



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis de precisión de fotogrametría según altura de vuelo y  
cantidad de PAF en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Alvino Arce, Casandra ([orcid.org/0000-0001-8929-5439](https://orcid.org/0000-0001-8929-5439))  
Castro Vega, Cristian Yordy ([orcid.org/0000-0002-6022-8483](https://orcid.org/0000-0002-6022-8483))

**ASESOR:**

Mg. Heredia Benavides, Raul ([orcid.org/0000-0001-5408-5706](https://orcid.org/0000-0001-5408-5706))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2024**

## Declaratoria de autenticidad del asesor



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

## Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HEREDIA BENAVIDES RAUL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de precisión de fotogrametría según altura de vuelo y cantidad de PAF en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024", cuyos autores son ALVINO ARCE CASANDRA, CASTRO VEGA CRISTIAN YORDY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 04 de Agosto del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HEREDIA BENAVIDES RAUL <b>DNI:</b> 45822843 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5408-5706	Firmado electrónicamente por: RHEREDIAB el 04- 08-2024 09:41:11

Código documento Trilce: TRI - 0847423

## Declaratoria de originalidad de los autores



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ALVINO ARCE CASANDRA, CASTRO VEGA CRISTIAN YORDY estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de precisión de fotogrametría según altura de vuelo y cantidad de PAF en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CASANDRA ALVINO ARCE <b>DNI:</b> 76244890 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8929-5439	Firmado electrónicamente por: CALVINOA el 04-08- 2024 09:27:44
CRISTIAN YORDY CASTRO VEGA <b>DNI:</b> 47845498 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6022-8483	Firmado electrónicamente por: CYCASTROV el 04-08- 2024 08:54:53

Código documento Trilce: TRI - 0847422

## **Dedicatoria**

### **Alvino Arce, Casandra**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios y a mis padres que siempre han estado dando su apoyo en cada proceso y también a todas las personas que me apoyaron.

### **Castro Vega, Cristian Yordy**

Para Milagros, mi madre.

## **Agradecimiento**

### **Alvino Arce, Casandra**

Agradezco en primer lugar a Dios por las bendiciones que me ha dado hasta el momento, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento a lo largo de mi carrera profesional.

### **Castro Vega, Cristian Yordy**

A Milagros, mi madre.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	ii
Declaratoria de originalidad de los autores .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento .....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	xi
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	17
III. RESULTADOS.....	51
IV. DISCUSIÓN.....	103
V. CONCLUSIONES .....	105
VI. RECOMENDACIONES .....	106
REFERENCIAS.....	107
ANEXOS .....	115

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Punto geodésico de Orden “C” en coordenadas UTM.....	29
<b>Tabla 2:</b> Punto geodésico de Orden “C” en coordenadas geográficas .....	29
<b>Tabla 3:</b> Consideración técnicas para cada punto de apoyo fotogramétrico.....	30
<b>Tabla 4:</b> Coordenadas UTM de los puntos de apoyo fotogramétrico (PAF).....	32
<b>Tabla 5:</b> Tiempo de procesamiento según cantidad de imágenes y software utilizado.	34
<b>Tabla 6:</b> Resultados de Error medio cuadrático (RMS) promedio de cada proceso en software.....	52
<b>Tabla 7.</b> Prueba de normalidad RMS promedio PIX4D.....	54
<b>Tabla 8.</b> Prueba de normalidad RMS promedio AGISOFT.....	55
<b>Tabla 9.</b> Correlaciones del RMS promedio PIX4D .....	56
<b>Tabla 10.</b> Correlaciones del RMS promedio AGISOFT. ....	57
<b>Tabla 11.</b> Densidad de nube de puntos por metro cuadrado. ....	59
<b>Tabla 12.</b> Prueba de normalidad Densidad de nube de puntos por metro cuadrado PIX4D. .....	61
<b>Tabla 13.</b> Prueba de normalidad Densidad de nube de puntos por metro cuadrado AGISOFT.....	62
<b>Tabla 14.</b> Correlaciones de Densidad de nube de puntos por metro PIX4D.....	63
<b>Tabla 15.</b> Correlaciones de Densidad de nube de puntos por metro AGISOFT.....	64
<b>Tabla 16.</b> Comparación de valor de elevación (eje Z) de superficie con respecto al vuelo con altura promedio de 80 m.....	65
<b>Tabla 17.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z) .	68
<b>Tabla 18.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z). ....	68
<b>Tabla 19.</b> Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z). 68	
<b>Tabla 20.</b> Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z). ....	69
<b>Tabla 21.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 80 m. (Z) .....	69
<b>Tabla 22.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 80 m. (Z). ..	70
<b>Tabla 23.</b> Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 80 m. (Z) .....	70

<b>Tabla 24.</b> Correlaciones de comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 80 m. (Z). ..	71
<b>Tabla 25.</b> Comparación de valor de elevación (eje Z) de superficie con respecto al vuelo con altura promedio de 120 m.....	71
<b>Tabla 26.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 120 m. (Z)	74
<b>Tabla 27.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z). .....	74
<b>Tabla 28.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z). .....	74
<b>Tabla 29.</b> Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (Z). .....	75
<b>Tabla 30.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (Z) .....	75
<b>Tabla 31.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (Z).	76
<b>Tabla 32.</b> Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (Z) .....	76
<b>Tabla 33.</b> Correlaciones de comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (Z).	77
<b>Tabla 34.</b> Comparación de valor de elevación (eje Z) de superficie con respecto al vuelo con altura promedio de 170 m.....	77
<b>Tabla 35.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 170 m. (Z)	80
<b>Tabla 36.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 170 m. (Z). .....	80
<b>Tabla 37.</b> Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (Z)	80
<b>Tabla 38.</b> Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 170 m. (Z). .....	81
<b>Tabla 39.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (Z).....	81
<b>Tabla 40.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 170 m. (Z). .....	82
<b>Tabla 41.</b> Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (Z) .....	82
<b>Tabla 42.</b> Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 170 m. (Z). .....	83
<b>Tabla 43.</b> Error de cierre lineal en la vista XY teniendo en cuenta el vuelo a una altura promedio de 80 m. ....	84
<b>Tabla 44.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY) .....	86
<b>Tabla 45.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).....	86

<b>Tabla 46.</b> Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY). .....	87
<b>Tabla 47.</b> Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).....	87
<b>Tabla 48.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 80 m. (XY).....	88
<b>Tabla 49.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).....	88
<b>Tabla 50.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).....	89
<b>Tabla 51.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).....	89
<b>Tabla 52.</b> Error de cierre lineal en la vista XY teniendo en cuenta el vuelo a una altura promedio de 120 m. ....	90
<b>Tabla 53.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY) .....	93
<b>Tabla 54.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).....	93
<b>Tabla 55.</b> Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY) .....	93
<b>Tabla 56.</b> Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY).....	94
<b>Tabla 57.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (XY).....	94
<b>Tabla 58.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY).....	95
<b>Tabla 59.</b> Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (XY).....	95
<b>Tabla 60.</b> Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY).....	96
<b>Tabla 61.</b> Error de cierre lineal en la vista XY teniendo en cuenta el vuelo a una altura promedio de 170 m. ....	96
<b>Tabla 62.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 170 m. (XY) .....	99
<b>Tabla 63.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 170 m. (XY).....	99
<b>Tabla 64.</b> Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY) .....	99
<b>Tabla 65.</b> Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 170 m. (XY)...	100

<b>Tabla 66.</b> Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (XY).....	100
<b>Tabla 67.</b> Correlaciones de comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (XY). .....	101
<b>Tabla 68.</b> Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (XY).....	101
<b>Tabla 69.</b> Correlaciones de comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (XY). .....	102

## Índice de figuras

Figura 1: Tramo de estudio para levantamiento fotogramétricos .....	20
Figura 2: Código de punto geodésico de orden C solicitado al IGN.....	24
Figura 3: Equipo Drone Phantom 4 Pro v2 utilizado para vuelo fotogramétrico .....	25
Figura 4: Equipo Recpetor GNSS SatLan utilizado para georreferenciar el levantamiento fotogramétrico .....	25
Figura 5: Croquis mostrado en el Anexo 4 (Pilar de Concreto) de la Norma Técnica Geodésica .....	26
Figura 6: Ancho de excavación de punto geodésico = 40 cm .....	27
Figura 7: Profundidad de excavación de punto geodésico no menor a 60 cm.....	27
Figura 8: Monumentación de hito de concreto terminado con el disco de bronce instalado. ....	28
Figura 9: Instalación de receptor GNSS sobre punto de control. ....	29
Figura 10: Ubicación y distribución estratégica de los puntos PAF dentro del área de estudio.....	30
Figura 11: Marcado de Punto de Apoyo Fotogramétrico sobre el terreno .....	31
Figura 12: Marcado con yeso de Punto de Apoyo Fotogramétrico.....	31
Figura 13: Monitoreo de vuelo con altura promedio de 80 m en aplicativo Pix4D Capture .....	32
<i>Figura 14: Monitoreo de vuelo con altura promedio de 120 m en aplicativo Pix4D.....</i>	<i>33</i>
Figura 15: Monitoreo de vuelo con altura promedio de 120 m en aplicativo Pix4D.....	33
Figura 16: Marca blanca sobre el terreno que servirá de guía para el despegue y aterrizaje del equipo. ....	34
Figura 17: Comparación visual de los ejes XY en software Civil 3D .....	35
Figura 18: Comparación analítica de los valores en eje Z según software de post proceso .....	35
Figura 19: Reporte Leica Ininity sobre precisión de puntos estáticos donde CQ 3D= Error en Z; 2 D CQ= Error en Y, 1 D CQ = Error en X.....	36
Figura 20: Tiempo de lectura en modo estático de cada punto de apoyo fotogramétrico .....	37

Figura 21: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 80 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.....	38
Figura 22: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 80 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.....	39
Figura 23: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 120 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.....	40
Figura 24: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 120 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.....	41
Figura 25: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 170 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.....	42
Figura 26: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 170 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.....	43
Figura 27: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 80 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft. ....	44
Figura 28: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 80 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft. ....	45
Figura 29: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 120 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft.....	46
Figura 30: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 120 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft.....	47
Figura 31: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 170 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft.....	48
Figura 32: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 170 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft.....	49
Figura 33: Representación gráfica del tamaño GSD de acuerdo con la altura de vuelo	51
Figura 34: Resultados de Error RMS según software Pix4D Mapper.....	52
Figura 35: Resultados de Error RMS según software Agisoft Metashape.....	53
Figura 36: Nube de puntos obtenidas en software Pix4D Mapper. ....	58
Figura 37: Nube de puntos obtenidas en software Agisoft Metashape. ....	59
Figura 38: Resultados de cantidad de puntos según Pix4D Mapper y Agisoft Mapper.	60

