí en donde surge el inconveniente al momento de decidir con qué sistemas, equipos o métodos se debe usar para lograr un excelente trabajo topográfico.

Hoy en día el aumento en la demanda de disponibilidad de datos espaciales, exige a los profesionales a que cada día sea necesario adquirir la mayor información posible en un periodo de tiempo mucho más corto. Este último aspecto se ve reflejado en cuanto al cálculo de volúmenes de material se refiere, pues, como lo menciona (Collazos Caycedo, 2018) en su estudio, el cálculo de volúmenes en las obras civiles o acopios de material siempre es costoso debido a los cálculos y el equipo humano necesario para realizar los trabajos de campo. Así mismo (Quispe Quispe, 2021)

menciona que en muchos de los caminos vecinales estudiados en su investigación realizan partidas o ampliaciones de plazo adicionales a causa del mal medrado volumétrico de los materiales, es decir del movimiento de tierras necesario para llevar a cabo un proyecto de infraestructura vial. Ambos autores determinan que la incompatibilidad existente en el cálculo volumétrico de los materiales se debe a que en la recolección de toma de datos en campo no existe un adecuado control de los BM's (Bench Mark por sus siglas en inglés) así como en la precisión de las lecturas tomadas con los distintos equipos topográficos; sumándose a estos el inadecuado proceso de información en gabinete.

A nivel nacional y local, existe variación en la precisión de los resultados en concordancia con el uso de los diversos métodos de medición tales como la radiación con estación total, GPS diferencial, teodolito y la topografía con Dron, por lo que, en el presente estudio realizado se pretende como objetivo comparar los dos modelos de elevación adquiridos a través de la topografía convencional y topografía con Dron, esto con el fin de poder establecer la precisión, tiempos y costos de cada método utilizado para el cálculo de volúmenes. (Gómez Morales, 2018).

A continuación, se presentan las teorías relacionadas al estudio:

Ayala Valdivia (2018) en su tesis de grado de la Universidad Privada de Trujillo titulada “Evaluación de levantamientos topográficos con Dron (DJI Phantom 4 pro) y estación total, quebrada señor de Quinuapata del distrito de Ayacucho, Perú 2018” concluye que los equipos de topografía como el Dron DJI Phantom 4 pro y la estación total, resultan iguales en un el levantamiento topográfico acercándose al 95% de similitud, así mismo detalla que es mejor y más conveniente el uso de Dron para trabajos de topografía debido a que con este equipo se realiza el trabajo en menor

tiempo y por ende resulta más barato y más eficiente comparado con el tiempo que lleva a cabo realizar un levantamiento con método tradicional usando estación total.

Tacca (2015), en su tesis de grado titulado “Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con Dron al método tradicional” de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, plantea como objetivo comparar los resultados del método Dron y el método directo (o tradicional), para determinar si las cotas obtenidas a través de tomas aerofotográficas son similares a los obtenidos con una estación total, a la vez, determinar cuál de los dos métodos es más económico y requiere menor tiempo. En dicha investigación se concluye que los datos obtenidos en campo ambos equipos georreferenciados tienen resultados relativamente similares con un nivel de confianza de un 95%, además indica que para el levantamiento con Dron se requiere menos personal en comparación del método tradicional.

Jiménez et al (2019) en su trabajo de tesis titulado “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de Dron y GPS como métodos indirectos” busca comprobar el resultado de medidas obtenidas en forma directa con una estación total con las medidas obtenidas con fotos aéreas tomadas desde un Dron para ser también comparadas con las medidas obtenidas desde un GPS navegador. Esta investigación concluye que, en base a los datos obtenidos con Dron y estación total presentan resultados similares, sin embargo, afirma que el método de Dron es más viable por su versatilidad y sus ventajas respecto a tiempos y costos minimizando el riesgo laboral para el personal técnico. Además, afirma que los resultados de fotogrametría son confiables y muy ventajosos comparados con otros instrumentos topográficos convencionales.

Con respecto a las definiciones conceptuales que servirán como sustento teórico tenemos las siguientes:

Topografía, “La topografía se encarga de describir tal como se muestra la superficie terrestre para representarla en un plano, una parte de la tierra relativamente pequeña todo ello a una escala determinada, con ayuda de la topografía podemos representar muchas estructuras artificiales cada una de ellas a la escala establecida, asimismo, con la topografía podemos ubicar la posición de un punto sobre la superficie de la tierra, todo ello gracias a las coordenadas, asimismo podemos realizar replanteo desde un plano en el terreno proyectado” (Serpa Rupay, 2021, pág. 23)

Topografía convencional, “se denomina datum a la posición del elipsoide relativa al centro de la tierra. Un datum provee de un marco de referencia para practicar las medidas de localización de la superficie de la Tierra, y está definido por el origen del elipsoide y por la orientación de las líneas de longitud y latitud” (Huamani Olivera, 2019, pág. 22)

Estación Total, “La Estación Total es un teodolito electrónico que a su vez incorpora un Distanciómetro avanzado (EDM) además de una unidad de procesamiento, lo que le permite realizar mediciones de precisión. Estos equipos van acompañados de un prisma que le permite tener un mejor reflejo de la luz emitida (LASER) por el EDM. Toda la información medida es almacenada en el mismo dispositivo y puede ser extraída por conexión USB a memorias y ordenadores. Hoy en día existen Estaciones Totales robóticas, que disponen de servomotores que son capaces de girar el equipo de manera autónoma” (Huamani Olivera, 2019, pág. 28)

GPS Diferencial, “el GPS Diferencial es un equipo cuyo sistema de receptores integrados obtienen datos recibidos de los satélites GPS en el mundo, con la finalidad de proporcionar y calcular precisamente la posición de un punto en el espacio. Esto

indica que es un sistema de medición universal capaz de posicionar los datos en una escala muy exacta” (Espinoza Terraza & Pizarro Lavio, 2022, pág. 23)

Dron, “llamados también sistemas aéreos no tripulados (UAV) o vehículos aéreos no tripulados (VANT) se han diversificado masivamente en la última década, recorre el área bajo estudio y toma datos de forma más controlada y sistemática mediante la programación previa de las secuencias” (Arriola, Ferencz, & Rimolo, 2018)

Georreferenciación, “se llama así a la técnica de asignación de coordenadas geográficas a un punto específico. La georreferenciación se utiliza para ubicar con precisión la posición de un cierto punto en la superficie de la tierra” (Ticona Nina & Turpo Mamani, 2021, pág. 76)

Punto Geodésico de Orden C, “Según el IGN (Instituto Geográfico Nacional) con el propósito de unificar levantamiento, todos los trabajos deben referirse a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN). Este orden de puntos es el más usado para control urbano y rural, brinda apoyo en el desarrollo de proyectos de ingeniería teniendo una precisión aceptable a un buen coste de producción” (Huamani Olivera, 2019, pág. 27)

En el desarrollo de la presente investigación se calculará el volumen del terreno luego de haber realizado el levantamiento topográfico mediante el uso de Dron, así como mediante el uso de la topografía convencional con estación total y GPS diferencial. En base a la problemática presentada se presenta lo siguiente:

Formulación del problema:

¿Cuál es la diferencia de precisión de los modelos de elevación obtenidos a través de la topografía convencional y la topografía con Drones para el cálculo de volúmenes?

Objetivos:

Objetivo General:

Evaluación de los modelos de elevación obtenidos a través de la topografía convencional y la topografía con Dron para el cálculo de volúmenes.

Objetivos específicos:

- Comparación de la precisión de los modelos de elevación obtenidos a través de la topografía convencional (estación total y GPS) y la topografía con Dron para el cálculo de volúmenes.
- Comparación del tiempo de trabajo requerido para la obtención de los modelos de elevación a través de la topografía convencional (estación total y GPS) y la topografía con Dron para el cálculo de volúmenes.
- Comparación del costo de elaboración de los modelos de elevación obtenidos a través de la topografía convencional (estación total y GPS) y la topografía con Dron para el cálculo de volúmenes.

Hipótesis:

Hipótesis General:

El modelo obtenido a través de la topografía con Dron es más eficiente en cuanto a precisión, tiempo de procesamiento de datos y costos que el modelo obtenido con la topografía convencional (estación total y GPS diferencial) aplicado al cálculo de volúmenes.

CAPÍTULO II. MÉTODO

La presente investigación es de tipo descriptiva – correlacional con enfoque cuantitativo, debido a que se aprecia la características o rasgos del fenómeno en estudio, con esto se da también la parte de una investigación correlacional porque se toma en cuenta la relación entre las variables o sus resultados.

Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Se considerará como unidad de estudio el terreno seleccionado para este estudio, teniendo en cuenta que es una unidad significativa y que no se puede considerar como una población debido a que esta encierra un grupo de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia

- Población: La población está constituida por un terreno de 16 hectáreas ubicado en el Distrito de Los Baños del Inca – Cajamarca, perteneciente al cuartel del ejército del Perú “BIM ZEPITA N° 07”.
- Muestra: La población está constituida por un terreno de 16 hectáreas ubicado en el Distrito de Los Baños del Inca – Cajamarca, el lote pertenece al cuartel perteneciente a las Instalaciones del Batallón de Infantería Motorizada del Cuartel del Ejército del Perú “BIM ZEPITA N° 07” Ver Figura 01.

El lote se encuentra ubicado en:

- Departamento: Cajamarca.
- Provincia: Cajamarca.
- Distrito: Los Baños del Inca.
- Coordenadas del lote: Ver tabla 1.

Tabla 1
Coordenadas del lote en estudio

COORDENADAS UTM - WGS 84					
PUNTO	ESTE	NORTE	PUNTO	ESTE	NORTE
1	780730.656	9206111.085	25	780590.052	9205829.831
2	780717.945	9206165.000	26	780626.044	9205791.982
3	780715.522	9206205.416	27	780650.823	9205825.148
4	780719.629	9206240.393	28	780674.784	9205887.930
5	780731.719	9206289.373	29	780699.669	9205932.561
6	780729.055	9206311.696	30	780716.671	9205959.689
7	780688.584	9206326.259	31	780737.525	9206002.775
8	780672.099	9206349.707	32	780749.835	9206029.416
9	780633.485	9206370.476	33	780763.852	9206058.629
10	780593.695	9206382.130	34	780753.362	9206072.915
11	780549.164	9206388.922	35	780741.547	9206088.754
12	780522.289	9206384.850			
13	780498.888	9206366.067			
14	780478.559	9206296.966			
15	780466.443	9206240.326			
16	780436.052	9206163.482			
17	780401.506	9206109.597			
18	780359.589	9206050.944			
19	780342.056	9205990.778			
20	780336.459	9205945.287			
21	780411.081	9205931.676			
22	780472.190	9205912.358			
23	780525.293	9205889.389			
24	780562.900	9205861.049			

Figura 1
Ubicación del Lote

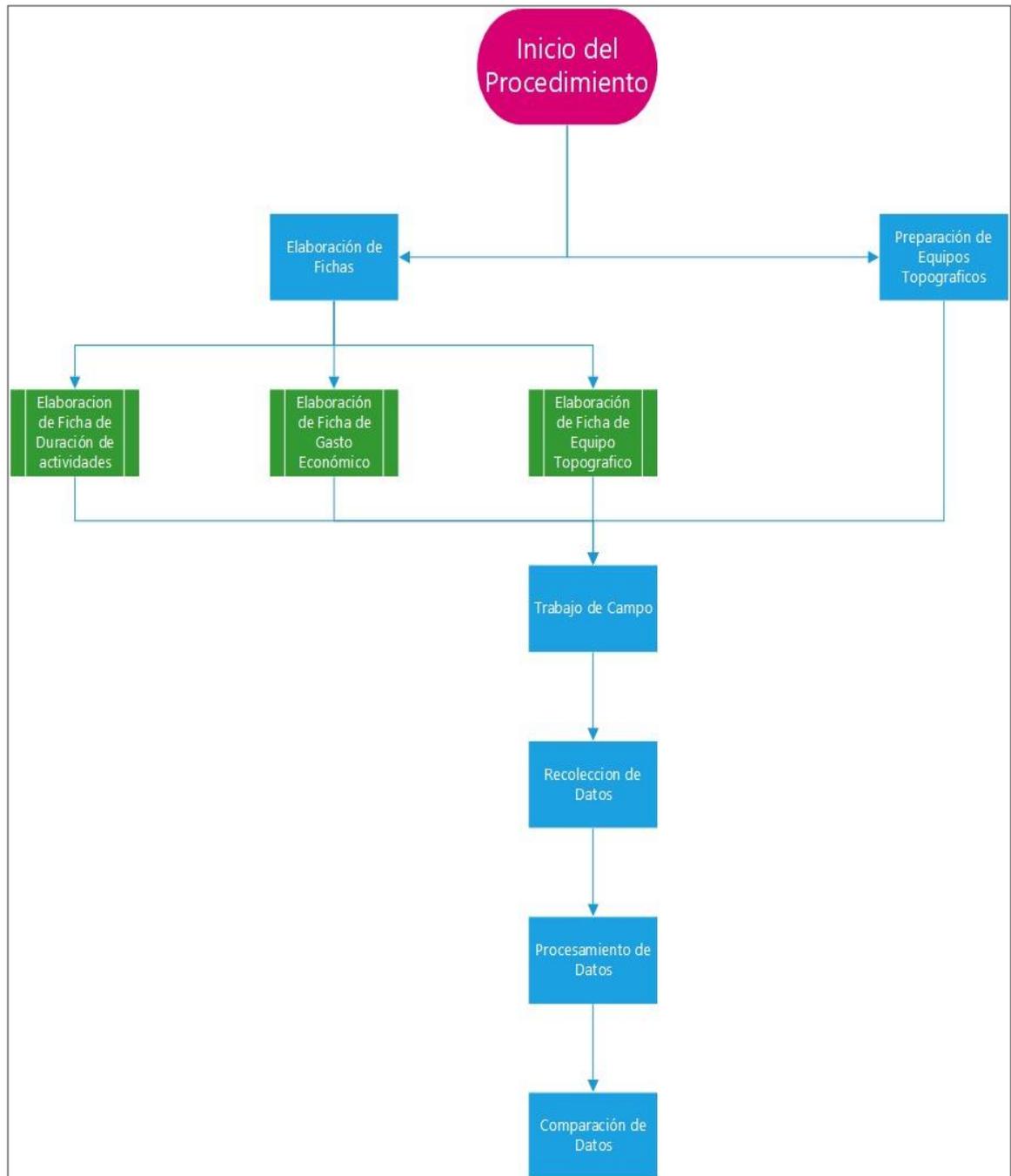


Fuente: Google Earth.

Las técnicas de recolección de datos en campo, así como los procedimientos a emplear en el desarrollo de esta investigación se detallan a continuación y hacen referencia al diagrama de flujo según la Figura 2.

Figura 2

Diagrama de flujo para toma de datos en campo y procesamiento en gabinete



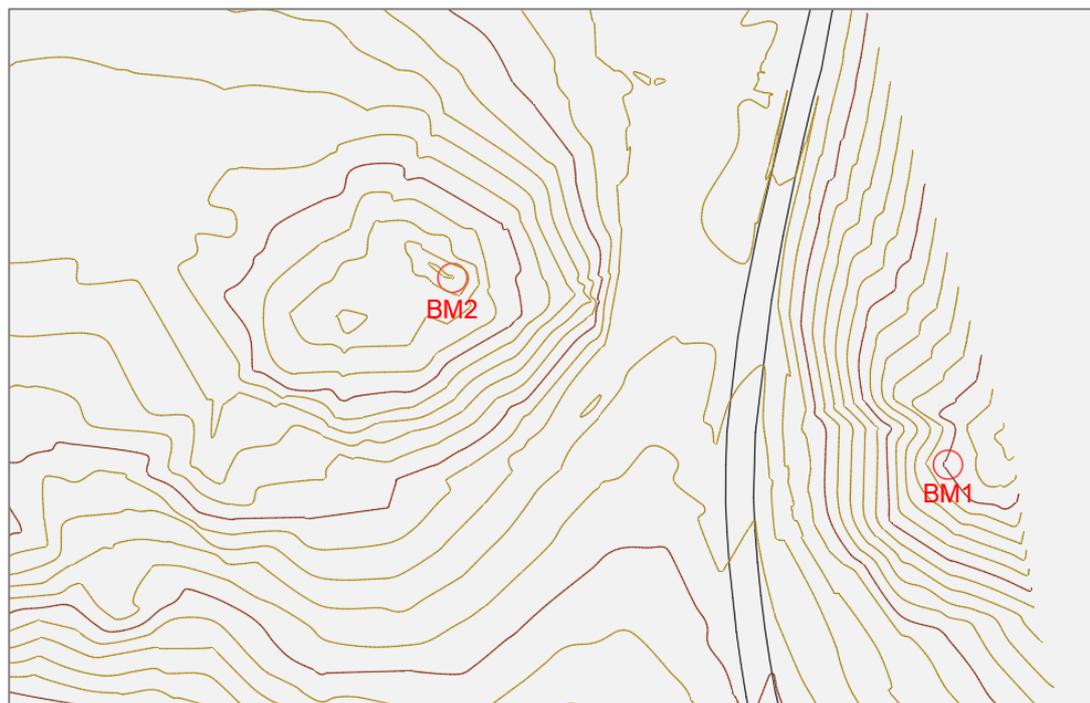
Fuente: Elaboración Propia.

Previo al inicio de los trabajos de campo tanto con estación total, GPS diferencial y el vuelo del Dron, se procedió a realizar el reconocimiento del terreno, así como a ubicar los BM’s de posicionamiento y referencia para seguidamente, mediante hitos de concreto, fijar la ubicación de los mismos (Ver Figuras 04 y 05).

Por otro lado, para el desarrollo del proyecto se hizo la transposición de las coordenadas desde el punto geodésico de Orden “0”, perteneciente al Instituto Geodésico Nacional con código “CJ01” ubicado en las instalaciones del Gobierno Regional de Cajamarca (Ver Anexo 06), hacia los 2 puntos BM1 y BM2 previamente materializados dentro del área del proyecto, con ayuda del GPS Diferencial se inició con el procedimiento de dejar 4 horas en cada BM en modo de receptor para poder obtener los datos y la información necesaria para poder procesar y obtener los puntos de orden C (puntos base del proyecto). En el Anexo 05 se aprecia el cálculo y los resultados para cada BM de orden C. En las Figuras 6 y 7 se aprecia el estacionamiento del equipo para la obtención de la data que servirá para la transposición de las coordenadas de nuestros puntos geodésicos de orden “C”.

Los BM se han materializado en puntos estratégicos dentro del área del proyecto como se muestra en la Figura 03. Los BM están separados 150.00 metros.

Figura 3
Ubicación de BM's



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4
Materialización de BM1



Figura 5
Materialización de BM2



Figura 6
GPS Diferencial en modo receptor sobre punto BM2



Figura 7
GPS Diferencial en modo receptor sobre punto BM1.



A. Técnicas de recolección de datos.

- Recolección de información obtenidas por la estación total: Se recopilarán los datos tomados en campo utilizando la estación total Leica TS10 1”, trípode y prismas; los datos obtenidos son almacenados en el equipo hasta su posterior procesamiento. En primer lugar, se realizó un recorrido visual del sitio y se procedió a estacionar el equipo en el BM2 y seguidamente se comenzó a radiar y ubicar distintos puntos de apoyo para realizar los cambios de estación necesarios que permitieron abarcar toda el área de estudio. En las siguientes Figuras se aprecia parte del proceso realizado en campo:

Figura 8

Estación Total Leica TS10 1”



Figura 9

Radiación de puntos con Estación Total Leica TS10 1”



- Recolección de información obtenidas por el GPS Diferencial: Se recopilarán los datos tomados en campo con ayuda de GPS Trimble R8S luego de estacionarlo sobre el punto geodésico de orden “C” denominado BM2, los datos son almacenados en la consola hasta su posterior procesamiento. En las siguientes Figuras se aprecia el proceso de estacionamiento y toma de puntos con GPS Diferencial.

Figura 10
Estacionamiento de equipo GPS Diferencial



Figura 11
Radiación de puntos con GPS Diferencial



Figura 12
Radiación de puntos con GPS Diferencial



- Recolección de información obtenidas por el Dron: Se realizaron dos (02) vuelos con el Dron DJI Inspire 2 con cámara ZENMUSE X5S integrada, para posteriormente procesar la información con el uso del Software Agisoft Metashape en donde se consolida la nube de puntos densa con la finalidad de generar las curvas a nivel y las superficies (Surface). Se realizó la instalación de los paneles de triplay de 1m x 1m en puntos estratégicos que ayudarán a georreferenciar las imágenes tomadas con el Dron durante el recorrido del vuelo planificado. En las siguientes Figuras se aprecia el proceso de estacionamiento y toma de puntos con GPS Diferencial.

Figura 13

Colocación de objetivo de color azul sobre el panel de 1m x 1m



Figura 14

Colocación de panel de 1m x 1m en puntos claves del terreno



Figura 15

Colocación de panel de 1m x 1m en puntos claves del terreno



Figura 16
Preparación del Dron previo al vuelo



Figura 17
Primer vuelo del Dron



Figura 18
Segundo vuelo del Dron



B. Instrumentos de recolección de datos

- Fichas de recolección de Puntos de Control: En esta ficha se recolectarán las coordenadas Norte, Este y Cota, así como la descripción de cada Punto de Control definido previamente en campo, para luego poder realizar el análisis comparativo de la precisión por cada equipo usado en el desarrollo de la presente investigación. Ver Figura 19.
- Fichas de Análisis Topográfico – Costos de Ejecución: En esta ficha se enlistarán los gastos previos a la ejecución de los trabajos, así como a los gastos generados durante el proceso. Esto se repetirá por cada equipo usado en el desarrollo de la presente investigación. Ver Figura 20.

- Fichas de Análisis Topográfico – Duración del Trabajo: En esta ficha se enlistarán los ítems correspondientes a las actividades realizadas en cada levantamiento, así como la duración de cada uno, así mismo, se tendrá en cuenta el tiempo del procesamiento en gabinete. Esto se repetirá por cada equipo usado en el desarrollo de la presente investigación. Ver Figura 21.

Figura 19
Formato de recolección de Puntos de Control

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - PUNTOS DE CONTROL			
TÍTULO DE LA TESIS	"EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES"				
1) Ubicación					
Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	LOS BAÑOS DEL INCA
2) Datos generales					
Puntos de Control		Equipo utilizado	<input checked="" type="checkbox"/> Estación Total <input checked="" type="checkbox"/> GPS diferencial <input type="checkbox"/> Otros		
3) Información de Puntos de Control					
Punto	Norte	Este	Cota	Descripción	
RESPONSABLE			RESPONSABLE		
NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica			NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios		
FECHA:			FECHA:		
ASESOR					
NOMBRE: M. Cs. Ing. Eryln Giordany Salazar Huamán					
FECHA:					

Figura 20

Formato de Análisis Topográfico – Costos de Ejecución

ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - COSTOS DE EJECUCIÓN					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	EQUIPO: _____ ESTACIÓN TOTAL/GPS DIFERENCIAL/DRONE _____ TÍTULO DE LA TESIS "EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES"				
1) Ubicación					
Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	LOS BAÑOS DEL INCA
2) Costos Previos del Proyecto					
Descripción	Costo por Día	# Días	SubTotal		
Total		S/	-		
Otros Gastos:					
Descripción	Costo	Cantidad	SubTotal		
Total		S/	-		
3) Costos Durante del Proyecto					
Descripción	Costo	Cantidad	SubTotal		
Total		S/	-		
Otros Gastos:					
Descripción	Costo	Cantidad	SubTotal		
Total		S/	-		
4) Costos Total del Proyecto					
Costo Total	S/ 0.00				
RESPONSABLE			RESPONSABLE		
NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica			NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios		
FECHA: _____			FECHA: _____		
ASESOR					
NOMBRE: M. Cs. Ing. Erlyn Giordany Salazar Huamán					
FECHA: _____					

Figura 21

Formato de Análisis Topográfico – Duración del Trabajo

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - DURACIÓN DEL TRABAJO			
TÍTULO DE LA TESIS		"EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES"			
1) Ubicación					
Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	LOS BAÑOS DEL INCA
2) Duración					
Equipo:	ESTACIÓN TOTAL/GPS DIFERENCIAL/DRON				
Actividad	Días Trabajados	Horas Trabajadas por día	SubTotal (Horas)		
3) Duración Total del Proyecto					
Duración Total	0.00 Horas				
RESPONSABLE			RESPONSABLE		
NOMBRE: Luis Enrique Vergara Mujica			NOMBRE: Gregorio Edilberto Paredes Rios		
FECHA:			FECHA:		
ASESOR					
NOMBRE: M. Cs. Ing. Eryln Giordany Salazar Huamán					
FECHA:					

C. Instrumentos para el análisis de datos

- PIX4D: Se utilizará para procesar las imágenes obtenidas con el Dron.

- Agisoft Metashape: Se utilizará para procesar las imágenes obtenidas con el Dron para consolidar la nube de puntos densa y posterior a ellos, generar las curvas a nivel y la superficie.
- Hojas de EXCEL: Se utilizará para procesar los datos obtenidos en base a los diferentes equipos utilizados.
- AutoCad Civil 3D: Permite el procesamiento de datos obtenidos por la estación total ingresando parámetros y los valores obtenidos para generar la superficie levantada.

D. Instrumentos y Equipos

- Estación Total Leica TS10 1”.
- GPS Diferencial Trimble R8S.
- Dron DJI Inspire 2 con cámara ZENMUSE X5S.
- Wincha de mano.
- Libreta de apuntes.
- Cámara fotográfica.
- Laptop Intel Core i9.

Con respecto a los aspectos éticos, se citaron todas las fuentes que fueron consultadas y consideradas en esta investigación, también contamos con la carta de autorización firmada por el teniente coronel del BIM “ZEPITA” N° 7 para realizar los levantamientos topográficos solo con fines académicos (Ver Anexos 9 y 10), basándonos en el método científico y sin dejar de lado valores que un investigador debe observar; todos los resultados se presentan sin alterar datos reales.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la investigación de acuerdo con los objetivos planteados, a la muestra de estudio que estuvo conformada por un terreno de 16 hectáreas ubicado en el Distrito de Los Baños del Inca – Cajamarca perteneciente a las Instalaciones del Batallón de Infantería Motorizada del Cuartel del Ejército del Perú “BIM ZEPITA N° 07”. En primer lugar, se plasmaron los resultados obtenidos al analizar la variable de costo, en donde se pudo analizar la diferencia monetaria de los 3 levantamientos topográficos realizados.

Seguidamente se analizó la variable de precisión entre los 3 levantamientos con ayuda de las coordenadas obtenidas de los puntos de control, en una primera instancia se analizaron las coordenadas de los puntos de control de la estación total vs el GPS diferencial; luego se compararon los puntos del GPS diferencial con los puntos del vuelo de dron para poder contrastar las diferencias entre el levantamiento con estación total vs GPS diferencial y el contraste entre el GPS diferencial vs el dron. Lo anterior descrito nos sirvió para poder sintetizar los desplazamientos de los puntos de control tanto en las coordenadas Este, Norte y Cota.

Posterior a ello, se realizó el análisis de la variable tiempo de duración de cada levantamiento topográfico con la finalidad de comparar los resultados obtenidos en base a las actividades realizadas y así definir el equipo topográfico con el que se toma menos tiempo de trabajo en campo y en gabinete.

Finalmente, se realizó el análisis del reporte volumétrico por cada levantamiento topográfico, dentro del análisis volumétrico también se analizaron dos (02) variables complementarias que son los números de puntos y número de triangulaciones

Tabla 2

Resultados obtenidos luego de llenar el Formato Análisis Topográfico – Costos de Ejecución

Equipo	Costo (S/.)
Estación Total	S/ 1,919.50
GPS diferencial	S/ 1,010.00
DRON	S/ 930.00

Figura 22

Comparación de costos de ejecución por cada levantamiento topográfico



Como muestra el gráfico de la Figura 22, se puede apreciar que un levantamiento con Estación Total Leica TS10 es el que refleja mayor costo para realizar el trabajo, sin embargo, se observa también que, entre los levantamientos con GPS Diferencial y Dron, este último es el que refleja menor costo de ejecución del levantamiento topográfico. Siendo el GPS Diferencial el equipo con costo intermedio entre los 3. Estos resultados determinan el equipo que genera mayor y menor costo para el desarrollo de la presente investigación.

A continuación, en las Tablas 3, 4 y 5 se muestran los rendimientos de cada levantamiento topográfico realizado en la presente investigación:

Tabla 3

Análisis de Precio Unitario usando Estación Total

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACION TOTAL						
Rendimiento ha/día		MO. 3.7000		EQ. 3.7000	Costo unitario directo por ha:	212.77
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	TOPOGRAFO	hh	1.0000	2.1622	29.85	64.54
	OFICIAL	hh	2.0000	4.3243	24.28	104.99
						169.53
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	169.53	8.48
	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	2.1622	20.00	43.24
						51.72

Tabla 4

Análisis de Precio Unitario usando GPS Diferencial

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON GPS DIFERENCIAL						
Rendimiento ha/día		MO. 5.5000		EQ. 5.5000	Costo unitario directo por ha:	147.93
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	TOPOGRAFO	hh	1.0000	1.4545	29.85	43.42
	OFICIAL	hh	1.0000	1.4545	24.28	35.32
						78.74
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	78.74	3.94
	GPS Diferencial	hm	1.0000	2.1622	32.00	69.19
						73.13

Tabla 5
Análisis de Precio Unitario usando Dron

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON						
Rendimiento ha/día		MO. 22.0000		EQ. 22.0000	Costo unitario directo por ha:	143.32
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.3636	29.85	10.85
	OFICIAL	hh	1.0000	0.3636	24.28	8.83
						19.68
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		5.0000	19.68	0.98
	DRON INSPIRE 2	hm	1.0000	1.4545	85.00	123.64
						124.62

Tabla 6
Resultados obtenidos luego de llenar el Formato de recolección de Puntos de Control Estación Total vs GPS Diferencial

Punto	Puntos de control estación total			Descripción	Puntos de GPS diferencial		
	Norte	Este	Cota		Norte	Este	Cota
1	9206056.334	780398.315	2664.176	E1	9206056.335	780398.318	2664.174
2	9206254.693	780643.166	2708.056	E2	9206254.744	780643.147	2708.072
3	9206204.921	780797.282	2714.244	E3	9206204.978	780797.209	2714.240
4	9206312.120	780698.728	2685.833	E4	9206312.236	780698.715	2685.883
5	9206258.567	780637.855	2708.040	E5	9206258.617	780637.766	2708.078
6	9206202.777	780780.201	2689.792	BM1	9206202.858	780780.049	2689.836
7	9206254.634	780643.700	2687.309	BM2	9206254.688	780643.535	2687.287
8	9206381.984	780550.103	2687.398	E6	9206381.912	780549.981	2687.337
9	9206389.768	780499.389	2686.832	E7	9206389.775	780499.231	2686.764
10	9206375.525	780617.005	2686.705	E8	9206375.442	780616.874	2686.700
11	9206306.851	780737.205	2686.359	E9	9206306.877	780737.101	2686.331
12	9206300.338	780743.913	2687.223	E10	9206300.300	780743.914	2687.238
13	9206305.803	780625.413	2695.218	E11	9206305.763	780625.324	2695.211
14	9206307.893	780388.608	2694.257	E12	9206307.900	780388.501	2694.243

Tabla 7

Resultados obtenidos luego de llenar el Formato de recolección de Puntos de Control GPS Diferencial vs Dron

Punto	Puntos de GPS diferencial			Descripción	Puntos de Dron		
	Norte	Este	Cota		Norte	Este	Cota
1	9206056.335	780398.318	2664.174	PC1	9206056.331	780398.309	2664.062
2	9206254.744	780643.147	2708.072	PC2	9206254.784	780643.236	2708.003
3	9206204.978	780797.209	2714.240	PC3	9206204.980	780797.208	2714.303
4	9206312.236	780698.715	2685.883	PC4	9206312.226	780698.729	2685.857
5	9206258.617	780637.766	2708.078	PC5	9206258.597	780637.769	2708.087
6	9206202.858	780780.049	2689.836	BM1	9206202.864	780780.044	2689.826
7	9206254.688	780643.535	2687.287	BM2	9206254.697	780643.512	2687.356
8	9206381.912	780549.981	2687.337	PC6	9206381.916	780549.960	2687.287
9	9206389.775	780499.231	2686.764	PC7	9206389.787	780499.237	2686.666
10	9206375.442	780616.874	2686.700	PC8	9206375.437	780616.869	2686.682
11	9206306.877	780737.101	2686.331	PC9	9206306.883	780737.106	2686.345
12	9206300.300	780743.914	2687.238	PC10	9206300.327	780743.928	2687.153
13	9206305.763	780625.324	2695.211	PC11	9206305.688	780625.300	2695.225
14	9206307.900	780388.501	2694.243	PC12	9206307.990	780388.526	2694.219

Tabla 8

Resultados obtenidos luego contrastar los datos de los 3 levantamientos topográficos

Contraste Estación Total vs GPS Diferencial					Contraste GPS Diferencial vs Dron		
Punto	Norte	Este	Cota	Descripción	Norte	Este	Cota
1	-0.001	-0.003	0.002	E1	0.004	0.009	0.112
2	-0.051	0.019	-0.016	E2	-0.040	-0.089	0.069
3	-0.057	0.073	0.004	E3	-0.002	0.001	-0.063
4	-0.116	0.014	-0.050	E4	0.010	-0.014	0.026
5	-0.050	0.089	-0.038	E5	0.020	-0.003	-0.009
6	-0.081	0.152	-0.044	BM1	-0.006	0.005	0.010
7	-0.054	0.165	0.022	BM2	-0.009	0.023	-0.069
8	0.072	0.122	0.061	E6	-0.004	0.021	0.050
9	-0.007	0.158	0.068	E7	-0.012	-0.006	0.098
10	0.083	0.131	0.005	E8	0.005	0.005	0.018
11	-0.026	0.104	0.028	E9	-0.006	-0.005	-0.014
12	0.038	-0.001	-0.015	E10	-0.027	-0.014	0.085
13	0.040	0.089	0.007	E11	0.075	0.024	-0.014
14	-0.007	0.107	0.014	E12	-0.090	-0.025	0.024
Resultado	-0.016	0.087	0.003	Resultado	-0.006	-0.005	0.023

Tabla 9
Comparación de desplazamientos de puntos

Sintetizando los desplazamientos de los puntos de control Estación Total Vs GPS Diferencial Vs Dron

	Coord. Norte	Coord. Este	Elevación
GPS Diferencial	-0.016	0.087	0.003
Dron Inspire 2	-0.006	-0.005	0.023

Figura 23
Gráfico de desplazamientos en coordenada Norte

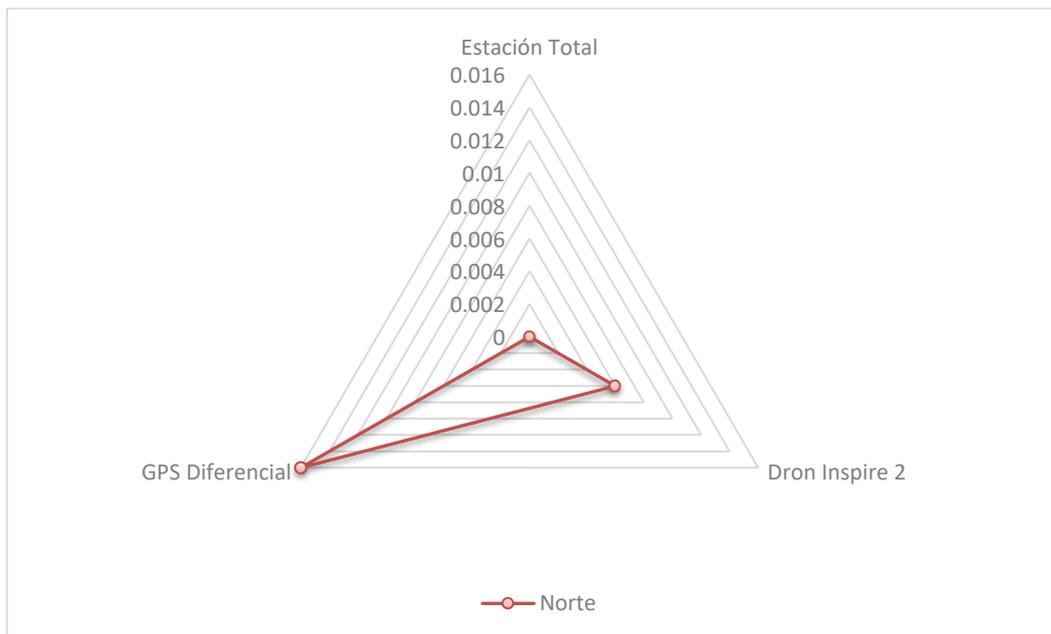


Figura 24
Gráfico de desplazamientos en coordenada Este

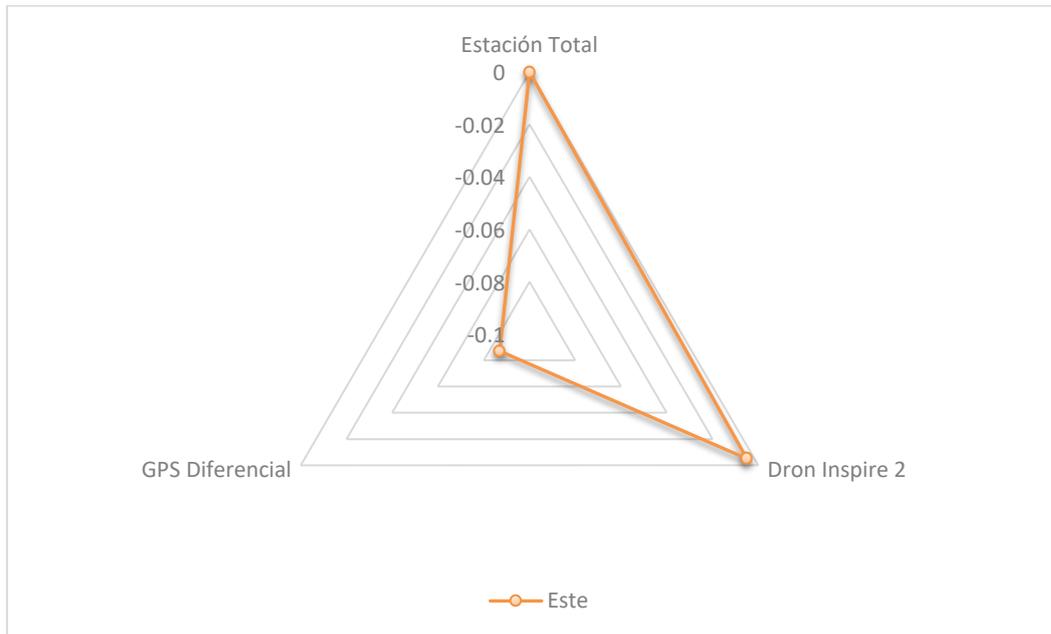
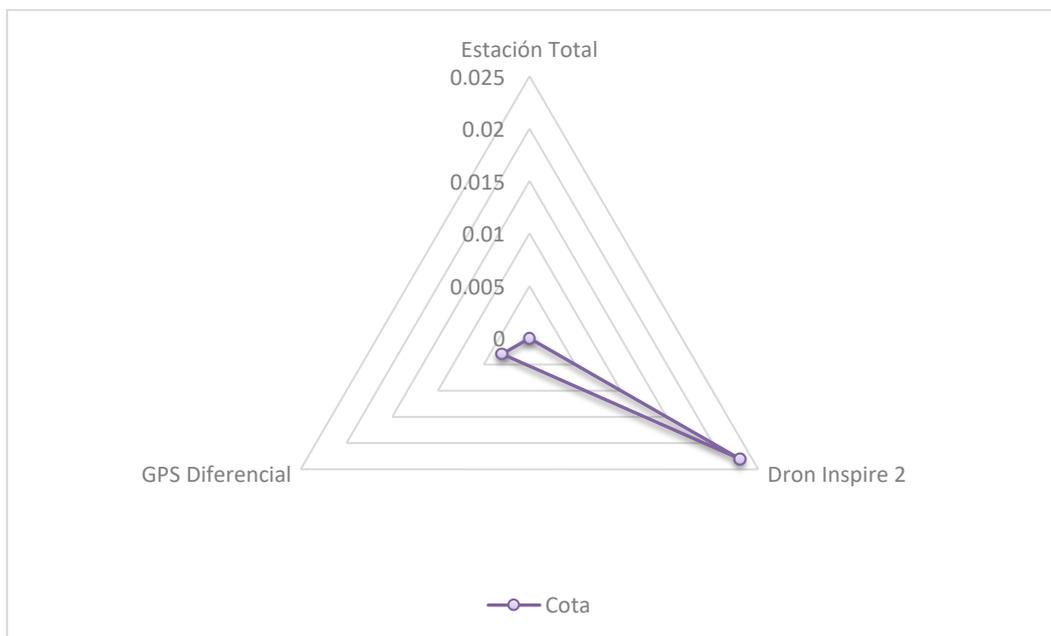


Figura 25
Gráfico de desplazamientos en coordenada de Elevación



Como muestra en los gráficos de la Figura 23, 254 y 25 con mención a la Tabla 9, se puede apreciar que entre los desplazamientos en las coordenadas Norte y Este el equipo con menos desplazamiento entre puntos es el Dron, sin embargo, en elevación o cota el equipo

que presenta menor desplazamiento en puntos es el GPS Diferencial. Estos resultados nos indican la precisión de cada equipo usado en el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 10
Duración de Actividades usando Estación Total

Actividad	Día Realizado	Horas Trabajadas por día	Subtotal (Horas)
Reconocimiento del lugar; materialización de Bms y trabajo en campo - radiación primer tramo	1	8	8
Trabajo en campo - radiación segundo tramo	2	8	8
Trabajo en campo - radiación tercer tramo	3	8	8
Trabajo en campo - radiación cuarto tramo	4	8	8
Trabajo en campo - radiación quinto tramo	5	8	8
Trabajo en campo - radiación sexto tramo	6	8	8
Trabajo en campo - radiación puntos de control	7	1	1
Trabajo en gabinete - procesamiento de información	7	2	2
Total			51

Tabla 11
Duración de Actividades usando GPS Diferencial

Actividad	Día Realizado	Horas Trabajadas por día	Subtotal (Horas)
Trabajo en campo - radiación primer tramo	1	8	8
Trabajo en campo - radiación segundo tramo	2	8	8
Trabajo en campo - radiación tercer tramo y puntos de control	3	8	8
Trabajo en gabinete - procesamiento de información	3	2	2
Total			26

Tabla 12
Duración de Actividades usando Dron

Actividad	Día Realizado	Horas Trabajadas por día	Subtotal (Horas)
Trabajo en campo - vuelo con dron (2 vuelos)	1	3	3
Trabajo en gabinete - procesamiento de información	1	3	3
Total	1		6

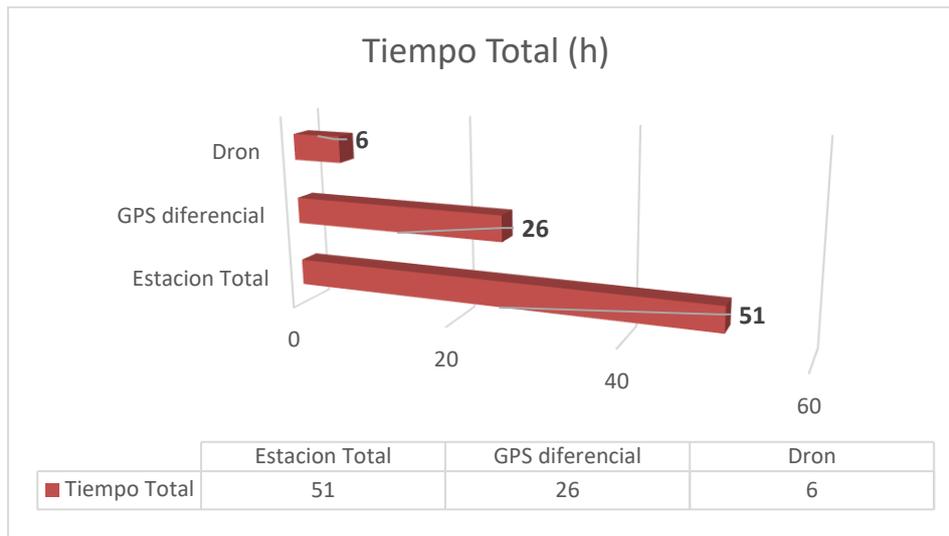
Tabla 13

Resultados obtenidos al analizar la duración de las actividades realizadas por cada levantamiento topográfico

Actividad	Estación Total	GPS diferencial	Dron
Tiempo Total (h)	51	26	6

Figura 26

Gráfico de duraciones de los trabajos de campo y gabinete de cada Equipo Topográfico



Como muestra el gráfico de la Figura 26 con mención a la Tabla 13, se puede apreciar que, entre la duración de los trabajos de levantamiento y procesamiento de información en gabinete, realizar un levantamiento topográfico con Dron es mucho más rápido que realizarlo un GPS Diferencial o una Estación Total. Estos resultados nos indican que, para realizar un levantamiento topográfico, en cuanto a tiempo, el Dron es más eficiente.

Tabla 14

Cantidad de número de puntos procesados

Equipo	Estación Total	GPS diferencial	DRON
N° de Puntos	1515	1524	613149

Tabla 15

Cantidad de número de triangulaciones procesadas

Equipo	Estación Total	GPS diferencial	DRON
N° de Triangulaciones	1171	1504	358821

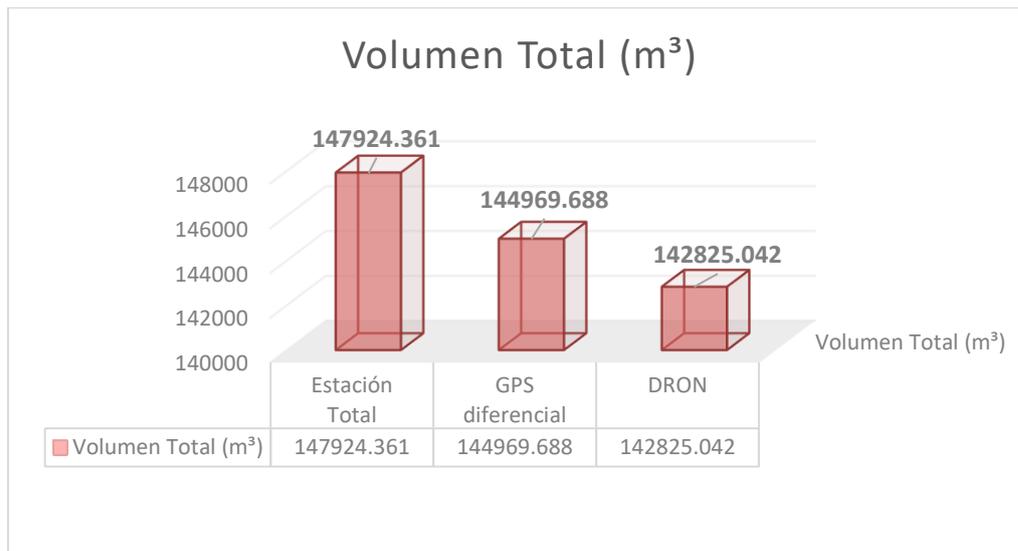
Tabla 16

Volumen Total (m³) procesado en cada levantamiento topográfico

Equipo	Estación Total	GPS diferencial	DRON
Volumen Total (m ³)	147924.361	144969.688	142825.042

Figura 27

Gráfico de volúmenes procesados



Como muestra el gráfico de la Figura 27 con mención a la Tabla 16, se evidencia que, al realizar el procesamiento de la información y calcular el volumen total del terreno, los datos obtenidos mediante el levantamiento con Estación Total arrojaron como resultado un mayor volumen que el procesamiento volumétrico realizado con Dron y con GPS Diferencial. Así mismo, se aprecia que, entre los tres levantamientos, el GPS Diferencial arroja un volumen promedio entre los 3.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Ante los resultados obtenidos del levantamiento topográfico con Estación Total, GPS Diferencial y Dron, como también el análisis de los procesos a nivel de exactitud, economía y tiempo, se discute:

Como se puede observar en la Tabla 2 correspondiente al resumen de gasto económico por equipo, el trabajo realizado con estación total es el más caro generando costo total de S/ 1919.50, mientras que el trabajo realizado con dron solo generó un costo de S/.930 soles. Ante esto se puede observar que el trabajo con estación total es 2.06 veces el costo de trabajo con dron y 1.90 veces que el trabajo con GPS diferencial. Esta diferencia de costos entre cada equipo es más notable en la gráfica de la Figura 22.

Con respecto a las interacciones de puntos generados en cada uno de los procedimientos para la obtención de volumen en los programas, se observa en la Tabla 11 que tanto la estación total y el GPS diferencial tienen una cantidad muy ínfima a comparación del Dron, esto debido a que el dron trabaja con nube de puntos lo que permite un mayor número de puntos de trabajo. Cabe resaltar que dentro del procedimiento de la generación del volumen total de la superficie también la importancia está en el número de triangulaciones. Ambos factores permite ver la distribución e interacción con los puntos de trabajo tomados en campo. El número de triangulaciones se observa en la Tabla 12, en la cual observamos que el dron tiene 358821 triangulaciones, mientras que los demás equipos no exceden las 1600 triangulaciones. Esto debido a la mayor cantidad de puntos obtenidos a través del trabajo con dron, lo cual genera mayor número de triangulaciones y por consecuencia mayores detalles del terreno.

En base a lo antes mencionado en referencia a que el número de puntos y triangulaciones afecta al volumen, esto se debe a que ante más información tengamos del

levantamiento, la exactitud y detallado del terreno es mayor. Por ende, el volumen a calcular es mucho más exacto debido a la información obtenida, tal como se puede ver entre los diferentes volúmenes obtenidos en la Tabla 9, la variación es significativa, pero contrastando con las tablas de N° de Puntos y triangulaciones el dron tiene mayor exactitud en el cálculo de volúmenes.

Con respecto al tiempo (Tabla N° 13) el levantamiento topográfico con DRON se pudo realizar en 6 horas, mientras que el levantamiento con estación total se realizó en 51 horas y por último el levantamiento con GPS diferencial se hizo en 26 horas. Esto se puede observar mejor en la figura N° 26, comparando estos resultados con lo expuesto por (Hilario Tacca, 2015), se observa estos mismos resultados ya que el autor determinó que el levantamiento con dron es más rápido que con la estación total con una diferencia de 7 horas con 35 minutos entre cada equipo.

Al analizar la exactitud a través del desplazamiento de los puntos bases el cual se puede observar desde la tabla N° 6 hasta la tabla N°9, este análisis nos dio como resultado los desplazamientos entre el eje X, Y y elevación, al analizar los datos observamos que tiene una variación de 0.006m en el eje Y, 0.005m en X y una elevación de 0.023m. Comparando los resultados anteriores con lo presentado por (Quispe Quispe, 2021), los desplazamientos obtenidos son muy parecidos.

Conclusiones:

Luego de analizar la información procesada tanto de los levantamientos topográficos con Estación Total, GPS Diferencial y Dron en el terreno del BIM Zepita, se concluye lo siguiente:

Se acepta la hipótesis general puesto que, el levantamiento topográfico con Dron es más eficiente en cuanto a precisión, tiempo de procesamiento de datos y costos que el modelo

obtenido con la topografía convencional (estación total y GPS diferencial) aplicado al cálculo de volúmenes.

En referencia a la precisión de los modelos topográficos se concluye que el levantamiento realizado con Dron es más preciso que el GPS Diferencial, puesto que, el desplazamiento determinado a partir de los puntos base con el dron es menor al realizado por el GPS por las coordenadas norte por 0.010, por el este 0.082 y una elevación de -0.02.

Se concluye que el tiempo de trabajo con Dron para la elaboración de la topografía y posterior obtención de los modelos de elevación del terreno en estudio, es menor en comparación a los trabajos realizados con Estación Total y GPS Diferencial, debido a que el levantamiento con dron duro 6 horas.