Figura 39: Ejemplo de modelo digital de elevaciones obtenidos a partir del levantamiento fotogramétrico. ....	65
Figura 40: Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 80 m (Z) en Pix4D Mapper comparado con la cota real obtenida en campo.....	66
Figura 41: Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 80 m (Z) en Agisoft comparado con la cota real obtenida en campo. ....	66
Figura 42: Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 120 m (Z) en Pix4D Mapper comparado con la cota real obtenida en campo.....	72
Figura 43: Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 120 m (Z) en Agisoft comparado con la cota real obtenida en campo. ....	72
Figura 44: Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 170 m (Z) en Pix4D Mapper comparado con la cota real obtenida en campo.....	78
Figura 45: Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 170 m (Z) en Agisoft comparado con la cota real obtenida en campo .....	78
Figura 46: Diferencia de cierre lineal en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 80 m en Pix4D Mapper comparado con la ortofoto obtenida. ....	84
Figura 47: Diferencia de cierre lineal en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 80 m en Agisoft comparado con la ortofoto obtenida. ....	85
Figura 48: Diferencia de cierre lineal en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 120 m en Pix4D Mapper comparado con la ortofoto obtenida.....	91
Figura 49: Diferencia de cierre lineal en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 120 m en Agisoft comparado con la ortofoto obtenida. ....	91
Figura 50: Diferencia de cierre en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 170 m en Pix4D Mapper comparado con la ortofoto obtenida. ....	97
Figura 51: Diferencia de cierre en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 170 m en Agisoft comparado con la ortofoto obtenida. ....	97

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la precisión del levantamiento fotogramétrico considerando diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo fotogramétricos (PAF). Se empleó una metodología aplicada y se consideró como población el tramo de la Carretera Panamericana Norte desde el km 757 hasta el km 767, abarcando 10 km. Se investigaron diversas variables para analizar su impacto en la precisión del levantamiento fotogramétrico. Se realizaron vuelos con dron a tres alturas distintas: 80 m, 120 m y 170 m, utilizando los softwares Pix4D Mapper y Agisoft Metashape. Para cada altura, se llevaron a cabo misiones de vuelo con un solapamiento del 80% en el plano frontal y del 75% en el plano lateral. Se recolectaron datos para evaluar la precisión del modelo georreferenciado. El análisis reveló que la correcta planificación de la misión de vuelo, junto con una adecuada distribución y posicionamiento de los puntos de apoyo, es crucial para alcanzar la precisión deseada. En conclusión, se determinó que el modelo georreferenciado con 9 puntos de apoyo y a una altura de 80 m resultó ser el más preciso. Este resultado se obtuvo únicamente con el software Pix4D Mapper, donde se logró una precisión óptima tanto en el plano XY como en el eje Z.

**Palabras clave:** Fotogrametría, nube de puntos densa, modelo digital de terreno, precisión fotogramétrica, puntos de apoyo fotogramétrico.

## Abstract

This research aimed to evaluate the accuracy of photogrammetric surveys considering different flight altitudes and quantities of photogrammetric control points (PCP). An applied methodology was used, and the study area was the section of the Pan-American Highway from km 757 to km 767, covering 10 km. Various variables were investigated to analyze their impact on the accuracy of the photogrammetric survey. Drones were flown at three different altitudes: 80 m, 120 m, and 170 m, using Pix4D Mapper and Agisoft Metashape software. For each altitude, flight missions were conducted with an overlap of 80% in the frontal plane and 75% in the lateral plane. Data were collected to assess the accuracy of the georeferenced model. The analysis revealed that proper planning of the flight mission, along with adequate distribution and positioning of control points, is crucial for achieving the desired accuracy. In conclusion, it was determined that the georeferenced model with 9 control points and an altitude of 80 m was the most accurate. This result was obtained only with Pix4D Mapper software, where optimal precision was achieved both in the XY plane and the Z axis.

**Keywords:** Photogrammetry, dense point cloud, digital terrain model, photogrammetric precision, photogrammetric support points.

## I. INTRODUCCIÓN

El origen de los drones se encuentra en su desarrollo inicial con fines militares, donde fueron concebidos principalmente para estrategia y vigilancia durante situaciones de conflicto bélico Martínez (2020). No obstante, los progresos tecnológicos en la recopilación de datos en el terreno, especialmente a áreas como la topografía, ha sido novedoso, rápido y disruptivo, lo que ha dejado casi obsoletos dispositivos como el teodolito mecánico y electrónico, y ha tenido un impacto menor en el caso de la estación total. La incorporación de equipos más sofisticados y prácticos, como los receptores GNSS, escáner láser o dron, ha revolucionado los procedimientos para obtener información de campo y su posterior procesamiento. Estas nuevas tecnologías han permitido recopilar datos de campo con un mayor nivel de detalle y en menos tiempo, lo que a su vez ha reducido los costos directos asociados a este tipo de trabajos; es decir, “el uso de lo geográfico y drones permiten la obtención de mayor cantidad de información” Díaz (2019).

Bajo esa misma línea, se establece que el avance tecnológico mediante el uso de drones en trabajos de levantamiento topográfico permite una mayor frecuencia de uso en estas actividades” Rivera (2019). No obstante, la tecnología en cuestión continúa siendo una herramienta bajo el control humano. Por consiguiente, a pesar de los notables ahorros en tiempo y recursos económicos, se hace imperativo establecer rigurosos parámetros de precisión tanto en la recopilación de datos como en el monitoreo topográfico. La precisión en los trabajos de fotogrametría se relaciona con dos criterios fundamentales. En primer lugar, en lo que respecta a la georreferenciación, esta depende exclusivamente del punto base previamente establecido, calculado y corregido, lo que incluye los puntos de apoyo fotogramétrico (PAF). En segundo lugar, la precisión está directamente vinculada a los parámetros de captura de imagen, como la altura de vuelo, la calibración y ángulo de cámara, así como la resolución y el solape de las tomas y la cantidad de imágenes recolectadas.

Con respecto a la calidad de la información, a nivel internacional, en Guatemala, según Cuque (2020), afirma que “para lograr una precisión adecuada, es necesario considerar las particularidades del sistema de captura de imágenes utilizado y las

condiciones ambientales. La precisión estimada de las coordenadas obtenidas a través de la fotogrametría de objeto cercano se evalúa al compararla con la precisión estimada en la fotogrametría convencional”. Esto se debe a que tanto en Guatemala, al igual que otros países, se valora la eficiencia y precisión de la información obtenida, y al mismo tiempo el uso de la tecnología avanzada como la fotogrametría a través de drones

Esta importancia también la dan en México, en cuanto a García (2021), considera que “los datos obtenidos a través de un equipo como la estación total no son en ciertos casos mejores que los drones, el nivel de precisión pasan factor a cada procedimiento”. Esto se debe a las limitaciones inherentes a la tecnología del equipo, errores humanos o terrenos complejos e irregulares.

Con respecto a los costos según la obtención de datos, en lo nacional y específicamente en Huánuco, según Santillán (2022) se observa una tendencia hacia la mayor accesibilidad en la adquisición de drones, lo que ha resultado en un aumento significativo de su uso por el dron para recolectar información va tomando mayor importancia. Por otro lado, en Puno, respecto a las precisiones obtenidas, Ordoñez y Condori (2022), indica que El método de trabajo se dio en 4 etapas. Primero se preparó la prueba de campo. En la segunda etapa, se recolectaron datos en campo utilizando el método directo para establecer 20 puntos de referencia y compararlos con los obtenidos mediante RPAS. Se determinó que el vuelo con una altura de 100 m, un solapamiento del 70% al 80% y una densidad de 15 puntos fue el más cercano a los datos con estación. La conclusión principal es que la precisión depende de la densidad de puntos de control terrestre, pero también está estrechamente relacionada con un adecuado porcentaje de solapamiento y una altura de vuelo óptima (Ordoñez y Condori, 2021). Por otra parte, plantea el autor Pongo (2023), el objetivo es ver la exactitud del levantamiento realizado con un dron en modo RTK y un GPS en modo RTK en la autopista Juliaca-Puno, específicamente entre los kilómetros 29+000 y 31+000. Se colocó un punto geodésico de orden C en la zona de estudio para el plan de vuelo modo RTK, y se utilizaron los programas Agisoft Metashape y Civil 3D para procesar los datos y obtener el modelo de superficie.

A nivel local, Oropeza (2023), presenta al dron como una herramienta relativamente nueva en la topografía, No obstante, se destaca que su empleo ha ido ganando reconocimiento como una técnica efectiva para la adquisición de modelos digitales de superficie. Es por ello que los monitoreos topográficos están siendo adoptados también en diversos proyectos del sector público “con el propósito de presentar un método fiable y efectivo.

En la búsqueda de mejorar la obtención de información topográfica para proyectos de ingeniería, la precisión de un levantamiento fotogramétrico es esencial para garantizar la calidad. La carretera Panamericana Norte km 757 al km 767, Chiclayo, se están llevando a cabo diversas iniciativas de desarrollo a través de proyectos urbanísticos de envergadura. Estos proyectos demandan datos topográficos detallados y precisos para llevar a cabo un diseño vial eficiente y una planificación urbana adecuada. Sin embargo, en la actualidad, estos levantamientos topográficos continúan realizándose, utilizando métodos y equipos convencionales, como el teodolito, la estación total o levantamientos bajo metodología RTK. Esta situación representa un problema significativo, ya que estos métodos tradicionales, aunque han sido útiles en el pasado, a menudo no pueden proporcionar el nivel de precisión requerido para proyectos modernos y complejos. La falta de adopción de tecnologías fotogramétricas avanzadas limita tanto la eficiencia en la recopilación de datos como la precisión en los resultados, donde podría afectar el desarrollo efectivo de estos proyectos de ingeniería.

Es por ello por lo que se propone el siguiente problema general, ¿Cuál la precisión del levantamiento fotogramétrico, considerando diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo fotogramétricos (PAF) en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024?; y como primer problema específico, ¿De qué manera influye la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024?; como segundo problema específico, ¿Cómo se pueden calcular la cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo a la altura de vuelo del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024?; como tercer problema específico ¿Cuál es el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical de los resultados del levantamiento fotogramétrico en

Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024?; cuarto problema específico, ¿Cuál es el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024?

En esta tesis se han reconocido las siguientes justificaciones fundamentales, como menciona Santa (2015), se justifica teóricamente donde el objeto de estudio es fomentar la reflexión y la riña de lo estudiado actualmente, cuestionar una teoría, comparar o realizar una epistemología del conocimiento ya establecido. Esto se fundamenta en un análisis de la cuestión a través de una evaluación de la precisión, siguiendo las directrices y normativas establecidas a nivel nacional e internacional para los procedimientos en levantamientos topográficos y fotogramétricos.

Como indica Manrique (2018), en lo general, la tecnología ha traído grandes beneficios a la humanidad. Su principal función es mejorar las herramientas y accesorios para los usuarios, facilitando las tareas, ahorrando esfuerzo y, especialmente, tiempo en nuestra vida. Se justifica tecnológicamente esta investigación dado que se enfoca en el examen del enfoque fotogramétrico que emplea tecnologías contemporáneas, específicamente el RPAS o dron, con un enfoque en el dron de la marca Phantom, modelo 4 Pro v2.

Según, Hinojosa (2022), se discute cómo el proyecto contribuirá a aumentar los ingresos o a generar más ahorros, es decir, a ganar más o gastar menos, mejorando así la situación financiera de una población específica. La justificación económica de esta justificación radica en que el análisis llevado a cabo contribuye a disminuir el tiempo y los costos asociados, además de optimizar los diseños geométricos de carreteras. Esto posibilita la ejecución oportuna de obras de alta calidad, promoviendo así el desarrollo de proyectos de inversión.

Como indica Moreno (2024), la justificación social se fundamenta en que el análisis realizado contribuye a reducir tanto el tiempo como los gastos, además de optimizar los diseños geométricos de las carreteras. Esto, a su vez, facilita la ejecución oportuna de obras de alta calidad, lo que beneficia a toda la población. Podemos describir los aportes de la investigación de tesis como una fuente.