Se concluye que el costo para realizar el levantamiento topográfico con Dron para la elaboración de la topografía y posterior obtención de los modelos de elevación del terreno en estudio, es menor en comparación a los trabajos realizados con Estación Total y GPS Diferencial. Esto se determinó ya que el costo total del levantamiento con dron fue de 930 soles.

En conclusión, realizar un levantamiento topográfico usando Dron es más económico, más rápido y preciso para el cálculo de volúmenes de una determinada superficie.

Recomendaciones:

Se recomienda el uso de equipos debidamente calibrados para disminuir el riesgo de que el trabajo presente errores al momento de generar el modelo de elevación y para no obtener desplazamientos mayores.

Se recomienda a los investigadores que quieran realizar sus estudios en esta rama de la ingeniería, tener en consideración los diferentes softwares existentes para el procesamiento de datos obtenidos mediante la topografía con Dron.



“EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES”

Se recomienda tener un Dron con una cámara de buena calidad debido a que ésta es esencial para la toma de datos en campo.

REFERENCIAS

- Arriola, V. S., Ferencz, A. A., & Rimolo, D. R. (2018). Fotogrametría Terrestre con Sistemas Aéreos Autónomos No Tripulados. *Instituto Tecnológico de Costa Rica*.
- Collazos Caycedo, J. (2018). EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES. *Universidad Militar Nueva Granada*.
- Espinoza Terraza, J. A., & Pizarro Lavio, F. (2022). Medición Volumétrica del Material Sedimentado Aplicando la Ecosonda South Y GPS Diferencial en el Embalse 01 Quicapata. Ayacucho - 2022. *UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO*, 23.
- García Martín, A., Rosique Campoy, M., & Torres Picazo, M. (2017). *Topografía y Cartografía Mineras*. Cartagena: CRAI.
- Gómez Morales, I. A. (2018). DETERMINACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA USANDO HERRAMIENTAS VIRTUALES PARA FORMULACIÓN DE PROYECTOS VIRTUALES. 243.
- Hilario Tacca, Q. (2015). Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional. *Universidad Nacional Del Altiplano*.
- Huamani Olivera, K. (2019). Comparación de la precisión de un levantamiento topográfico convencional y no convencional para Proyectos Civiles del AA. HH Miramar – distrito de San Martín de Porres – 2019. *UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO*, 8-18.
- Pachas L., R. (2009). EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: USO DEL GPS Y ESTACIÓN TOTAL. *ACADEMIA*.



- Quispe Quispe, J. C. (2021). Evaluación de los equipos topográficos en la precisión del cálculo de volúmenes, en la rehabilitación de caminos vecinales, Ayacucho 2021.
- Serpa Rupay, A. (2021). Análisis comparativo y modelado BIM mediante topografía digital y convencional de la carretera Socos - Ayacucho, 2021. *UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO*, 23.
- Téllez Rodrigues, I. (2012). Procedimiento para el diseño geométrico de caminos mineros con el software AutoCAD Civil 3D.
- Ticona Nina, N., & Turpo Mamani, V. R. (2021). Análisis comparativo de levantamiento topográfico convencional y fotogramétrico de la red de distribución de agua potable en el distrito de Taraco – Huancané – Puno. *UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN*, 41-76.

ANEXOS

ANEXO N° 1. FICHA DE ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - PUNTOS DE CONTROL



“EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES”

		ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - PUNTOS DE CONTROL										
		TÍTULO DE LA TESIS	"EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES"									
1) Ubicación												
Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	LOS BAÑOS DEL INCA							
2) Datos generales												
Puntos de Control	14	Equipo utilizado	<input checked="" type="checkbox"/> Estación Total <input type="checkbox"/> GPS diferencial <input type="checkbox"/> Otros									
3) Información de Puntos de Control												
Punto	Norte	Este	Cota	Descripción								
1	9206056.334	780398.315	2664.176	E1								
2	9206254.693	780643.166	2708.056	E2								
3	9206204.921	780797.282	2714.244	E3								
4	9206312.120	780698.728	2685.833	E4								
5	9206258.567	780637.855	2708.040	E5								
6	9206202.777	780780.201	2689.792	BM1								
7	9206254.634	780643.700	2687.309	BM2								
8	9206381.984	780550.103	2687.398	E6								
9	9206389.768	780499.389	2686.832	E7								
10	9206375.525	780617.005	2686.705	E8								
11	9206306.851	780737.205	2686.359	E9								
12	9206300.338	780743.913	2687.223	E10								
13	9206305.803	780625.413	2695.218	E11								
14	9206307.893	780388.608	2694.257	E12								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; background-color: #FFD700;">RESPONSABLE</td> <td style="width: 50%; text-align: center; background-color: #FFD700;">RESPONSABLE</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td>NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica</td> <td>NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios</td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td>FECHA:</td> </tr> </table>					RESPONSABLE	RESPONSABLE			NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica	NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios	FECHA:	FECHA:
RESPONSABLE	RESPONSABLE											
NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica	NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios											
FECHA:	FECHA:											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; background-color: #FFD700;">ASESOR</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td>NOMBRE: M. Cs. Ing. Erllyn Giordany Salazar Huamán</td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> </tr> </table>					ASESOR		NOMBRE: M. Cs. Ing. Erllyn Giordany Salazar Huamán	FECHA:				
ASESOR												
NOMBRE: M. Cs. Ing. Erllyn Giordany Salazar Huamán												
FECHA:												

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - PUNTOS DE CONTROL											
TÍTULO DE LA TESIS	"EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES"												
1) Ubicación													
Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	LOS BAÑOS DEL INCA								
2) Datos generales													
Puntos de Control	14	Equipo utilizado	<input type="checkbox"/> Estación Total <input type="checkbox"/> Otros <input checked="" type="checkbox"/> GPS diferencial										
3) Información de Puntos de Control													
Punto	Norte	Este	Cota	Descripción									
1	9206056.335	780398.318	2664.174	PC1									
2	9206254.744	780643.147	2708.072	PC2									
3	9206204.978	780797.209	2714.240	PC3									
4	9206312.236	780698.715	2685.883	PC4									
5	9206258.617	780637.766	2708.078	PC5									
6	9206202.858	780780.049	2689.836	BM1									
7	9206254.688	780643.535	2687.287	BM2									
8	9206381.912	780549.981	2687.337	PC6									
9	9206389.775	780499.231	2686.764	PC7									
10	9206375.442	780616.874	2686.700	PC8									
11	9206306.877	780737.101	2686.331	PC9									
12	9206300.300	780743.914	2687.238	PC10									
13	9206305.763	780625.324	2695.211	PC11									
14	9206307.900	780388.501	2694.243	PC12									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%; background-color: #FFD700;">RESPONSABLE</th> <th style="width: 50%; background-color: #FFD700;">RESPONSABLE</th> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td>NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica</td> <td>NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios</td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td>FECHA:</td> </tr> </table>						RESPONSABLE	RESPONSABLE			NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica	NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios	FECHA:	FECHA:
RESPONSABLE	RESPONSABLE												
NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica	NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios												
FECHA:	FECHA:												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 100%; background-color: #FFD700;">ASESOR</th> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td>NOMBRE: M. Cs. Ing. Erlyn Giordany Salazar Huamán</td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> </tr> </table>						ASESOR		NOMBRE: M. Cs. Ing. Erlyn Giordany Salazar Huamán	FECHA:				
ASESOR													
NOMBRE: M. Cs. Ing. Erlyn Giordany Salazar Huamán													
FECHA:													

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - PUNTOS DE CONTROL											
TÍTULO DE LA TESIS	"EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES"												
1) Ubicación													
Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	LOS BAÑOS DEL INCA								
2) Datos generales													
Puntos de Control	14	Equipo utilizado	<input type="checkbox"/> Estación Total <input type="checkbox"/> GPS diferencial <input checked="" type="checkbox"/> Otros (DRON)										
3) Información de Puntos de Control													
Punto	Norte	Este	Cota	Descripción									
1	9206056.331	780398.309	2664.062	PC1									
2	9206254.784	780643.236	2708.003	PC2									
3	9206204.980	780797.208	2714.303	PC3									
4	9206312.226	780698.729	2685.857	PC4									
5	9206258.597	780637.769	2708.087	PC5									
6	9206202.864	780780.044	2689.826	BM1									
7	9206254.697	780643.512	2687.356	BM2									
8	9206381.916	780549.960	2687.287	PC6									
9	9206389.787	780499.237	2686.666	PC7									
10	9206375.437	780616.869	2686.682	PC8									
11	9206306.883	780737.106	2686.345	PC9									
12	9206300.327	780743.928	2687.153	PC10									
13	9206305.688	780625.300	2695.225	PC11									
14	9206307.990	780388.526	2694.219	PC12									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">RESPONSABLE</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">RESPONSABLE</th> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td style="height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td>NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica</td> <td>NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios</td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td>FECHA:</td> </tr> </table>						RESPONSABLE	RESPONSABLE			NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica	NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios	FECHA:	FECHA:
RESPONSABLE	RESPONSABLE												
NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica	NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios												
FECHA:	FECHA:												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">ASESOR</th> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td>NOMBRE: M. Cs. Ing. Erllyn Giordany Salazar Huamán</td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> </tr> </table>						ASESOR		NOMBRE: M. Cs. Ing. Erllyn Giordany Salazar Huamán	FECHA:				
ASESOR													
NOMBRE: M. Cs. Ing. Erllyn Giordany Salazar Huamán													
FECHA:													



“EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES”

ANEXO N° 2. FICHA DE ANÁLISIS - COSTOS DE EJECUCIÓN

	ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - COSTOS DE EJECUCIÓN	
	EQUIPO:	ESTACIÓN TOTAL
	TÍTULO DE LA TESIS	"EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES"

1) Ubicación

Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	LOS BAÑOS DEL INCA
---------------------	-----------	------------------	-----------	-----------------	--------------------

2) Costos Previos del Proyecto

Descripción	Costo por Día	# Días	SubTotal
ALQUILER DE ESTACIÓN TOTAL TS-10	S/ 110.00	7	S/ 770.00
Total			S/ 770.00

Otros Gastos:

Descripción	Costo	Cantidad	SubTotal
CEMENTO PACASMAYO EXTRAFORTE (BOLSA)	S/ 24.50	1	S/ 24.50
VARILLAS DE ACERO DE 1/2" L=30 CM	S/ 1.50	30	S/ 45.00
PINTURA ESPRAY COLOR ROJO	S/ 7.50	2	S/ 15.00
PINTURA ESPRAY COLOR BLANCO	S/ 7.50	2	S/ 15.00
Total			S/ 99.50

3) Costos Durante del Proyecto

Descripción	Costo	Cantidad	SubTotal
AYUDANTES (2 POR DIA)	S/ 100.00	7	S/ 700.00
ALMUERZOS	S/ 10.00	21	S/ 210.00
Total			S/ 910.00

Otros Gastos:

Descripción	Costo	Cantidad	SubTotal
MOVILIDAD	S/ 20.00	7	S/ 140.00
Total			S/ 140.00

4) Costos Total del Proyecto

Costo Total	S/ 1,919.50
--------------------	-------------

RESPONSABLE
NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica
FECHA:

RESPONSABLE
NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios
FECHA:

ASESOR
NOMBRE: M. Cs. Ing. Eryln Giordany Salazar Huamán
FECHA:

	ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - COSTOS DE EJECUCIÓN	
	EQUIPO:	DRON
	TÍTULO DE LA TESIS	"EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES"

1) Ubicación

Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	LOS BAÑOS DEL INCA
---------------------	-----------	------------------	-----------	-----------------	--------------------

2) Costos Previos del Proyecto

Descripción	Costo por Día	# Días	SubTotal
ALQUILER DE DRONE	S/ 650.00	1	S/ 650.00
Total			S/ 650.00

Otros Gastos:

Descripción	Costo	Cantidad	SubTotal
TRIPLAY DE 1 X 1 METROS	S/ 10.00	20	S/ 200.00
PINTURA ESMALTE BLANCA PARA PINTADO DE TRIPLAY	S/ 15.00	1	S/ 15.00
PINTURA ESMALTE ROJA PARA PINTADO DE TRIPLAY	S/ 15.00	1	S/ 15.00
Total			S/ 230.00

3) Costos Durante del Proyecto

Descripción	Costo	Cantidad	SubTotal
ALMUERZOS	S/ 10.00	3	S/ 30.00
Total			S/ 30.00

Otros Gastos:

Descripción	Costo	Cantidad	SubTotal
MOVILIDAD	S/ 20.00	1	S/ 20.00
Total			S/ 20.00

4) Costos Total del Proyecto

Costo Total	S/ 930.00
--------------------	-----------

RESPONSABLE
NOMBRE: Bach. Luis Enrique Vergara Mujica
FECHA:

RESPONSABLE
NOMBRE: Bach. Gregorio Edilberto Paredes Rios
FECHA:

ASESOR
NOMBRE: M. Cs. Ing. Eryln Giordany Salazar Huamán
FECHA:



ANEXO N° 3. FICHA DE ANÁLISIS - DURACIÓN DEL TRABAJO

	ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - DURACIÓN DEL TRABAJO			
	TÍTULO DE LA TESIS	"EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES"		

1) Ubicación

Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	LOS BAÑOS DEL INCA
---------------------	-----------	------------------	-----------	-----------------	--------------------

2) Duración

Equipo:	ESTACIÓN TOTAL
---------	----------------

Actividad	Días Trabajados	Horas Trabajadas por día	SubTotal (Horas)
RECONOCIMIENTO DEL LUGAR; MATERIALIZACIÓN DE BMS Y TRABAJO EN CAMPO - RADIACIÓN PRIMER TRAMO	1	8	8
TRABAJO EN CAMPO - RADIACIÓN SEGUNDO TRAMO	1	8	8
TRABAJO EN CAMPO - RADIACIÓN TERCER TRAMO	1	8	8
TRABAJO EN CAMPO - RADIACIÓN CUARTO TRAMO	1	8	8
TRABAJO EN CAMPO - RADIACIÓN QUINTO TRAMO	1	8	8
TRABAJO EN CAMPO - RADIACIÓN SEXTO TRAMO	1	8	8
TRABAJO EN CAMPO - RADIACIÓN PUNTOS DE CONTROL	1	1	1
TRABAJO EN GABINETE - PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	1	2	2

3) Duración Total del Proyecto

Duración Total	51.00 Horas
-----------------------	-------------

RESPONSABLE
NOMBRE: Luis Enrique Vergara Mujica
FECHA:

RESPONSABLE
NOMBRE: Gregorio Edilberto Paredes Rios
FECHA:

ASESOR
NOMBRE: M. Cs. Ing. Eryln Giordany Salazar Huamán
FECHA:



“EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES”

<p>UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - DURACIÓN DEL TRABAJO	
	TÍTULO DE LA TESIS	"EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES"

1) Ubicación

Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	LOS BAÑOS DEL INCA
---------------------	-----------	------------------	-----------	-----------------	--------------------

2) Duración

Equipo:	GPS DIFERENCIAL
---------	-----------------

Actividad	Días Trabajados	Horas Trabajadas por día	SubTotal (Horas)
TRABAJO EN CAMPO - RADIACIÓN PRIMER TRAMO	1	8	8
TRABAJO EN CAMPO - RADIACIÓN SEGUNDO TRAMO	1	8	8
TRABAJO EN CAMPO - RADIACIÓN TERCER TRAMO Y PUNTOS DE CONTROL	1	8	8
TRABAJO EN GABINETE - PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	1	2	2

3) Duración Total del Proyecto

Duración Total	26.00 Horas
-----------------------	-------------

RESPONSABLE
NOMBRE: Luis Enrique Vergara Mujica
FECHA:

RESPONSABLE
NOMBRE: Gregorio Edilberto Paredes Rios
FECHA:

ASESOR
NOMBRE: M. Cs. Ing. Erlyn Giordany Salazar Huamán
FECHA:



“EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES”

	ANÁLISIS TOPOGRÁFICO - DURACIÓN DEL TRABAJO			
	TÍTULO DE LA TESIS	"EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES"		

1) Ubicación

Departamento	CAJAMARCA	Provincia	CAJAMARCA	Distrito	LOS BAÑOS DEL INCA
---------------------	-----------	------------------	-----------	-----------------	--------------------

2) Duración

Equipo:	DRON
----------------	------

Actividad	Días Trabajados	Horas Trabajadas por día	SubTotal (Horas)
TRABAJO EN CAMPO - VUELO CON DRON (2 VUELOS)	1	3	3
TRABAJO EN GABINETE - PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	1	3	3

3) Duración Total del Proyecto

Duración Total	6.00 Horas
-----------------------	------------

RESPONSABLE
NOMBRE: Luis Enrique Vergara Mujica
FECHA:

RESPONSABLE
NOMBRE: Gregorio Edilberto Paredes Rios
FECHA:

ASESOR
NOMBRE: M. Cs. Ing. Eryln Giordany Salazar Huamán
FECHA:

ANEXO N° 4. RESULTADOS PROCESAMIENTO DE VOLÚMENES

Figura 28

Masa Volumétrica del levantamiento con Dron

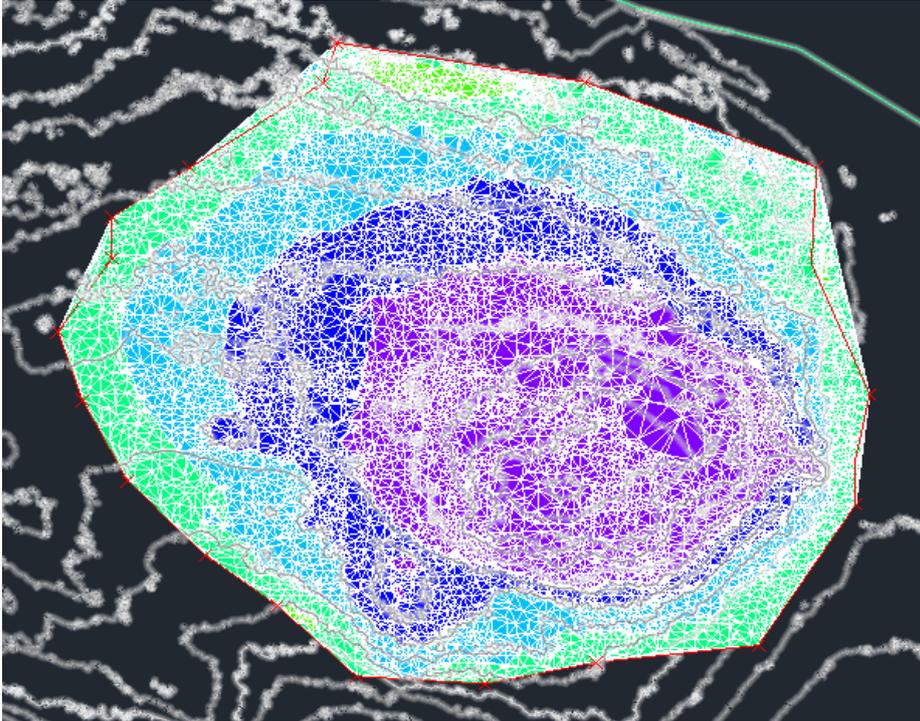


Figura 29

Masa Volumétrica del levantamiento con Estación Total

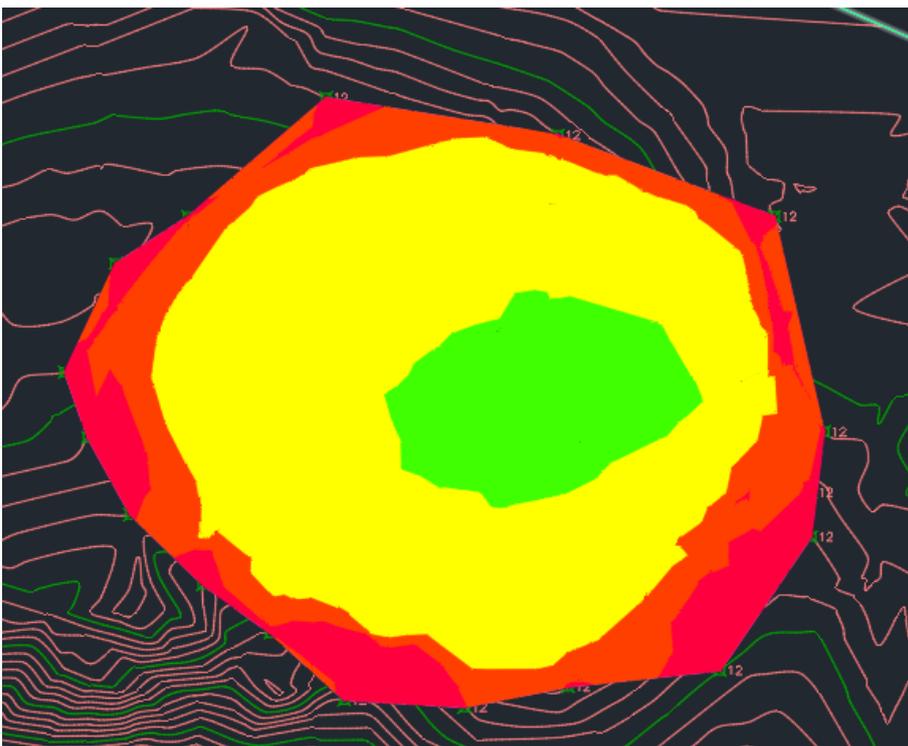
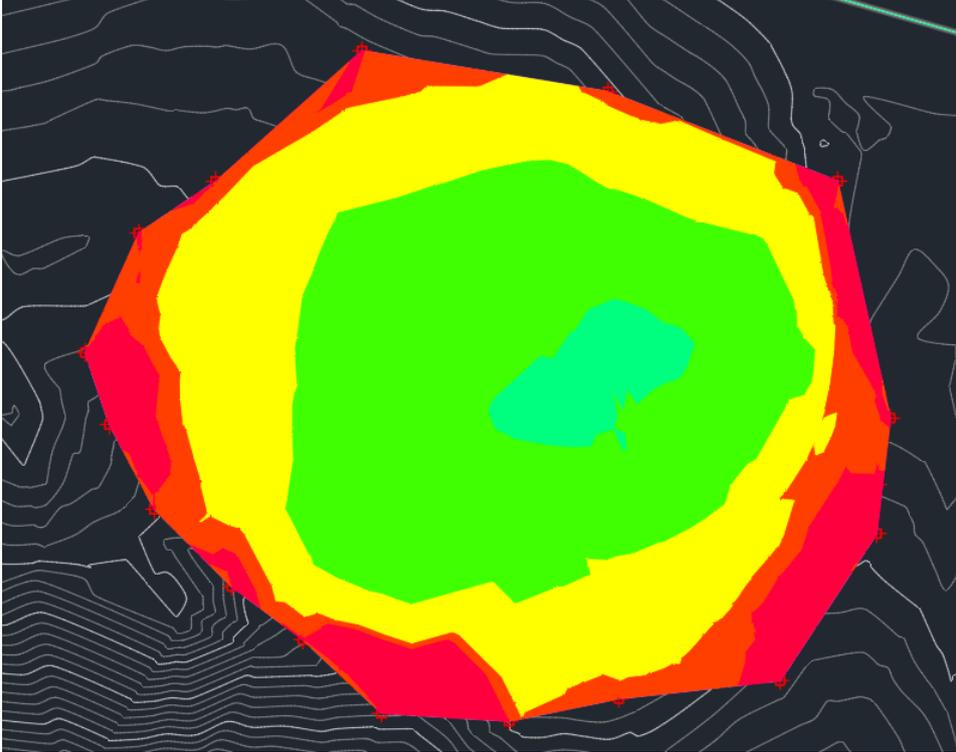


Figura 30

Masa Volumétrica del levantamiento con GPS Diferencial



ANEXO N° 5. INFORME DE PROCESAMIENTO DE LOS PUNTOS GEODÉSICOS

DE

ORDEN

“C”

Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:		Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:		Zona:	17 South
Modificado/a:		Datum:	WGS 1984
Zona horaria:		Datum de referencia global:	WGS 1984
Número de referencia:		Época de referencia global:	
Descripción:		Geoide:	EGM08-2.5
Comentario 1:		Datum vertical:	
Comentario 2:		Obra calibrada:	
Comentario 3:			

Informe de procesamiento de líneas base

Procesando resumen

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
CJ01 --- BM2 (B7)	CJ01	BM2	Fija	0.003	0.014	118°12'08"	6317.136	-22.954
CJ01 --- BM1 (B8)	CJ01	BM1	Fija	0.004	0.019	118°01'43"	6461.782	-20.466

Resumen de aceptación

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
2	2	0	0

CJ01 - BM2 (08:49:22-11:53:57) (S7)

Observación de línea base:	CJ01 --- BM2 (B7)
Procesados:	09/06/2022 00:09:46
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble
Precisión horizontal:	0.003 m
Precisión vertical:	0.014 m
RMS:	0.013 m
PDOP máximo:	1.876
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	04/06/2022 08:49:22 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	04/06/2022 11:53:57 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	03:04:35
Intervalo de procesamiento:	5 segundos
Modo de procesamiento	Modo no combinado

Componentes de vector (Marca a marca)

De:		CJ01			
Cuadrícula		Local		Global	
Este	775089.687 m	Latitud	S7°08'48.70124"	Latitud	S7°08'48.70124"
Norte	9209271.837 m	Longitud	O78°30'33.75096"	Longitud	O78°30'33.75096"
Elevación	2710.424 m	Altura	2731.063 m	Altura	2731.063 m

Hasta:		BM2			
Cuadrícula		Local		Global	
Este	780643.700 m	Latitud	S7°10'25.87226"	Latitud	S7°10'25.87226"
Norte	9206254.634 m	Longitud	O78°27'32.30042"	Longitud	O78°27'32.30042"
Elevación	2687.309 m	Altura	2708.109 m	Altura	2708.109 m

Vector					
Δ Este	5554.013 m	Acimut Adelante NS	118°12'08"	ΔX	5378.752 m
Δ Norte	-3017.203 m	Dist. elip	6317.136 m	ΔY	1498.997 m
Δ Elevación	-23.115 m	Δ Altura	-22.954 m	ΔZ	-2960.211 m