Como indica Hernández et al. (2014), la vista metodológica introduce o elabora un enfoque o técnica innovadora que da información precisa y confiable. La justificación metodológica de este estudio implementa una metodología que abarca la inspección visual, la medición de variables y la recolección de datos. Esto resulta crucial para llevar a cabo análisis comparativos de precisión y proporcionará un recurso valioso para investigaciones venideras.

El objetivo general es, evaluar la precisión del levantamiento fotogramétrico, considerando diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo fotogramétricos (PAF) en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024; como primer objetivo específico es, determinar la influencia de la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024; como segundo objetivo específico es, calcular la cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo a la altura de vuelo del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024; como tercer objetivo específico es, analizar el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024; analizar el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024.

La hipótesis general es, la precisión del levantamiento fotogramétrico mejora considerando diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo fotogramétricos (PAF) en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024; como primera hipótesis específica es, la altura de vuelo influye en la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024; como segunda hipótesis específica es, la cantidad de puntos de nube obtenidos no varían la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762 al 766, Chiclayo, 2024; como tercera hipótesis específica es, el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) impactan en la precisión vertical de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024; y como cuarta hipótesis es el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) impactan en la

precisión horizontal de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024.

A nivel internacional, se llevó a cabo un estudio según lo mencionado por Diaz (2019), se examinó el uso de la fotogrametría para la creación de un modelo del lecho del río y la termografía para identificar los puntos de entrada de agua, tanto en la superficie como subterráneos, en una porción del río Diguillín, ubicado en la región centro-sur de Chile. Este estudio implicó la planificación de vuelos utilizando vehículos no tripulados (UAV) de ala fija y de rotatoria. El estudio es cuasi experimental, en el que se capturaron imágenes en el espectro visible y térmico. Estas imágenes fueron procesadas con diversos softwares para generar un orto mosaico, Un modelo tridimensional que representa el terreno, una extensión de agua y la posición geográfica de las imágenes térmicas pertinentes en la sección. El uso de imágenes térmicas permitió identificar la entrada de 2 puntos de agua superficial y 2 de agua subterránea. Estos resultados se validaron mediante visitas al terreno y mediciones de caudal, se utilizó el aumento de la concentración de Radón como un método adicional de validación. Como consecuencia de la investigación, se determinó que este enfoque demuestra ser eficaz, de fácil aplicación y rápido para identificar la penetración de agua en un río, especialmente en el caso de aguas subterráneas, cuya detección suele ser desafiante en tramos extensos de cauces naturales. En resumen, al comparar los resultados del modelo hidrodinámico con las observaciones de la orto imagen, se encontró un grado de coincidencia del 54%, lo que indica que existen diferencias significativas al aplicar este método en condiciones de caudales mínimos.

Según lo indicado por Jiménez y Yamasqui (2022), la finalidad fue verificar la aplicabilidad a una encuesta topográfica aperi fotogramétrico en el marco de un proyecto de ingeniería titulado "Mejora y aplicación para la planificación definitiva del sistema de abastecimiento de agua en las comunidades de Uyuntza, Suntsuntza y Pikiur, ubicadas en la parroquia Sevilla Don Bosco, Ecuador, en el cantón de Morona". Este enfoque implicó comparar los resultados del levantamiento Aero fotogramétrico con aquellos obtenidos mediante métodos tradicionales. La población de interés incluyó una revisión bibliográfica de bases de datos científicas para comprender. se consideraron

investigaciones previas, junto con conceptos y enfoques vinculados a instrumentos de medición. El proceso implicó llevar a cabo la recopilación de datos, su posterior procesamiento y el análisis de los resultados. En este análisis se tuvieron en cuenta factores como el coste, el tiempo y la exactitud. Esto se logró a través del cálculo de diferencias y la aplicación de pruebas estadísticas. Como conclusión, se determinó que el uso de aerofotogrametría con puntos de referencia es un 63.23% más eficiente en lo que respecta al tiempo requerido y un 66.09% en cuanto al costo en comparación con el levantamiento topográfico realizado mediante GPS diferencial. Esta conclusión demuestra que el uso de la aerofotogrametría es más viable al llevar a cabo un levantamiento topográfico en una zona de estudio caracterizada por terreno plano y ondulado, con pequeños accidentes topográficos y una densa vegetación.

Menciona Fernández (2019), donde el objetivo de la investigación fue examinar cómo los puntos de control en tierra (GCP) afectan la precisión de los Modelos Digitales de Superficie (MDS) generados mediante la fotogrametría aérea. El enfoque del estudio fue de carácter descriptivo. La población de interés comprendió un total de 110 puntos con coordenadas conocidas, y la muestra abarcó una superficie de 181 hectáreas. Se llevó a cabo un vuelo fotogramétrico utilizando un Vehículo Aéreo No Tripulado, con instrumentos como un VANT de tipo multimotor, la cámara DJI FC6310, un receptor GPS y el software de planificación de vuelo DJI GS Pro, entre otros. Los resultados del estudio incluyeron la creación de modelos de regresión basados en ambas muestras, con el objetivo de estimar cómo la cantidad de GCP utilizados influye en los errores. Como conclusión, las muestras limitadas no mostraron diferencias significativas al Incrementar la cantidad de puntos en terreno (GCP) de 0.08 a 0.49 GCP por hectárea. En consecuencia, según estos hallazgos, no se observa una mejora sustancial en el error altimétrico al incrementar la densidad de puntos de control.

A nivel nacional, se realizó un estudio según Idrogo (2022), cuyo objetivo consistió en analizar la exactitud de un modelo digital del terreno en función de la cantidad de puntos de referencia terrestre (P.A.) en un levantamiento fotogramétrico mediante drones en la carretera que enlaza Pampa Grande y Tablazos, ubicada en la región Lambayeque. La población de interés fueron las carreteras de esta región, y la

muestra se limitó al tramo que conecta La región en cuestión se refiere al distrito de Pampa Grande y la localidad de Tablazos, ambos ubicados en el distrito de Chongoyape, en Chiclayo. El muestreo utilizado fue no probabilístico y se llevó a cabo de manera intencional y por conveniencia. El instrumento empleado fue un dron DJI Phantom 4 Pro, con una cámara que posee un sensor de 1 pulgada y una resolución efectiva de 20 megapíxeles. La cámara se encuentra instalada en un sistema de estabilización de tres ejes, asegurando la estabilidad de las imágenes capturadas. Como resultado del análisis, se concluyó que la exactitud del Modelo Digital del Terreno (MDT) depende en gran medida del proceso de orientación de las fotografías. Para evaluar esto, se calcularon los errores en las coordenadas X, Y y Z, utilizando puntos de control como puntos de referencia. El software utilizado calculó los errores medios cuadráticos. Como conclusión, se recomienda que, para el diseño de proyectos de levantamiento fotogramétrico utilizando la metodología mencionada, se requieren 7 puntos de apoyo terrestre por kilómetro para lograr una precisión del MDT dentro de márgenes aceptables. A partir del Modelo N° 8, los modelos procesados se consideran válidos. A partir de este modelo, se generó una "superficie" a partir del MDT utilizando Autodesk Civil 3D, lo que permitió la creación de curvas de nivel con un alto nivel de detalle, proporcionando una base sólida.

De acuerdo con Bejarano y Palomino (2021), su propósito se enfocó en evaluar de manera comparativa el empleo de la fotogrametría con el dron Phantom 4 RTK de la marca DJI y la utilización de una estación total Nikon 632 en el diseño geométrico de la carretera de evitamiento que abarca desde el punto Km 0+000.00 hasta el Km 3+837.26 en Otuzco, La Libertad. El enfoque del estudio correspondió a una investigación de naturaleza no experimental de tipo transversal y descriptivo. La población de interés se constituyó por la carretera de evitamiento de Otuzco, y la muestra consistió en el tramo que se extiende desde el punto de partida en Usquil (progresiva 0+000.00) hasta el Km 3+837.26. El método de muestreo utilizado fue de carácter no probabilístico. En cuanto a las herramientas empleadas, Se emplearon diversos recursos, como una ficha técnica para la medición del tiempo, estimaciones de costos de los servicios, guías de diseño geométrico, imágenes fotográficas, entre otros. Como resultado, se sugiere la preferencia por el dron Phantom 4 RTK de la marca DJI, a pesar de su costo superior,

debido a la reducción de los tiempos de trabajo en un 57.35% en comparación con la estación total.

Como indicado por Marín y Vilela (2022), su objetivo el enfoque es desarrollar y contrastar un levantamiento fotogramétrico con un levantamiento topográfico en la sección de la carretera PE-08B que comprende los kilómetros 96 y 98 de la red vial nacional entre Cajamarca y Celendín. Este estudio se enmarca en la categoría de investigación cuantitativa, tiene un carácter aplicado y se considera una investigación cuasi experimental. La población de interés consiste en los datos relacionados con un tramo de 102 kilómetros de carretera, y la muestra se limita a un segmento específico de la Red Vial Nacional, precisamente la carretera PE-08B entre los kilómetros 96 y 98, lo que equivale a 2 kilómetros. El proceso de muestreo empleado es de tipo no probabilístico. En resumen, Los hallazgos indican que la utilización del Dron DJI Phantom 4 Pro para el levantamiento fotogramétrico resulta ser aproximadamente un 3.26 veces más económico. Además, el enfoque con dron es un 25% más rápido en cuanto al tiempo requerido para su ejecución.

En otros idiomas tenemos según Adjidjonu y Burgett (2020), el objetivo fue ver el nivel precisión alcanzable utilizando UAVs fácilmente disponibles y software de Structure-from-Motion (SfM). Los datos fotogramétricos se adquirieron a través de vuelos de UAV a tres altitudes diferentes y en tres ocasiones distintas. La población completa de datos fotogramétricos se recopiló mediante vuelos de UAV realizados en estas tres altitudes y momentos. El estudio utilizó una muestra de dieciséis objetivos aéreos, que también se utilizaron para georreferenciar los modelos generados. Los hallazgos del estudio revelaron que había una mínima variación estadísticamente significativa en la precisión entre las encuestas creadas a partir de imágenes capturadas durante vuelos a la misma altitud. Se concluyó que, en un sitio que abarca 7,500 metros cuadrados (82,500 pies cuadrados), se observaron mejoras notables en la precisión cuando se integraron tres puntos de control en tierra (GCPs), mientras que la adición de cuatro o más GCPs solo produjo mejoras marginales. La encuesta más precisa en el estudio exhibió un error horizontal de 0.88 cm (0.029 pies) y un error vertical de 0.38 cm (0.012 pies).