Errores estándar

Errores de vector:					
σ Δ Este	0.001 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ ΔX	0.001 m
σ Δ Norte	0.001 m	σ Dist. elipsoide	0.001 m	σ ΔY	0.005 m
σ Δ Elevación	0.006 m	σ Δ Altura	0.006 m	σ ΔZ	0.001 m

Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)

	X	Y	Z
X	0.0000022167		
Y	-0.0000055158	0.0000297495	
Z	-0.0000008023	0.0000045226	0.0000015028

Ocupaciones

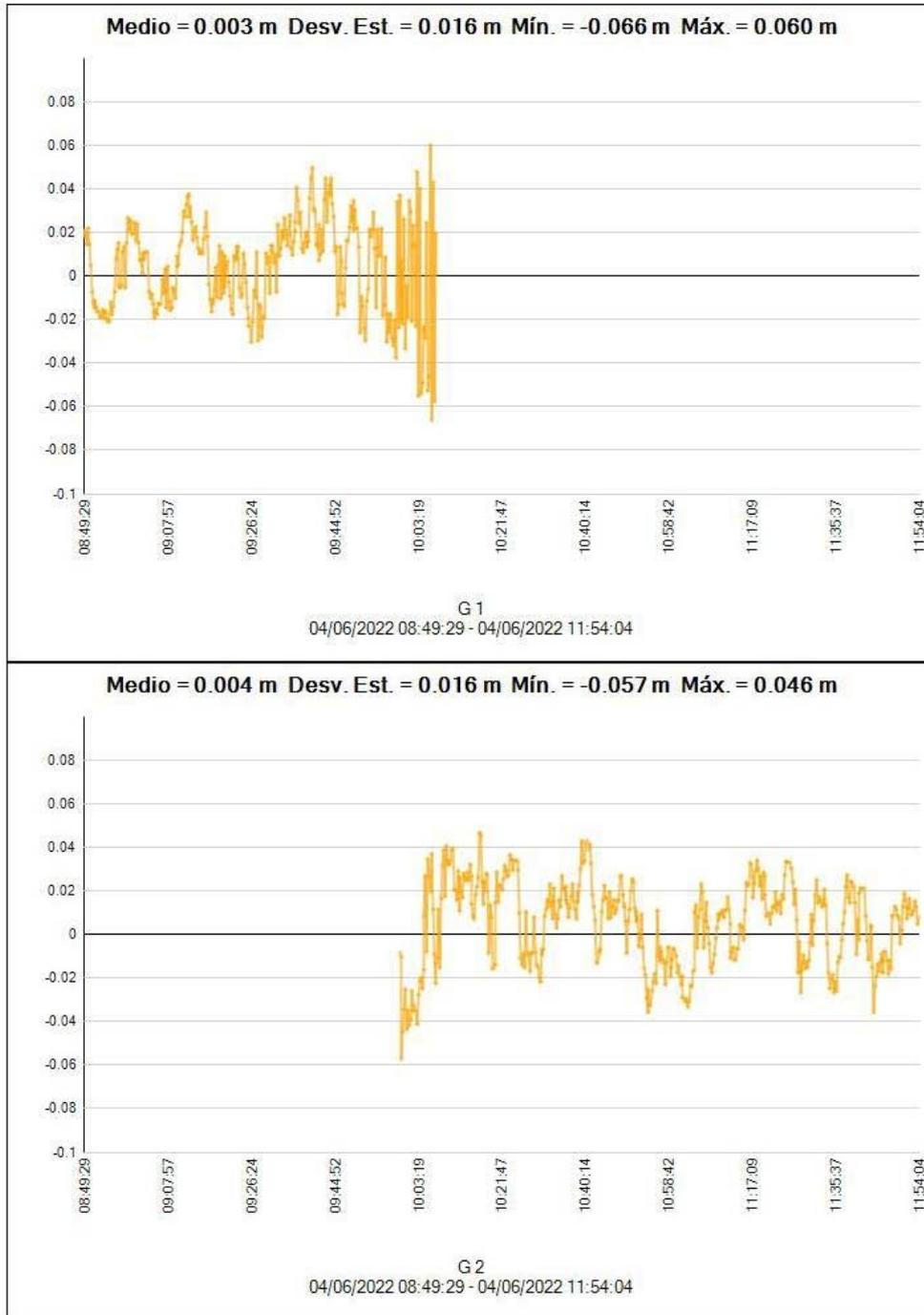
	De	A
ID de punto:	CJ01	BM2
Archivo de datos:	C:\Users\USER\OneDrive\Documents\Trimble Business Center\Sin nombre (2)\CJ01155aA.T01	C:\Users\USER\OneDrive\Documents\Trimble Business Center\Sin nombre (2)\31911551.T02
Tipo de receptor:	NetR8	R8s
Número de serie del receptor:	4906K34427	6114R03191
Tipo de antena:	Zephyr Geodetic 2 w/Dome	R8s Internal
Número de serie de la antena:	40925457	-----
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.789 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Centro de fase de la antena

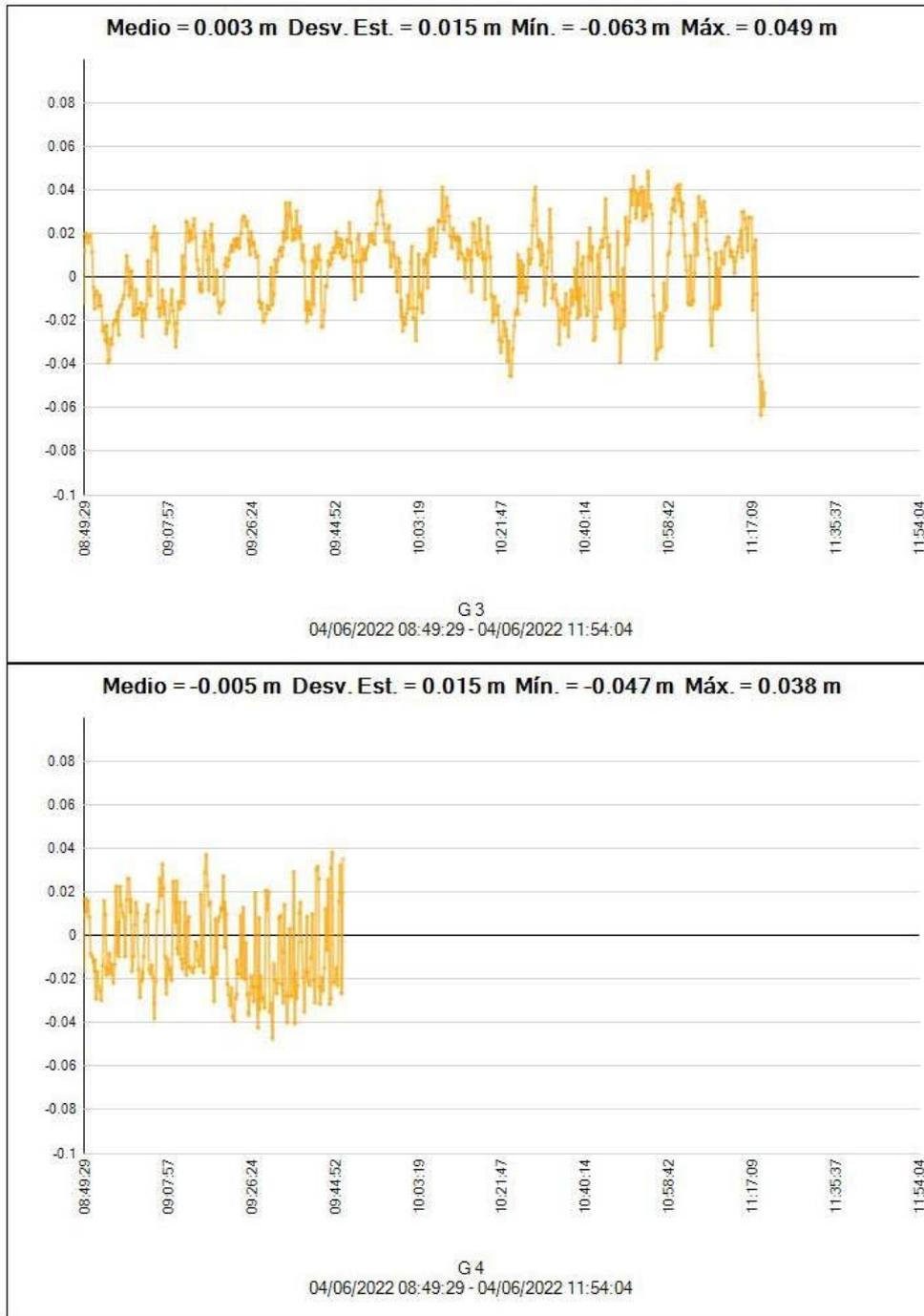
Resumen de seguimiento

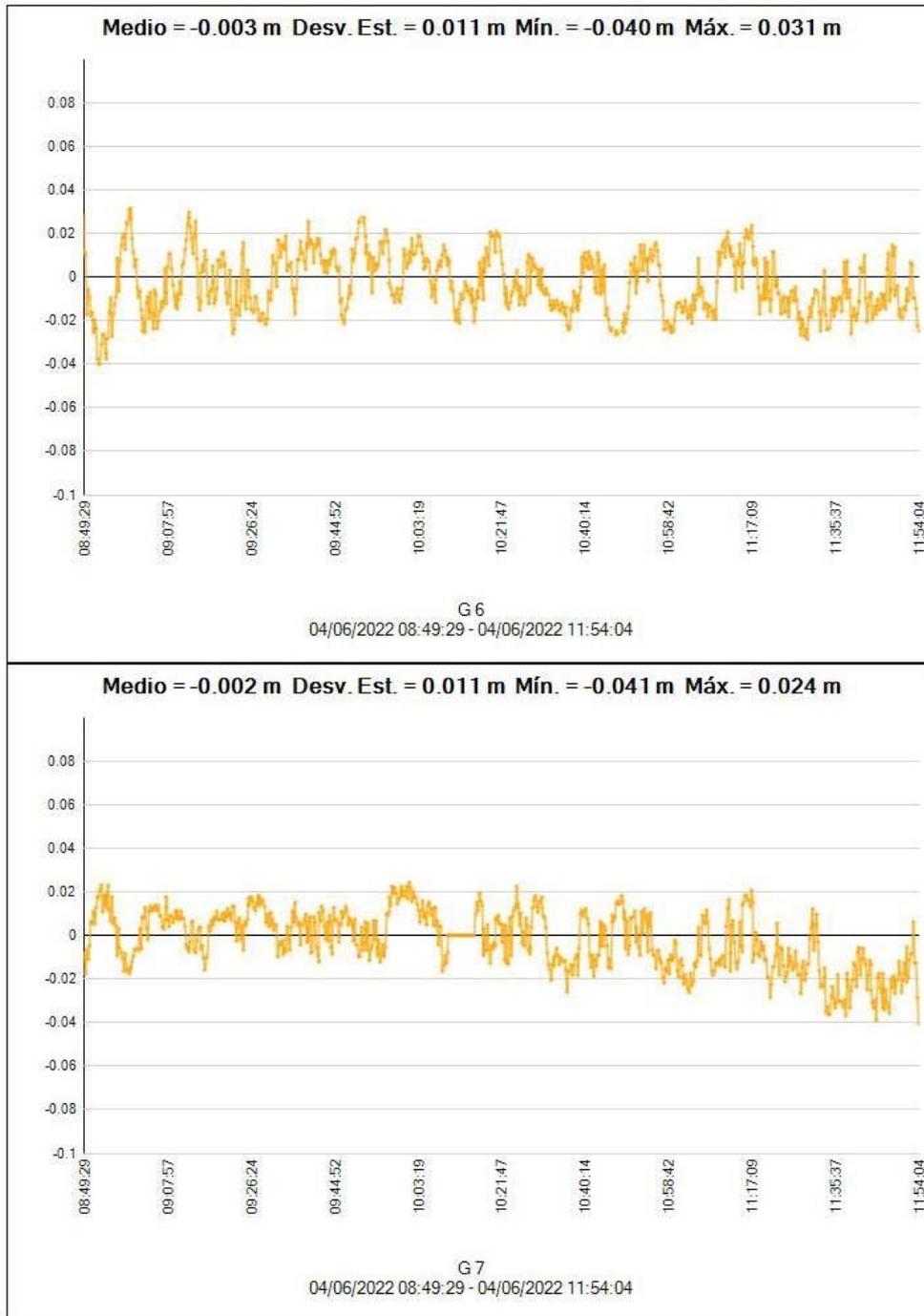
SV	04/06/2022 08:49:22	Duración: 03:04:35	Intervalo principal: 00:10:00	04/06/2022 11:53:57
G 1	L1 L2			
G 2	L1 L2			
G 3	L1 L2			
G 4	L1 L2			
G 6	L1 L2			
G 7	L1 L2			
G 9	L1 L2			
G 11	L1 L2			
G 13	L1			
G 14	L1 L2			
G 17	L1 L2			
G 19	L1 L2			
G 20	L1 L2			
G 21	L1 L2			
G 30	L1 L2			
R 6	L1			
R 7	L1 L2			
R 8	L1 L2			
R 9	L1 L2			
R 10	L1			

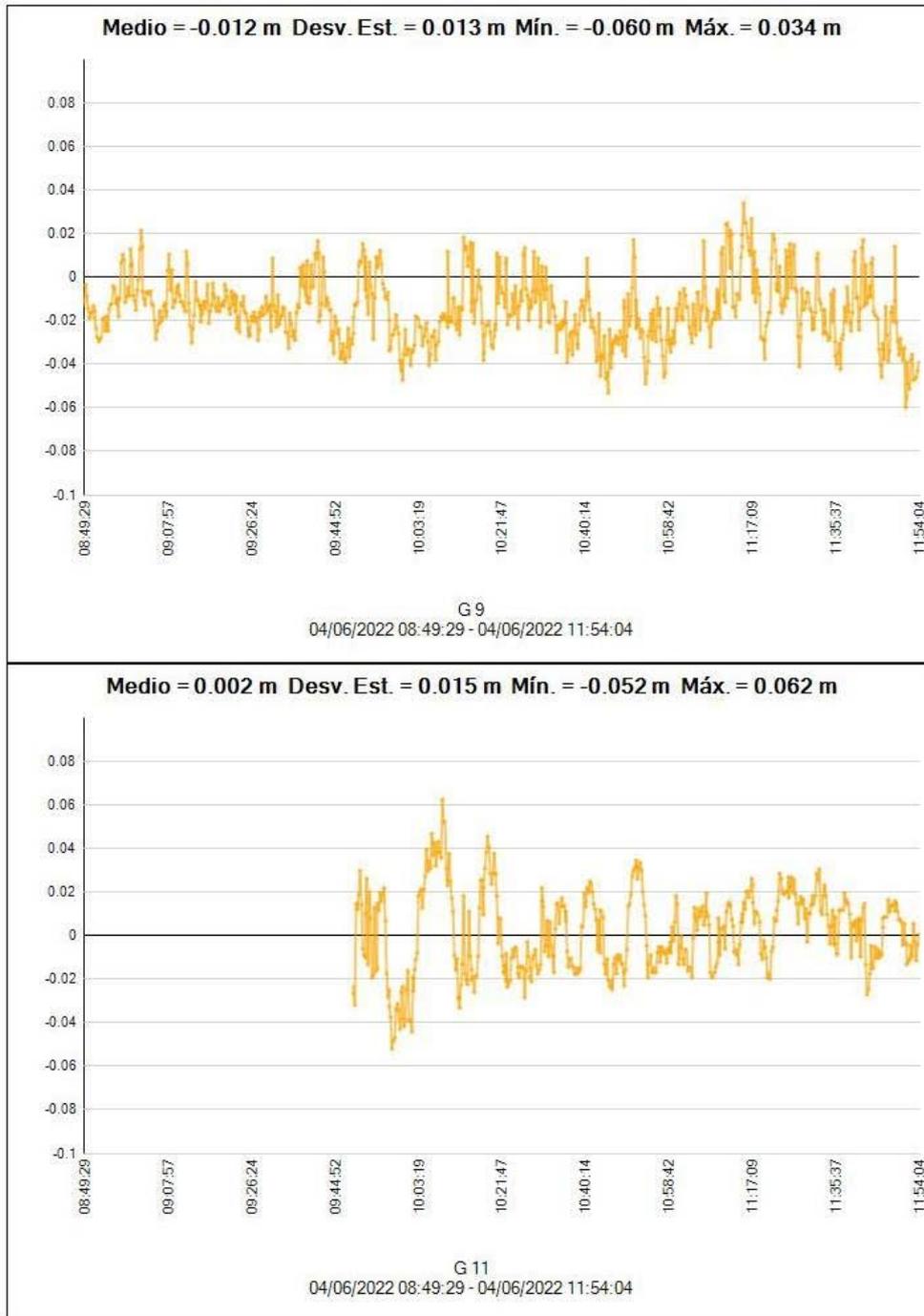
SV	04/06/2022 08:49:22	Duración: 03:04:35 Intervalo principal: 00:10:00	04/06/2022 11:53:57
R 11	L1 L2		
R 12	L1 L2		
R 20	L1 L2		
R 21	L1 L2		
R 23	L1		