De lo planteado por Zabota y Kobal (2021), su objetivo fue explorar la precisión alcanzable en la generación de productos fotogramétricos utilizando el Ajuste de Bloque de Paquetes sin puntos de control en tierra (GCP) o datos auxiliares, confiando específicamente en las coordenadas X, Y y Z de los centros de perspectiva de la cámara calculadas a través del Procesamiento Post-Kinemático (PPK). La investigación tuvo un carácter descriptivo, y la población de estudio comprendió vehículos aéreos no tripulados (UAVs) adecuados para operaciones en regiones remotas, de difícil acceso y peligrosas. La muestra, por otro lado, consistió en productos derivados de la fotogrametría, que ofrecen un alto grado de precisión espacial y temporal, lo que permite la adquisición detallada de datos relacionados con los fenómenos bajo consideración. Como resultado, se aplicaron dos métodos de BBA. Aunque se identificaron disparidades estadísticamente significativas entre los métodos de georreferenciación, se puede afirmar que BBA\_PPK ofrece una solución práctica para el mapeo de áreas peligrosas y expuestas, incluyendo zonas de transporte y depósitos de desprendimientos de rocas, especialmente en aplicaciones regionales. En conclusión, la precisión de los métodos de BBA es más evidente en la exactitud de los ortomosaicos. Para el enfoque BBA\_PPK, los valores de precisión de los ortomosaicos se midieron en 0.039 metros, 0.043 metros y 0.157 metros, respectivamente, en comparación con los valores de 0.029 metros, 0.036 metros y 0.020 metros logrados con el método de BBA convencional. En cuanto a los Modelos Digitales de Superficie (DSM), aquellos generados a través del método BBA\_PPK exhibieron valores de precisión de 0.065 metros, 0.072 metros y 0.261 metros, respectivamente, en contraste con los valores de 0.038 metros, 0.060 metros y 0.030 metros obtenidos mediante el BBA tradicional.

Como mencionan Shih y Cheng (2020), el autor de este estudio tuvo como objetivo crear coordenadas para puntos suplementarios de fotogrametría aérea con UAV y evaluar el potencial de emplear la fotogrametría aérea con UAV para la verificación de límites en comparación con levantamientos en tierra. La fotogrametría aérea con UAV tiene la ventaja de ofrecer un mayor número de posibles puntos de parcelas. En consecuencia, cuando se combina con el análisis de superposición de mapas catastrales digitalizados y la recopilación de puntos de parcelas posibles, se obtiene un conjunto de datos más completo. Para este propósito, el autor utilizó la técnica de AT (Topografía

Amateur) con un mínimo paralaje y empleó el software Pix4Dmapper para generar un mapa detallado y una ortoimagen. En la investigación, el mapa detallado producido a través de la fotogrametría aérea con UAV se comparó con el obtenido mediante reconocimiento en tierra utilizando una estación total. La conclusión del estudio destaca la exploración de la viabilidad de la verificación de límites en una zona catastral urbana digitalizada en Taiwán utilizando la fotogrametría aérea con UAV. Para capturar datos de alta calidad, se montó una cámara de formato medio con una distancia focal de 55 mm en un UAV rotativo, capturando imágenes con una Distancia de Muestreo en Tierra (GSD) de 3 cm mientras volaba a una altitud de 300 metros.

A nivel de artículos tenemos a Jiménez (2017), el objetivo fue evaluar la precisión de Modelos Digitales (MDT) dados de imágenes de alta resolución mediante un vehículo aéreo no tripulado (UAV). Estos puntos terrestres consistieron en 11 puntos de control y 12 puntos de verificación que se obtuvieron en el campo utilizando un sistema GPS-RTK (Global Positioning System - Real Time Kinematic). Las metodologías basadas en imágenes de satélite de alta resolución, como IKONOS, QuickBird y EROS. La población de puntos utilizados en la investigación se compuso de los 23 puntos terrestres geolocalizados obtenidos con GPS-RTK. Para generar cada MDT, se aplicó diferentes cantidades de puntos de control terrestre (PCT): 4, 5, 6, 8, 9, 10 y 11. La evaluación de la precisión de los MDT se basó en cuatro parámetros estadísticos. Como conclusión, se encontró que el MDT procesado con cuatro puntos de control presentó un error medio cuadrado (RCME) superior a 3 metros, mientras que aquellos generados con 9, 10 y 11 puntos de control mostraron un RCME inferior a 7 centímetros. El MDT georreferenciado con 11 puntos de control representó con mayor precisión la topografía del sitio, y el mayor RCME encontrado fue de 5.9 centímetros.

Citando a Del Río, et al. (2020), menciona la necesidad de subir los puntos para la creación de las planimetrías. La utilización de un dron en el levantamiento topográfico se destacó por sus cámaras de última generación, lo que proporcionó una cantidad significativamente mayor de información gráfica en comparación con los levantamientos tradicionales. El estudio adoptó un enfoque de investigación experimental de naturaleza transversal y descriptiva. Se tomaron en cuenta las dimensiones especificadas de la

Universidad. La Tabla 6 exhibió los errores de medición, comparando los valores obtenidos con el plano utilizado como referencia, que especificaba las dimensiones reales del campo de fútbol: 99 metros por 64 metros. Los instrumentos empleados en el estudio incluyeron una cinta métrica y un dron Phantom 4 Pro. En resumen, las conclusiones destacaron las ventajas del uso de drones en los levantamientos topográficos, resaltando una mayor eficiencia en términos de tiempo y la posibilidad de llevar a cabo el levantamiento con un solo operador responsable de la programación y manejo del dron.

Esta investigación presenta un glosario de términos de los indicadores;

- Error medio cuadrático (RMS): Es la desviación errores de predicción. Los valores residuales miden la distancia entre los puntos de datos y la línea de regresión. El RMSE indica el grado de dispersión de estos valores residuales. Muestra cuán cerca están los datos de la línea de mejor ajuste.
- GNSS: (Sistema Satelitales de Navegación Global) Son las siglas empleadas para unir los diversos sistemas de navegación por satélite con cobertura global que proporcionan un posicionamiento geoespacial.
- Área: El término "área" se alude a una extensión de tierra delimitada por ciertos límites o fronteras.
- Nube de puntos: Las nubes de puntos capturan tridimensionalmente la realidad con una representación detallada. La resolución y precisión de la nube generada pueden variar según capacidad del sensor y la medición.
- Tiempo procesamiento: Se realizan múltiples elecciones fundamentadas en el procesamiento exacto de la información, y tanto las empresas como los investigadores confían en los datos para tomar decisiones que pueden ponerse en práctica.
- UTM: es una herramienta que permite que hagas seguimiento del tráfico de tu web en detalle. Una UTM es un fragmento de código que se adiciona al final de una URL y te permite ver de dónde se han generado las conversiones y el tráfico en tu sitio.

- Solapamiento o traslape: Normalmente se emplea para describir la situación en la que dos o más asuntos se superponen, se cruzan o se intersecan.
- Tiempo de vuelo: Mediante esta técnica, podemos determinar las medidas y ubicaciones de objetos en el espacio utilizando medidas tomadas de fotografías aéreas. En otras palabras, transformamos datos en dos dimensiones en información tridimensional.
- GSD: El tamaño de píxel en el terreno es la distancia de los centros de dos píxeles consecutivos medida sobre el terreno. A más grande de píxel en el terreno en una imagen, menor es la resolución espacial. Está relacionado con la altura del vuelo: a mayor altitud de vuelo, más será el valor del GSD.
- Índice de tormenta geomagnética: Las tormentas geomagnéticas son un fenómeno común y se manifiestan principalmente a través de las impresionantes auroras boreales. Sin embargo, dependiendo de su intensidad, también pueden causar impactos en las infraestructuras eléctricas.
- Velocidad del viento: Es el flujo de aire que se origina en la atmósfera debido a fenómenos naturales.
- Satélites visibles: Incrementa de manera significativa la eficiencia y la capacidad de trabajo.
- Sistemas satelitales: Los sistemas satelitales se emplean para transmitir y recibir comunicaciones de gran alcance, como telefonía, transmisiones de televisión e Internet. Además, tienen aplicaciones en la provisión de servicios educativos con objetivos de formación en ciencia.
- De igual manera el tamaño de paf: Son elementos esenciales en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en topografía, y es imperativo que cuenten con una precisión de ubicación total.
- Separación entre paf: Deben ser absolutamente precisos, ya que son un factor determinante, y un mapa puede adaptarse o distorsionarse para ajustarse a su ubicación. Vamos a explorar cómo lograr que se asemejen lo más posible a la realidad.
- Tiempo de lectura de punto: Se trata de un método empleado para establecer la posición geográfica y la elevación de puntos.

- Error de cierre: Lo esencial es tener un conocimiento de las fuentes de error, comprender cómo afectan a las mediciones y estar familiarizado con el proceso necesario para mantener el nivel de precisión requerido (Chamba, 2020).  
Coordenadas: Se refiere a un punto donde dos líneas se encuentran y que puede indicarnos con precisión la posición de ese punto.
- Datum de elevación: La ubicación de un punto en una elevación estará caracterizada por sus coordenadas tridimensionales de longitud y latitud, junto con el valor de la altitud, que se representa mediante símbolos específicos.
- Precisión: Se hace alusión al hecho de que todas las mediciones realizadas de forma reiterada han producido resultados similares. En otras palabras, cuanto menor sea la disparidad entre los resultados, mayor será su precisión
- Rendimientos: Ganancia, provecho o consecuencia que se deriva de un procedimiento, ya sea legal, comercial, técnico o de cualquier otra índole.

A continuación, se presentarán el marco conceptual con las teorías relacionadas con el tema de estudio, las cuales se describirán en función de las variables y se abordarán desde una perspectiva conceptual.

Como menciona Fernández, (2019), los puntos de control en el terreno son puntos con coordenadas conocidas y fácilmente identificables desde las fotografías aéreas. Estos puntos cumplen una doble función en la fotogrametría: pueden ser utilizados como puntos de apoyo durante el proceso (conocidos como GCP, siglas de Ground Control Points), o pueden servir como puntos de referencia para evaluar la precisión con la que se ha realizado el proceso (conocidos como CP, siglas de CheckPoints).

Bejarano y Palomino (2021), llevaron a cabo una comparación de los métodos de levantamiento utilizando GPS y drones. Se llegó a la conclusión de que un dron topográfico tiene la capacidad de capturar imágenes de hasta cien hectáreas de superficie en un solo día. Sin embargo, existen drones de mayor calidad que pueden cubrir un área de hasta cinco mil hectáreas al día. En la actualidad, se utilizan drones que pueden ser controlados de manera remota y otros que, a través de una programación de vuelo, permiten recopilar datos de áreas específicas.

Soto (2023), se examinó la exactitud de los resultados derivados de la información recopilada y se buscó establecer la metodología óptima para llevar a cabo los vuelos. La medición se efectuó utilizando el enfoque del levantamiento estático con un sistema GNSS diferencial Trimble R10. Este método de posicionamiento tradicional permite lograr mediciones extremadamente precisas, con una precisión de 5 mm más 1 ppm, en un intervalo de tiempo mínimo de 30 segundos por estación. Como resultado de esta metodología, se alcanzaron niveles de precisión a nivel milimétrico.

Según Velázquez y Cedeño (2012), la fotogrametría ofrece los recursos necesarios para representar un terreno, la planta de un edificio o la fachada de una iglesia a través de fotografías de manera económica en comparación con otras técnicas. Esto se debe a que en un corto período de tiempo se tiene información. La fotogrametría es especialmente crucial en la creación de mapas topográficos, la identificación de zonas de uso del suelo, la evaluación de la presencia de vegetación y otros fines relacionados.

Según Zevallos et al. (2019), el uso de puntos de apoyo fotogramétrico se emplea para evaluar si existen diferencias notables en términos de confiabilidad, precisión y exactitud, según el método de verificación satelital seleccionado durante el control geodésico. Actualmente, los estudios topográficos se realizan utilizando tecnología GPS, como receptores diferenciales y estaciones totales electrónicas, para adquirir datos con distintos niveles de precisión y exactitud. Estos datos se calculan siguiendo normativas estandarizadas en el marco de un sistema de referencia local.

Como indica Ugarte (2019), una nube de puntos se compone de puntos cuyas coordenadas X, Y y Z son conocidas, y Pueden incorporar información adicional de diversa índole que esté disponible para los puntos en cuestión. Los archivos que guardan esta información tienden a ser de gran tamaño debido a la abundancia de datos que suelen contener.

Según Ugarte (2019), en el contexto de la fotogrametría, se sugiere mantener una altitud de vuelo constante, lo que implica mantener un tamaño de píxel (GSD) invariable. Esto asegura que las fotografías mantengan un nivel uniforme de detalle y simplifica el proceso de procesamiento, ya que se pueden identificar más coincidencias

entre puntos clave. Como resultado, se obtiene un Modelo Digital del Terreno de mayor precisión.

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **2.1.1. Tipo de investigación**

Según, Ortega (2024), dentro del ámbito de la investigación, se desarrollan teorías generales que engloban conceptos abstractos interconectados a través de principios científicos y postulados. Estas teorías se centran en investigaciones de tipo aplicado y buscan proporcionar explicaciones y predicciones para fenómenos que se consideran esencialmente universales en su naturaleza.

#### **2.1.2. Enfoque de investigación**

Como indica Hernández et al. (2018), el enfoque cuantitativo se destaca por seguir una serie de procesos secuenciales y verificables. Cada fase precede a la siguiente de manera inalterable, sin posibilidad de omitir pasos. Una vez que se ha delineado el enfoque, se deducen los objetivos y las preguntas de investigación, se realiza una revisión de la literatura y se construye un marco o perspectiva teóricos. Se elabora un plan para probar las hipótesis, se miden las variables en un contexto particular, se analizan las mediciones obtenidas y se sacan conclusiones respecto a las hipótesis planteadas.

#### **2.1.3. Diseño de investigación**

Menciona Hernández et al. (2018), los diseños no experimentales relacionan con investigaciones que se conducen sin efectuar modificaciones deliberadas en las variables, lo que significa que no se realizan manipulaciones deliberadas en las variables independientes. Este enfoque, consiste en observar los fenómenos en su entorno natural y luego llevar a cabo un análisis de dichos fenómenos (p. 56). Según Vara (2012), el diseño establece una serie de tareas ordenadas, que se adaptan a las particularidades de cada tesis e indican los pasos a realizar, así como las técnicas a utilizar para recolectar y analizar los datos (p. 202). En este proyecto, se realizó un estudio de naturaleza no experimental y transversal, en el cual no se realizaron cambios deliberados en las variables independientes. Los datos se dieron en un único punto en el tiempo.

## **2.2. Variables y operacionalización**

### **2.2.1. Variable Independiente V.I. 1:**

La variable Independiente 1 es, altura de vuelo, siendo tu definición conceptual, según, Riaño (2018), mencionó, el aspecto fundamental en la planificación de vuelos consiste en asegurar una cobertura fotográfica adecuada utilizando la menor cantidad de imágenes necesaria. El objetivo es que cada sección del terreno, sin importar su tamaño, quede registrada en una vista estereoscópica. Esto significa que toda el área debe estar presente tanto en las regiones donde se solapan las imágenes capturadas durante un mismo trayecto, así como en las áreas donde se superponen los recorridos vecinos (p. 14).

Siendo su definición operacional, las alturas promedio de 80, 120 y 170 mF, con el objetivo de evaluar la precisión en la georreferenciación del tramo de carretera estudiada, inicialmente se realizaron pruebas de altura de vuelo, para ver la variabilidad de la precisión. Altura de vuelo. Teniendo como indicadores: área para sobrevolar, tiempo de vuelo, distancia de muestra del suelo y cantidad de fotografías con una escala de medición: Razón.

### **2.1.2. Variable Independiente V.I. 2:**

La variable Independiente 2 es: PAF, siendo su definición conceptual según Fernández (2019), indica los puntos en el terreno son sitios con coordenadas conocidas que pueden identificarse fácilmente a partir de las fotografías aéreas. En la fotogrametría, desempeñan un doble papel, ya que pueden servir como puntos de control geodésico (GCP) durante el proceso o utilizarse como puntos de referencia para evaluar la precisión con la que se ha realizado dicho proceso.

Siendo su definición operacional, donde el PAF consiste en una marca en el terreno que se utiliza para escalar y georreferenciar las imágenes capturadas con el dron. Esto se hace con el propósito de mejorar la precisión en el análisis. Además, se llevará a cabo un proceso adicional con PAF cada 200 metros durante el segundo vuelo para una evaluación más minuciosa, con una escala de Medición: Razón

### **2.1.3. Variable Dependiente:**

La variable Dependiente es: Análisis de precisión, siendo su definición conceptual según Nerón et al. (2021), la fotogrametría proporciona productos precisos y ofrece flexibilidad para proyectos tanto simples como complejos, debido a la facilidad y rapidez en la recolección de datos. El modelado tridimensional (3D) y georreferenciado permite documentar objetos mapeados con precisión en cuanto a su ubicación. Este artículo introduce una metodología que utiliza técnicas topográficas y geodésicas junto con georreferenciación para el modelado tridimensional de formas arquitectónicas mediante fotogrametría digital de corto alcance.

Siendo su definición operacional de precisión utilizada en esta investigación donde involucra el estudio de altura de vuelo y la georreferenciación lo cual influyó en el grado de precisión necesario para esta investigación. Se llevaron a cabo varios procedimientos para evaluar la precisión en el análisis fotogramétrico. El propósito es analizar la exactitud de una región específica con el propósito de llevar a cabo una investigación topográfica mediante la técnica de levantamiento fotogramétrico, empleando la escala de medición: Razón

## **2.3. Población, muestra y muestreo**

### **2.3.1. Población**

En cuanto a la población, como menciona Arias et al. (2016), la población de investigación da a un conjunto específico de casos que está definido y accesible. Este conjunto funciona como el fundamento para elegir la muestra y debe satisfacer criterios que se han establecido previamente. Es importante destacar que, al referirse a la población de investigación, no se restringe exclusivamente a seres humanos; también puede incluir animales, muestras biológicas, registros, instituciones, objetos, grupos familiares, organizaciones y otros elementos (p. 12). Las diversas interpretaciones tuvieron importantes repercusiones en lo que respecta a las políticas y regulaciones ambientales, ya que optar por una u otra perspectiva puede acarrear distintas consecuencias.

En el estudio de precisión planteado se define como población a la Carretera Panamericana Norte Tramo km 757 al km 767, con un total de 10 km como se ve en la

Figura 1, donde se emplearán los diversos tipos de variables de estudio para que esto conlleve a una mejora de precisión o a la pérdida de precisión.

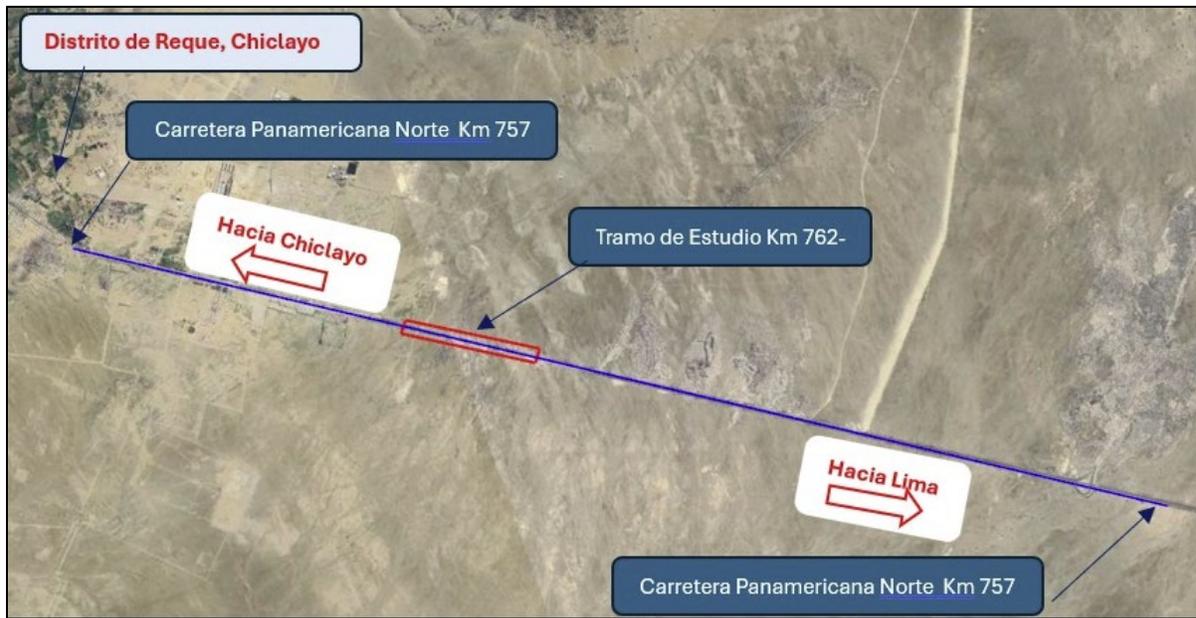


Figura 1: Tramo de estudio para levantamiento fotogramétricos

### 2.3.2. Muestra

Como mencionan López y Fachelli (2015), una muestra estadística se refiere a una parte o grupo de elementos que representa al conjunto más extenso llamado población o universo. Estos elementos se seleccionan de forma aleatoria y se someten a un análisis científico que sean aplicables en totalidad del universo bajo estudio, dentro de rangos de error y probabilidades que pueden determinarse en cada situación específica (p. 228). Se recopilarán datos exclusivamente de esta muestra con el fin de lograr resultados que tengan relevancia.

La muestra se dio en la Carretera Panamericana Norte km 762 al km 763, 1 Km de estudio donde se estará trabajando con los estudios de nuestras variables que son la altura de vuelo de vuelo y PFA para verificar el tipo de precisión que se desea plantear.

### **2.3.3. Muestreo**

Como mencionan Otzen y Manterola (2017), el proceso de muestreo puede ser clasificado en dos categorías: probabilístico y no probabilístico. Las técnicas de muestreo probabilístico proporcionan información sobre la probabilidad de que cada individuo en estudio sea seleccionado para formar parte de la muestra mediante una elección al azar (p. 228). Los datos se obtendrán de manera exclusiva de esta muestra con la intención de obtener resultados de relevancia. En este estudio se utilizó un enfoque de muestreo no probabilístico, lo que implica que la selección de la muestra se basó en el criterio del investigador en lugar de seguir un procedimiento estadístico predefinido. Esto permitió al investigador decidir qué elementos incluir en la muestra.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Como instrumento de recolección de datos, según Cisneros et al (2022), en el ámbito de la investigación, los instrumentos ofrecen una mayor amplitud de exploración, y esto incluye la observación participante. Estas técnicas posibilitan la observación de un proceso que demanda una atención voluntaria, dirigida y organizada. Este estudio se llevaron a cabo una serie de pruebas con el objetivo de obtener los resultados deseados. A continuación, se describen las actividades y procedimientos que se realizarán en la investigación. Como técnicas de recolección de datos, según Cisneros et al. (2022), se han abordado cuestiones relacionadas con la recopilación de datos mediante una variedad de herramientas digitales, las cuales permiten la adquisición y descarga de resultados en programas de análisis, tanto cuantitativos como cualitativos, para conjuntos de población de gran envergadura. Estos programas suscitan grandes expectativas debido a sus ventajas, entre las cuales se incluye la velocidad en la manipulación, gestión, búsqueda y presentación de datos, así como la mejora en la calidad de la investigación. Además, contribuyen a la transparencia en el proceso de análisis en proyectos, investigaciones y estudios" (p. 1170).