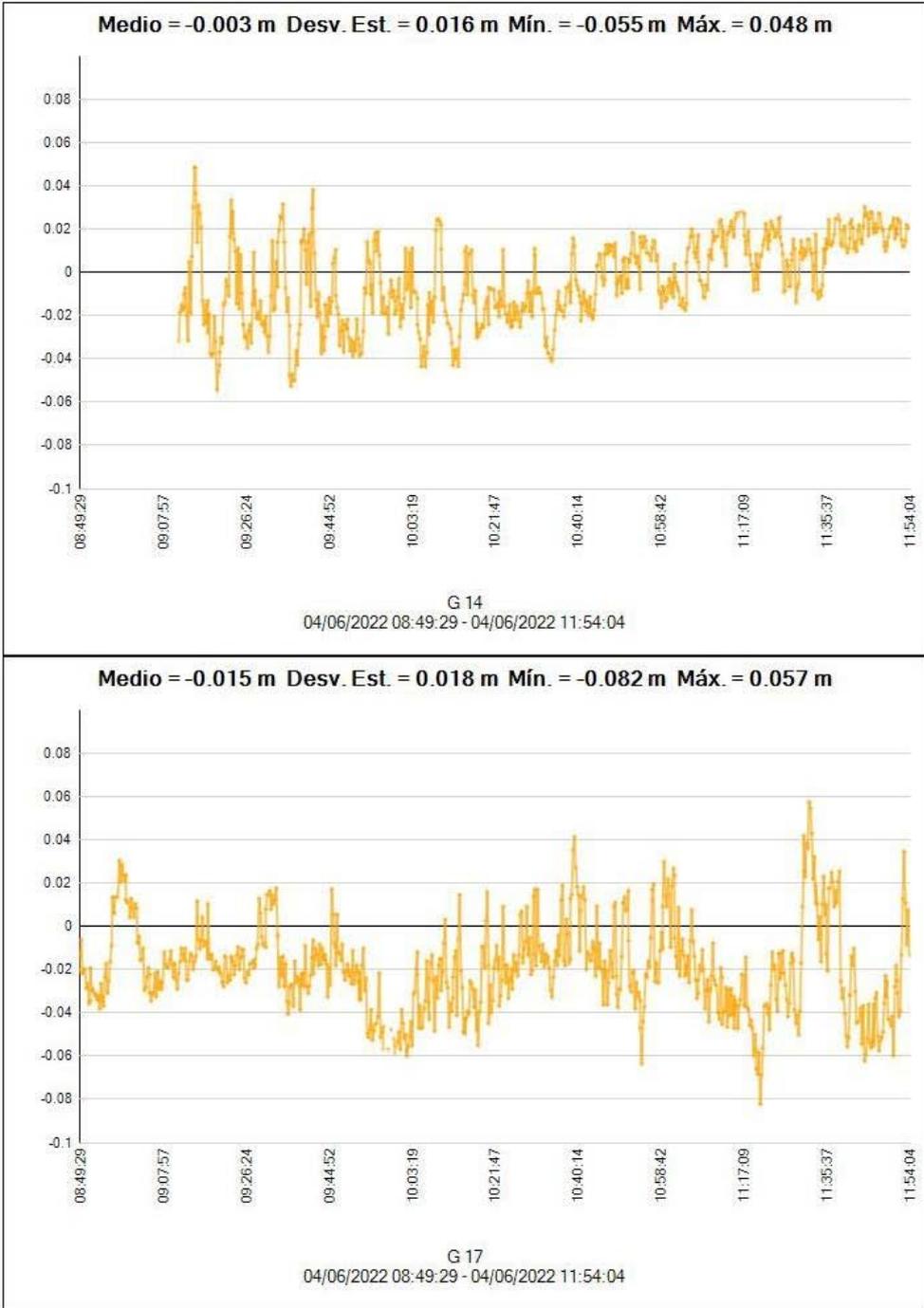
Residuales

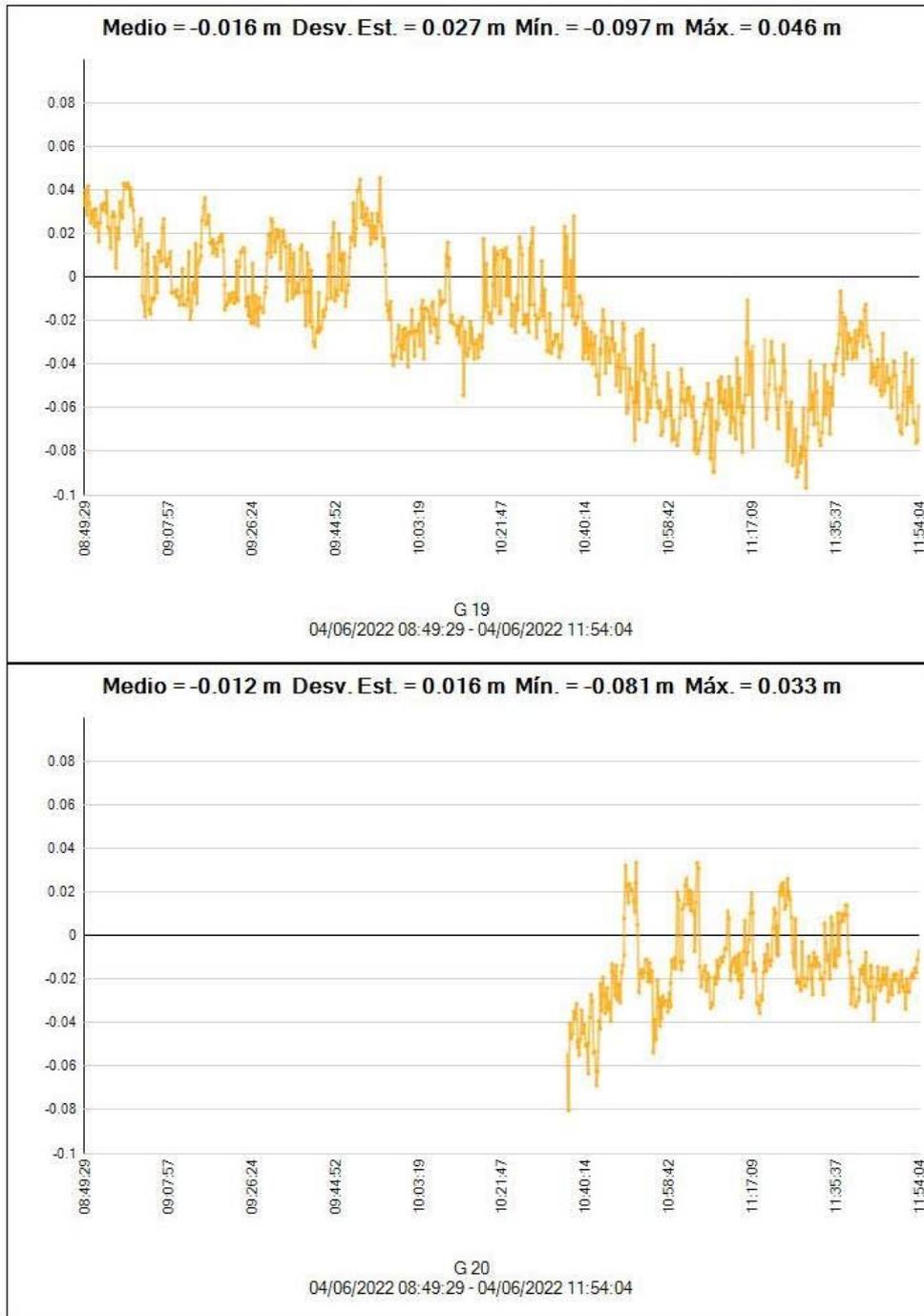


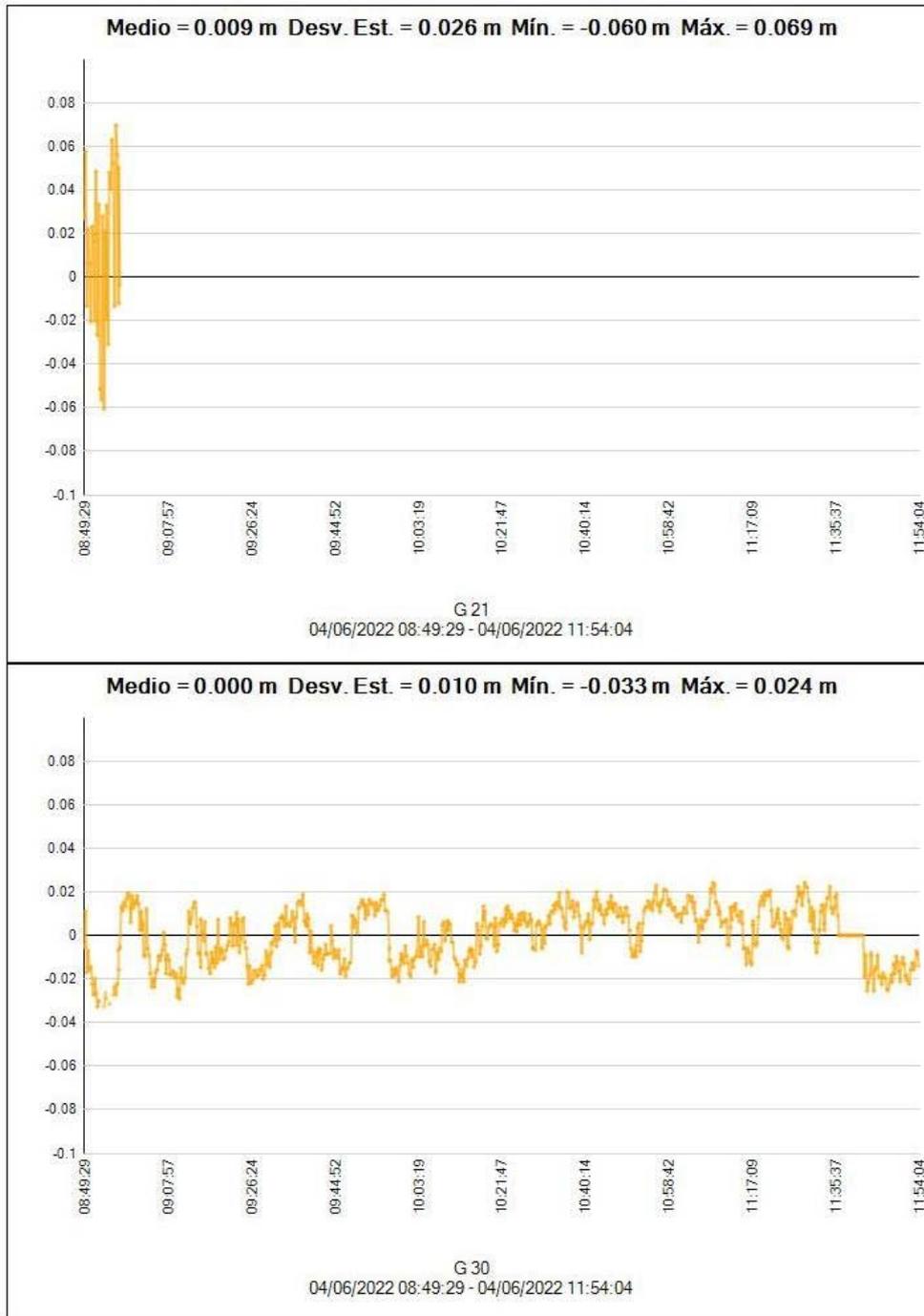


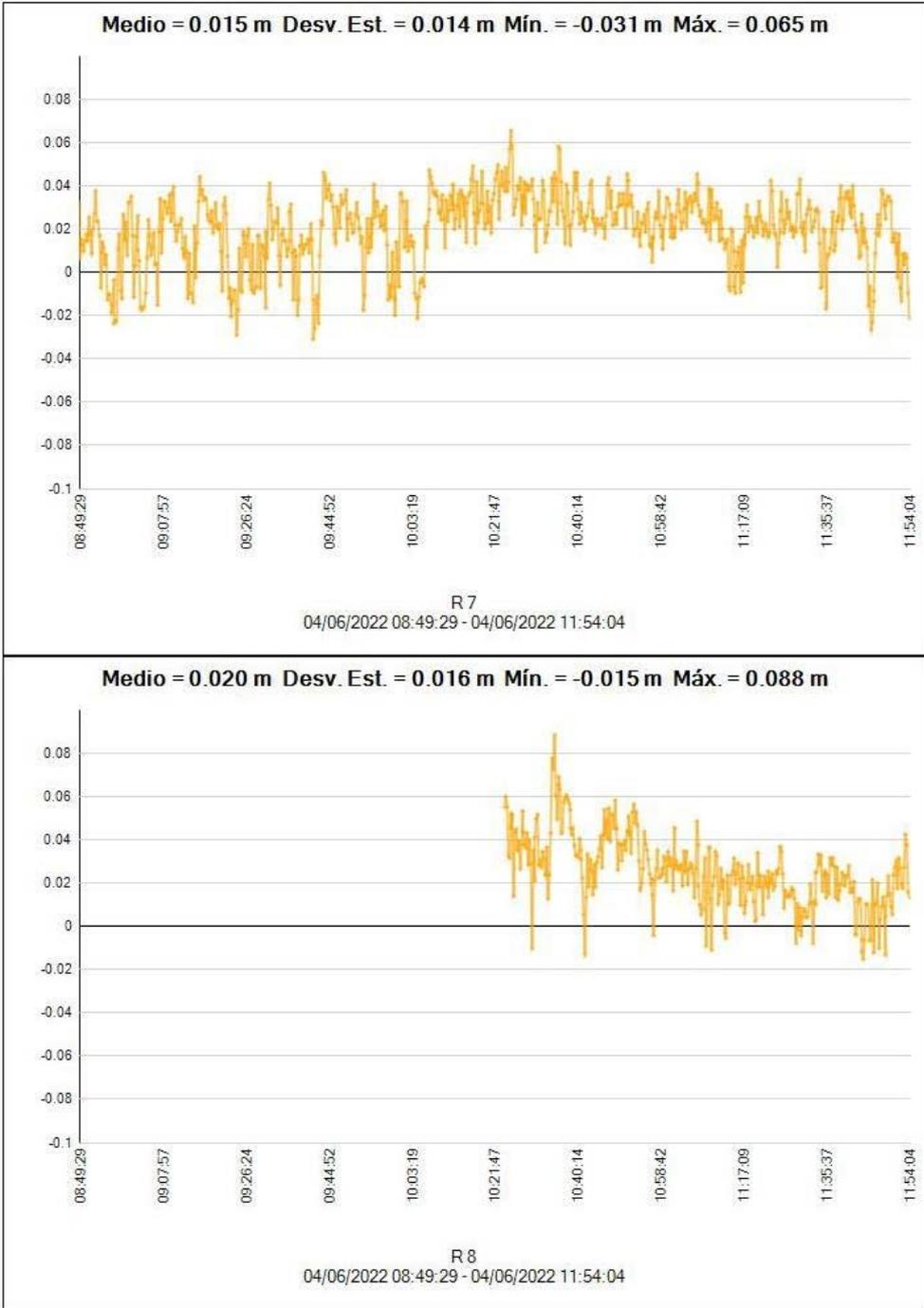


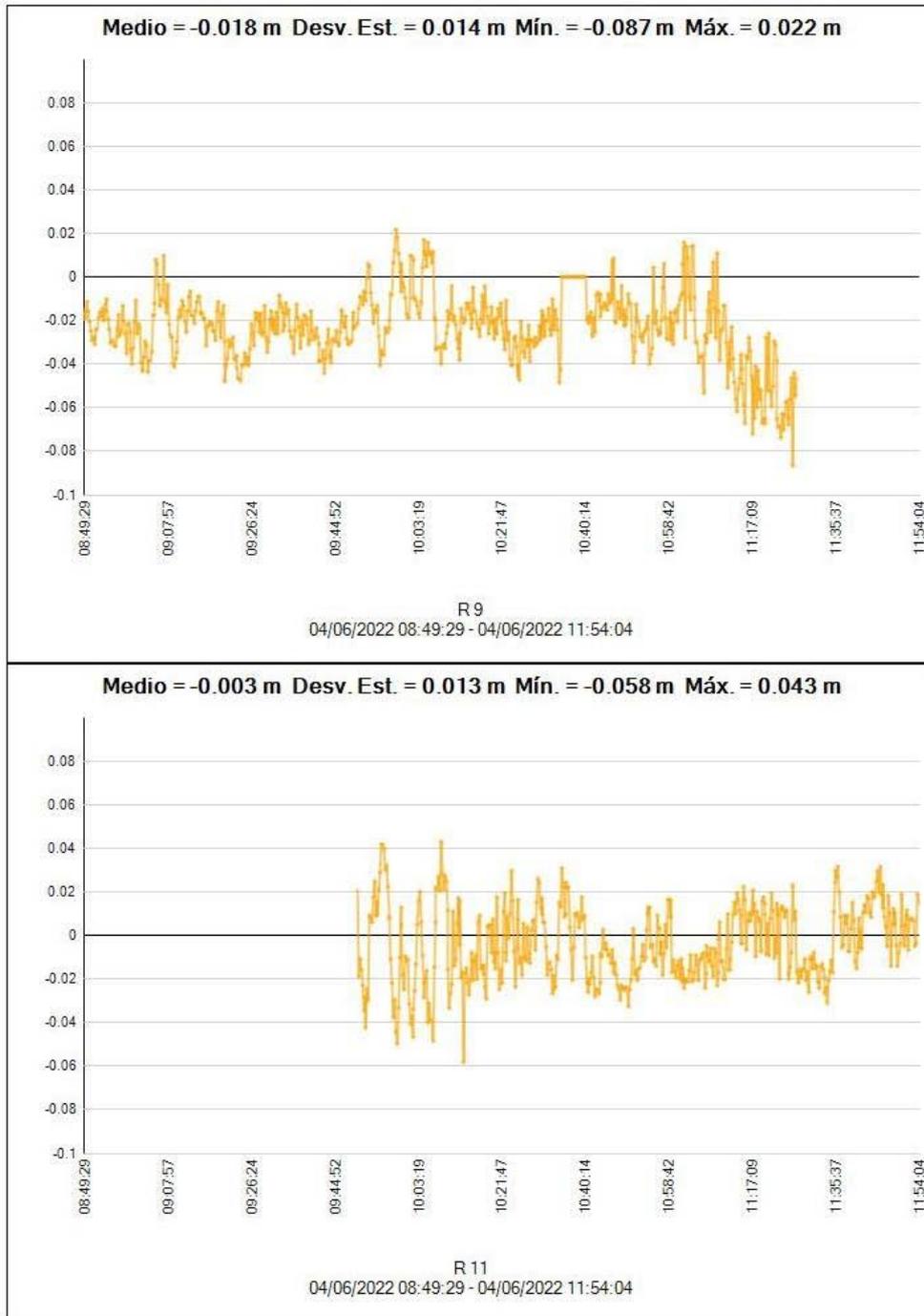


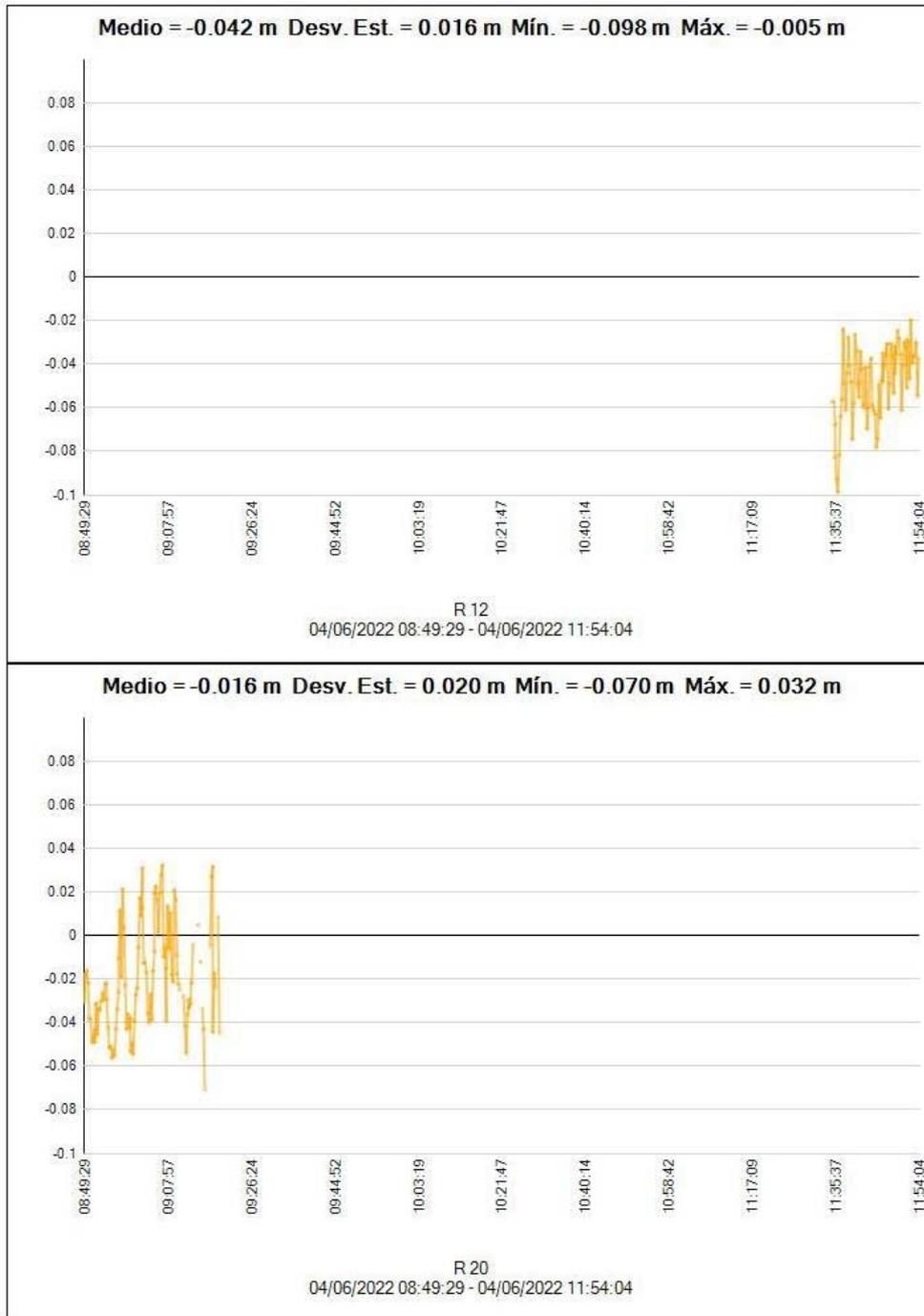


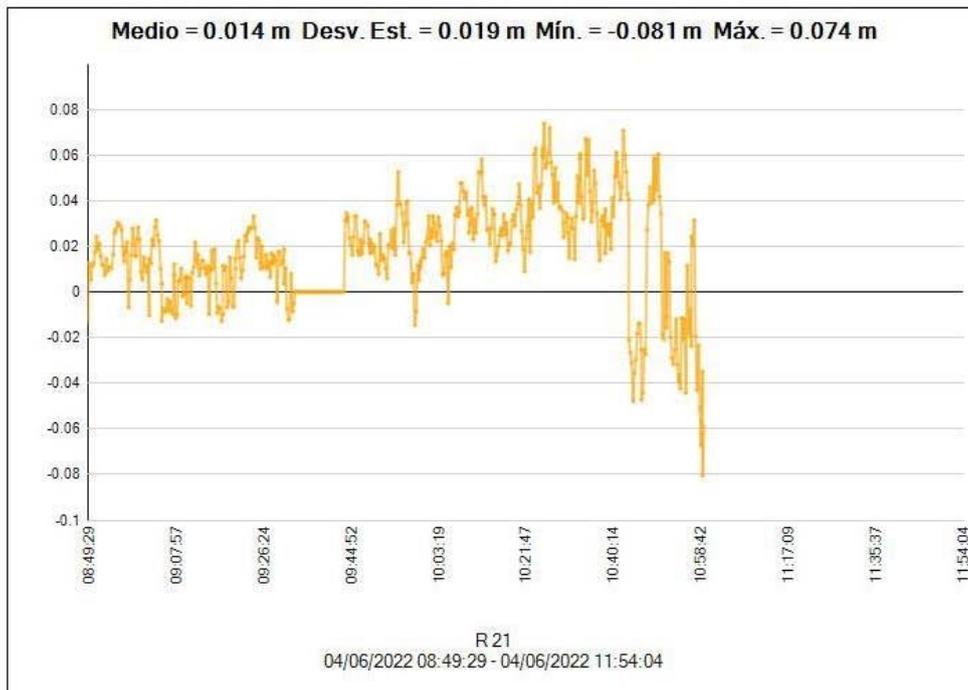












Estilo de procesamiento:

Máscara de elevación:	10°00'00.0"
Autoiniciar procesamiento:	Sí
Iniciar numeración automática de ID:	AUTO0001
Vectores continuos:	No
Modelo de antena:	Automático
Tipo de efeméride:	Automático
Frecuencia:	Todas las frecuencias
Intervalo de procesamiento:	5 segundos
Forzar flotante:	No
Tipo de procesamiento de SIG:	Procesamiento automático de portadoras y códigos

Criterios de aceptación

Componente del vector	Indicador 	Fallida 
Precisión horizontal >	0.050 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm
Precisión vertical >	0.100 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm

CJ01 - BM1 (12:33:52-16:48:42) (S8)

Observación de línea base:	CJ01 --- BM1 (B8)
Procesados:	09/06/2022 00:11:47
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble
Precisión horizontal:	0.004 m
Precisión vertical:	0.019 m
RMS:	0.018 m
PDOP máximo:	1.879
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	04/06/2022 12:33:52 (Local: UTC-5hr)
Hora de detención de procesamiento:	04/06/2022 16:48:42 (Local: UTC-5hr)
Duración del procesamiento:	04:14:50
Intervalo de procesamiento:	5 segundos
Modo de procesamiento:	Modo no combinado

Componentes de vector (Marca a marca)

De:		CJ01			
Cuadrícula		Local		Global	
Este	775089.687 m	Latitud	S7°08'48.70124"	Latitud	S7°08'48.70124"
Norte	9209271.837 m	Longitud	O78°30'33.75096"	Longitud	O78°30'33.75096"
Elevación	2710.424 m	Altura	2731.063 m	Altura	2731.063 m

Hasta:		BM1			
Cuadrícula		Local		Global	
Este	780780.201 m	Latitud	S7°10'27.53472"	Latitud	S7°10'27.53472"
Norte	9206202.777 m	Longitud	O78°27'27.84471"	Longitud	O78°27'27.84471"
Elevación	2689.792 m	Altura	2710.597 m	Altura	2710.597 m

Vector					
Δ Este	5690.515 m	Acimut Adelante NS	118°01'43"	Δ X	5511.970 m
Δ Norte	-3069.060 m	Dist. elip	6461.782 m	Δ Y	1530.195 m
Δ Elevación	-20.632 m	Δ Altura	-20.466 m	Δ Z	-3011.214 m

Errores estándar

Errores de vector:					
σ Δ Este	0.001 m	σ Acimut NS delantero	0°00'00"	σ Δ X	0.002 m
σ Δ Norte	0.001 m	σ Dist. elipsoide	0.001 m	σ Δ Y	0.007 m
σ Δ Elevación	0.007 m	σ Δ Altura	0.007 m	σ Δ Z	0.001 m

Matriz de covarianzas a posteriori (Metro²)

	X	Y	Z
X	0.0000034933		
Y	-0.0000095928	0.0000511491	
Z	-0.0000012250	0.0000069770	0.0000021829

Ocupaciones

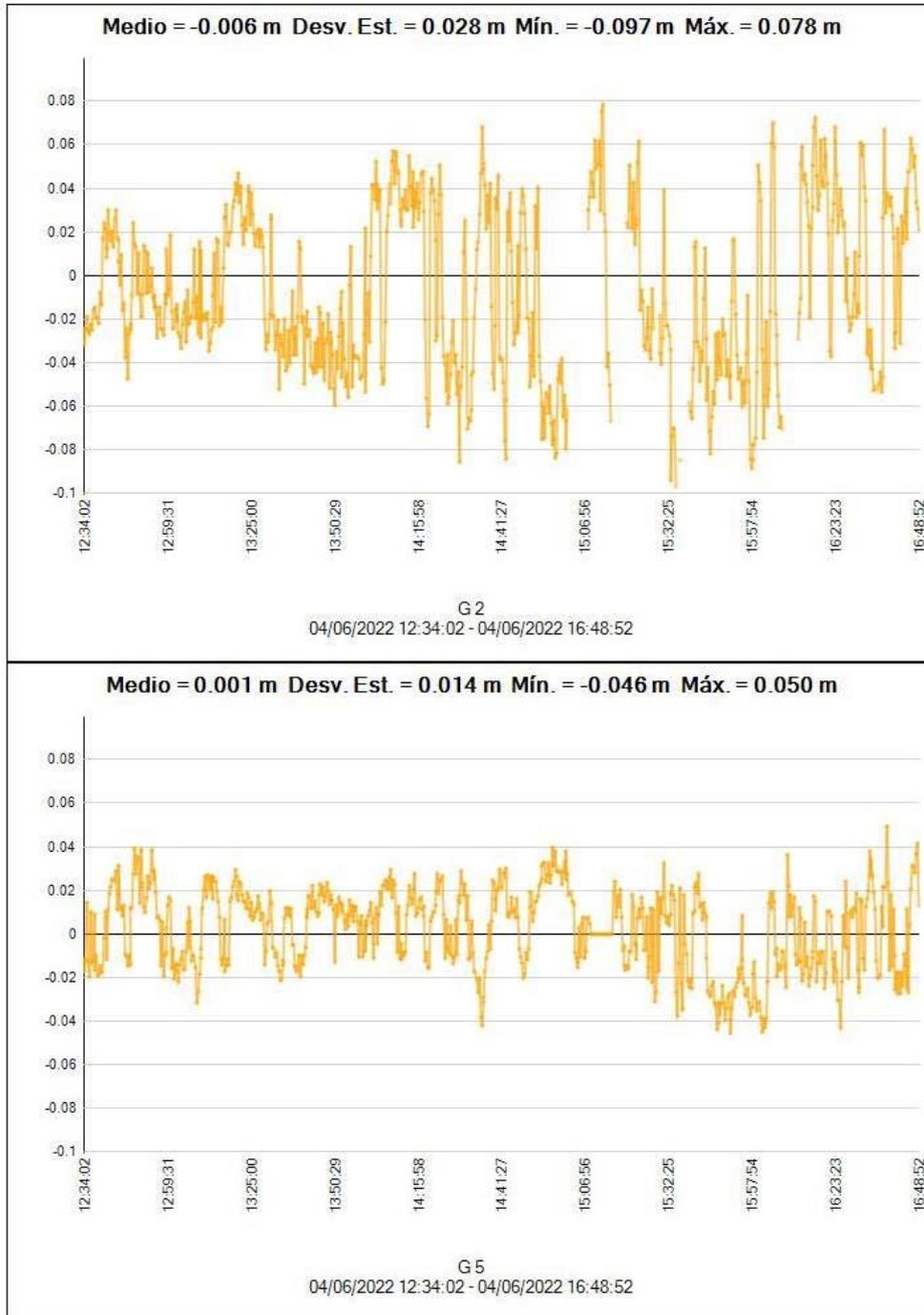
	De	A
ID de punto:	CJ01	BM1
Archivo de datos:	C:\Users\USER\OneDrive\Documents\Trimble Business Center\Sin nombre (2)\CJ01155aA.T01	C:\Users\USER\OneDrive\Documents\Trimble Business Center\Sin nombre (2)\31911553.T02
Tipo de receptor:	NetR8	R8s
Número de serie del receptor:	4906K34427	6114R03191
Tipo de antena:	Zephyr Geodetic 2 w/Dome	R8s Internal
Número de serie de la antena:	40925457	-----
Altura de la antena (medida):	0.075 m	1.701 m
Método de antena:	Base del soporte de la antena	Centro de fase de la antena