En esta investigación, se adoptó la observación como un elemento fundamental para identificar posibles respuestas a las cuestiones planteadas y evaluar las hipótesis formuladas. Además, se hicieron uso de fuentes de información que respaldaron la base teórica de cada variable, y se recurrió a fichas bibliográficas para recopilar información

pertinente. Por último, se aplicó la técnica cuasi experimental con el fin de abordar el estudio de manera sistemática y exhaustiva.

Como instrumento de recolección de datos, según Cisneros et al. (2022), en el ámbito de la investigación, los instrumentos desempeñan un papel fundamental al proporcionar un mayor nivel de profundidad en la exploración. Entre estas técnicas se incluyen la observación participante o no participante, las cuales permiten examinar de manera consciente, dirigida y estructurada un proceso que requiere atención especial.

Por lo tanto, en este estudio, se llevaron a cabo una serie de pruebas con el fin de alcanzar los resultados previstos. En este contexto, se detallan a continuación las actividades y métodos que se emplearán en la investigación.

Los instrumentos para:

- Formato de registro de datos para levantamiento fotogramétrico
- Formato de registro de datos de georreferenciación de puntos

#### **2.4.1. Validez**

La validez en investigación se refiere a la medida en que un estudio evalúa o mide de manera efectiva lo que se propone evaluar. Se centra en la precisión y exactitud de las conclusiones o inferencias que se pueden derivar de los datos recopilados durante el estudio. (Villasís, et al. 2018, p. 415). La validez asegura mediante la validación realizada por expertos en ingeniería civil o vial, quienes verifican y aprueban el contenido de los equipos utilizados en este estudio. Todo esto se deberá cumplir con las normas de ingeniería especificadas como se especifica en el anexo N°4 donde contamos con la validación de los tres ingenieros civiles colegiados

Las normas nacionales fueron las siguientes:

- Norma Técnica Geodésica y sus disposiciones complementarias
- Especificaciones Técnicas para Levantamientos Geodésicos Verticales
- Especificaciones Técnicas para la producción de cartografía básica

## 2.4.2. Confiabilidad

La confiabilidad una vez confirmada que una escala es replicable y coherente, se puede inferir su credibilidad Manterola et al. (2018). La confiabilidad es una propiedad psicométrica que se refiere a la ausencia de errores en la medición, así como al grado de consistencia y estabilidad de las puntuaciones obtenidas en repetidos procesos de medición con el mismo instrumento. Esto se debe a la correcta elección de instrumentos certificados, equipos calibrados, personal calificado y el respaldo de ingenieros civiles que validan la confiabilidad.

## 2.5. Procedimientos

Equipos, programas y materiales

Equipos:

- Dron (control remoto, batería, cable de alimentación, hélices, cable conector, tarjeta microSD).
- Computadora de escritorio (gama alta).

Software:

- Pix4D Mapper
- Agisoft Metashape
- Civil 3D

Materiales:

- Concreto ciclópeo
- Aerosol
- Yeso.
- Libreta de registros

Se solicitó un código de identificación de punto geodésico al Instituto Geográfico Nacional a través del Sistema de Certificaciones IGN. El código entregado por parte de esta entidad fue el 1009482, tal y como se aprecia en la Figura 2 y Anexo 7.1.



Figura 2: Código de punto geodésico de orden C solicitado al IGN.

Un día anterior al día programado para los trabajos de campo se realizó la inspección de equipos que se utilizaron para la georreferenciación y levantamiento fotogramétrico. Los equipos para utilizar fueron un drone Phanthon 4 Pro v2 y un receptor GNSS como se ve en la Figura 3 y Figura 4.



*Figura 3:* Equipo Drone Phantom 4 Pro v2 utilizado para vuelo fotogramétrico



*Figura 4:* Equipo Receptor GNSS SatLan utilizado para georreferenciar el levantamiento fotogramétrico

Se monumentó el hito de concreto para establecer las coordenadas geográficas y UTM del punto geodésico de orden C. El proceso de monumentación se realizó de acuerdo con el Anexo 4 de la Norma Técnica Geodésica, cuyo croquis se puede apreciar en el Figura 5. El pilar de concreto se monumentó de forma rectangular, con lado de 40 cm y una profundidad no menor a 60 cm como se aprecia en las Figuras 6, 7 y 8.

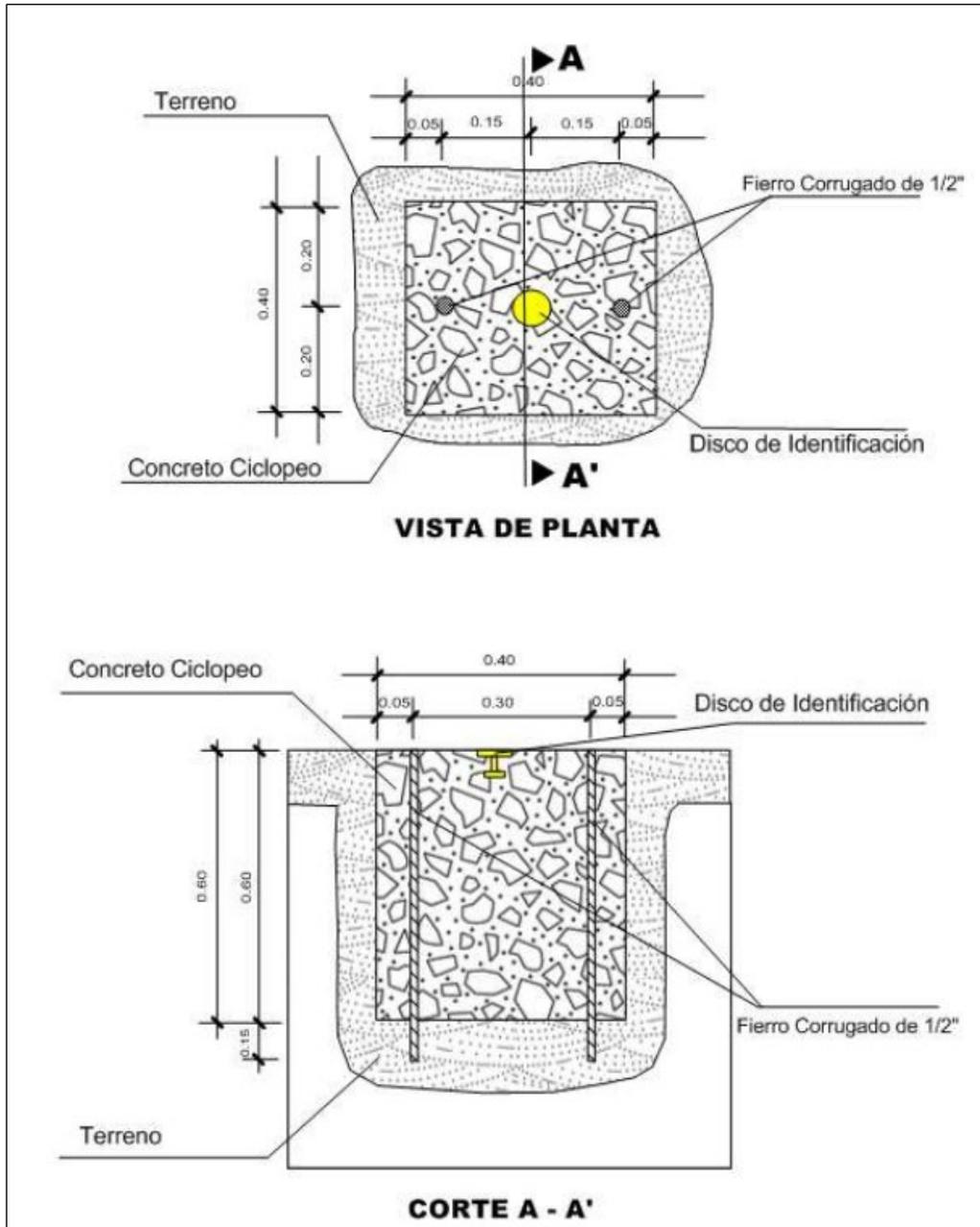


Figura 5: Croquis mostrado en el Anexo 4 (Pilar de Concreto) de la Norma Técnica Geodésica



*Figura 6:* Ancho de excavación de punto geodésico = 40 cm



*Figura 7:* Profundidad de excavación de punto geodésico no menor a 60 cm



*Figura 8:* Monumentación de hito de concreto terminado con el disco de bronce instalado.

El receptor GNSS se instaló como se muestra en Figura 9 sobre el hito de concreto. Este punto geodésico se referenció con una medición relativa estática para enlazar el proyecto a la Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo y se tuvo como base la Estación de Rastreo Permanente codificada como LB01 que se encuentra a menos de 100 km de la ubicación del proyecto, con lecturas de posicionamiento geográfico no menor a 900 épocas tal y como indica la Norma Técnica Geodésica. El tiempo de lectura del punto fue de noventa minutos, tiempo en el cual el receptor GNN estuvo rastreando y captando las señales de al menos cuatro satélites como mínimo.

Todo el proceso de monumentación y lectura del punto geodésico 1009482 puede verse en el registro fotográfico y en el enlace de descarga de información del Anexo 6.



Figura 9: Instalación de receptor GNSS sobre punto de control.

Los resultados de posicionamiento geográfico se mira la Tabla 1 y Tabla 2.

**Tabla 1:** Punto geodésico de Orden “C” en coordenadas UTM

Punto geodésico	Este	Norte	Elevación Geoidal
1009482	634,156.396 m	9,237,129.838 m	65.261 m

Fuente: receptor GNSS

**Tabla 2:** Punto geodésico de Orden “C” en coordenadas geográficas

Punto geodésico	Latitud	Longitud	Elev.Elipsoidal
1009482	6° 54' 00.16670" S	79° 47' 08.59957" O	74.519 m

Fuente: receptor GNSS

Para los puntos de apoyo fotogramétrico se realizó un análisis previo en gabinete para garantizar una distribución estratégica en el área de interés. Este análisis se realizó en

el software Google Earth como se muestra en la Figura 10.

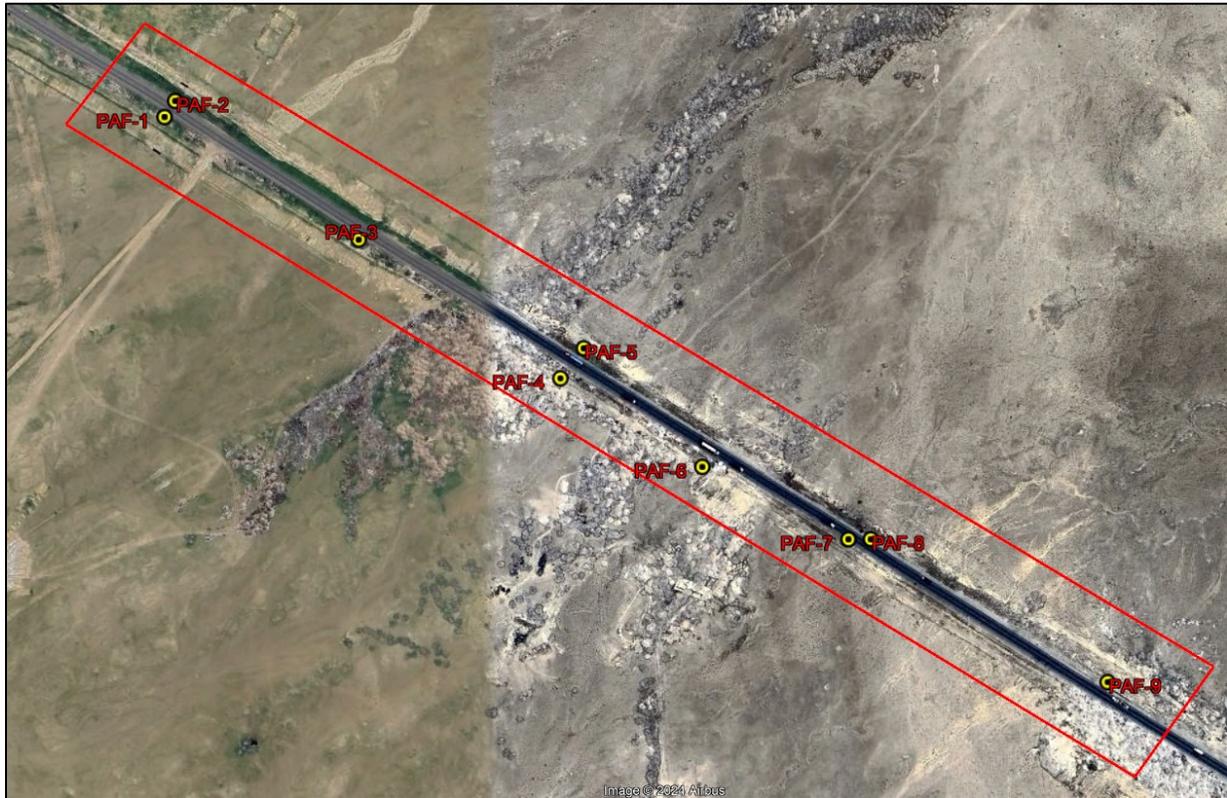


Figura 10: Ubicación y distribución estratégica de los puntos PAF dentro del área de estudio

Las coordenadas de puntos de apoyo (PAF) se han obtenido a través de mediciones en modo estático relativo y configurados con los parámetros mostrados en la Tabla 3. El tiempo de rastreo.

**Tabla 3:** Consideración técnicas para cada punto de apoyo fotogramétrico

Descripción de Parámetros	Configuración utilizada
Método de Posicionamiento	Estático Relativo
Estación Base	LB01 Chiclayo
Intervalo de grabación	01 segundo
Máscara de elevación	10°
Datum horizontal	WGS 1984

Fuente: Formato único para informe de certificación de punto geodésico - IGN

Todos los puntos han sido procesados mediante Ajuste de Línea Base, con enlace a Estación de Rastreo Permanente LB01, como sugiere la Norma Técnica Geodésica, con la diferencia de que no se trata de puntos monumentos con concreto sino con marcas de yeso dibujadas sobre el terreno como muestra las Figuras 11 y 12. Los resultados se obtuvieron en el software Leica Infinity versión 4.0.2 y son los que se aprecian en la Tabla 4.



Figura 11: Marcado de Punto de Apoyo Fotogramétrico sobre el terreno

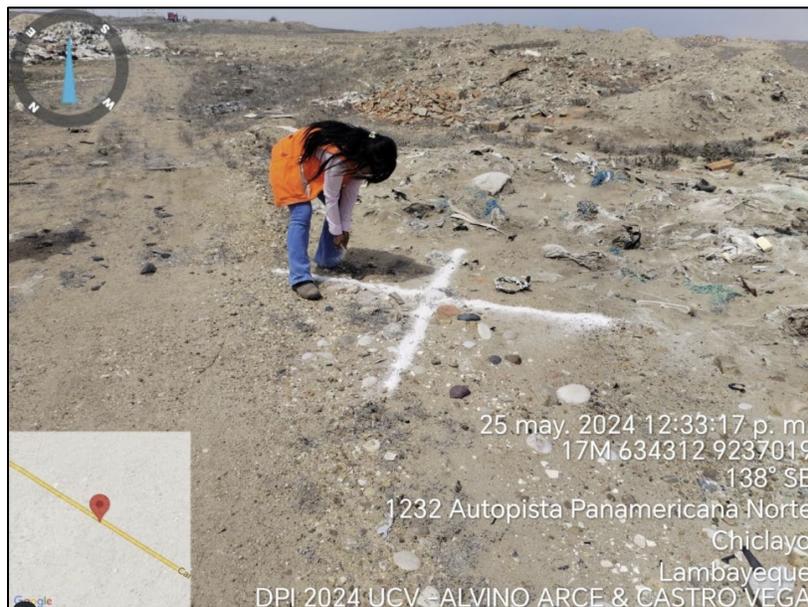


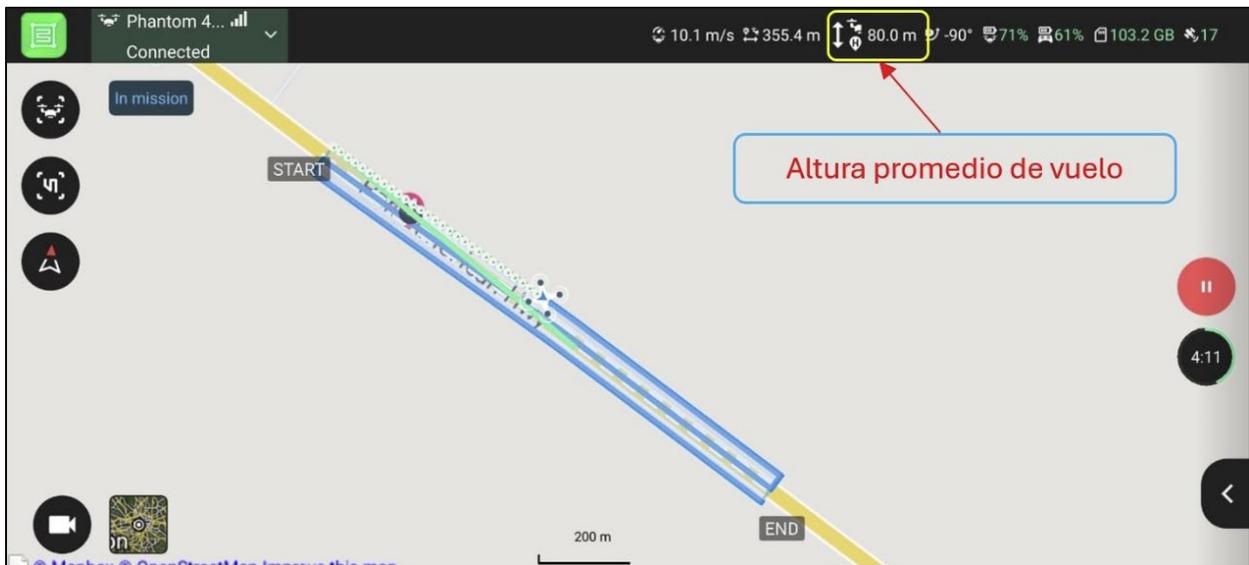
Figura 12: Marcado con yeso de Punto de Apoyo Fotogramétrico

**Tabla 4: Coordenadas UTM de los puntos de apoyo fotogramétrico (PAF)**

Punto de apoyo fotogramétrico (PAF)	Este	Norte	Elevación Geoidal
PAF-1	633,828.569 m	9,237,336.290 m	60.467 m
PAF-2	633,838.768 m	9,237,351.390 m	60.639 m
PAF-3	634,010.247 m	9,237,221.832 m	63.273 m
PAF-4	634,199.143 m	9,237,091.335 m	64.608 m
PAF-5	634,221.985 m	9,237,119.732 m	65.097 m
PAF-6	634,332.968 m	9,237,008.698 m	65.544 m
PAF-7	634,469.234 m	9,236,918.864 m	67.532 m
PAF-8	634,490.858 m	9,236,940.271 m	68.901 m
PAF-9	634,712.149 m	9,236,806.229 m	75.529 m

Fuente: receptor GNSS

Se llevó a cabo tres vuelos fotogramétricos: el primero a una altura promedio de vuelo de 80 m, el segundo a una altura promedio de vuelo de 120 m y el tercero a una altura promedio de 170 m. Los planes de vuelo fueron realizados en el aplicativo Pix4D Capture Pro tal y como se muestran en las Figuras 13, 14 y 15. Los traslapes que se utilizaron fueron de 70 % en tanto en dirección longitudinal como en dirección transversal.



*Figura 13: Monitoreo de vuelo con altura promedio de 80 m en aplicativo Pix4D Capture*