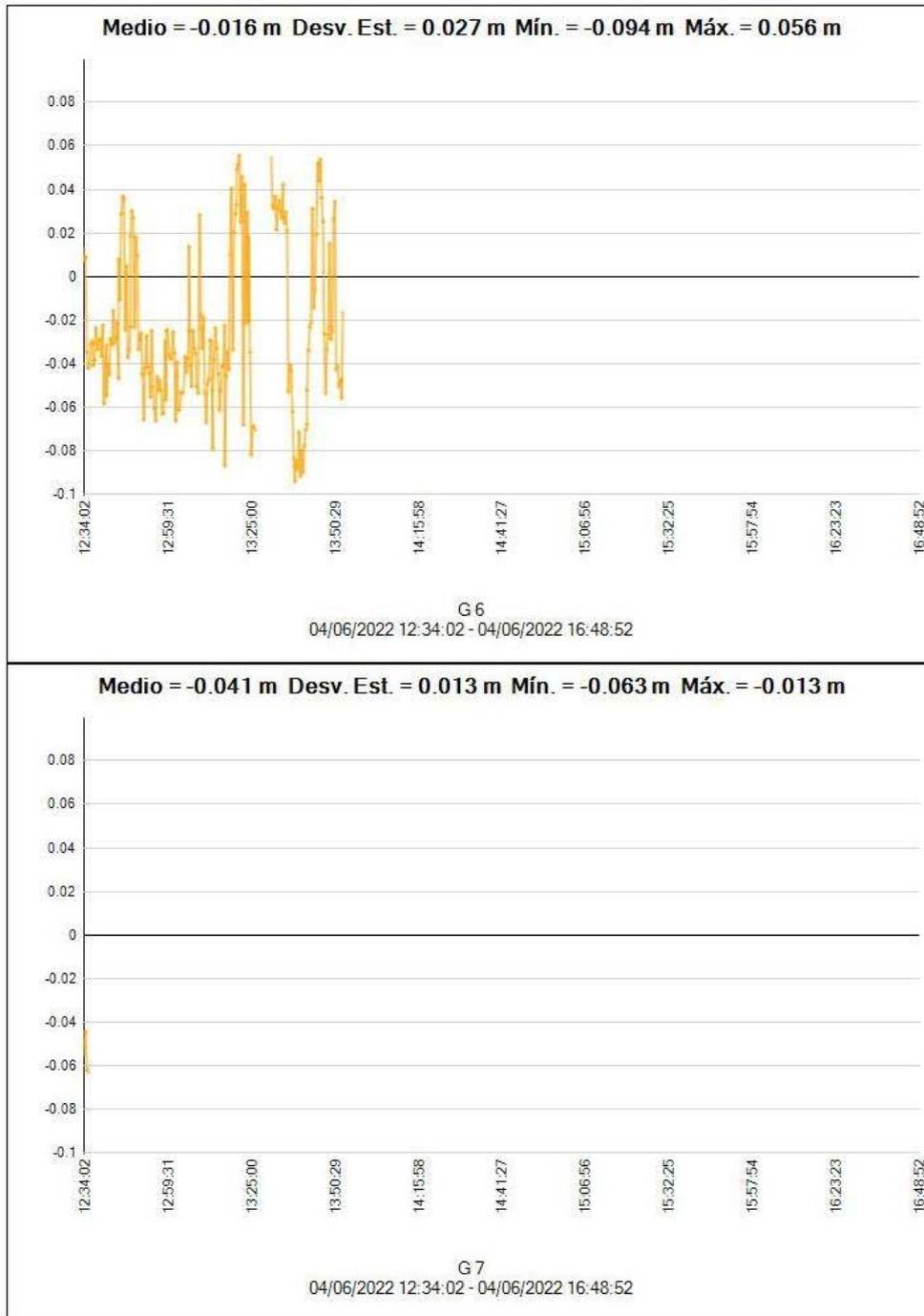
Resumen de seguimiento

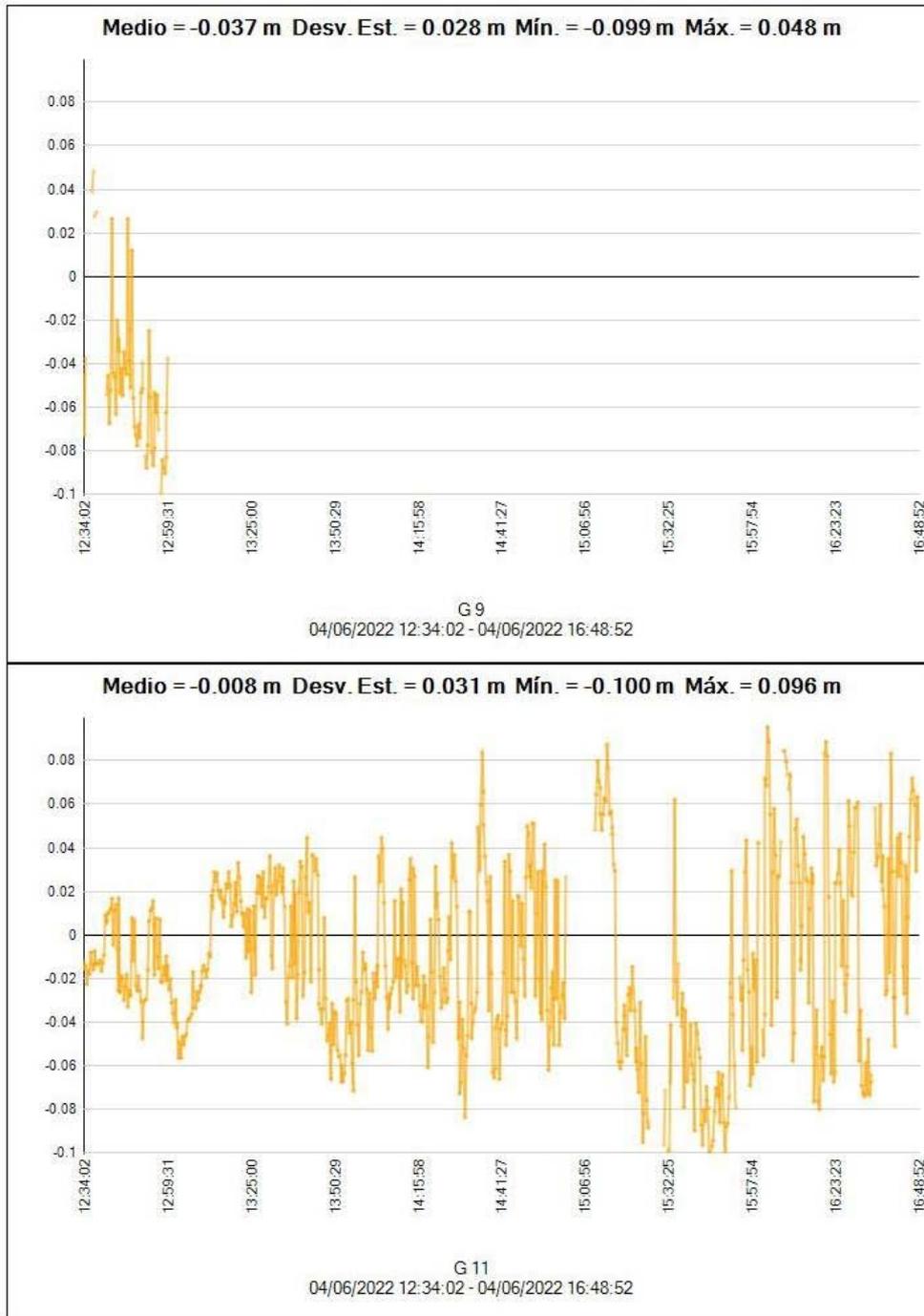
SV	04/06/2022 12:33:52	Duración: 04:14:50	Intervalo principal: 00:10:00	04/06/2022 16:48:42
G 2	L1 L2			
G 5	L1 L2			
G 6	L1 L2			
G 7	L1 L2			
G 9	L1 L2			
G 11	L1 L2			
G 12	L1 L2			
G 13	L1 L2			
G 14	L1 L2			
G 15	L1 L2			
G 17	L1 L2			
G 19	L1 L2			
G 20	L1 L2			
G 23	L1 L2			
G 24	L1 L2			
G 25	L1 L2			
G 29	L1 L2			
G 30	L1 L2			
R 1	L1 L2			
R 2	L1 L2			

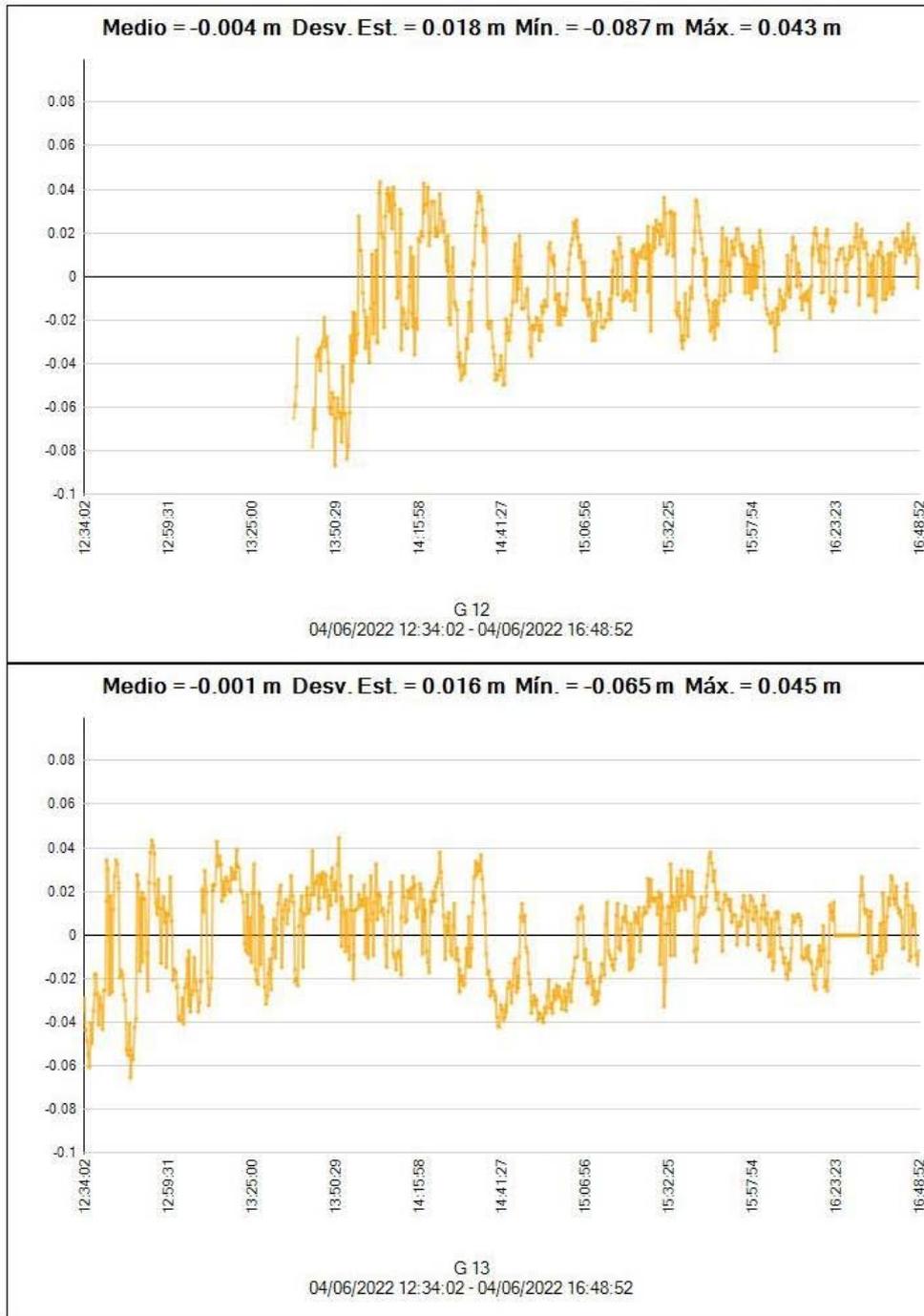
SV	04/06/2022 12:33:52	Duración: 04:14:50	Intervalo principal: 00:10:00	04/06/2022 16:48:42
R 3	L1 L2			
R 7	L1 L2			
R 8	L1 L2			
R 10	L1			
R 11	L1 L2			
R 12	L1 L2			
R 13	L1 L2			
R 23	L1			
R 24	L1 L2			

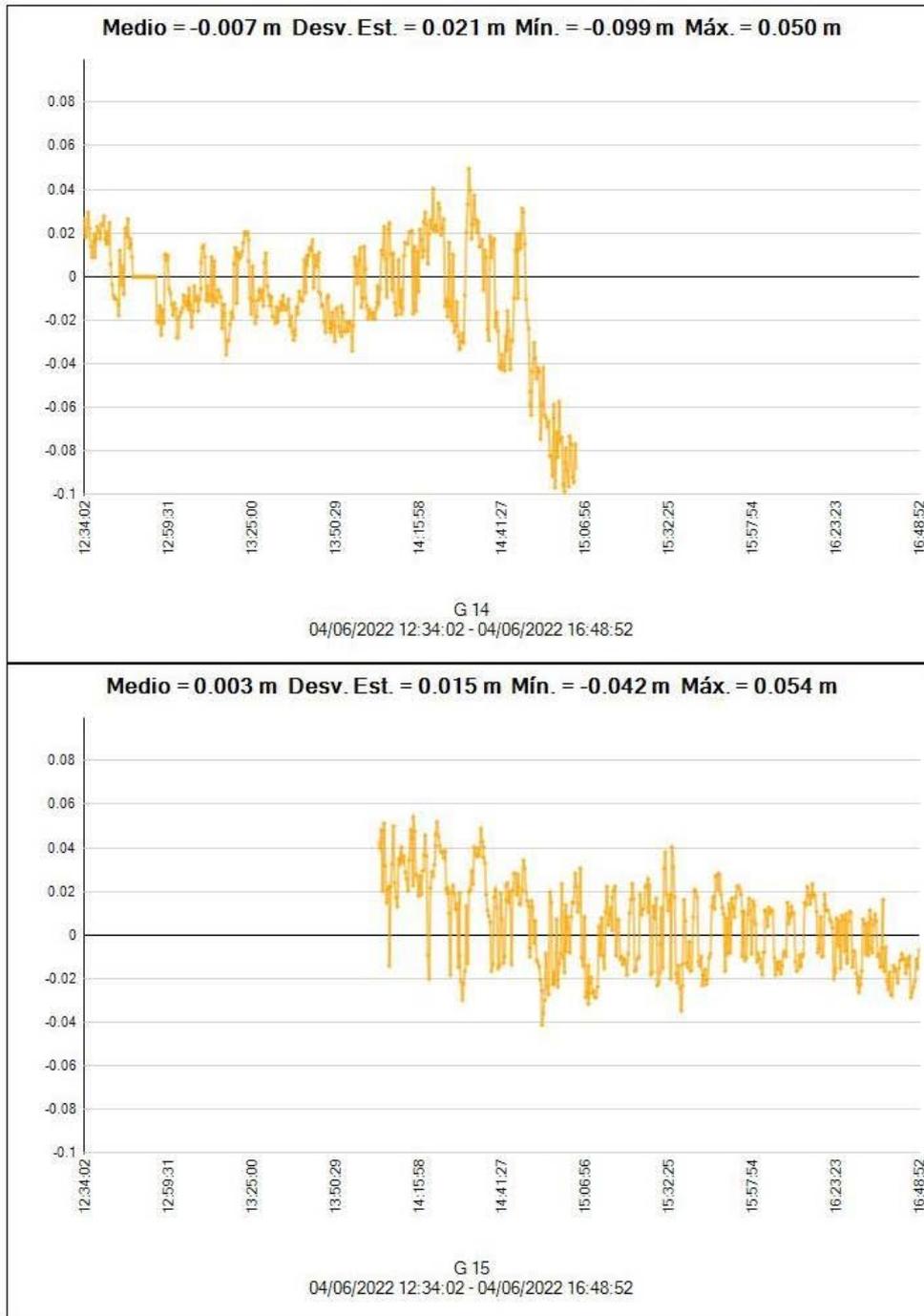
Residuales

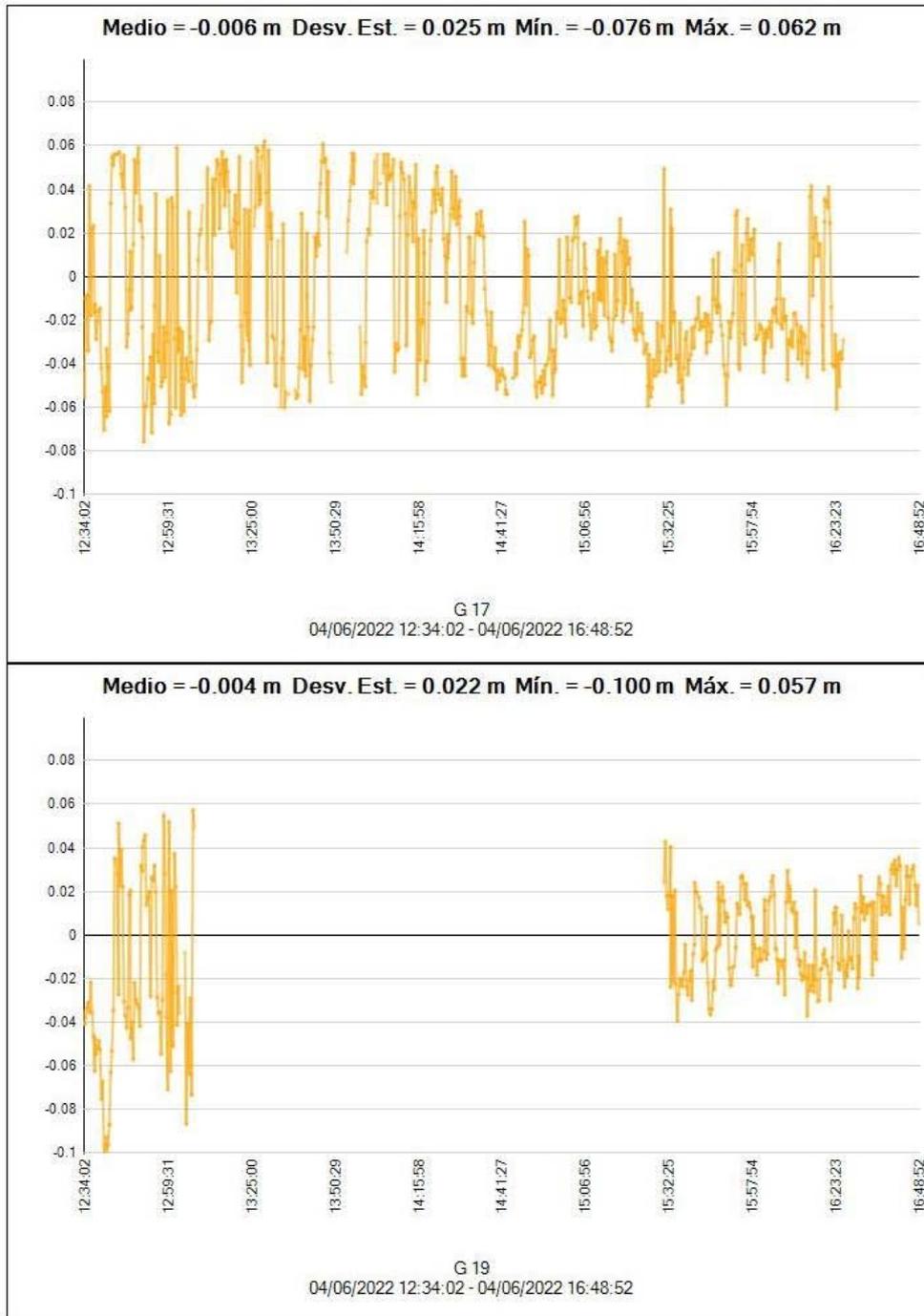


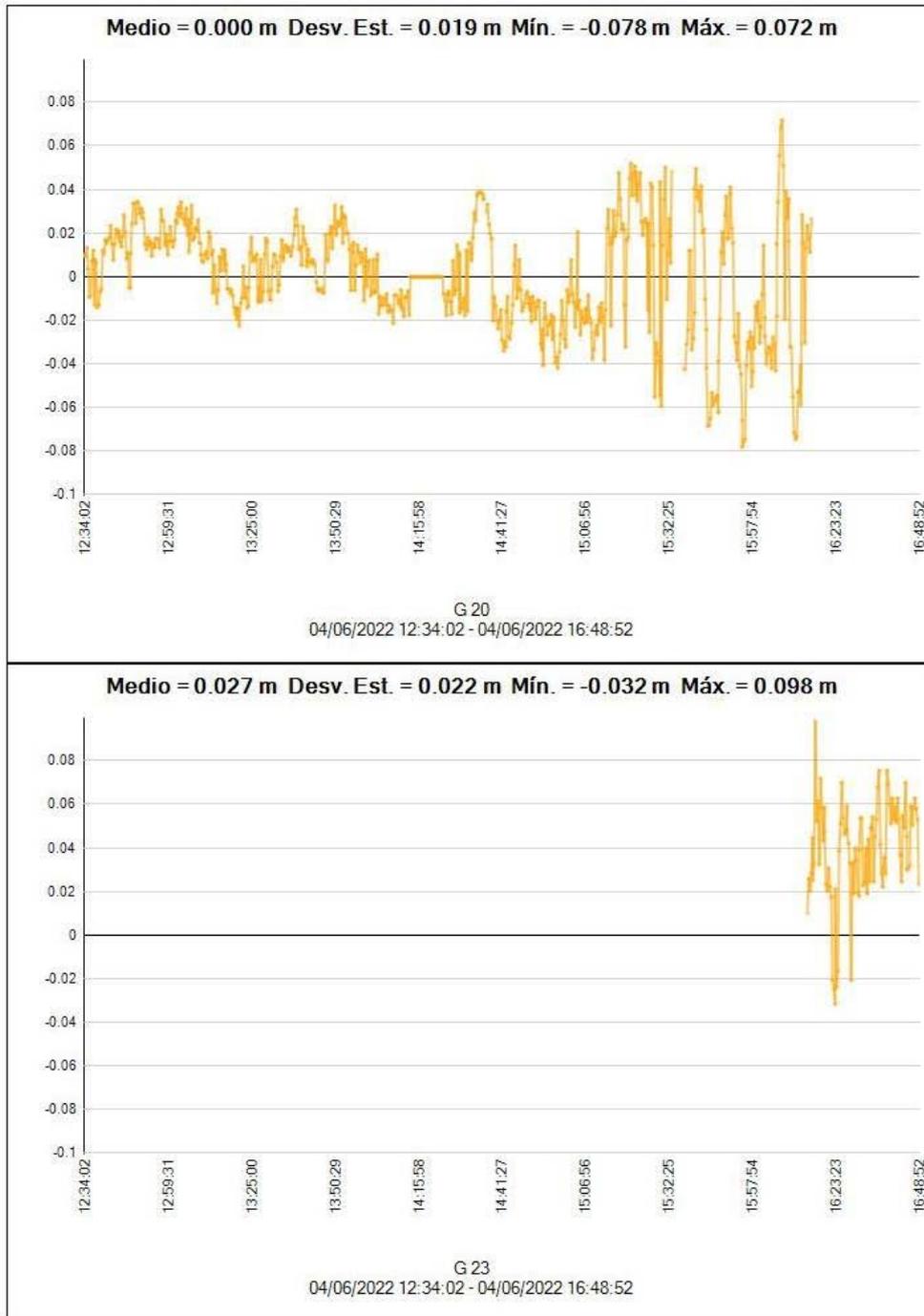


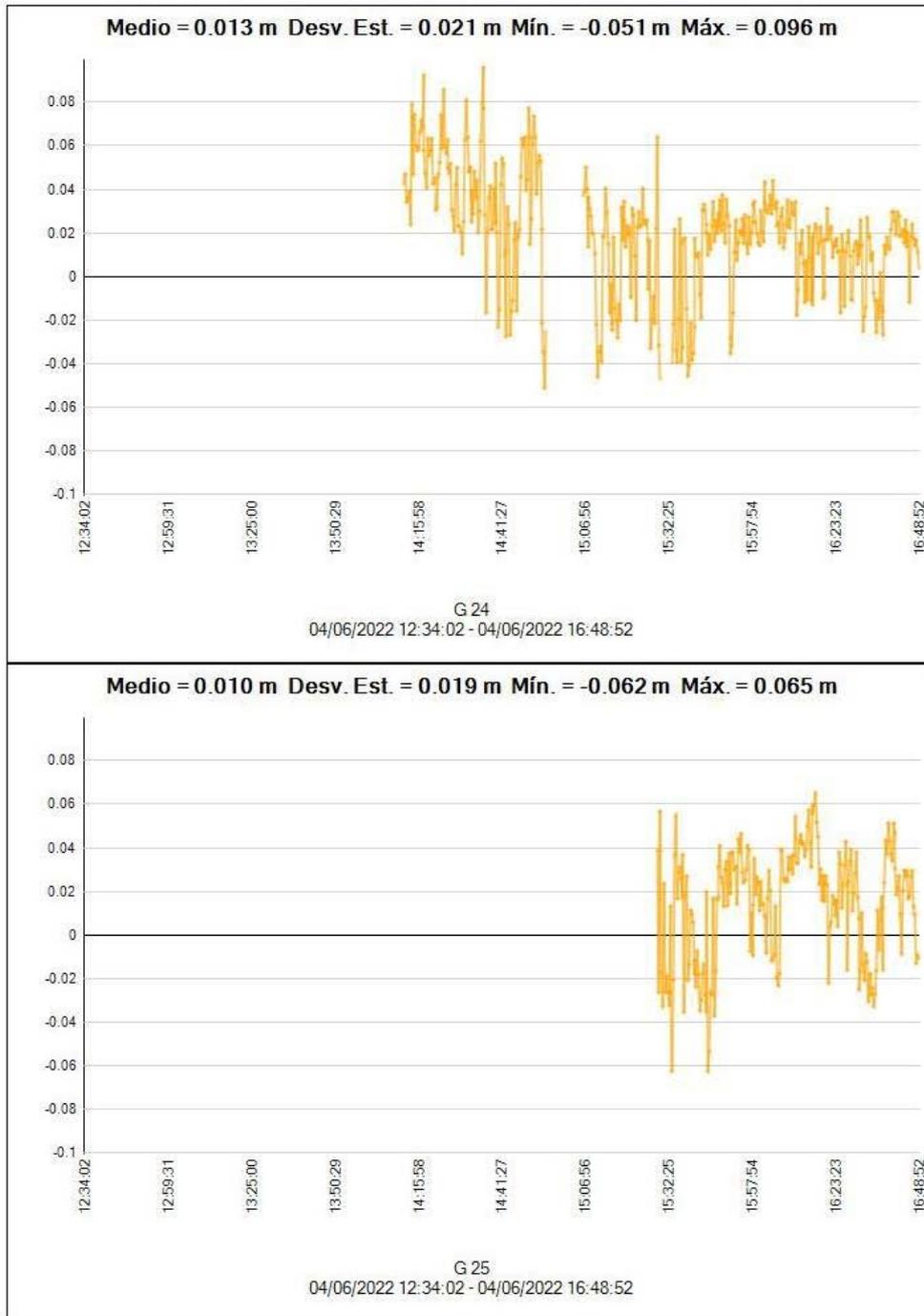


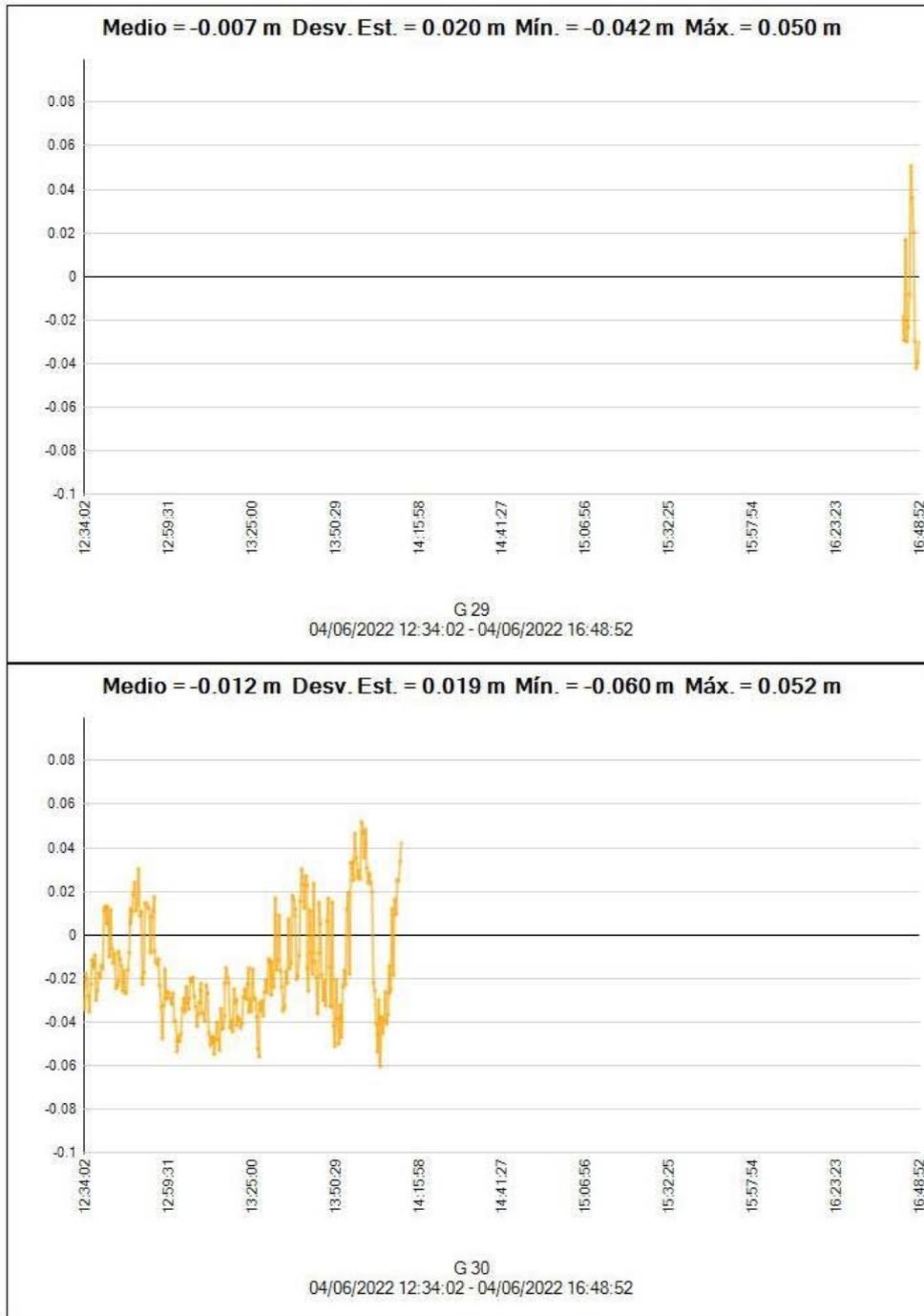


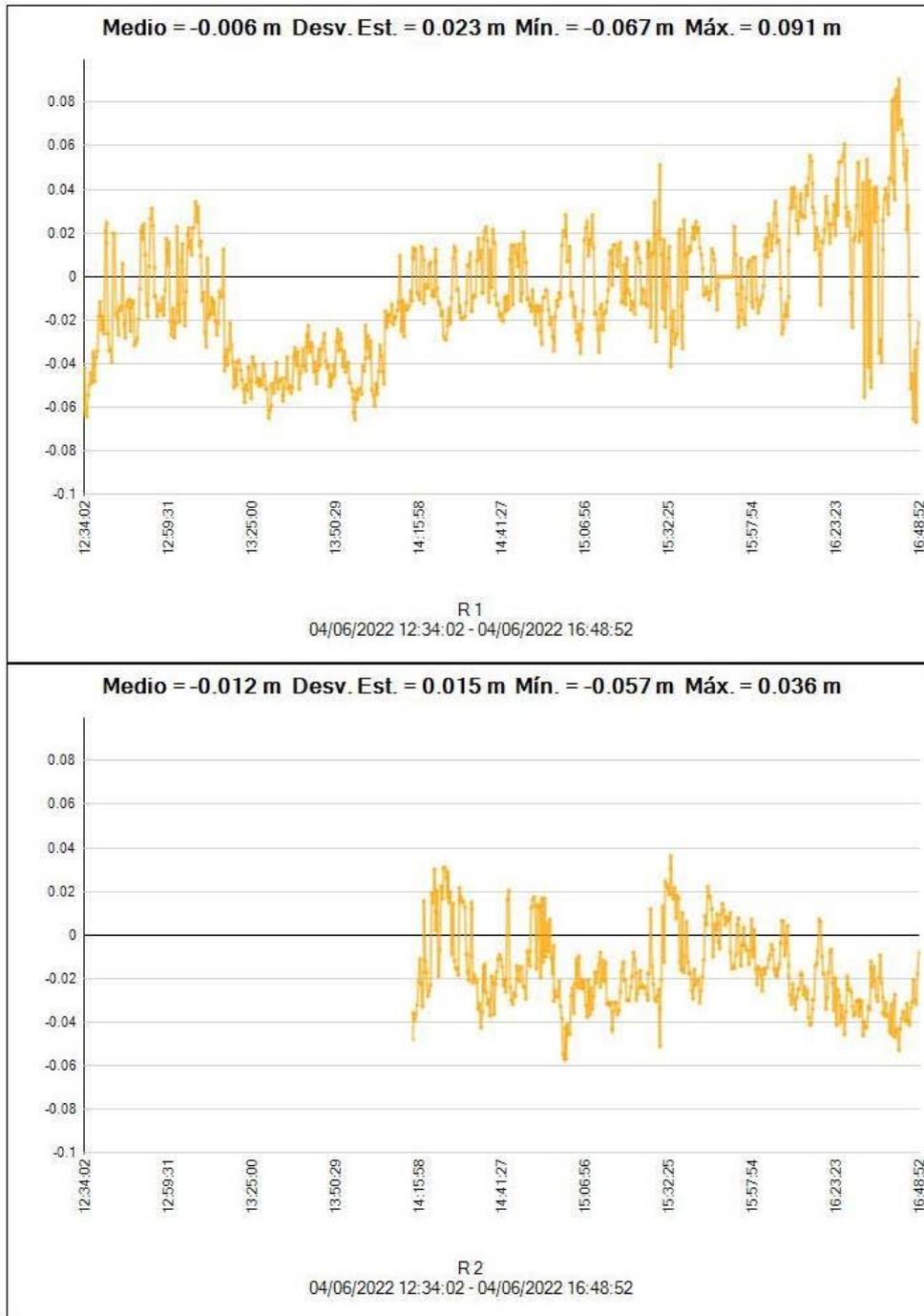


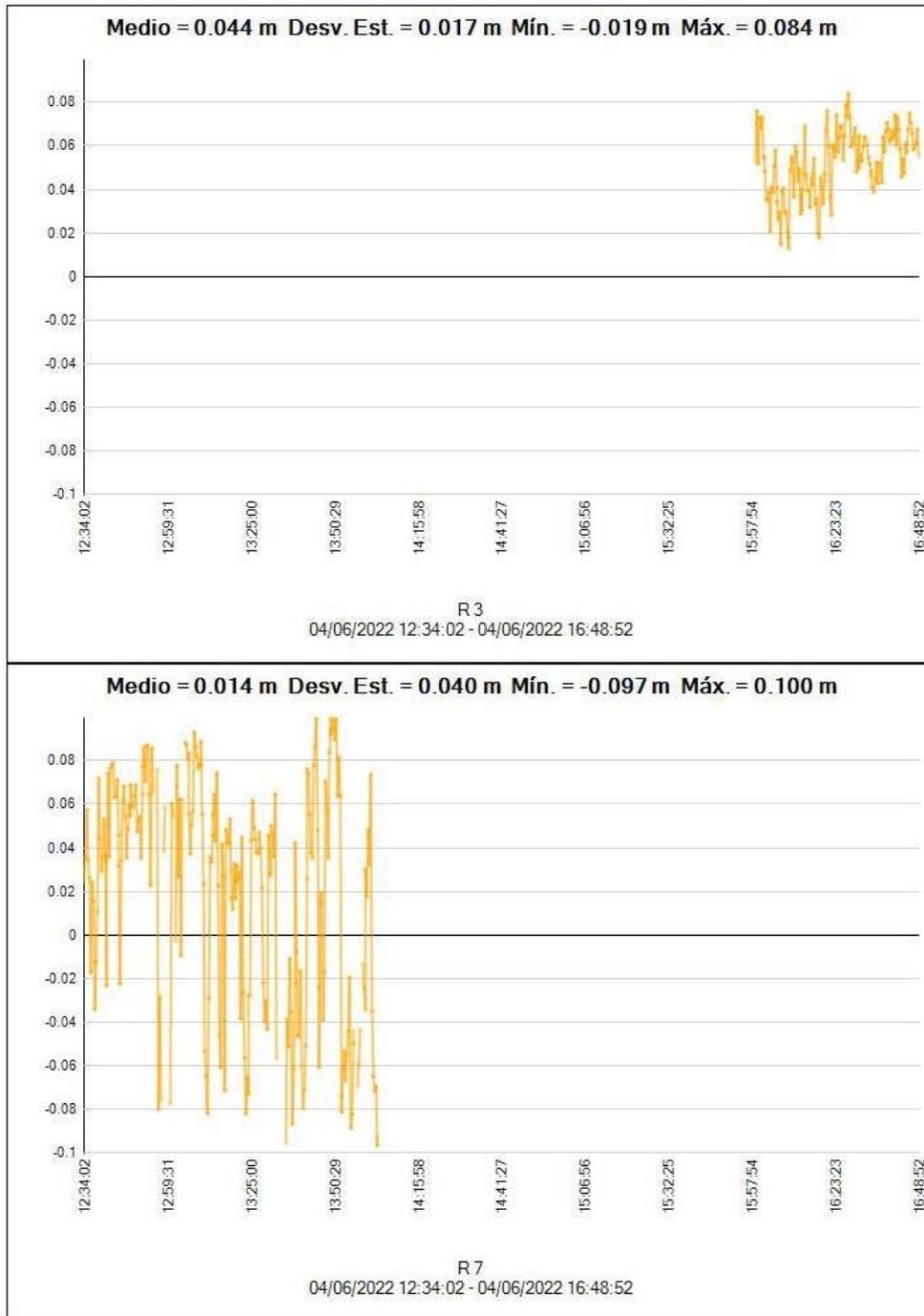


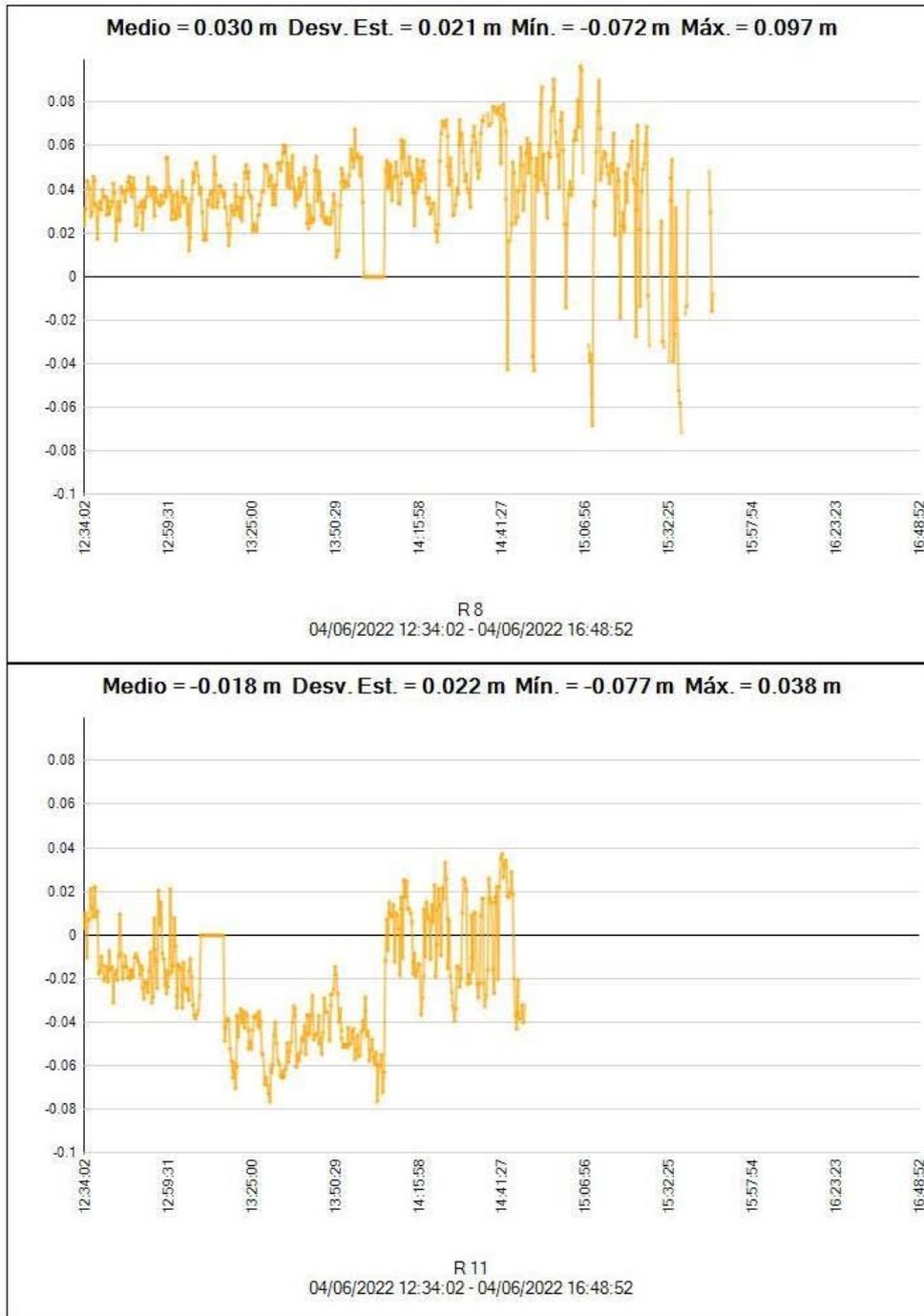


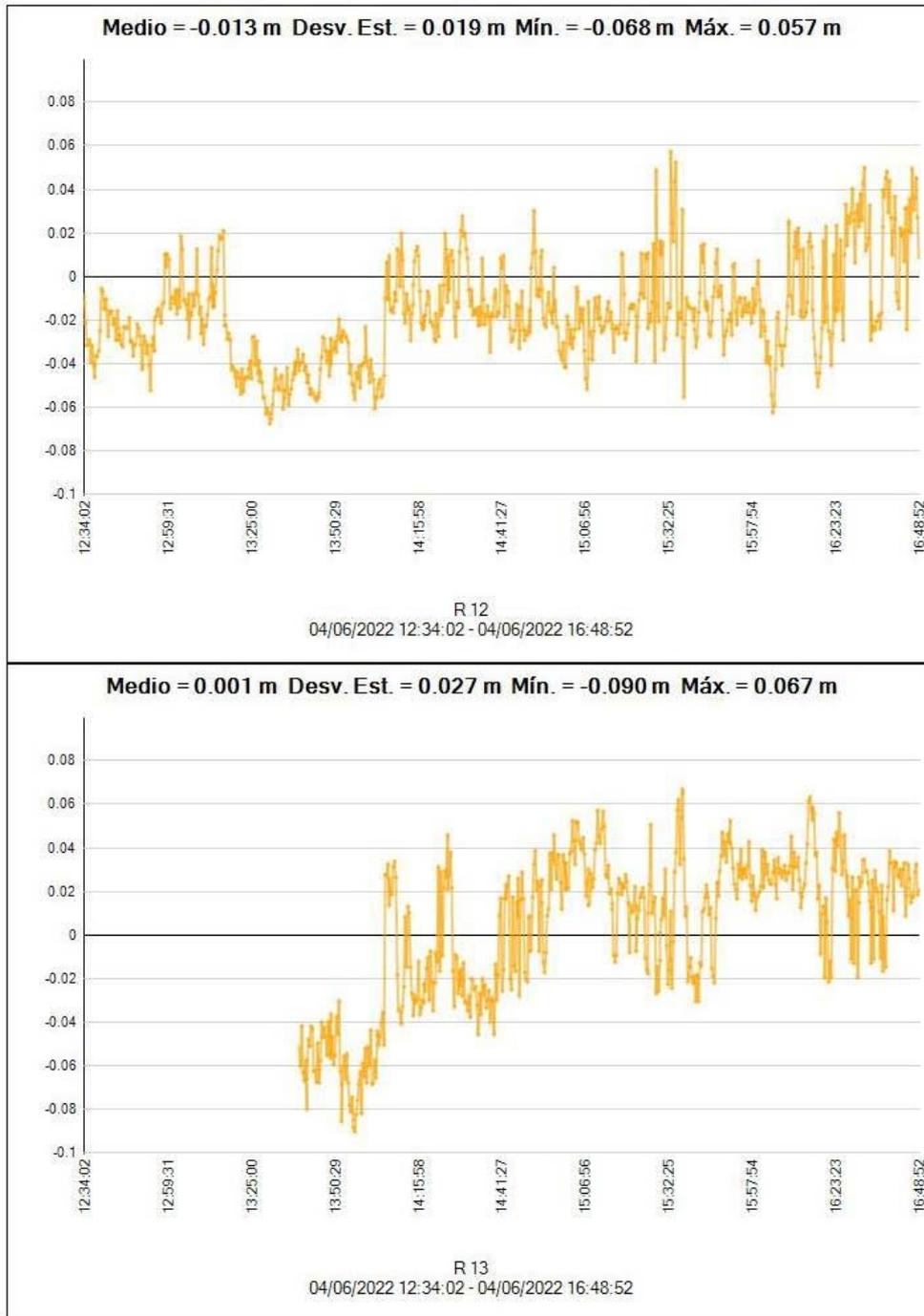


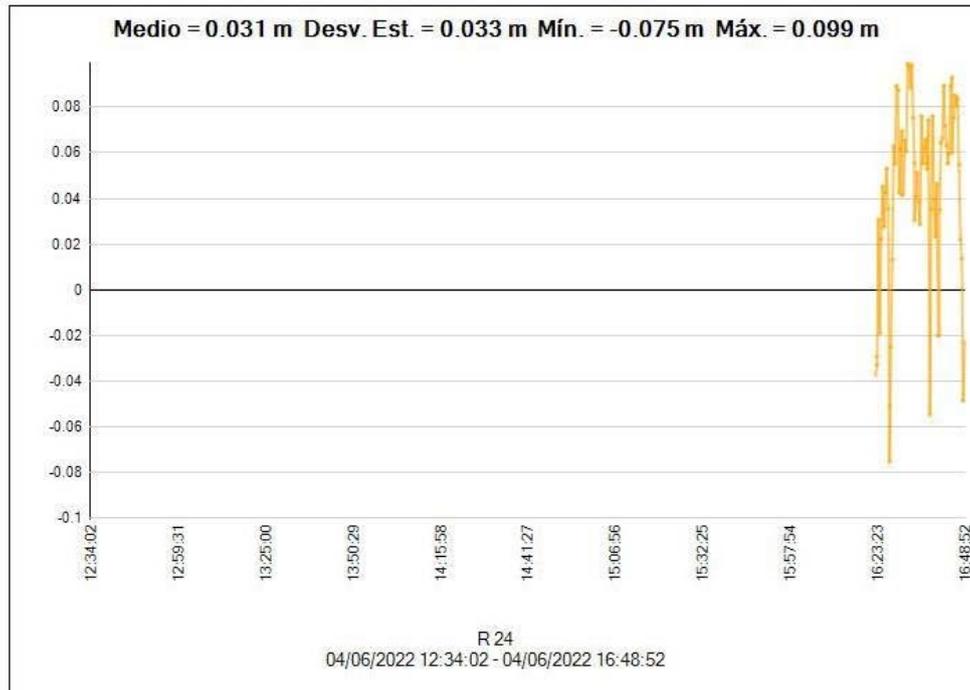












Estilo de procesamiento:

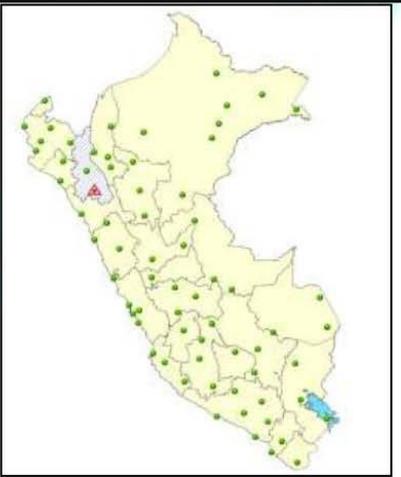
Máscara de elevación:	10°00'00.0"
Autoiniciar procesamiento:	Sí
Iniciar numeración automática de ID:	AUTO0001
Vectores continuos:	No
Modelo de antena:	Automático
Tipo de efeméride:	Automático
Frecuencia:	Todas las frecuencias
Intervalo de procesamiento:	5 segundos
Forzar flotante:	No
Tipo de procesamiento de SIG:	Procesamiento automático de portadoras y códigos

Criterios de aceptación

Componente del vector	Indicador 	Fallida 
Precisión horizontal >	0.050 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm
Precisión vertical >	0.100 m + 1.000 ppm	0.200 m + 1.000 ppm

09/06/2022 00:14:51		Trimble Business Center
---------------------	--	-------------------------

ANEXO N° 6. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS “CJ01”

	INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO	
<u>FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE</u>		
0. DATOS GENERALES:		
Preparado por:	Departamento de Procesamiento Geodésico	
Realizado:	30 de noviembre de 2020	
Versión:	3.1.0	
1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:		
Nombre:	Cajamarca	
Código Nacional:	CJ01	
Código Internacional:	42214M001	
Inscripción:	Placa de bronce	
Orden de la estación:	“0”	
Fecha de monumentación:	11 de diciembre de 2009	
2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:		
Departamento:	Cajamarca	
Provincia:	Cajamarca	
Distrito:	Cajamarca	
Ubicación de la estación:	Gobierno Regional de Cajamarca	
		
CROQUIS DE UBICACIÓN		
		
FECHA: 29/03/2021 13:15 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: F001-011599		
		CJ01 1 4

 REPÚBLICA DEL PERÚ	INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO	
3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN:		
Sistema de referencia: GRS80 / WGS84	Marco de referencia: ITRF2000	
3.1. GEODÉSICAS:		
Latitud (S)	Longitud (O)	
07°08'48.70124"	78°30'33.75096"	
Altura Elipsoidal (m)	Factor de escala combinado	
2731.0629	1.000535976276	
3.2. CARTESIANAS		
X (m)	Y (m)	Z (m)
1261306.7256	-6204717.2360	-788591.9523
3.3. UTM		
Este (m)	Norte (m)	
775089.6868	9209271.8374	
Zona: 17 Sur		
INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS		
4.1. RECEPTOR:		
Modelo:	NET R8 TRIMBLE, Doble frecuencia	
N° de serie:	4906K34427	
Versión del firmware:	4.41	
Fecha de instalación:	11 de diciembre de 2009	
Ubicación del receptor:	El receptor se encuentra dentro de una caja metálica de color blanco humo empotrada a la pared, ubicada en el interior de la Subgerencia de Acondicionamiento Territorial de la mencionada institución.	
4.2. ANTENA:		
Modelo:	Zephyr Geodetic Model 2 (L1,L2) Trimble	
N° de serie:	1440925457	
Cubierta protectora:	con domo	
Medición de la antena:	ARP (Base de soporte de la antena)	
Altura de la antena:	0.0750 m	
Fecha de instalación:	11 de diciembre de 2009	
Ubicación de la antena:	La antena está instalada sobre un monumento de concreto de 3.50 m de alto y 30x30 cm de ancho de color blanco, ubicada en el techo de la mencionada institución.	
FECHA: 29/03/2021 13:15 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: F001-011599		
CJ01 2 4		

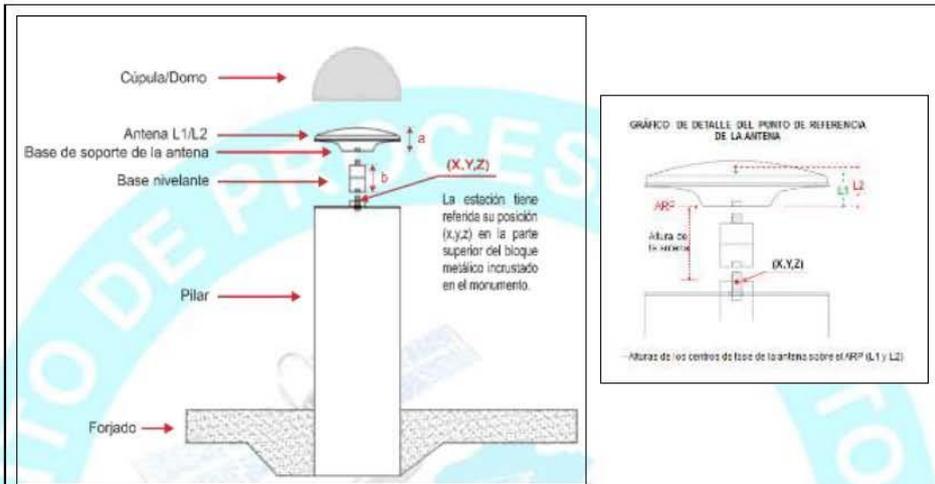


INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN

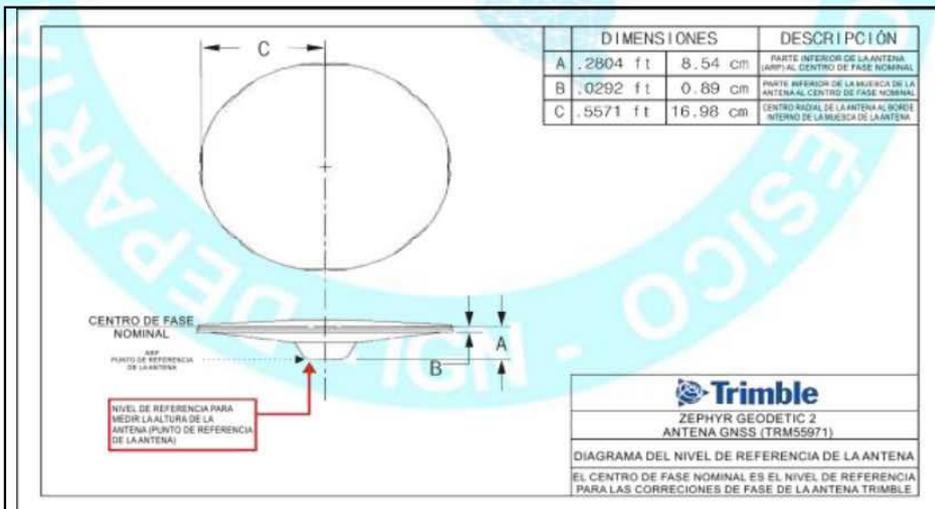
5.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA



a = 8.54 cm Distancia de compensación del centro de fase. (Phase Center Offset)

b = 7.50 cm Distancia entre la base de soporte de la antena y el límite superior del bloque metálico incrustado en el monumento.

5.2. DIMENSIONES DE LA ANTENA





INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO

Área de mantenimiento: DPG
Área de control: DPG
Área de procesamiento: DPG
Observables: L1, L2, C1, P2
Intervalo de registro: 5 seg
Máscara de elevación: 5°
Archivo diario: 24 HRS
Formato de archivo nativo: *T01
Datos para el procesamiento: 06 al 19 de septiembre de 2020
Tipo de órbita: Efemérides precisas finales
Archivo procesado: Rinex 2.11
Software de procesamiento: Gamit / Globk V 10.71
Procesador y analista GNSS: Lic. Franklin Maylle Gamarra
Revisado por: CAP. EP. Rogger Montoya Monroy

7. CONTACTOS

Oficina: Departamento de Procesamiento Geodésico
Dirección: Av. Andrés Aramburú 1184, Surquillo, Lima 34, Perú
Teléfono: 4759960 / 4753030 Anexo 120
Correo: cpg@ign.gob.pe / sirgas_peru@ign.gob.pe
Web site: http://209.45.65.186/rastreo_permanente





“EVALUACIÓN DE MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES”

ANEXO N° 7. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS



AÑO: 2021
N° Cert - 19538



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

OTORGADO A: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE B. DEL INCA
EQUIPO: Estación Total Marca LEICA Modelo TS10 3" R500
SERIE: 3317621

R.U.C: 20143625681

FECHA DE EMISION: 2021-12-23

GEOTOP SAC, CERTIFICA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DIN 18723, SEGUN LOS ESTANDARES INTERNACIONALES ESTABLECIDOS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL INSTRUMENTO SEGUN EL FABRICANTE

Precision del Distanciometro: +/- (2+2 ppm x D)
mm Constante Estadimetrica 100m
Telescopio Imagen directa 30X
Lectura Minima: 1"/5"
Precision Angular: 3"

VERIFICACIÓN DEL EQUIPO

PANEL DE CONTROL CONDICION FISICAOX FUNCIONES DEL TECLADOOK MARCAS DEL TECLADOOK	BASE CONDICION FISICAOX NIVELOK TORNILLOSOX	REVISIÓN ERROR VERTICAL OK ERROR HORIZONTAL OK DOBLE CENTRO OK PERPENDICULARIDAD OK PLOMADA LASER OK PUNTERO LASER OK
MECANICA ASASOK ROTACION HORIZONTALOK ROTACION VERTICALOK	PRECISIÓN ANGULO HORIZONTALOK ANGULO VERTICALOK	APARIENCIA VISIBLE COLOR OK LIMPIEZA OK
CALIBRACIÓN VERTICALOK HORIZONTALOK		

PATRON DE MEDICIONES DEL INSTRUMENTO EN 00°00'00"			
ANGULO HZ	00°00'00"	Der.	180°00'00"
ANGULO V	90°00'00"	180°	270°00'00"
Arriba	60°00'00"	180°	240°00'00"
Abajo	120°00'00"	180°	300°00'00"

MEDICIONES DE PATRÓN		
ANGULO HZ	00°00'00"	180°00'00"
ANGULO V	90°00'00"	270°00'00"

RESULTADO V=OK HZ=OK

VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO				VALOR A CORREGIR				VALOR LEÍDO EN EL INSTRUMENTO CALIBRADO			
GRADOS MINUTOS SEGUNDOS				GRADOS MINUTOS SEGUNDOS				GRADOS MINUTOS SEGUNDOS			
VERTICAL	360	00	01	VERTICAL	00	00	01	VERTICAL	360	00	01
HORIZONTAL	360	00	02	HORIZONTAL	00	00	02	HORIZONTAL	360	00	01

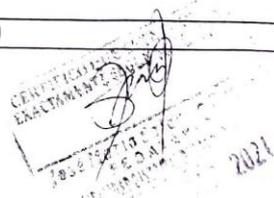
CALIBRACIÓN DEL DISTANCIOMETRO				
MEDIDA INICIAL (m)	CORRECCION DE MEDIDA INICIAL (m)	MEDIDA PATRÓN (m)	MEDIDAS CORREGIDAS (m)	DIFERENCIA DE MEDIDA/PATRÓN DE MEDIDA CORREGIDA (m)
50	0.00	50	50	0.00
150	0.00	150	150	0.00
200	0.00	200	200	0.00

RANGO DE TOLERANCIA		
GRADOS MINUTOS SEGUNDOS		
+	360	00 03
-	359	59 57

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO EN MENCIÓN, SE ENCUENTRA TOTALMENTE REVISADO, CONTROLADO Y CALIBRADO, SEGÚN NORMA DIN 18723.

CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN

Lugar: Taller de Servicio Técnico de GEOTOP S.A.C.
Temperatura: Promedio de 20 grados C con variación de +/- 0.5 grados C. Humedad Relativa de 58%.





AÑO: 2021
N° Cert - 19538

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PATRÓN DE TRAZABILIDAD Y VERIFICACIÓN

Equipo utilizado como patrón Equipo Patrón Estación Total LEICA Modelo NOVA TM50 I 0.5" R1000 - Serie: 372623 con certificación SILVER N° 372623-12182020
Equipo para medición de distancia: ubase Serie: 209042, Equipo para medición de ángulo: Estación Total LEICA Modelo TC1201+ Serie: 872459

Colimador Marca LEICA con telescopios cuyo retículo es enfocado al infinito. el grosor de sus brazos esta dentro de 1" y consta 4 colimadores: El colimador principal HZ1 consta de 4 retículos en plataforma fija, 2 colimadores verticales V1 y V2 constan de un solo retículo y el segundo colimador HZ2 incluye vista de cámara con distancia de enfoque infinito y una distancia focal de 250mm, apertura efectiva de 50mm y 2" de campo de visión, que es revisado periódicamente con el equipo patrón Estación Total LEICA Modelo NOVA TM50 I 0.5" R1000 - Serie: 372623, con método de lectura directa inversa.

FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-12-23

PROXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN 2022-06-23

DATOS: ESTE EQUIPO ANTES DE SALIR DE ALMACEN HA SIDO CHEQUEADO, Y SE ENCUENTRA EN PERFECTO ESTADO, ES DE SU RESPONSABILIDAD EL ADECUADO CUIDADO, ESTA EMPRESA NO SE RESPONSABILIZA POR POSIBLES DAÑOS CAUSADOS POR UNA MALA MANIPULACIÓN Y/O TRANSPORTE INAPROPIADO. A LA FIRMA SE MUESTRA LA CONFORMIDAD.

ENTREGUÉ CONFORME:



GEOTOP S.A.S
JORGE CAMACHO DELGADO
Administración - DNI: 40178279



Otilia Pereira
Jefe de Soporte Técnico



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
EJECUTADO EN EL
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
Y VERIFICACIÓN
DE GEOTOP S.A.S
18 DE ABRIL DE 2021
JOSÉ MATEO
Jefe de Soporte Técnico



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD N° 21- 09221

CLIENTE: ZAG SERVICE E.I.R.L.

EQUIPO: Receptor GPS
MARCA: Trimble
MODELO: R8S
SERIE: 6114R03191

FECHA DE EMISIÓN : 22 - Set - 2021

FECHA DE VENCIMIENTO: 21 - Set - 2022

ISETEK S.A. Certifica que el equipo topográfico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.

En las pruebas efectuadas en Post Proceso los equipos, estos se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante.

Precisión Levantamiento GPS Post Proceso (Estatica de Alta Precisión)

HORIZONTAL	3 mm + 0.1 ppm RMS
VERTICAL	3.5 mm + 0.4 ppm RMS

CERTIFICADO POR	SELLO DE GARANTIA	FECHA DE EMISION
 ING. ENRIQUE CORNEJO GARAY Gerente de Servicio Técnico		Setiembre 22, 2021

ANEXO N° 8. REPORTE DE PROCESAMIENTO DE AGISOFT METASHAPE

Agisoft Metashape

Informe de procesamiento

15 June 2022



Datos del levantamiento

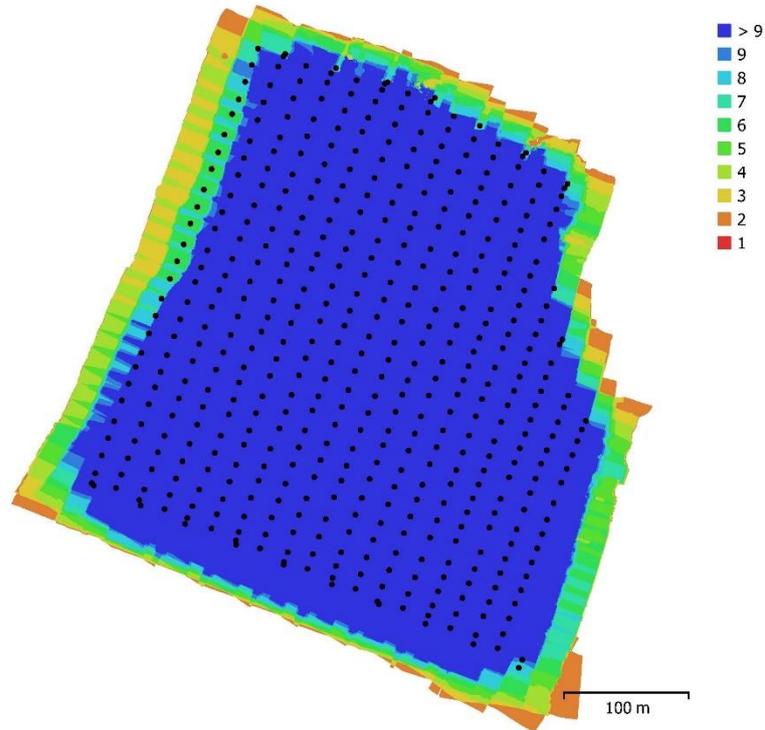


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 469	Imágenes alineadas: 469
Altitud media de vuelo: 75 m	Puntos de paso: 291,005
Resolución en terreno: 1.75 cm/pix	Proyecciones: 1,513,240
Área cubierta: 0.186 km ²	Error de reproyección: 0.65 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
FC6520, DJI MFT 15...	5280 x 3956	15 mm	3.28 x 3.28 micras	No
FC6520, DJI MFT 15...	5280 x 3956	15 mm	3.28 x 3.28 micras	No
FC6520, DJI MFT 15...	5280 x 3956	15 mm	3.28 x 3.28 micras	No

Tabla 1. Cámaras.

Calibración de cámara

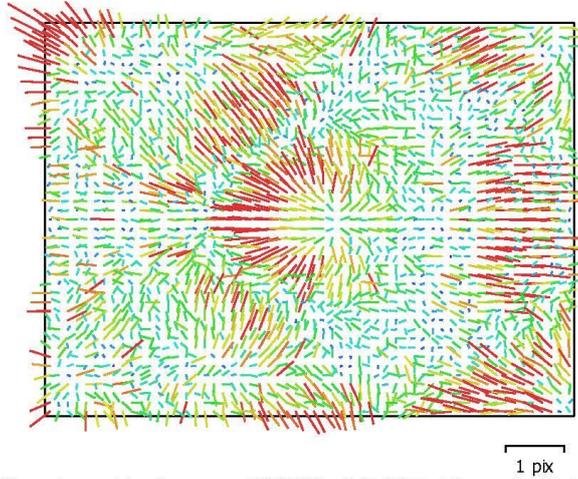


Fig. 2. Gráfico de residuales para FC6520, DJI MFT 15mm F1.7 ASPH (15mm).

FC6520, DJI MFT 15mm F1.7 ASPH (15mm)

451 imágenes

Tipo	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel
Cuadro	5280 x 3956	15 mm	3.28 x 3.28 micras

	Valor	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	4380.39	0.91	1.00	0.16	0.87	-0.14	0.01	-0.01	-0.09	-0.04
Cx	-40.3763	0.036		1.00	0.14	-0.02	0.00	0.00	0.62	-0.01
Cy	-12.6446	0.065			1.00	-0.11	-0.00	0.00	-0.07	0.23
K1	0.00132498	4.5e-05				1.00	-0.89	0.84	0.01	0.11
K2	0.00070965	0.00017					1.00	-0.98	0.01	0.01
K3	-0.000188021	0.00021						1.00	-0.02	-0.01
P1	-0.000768613	2.2e-06							1.00	0.01
P2	0.000353912	1.9e-06								1.00

Tabla 2. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

Calibración de cámara

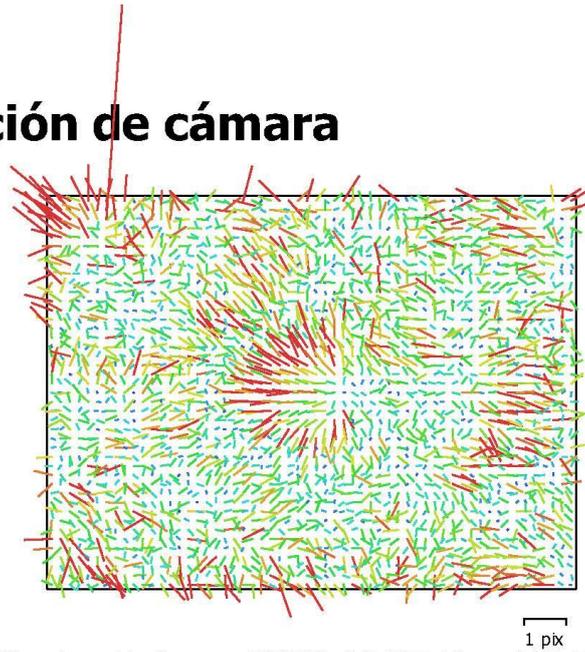


Fig. 3. Gráfico de residuales para FC6520, DJI MFT 15mm F1.7 ASPH (15mm).

FC6520, DJI MFT 15mm F1.7 ASPH (15mm)

16 imágenes

Tipo	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel
Cuadro	5280 x 3956	15 mm	3.28 x 3.28 micras

	Valor	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	4382.49	1	1.00	0.08	0.50	-0.09	0.05	-0.04	-0.01	-0.02
Cx	-40.4116	0.19		1.00	0.14	0.00	-0.01	0.01	0.75	-0.02
Cy	-12.6926	0.2			1.00	-0.01	0.00	-0.00	0.05	0.39
K1	0.00300089	0.00023				1.00	-0.97	0.92	-0.01	0.02
K2	-0.00453219	0.00096					1.00	-0.98	0.02	-0.02
K3	0.00538617	0.0012						1.00	-0.03	0.02
P1	-0.000853782	1.4e-05							1.00	-0.00
P2	0.000204722	9.6e-06								1.00

Tabla 3. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

Calibración de cámara

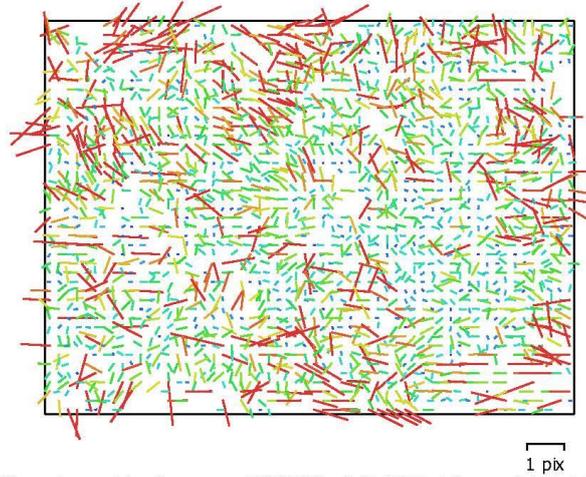


Fig. 4. Gráfico de residuales para FC6520, DJI MFT 15mm F1.7 ASPH (15mm).

FC6520, DJI MFT 15mm F1.7 ASPH (15mm)

2 imágenes

Tipo	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel
Cuadro	5280 x 3956	15 mm	3.28 x 3.28 micras

	Valor	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	4370.98	2.1	1.00	0.41	0.78	-0.08	0.09	-0.08	0.09	0.04
Cx	-40.353	0.55		1.00	0.42	-0.02	0.03	-0.03	0.73	-0.04
Cy	-11.1947	0.79			1.00	0.02	0.01	-0.02	0.12	0.34
K1	0.000824403	0.00063				1.00	-0.97	0.92	-0.04	0.05
K2	0.00342026	0.0026					1.00	-0.98	0.04	-0.04
K3	-0.00415499	0.0033						1.00	-0.04	0.03
P1	-0.000743742	3.4e-05							1.00	0.00
P2	0.000194957	2.6e-05								1.00

Tabla 4. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

Posiciones de cámaras

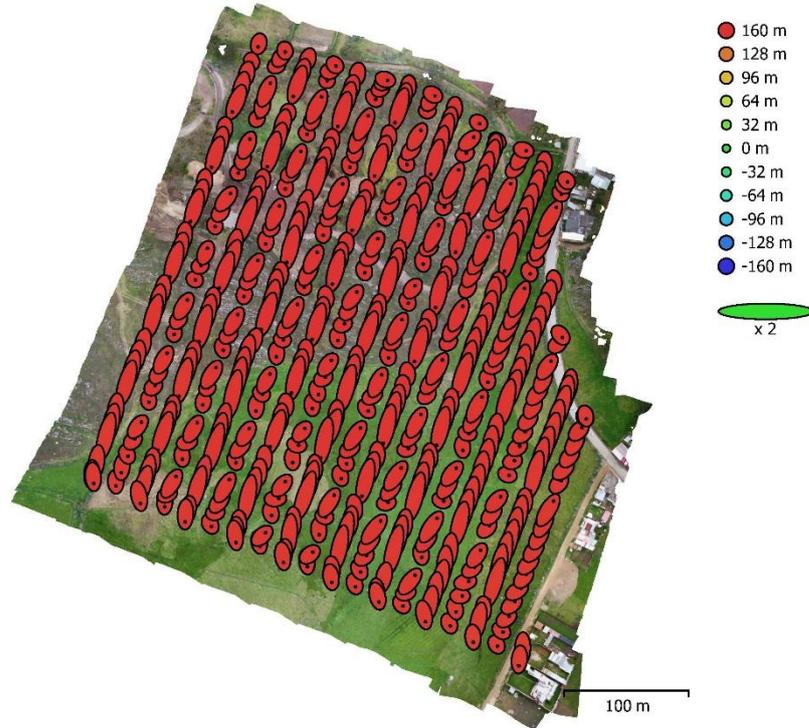


Fig. 5. Posiciones de cámaras y estimadores de error.
 El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.
 Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Modelo digital de elevaciones

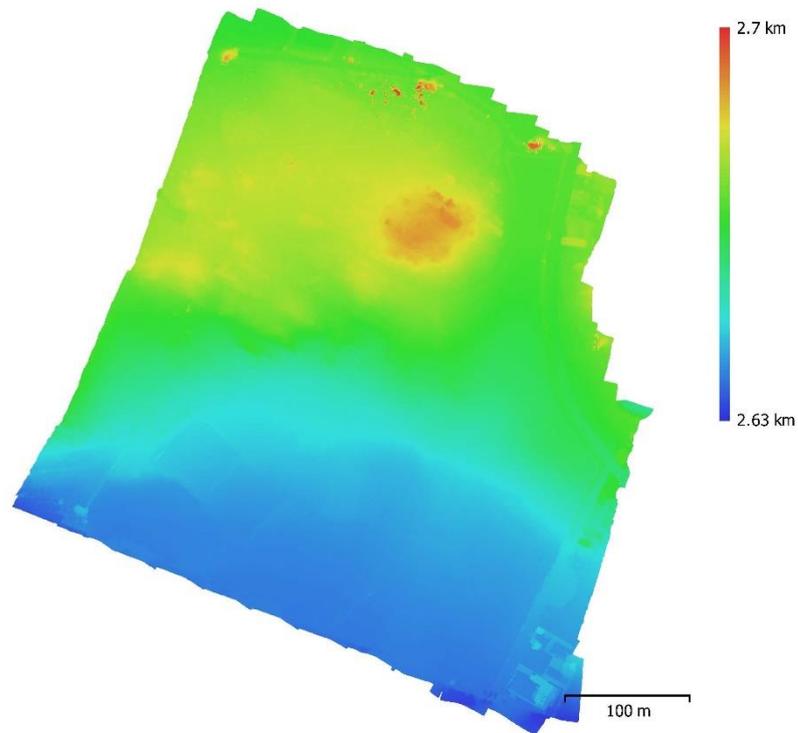


Fig. 6. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 3.51 cm/pix
Densidad de puntos: 813 puntos/m²

Parámetros de procesamiento

Generales

Cámaras	469
Cámaras orientadas	469
Marcadores	5

Formas

Cadena poligonal	200377
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 17S (EPSG::32717)
Ángulo de rotación	Guñada, cabeceo, alabeo

Nube de puntos

Puntos	291,005 de 335,257
RMS error de reproyección	0.259887 (0.650263 pix)
Error de reproyección máximo	0.789196 (40.8966 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	2.53619 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	5.82732

Parámetros de orientación

Precisión	Alta
Pre-selección genérica	Sí
Pre-selección de referencia	Origen
Puntos clave por foto	40,000
Límite de puntos clave por megapixel	1,000
Puntos de paso por foto	4,000
Excluir puntos de paso inmóviles	Sí
Emparejamiento guiado	No
Ajuste adaptativo del modelo de cámara	No
Tiempo búsqueda de emparejamientos	6 minutos 30 segundos
Uso de memoria durante el emparejamiento	922.67 MB
Tiempo de orientación	5 minutos 12 segundos
Uso de memoria durante el alineamiento	173.51 MB
Fecha de creación	2022:06:14 11:51:21
Versión del programa	1.8.2.0
Tamaño de archivo	37.49 MB

Mapas de profundidad

Número	469
--------	-----

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Moderado
Límite máximo de redundancia	16
Tiempo de procesamiento	2 horas 0 minutos
Uso de memoria	5.39 GB
Fecha de creación	2022:06:14 14:03:22
Versión del programa	1.8.2.0
Tamaño de archivo	3.64 GB

Nube de puntos densa

Puntos	201,630,865
Colores de puntos	3 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Moderado

Límite máximo de redundancia	16
Tiempo de procesamiento	2 horas 0 minutos
Uso de memoria	5.39 GB
Parámetros de generación de la nube densa	
Tiempo de procesamiento	1 hora 46 minutos
Uso de memoria	9.63 GB
Parámetros de clasificación de puntos de terreno	
Ángulo máximo (deg)	42
Distancia máxima (m)	1
Tamaño de célula (m)	50
Tiempo de clasificación	10 minutos 52 segundos
Uso de memoria durante la clasificación	8.11 GB
Fecha de creación	2022:06:14 15:49:41
Versión del programa	1.8.2.0
Tamaño de archivo	2.58 GB
MDE	
Tamaño	23,604 x 28,026
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 17S (EPSG::32717)
Parámetros de reconstrucción	
Origen de datos	Nube de puntos densa
Interpolación	Habilitada
Tiempo de procesamiento	3 minutos 30 segundos
Uso de memoria	314.59 MB
Fecha de creación	2022:06:14 19:23:25
Versión del programa	1.8.2.0
Tamaño de archivo	449.69 MB
Ortomosaico	
Tamaño	29,372 x 33,578
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 17S (EPSG::32717)
Colores	3 bandas, uint8
Parámetros de reconstrucción	
Modo de mezcla	Mosaico
Superficie	MDE
Permitir el cierre de agujeros	Sí
Habilitar el filtro de efecto fantasma	Sí
Tiempo de procesamiento	1 hora 1 minuto
Uso de memoria	12.61 GB
Fecha de creación	2022:06:14 20:43:03
Versión del programa	1.8.2.0
Tamaño de archivo	11.03 GB
Sistema	
Nombre del programa	Agisoft Metashape Professional
Versión del programa	1.8.2 build 14075
OS	Windows 64 bit
RAM	13.89 GB
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-8750H CPU @ 2.20GHz
GPU(s)	NVIDIA GeForce GTX 1060 with Max-Q Design

ANEXO N° 9. CARTA DE SOLICITUD DE PERMISO AL BIM ZEPITA

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Solicito: Permiso para la aplicación de
levantamientos topográficos en “BIM
ZEPITA N° 7”.

PARA: Teniente Coronel Cristian S. Jaime Torres - Comandante de BIM ZEPITA N° 7 del Distrito
de los Baños del Inca – Cajamarca.

Yo, Gregorio Edilberto Paredes Rios identificado con DNI N° 72842372, Bachiller de la carrera
profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte sede Cajamarca, con el
debido respeto que usted se merece me presento y expongo.

Que, al estar próximo a culminar mi carrera profesional, solicito el permiso para realizar
levantamientos topográficos dentro del cuartel dentro de un área de extensión de 10
hectáreas, las cuales me ayudarán en mi trabajo de tesis denominado “EVALUACIÓN DE
MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN OBTENIDOS MEDIANTE TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL
Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES”.

Agradezco su amable atención brindado al presente mensaje esperando contar con la
aprobación.

Es propicia la ocasión para expresarle mi consideración y estima personal.

Cajamarca, junio del 2022.



Gregorio Edilberto Paredes Rios
DNI: 72842372
Bachiller de Ingeniería Civil

Handwritten note:
A CACHAY B.
SOLEP
07062022

ANEXO N° 10. CARTA ACEPTACIÓN DEL PERMISO



“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CAJAMARCA, 03 DE JUNIO DE 2022

EL SEÑOR TTE CRL INF CMDTE DEL BIM “ZEPITA” N°7.- CAJAMARCA,
QUE SUSCRIBE HACE CONSTAR QUE:

EL SR. GREGORIO EDILBERTO PAREDES RIOS, IDENTIFICADO CON DNI N°
72842372, EGRESADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE PRIVADA DEL NORTE, QUIEN SOLICITO LA
AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TRABAJOS DE TOPOGRAFÍA EN LA
UNIDAD QUE ME DIGNA EN DIRIGIR.

POR LA PRESENTE **SE AUTORIZA** PARA REALIZAR LEVANTAMIENTOS
TOPOGRÁFICOS EN LAS INSTALACIONES DEL BATALLON DE INFANTERÍA
MOTORIZADO “ZEPITA” N° 7.




O - 2247458785 - A -
CRISTIAN SAUL JAIME TORRES
TTE CRL INF
CMDTE DEL BIM “ZEPITA” N° 7