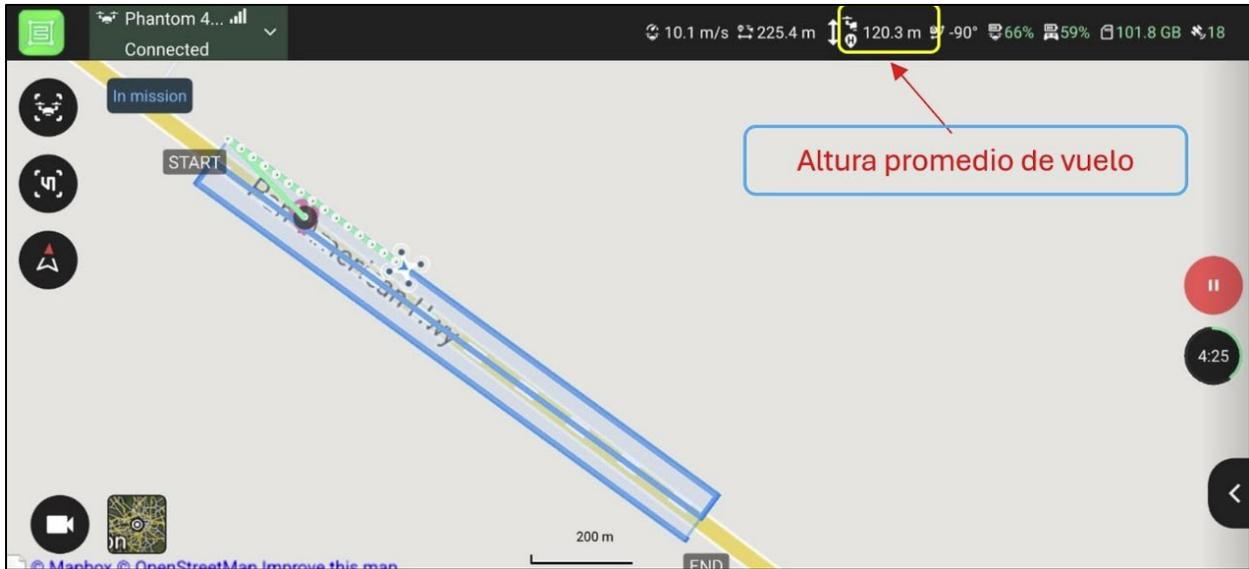


Figura 14: Monitoreo de vuelo con altura promedio de 120 m en aplicativo Pix4D

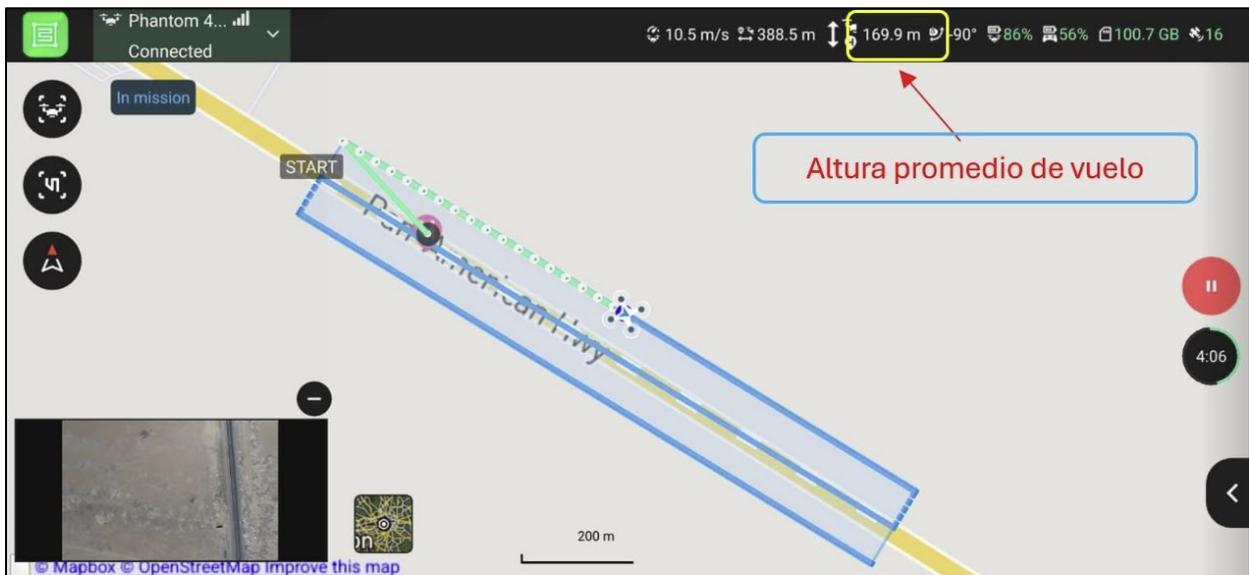


Figura 15: Monitoreo de vuelo con altura promedio de 120 m en aplicativo Pix4D

Estos vuelos se realizaron con la adespues de haber marcado en campo los nueve puntos de apoyo fotogramétrico y el punto de despegue fue a nivel del terreno de la carretera como se muestra en la Figura 13.



Figura 16: Marca blanca sobre el terreno que servirá de guía para el despegue y aterrizaje del equipo.

En gabinete se realizaron doce procesamientos en dos softwares comerciales: Pix4D Mapper y Agisoft Metashape, con el objetivo de obtener las precisiones correspondientes en los datos recopilados detallados en la Tabla 5.

Tabla 5: Tiempo de procesamiento según cantidad de imágenes y software utilizado.

Nº proceso	Software utilizado para procesar imágenes	Cantidad de imágenes procesadas (und)	Tiempo de procesamiento empleado
1	Pix4D Mapper	193	45m:59s
2		193	40m:44s
3		126	28m:13s
4		126	29m:46s
5		111	24m:05s
6		111	24m:91s
7	Agisoft Metashape	193	32m:22s
8		193	30m:23s
9		126	15m:52s
10		126	19m:26s
11		111	20m:49s
12		111	14m:03s

Fuente: elaboración propia

Todos los procesos han sido llevados a cabo en una computadora de alto rendimiento con 64 GB RAM con un procesador 13th Gen Intel(R) Core. La comparación de coordenadas y elevaciones se realizó en el software Autodesk Civil 3D. La forma de revisión se basó en un análisis visual para los ejes XY como muestra la Figura 14 y un análisis de interpolación de superficie para el eje Z como se muestra en la Figura 15.

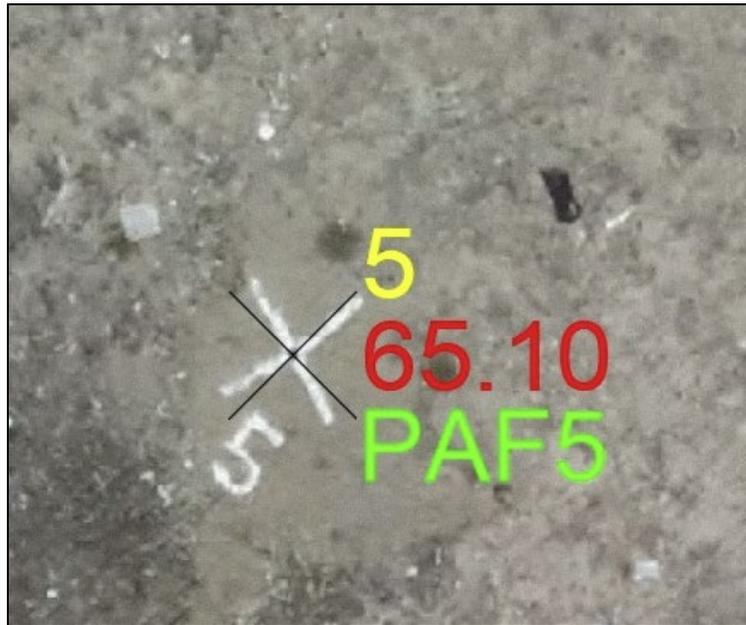


Figura 17: Comparación visual de los ejes XY en software Civil 3D

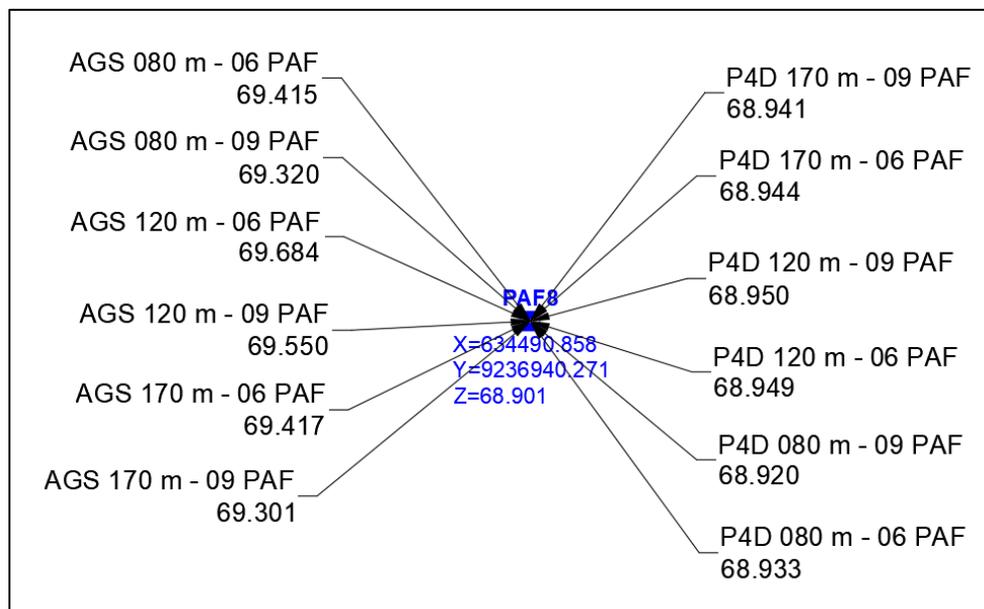


Figura 18: Comparación analítica de los valores en eje Z según software de post proceso

Se procesaron los puntos leídos en modo estático para obtener las coordenadas UTM. Se verificó que las precisiones se encuentren dentro del rango permitido por la Norma Técnica Geodésica como se aprecia en la Figura 19. Cada punto tuvo una lectura no menor de 20 minutos como se puede certificar en el reporte de la Figura 20.

Detalles del proyecto												
General			Información del cliente				Sistema de Coordenadas Principal					
Nombre del proyecto:	DPI Puntos PAF - Chiclayo		Nombre del cliente:	-			Nombre de Sistema de Coordenadas:	UTM WGS84 17S				
Propietario:	-		Persona de contacto:	-			Tipo de Transformación:	-				
Jefe de Topografía:	-		Número:	-			Distribución de Residuos:	Ninguno				
Fecha de Creación:	04/06/2024 19:18:09		Email:	-			Elipsoide:	WGS84				
Último Acceso:	13/07/2024 19:52:07		Skype:	-			Tipo de Proyección:	UTM				
Software aplicación:	Infinity 4.0.2		Website:	-			Modelo de Geoide:	Peru_EGM08				
							Modelo CSCS:	-				
Ruta:	C:\Users\Intel PC\Documents\Leica Geosystems\Infinity\Projects\DPI Puntos PAF - Chiclayo\DPI Puntos PAF - Chiclayo.iprj											
Tamaño:	108.4 MB											
Comentarios:	-											
Resumen												
#	Punto Id	Clase de Punto	Coordenada X [m]	Coordenada Y [m]	Altura Ortom. [m]	Altura Elips. [m]	Código	Inclinación (Tilt) [°]	CQ 3D [m]	2D CQ [m]	1D CQ [m]	Fecha/Hora
1	LB01	Control	624,741.382	9,250,544.013	33.725	42.576		-	-	-	-	04/06/2024 19:42:47
2	PAF1	Solucionado PP	633,828.569	9,237,336.290	60.467	69.708		-	0.001	0.000	0.000	29/05/2024 11:53:34
3	PAF2	Solucionado PP	633,838.768	9,237,351.390	60.639	69.881		-	0.001	0.000	0.000	29/05/2024 12:29:06
4	PAF3	Solucionado PP	634,010.247	9,237,221.832	63.273	72.523		-	0.001	0.000	0.001	29/05/2024 13:03:41
5	PAF4	Solucionado PP	634,199.143	9,237,091.335	64.608	73.868		-	0.001	0.000	0.001	29/05/2024 13:37:36
6	PAF5	Solucionado PP	634,221.985	9,237,119.732	65.097	74.359		-	0.001	0.001	0.001	29/05/2024 14:08:54
7	PAF6	Solucionado PP	634,332.968	9,237,008.698	65.544	74.811		-	0.001	0.000	0.001	29/05/2024 14:43:17
8	PAF7	Solucionado PP	634,469.234	9,236,918.864	67.532	76.806		-	0.001	0.000	0.000	29/05/2024 15:16:40
9	PAF8	Solucionado PP	634,490.858	9,236,940.271	68.901	78.176		-	0.001	0.000	0.001	29/05/2024 15:48:07
10	PAF9	Solucionado PP	634,712.149	9,236,806.229	75.529	84.815		-	0.001	0.000	0.001	29/05/2024 16:20:39

Figura 19: Reporte Leica Ininity sobre precisión de puntos estáticos donde CQ 3D= Error en Z; 2 D CQ= Error en Y, 1 D CQ = Error en X

# Intervalos GNSS

Informe creado: 04/06/2024 22:03:14

## Detalles del proyecto

General		Información del cliente		Sistema de Coordenadas Principal	
Nombre del proyecto:	DPI Puntos PAF - Chiclayo	Nombre del cliente:	-	Nombre de Sistema de Coordenadas:	UTM WGS84 17S
Propietario:	-	Persona de contacto:	-	Tipo de Transformación:	-
Jefe de Topografía:	-	Número:	-	Distribución de Residuos:	Ninguno
Fecha de Creación:	04/06/2024 19:18:09	Email:	-	Elipsoide:	WGS84
Último Acceso:	04/06/2024 21:48:12	Skype:	-	Tipo de Proyección:	UTM
Software aplicación:	Infinity 4.0.2	Website:	-	Modelo de Geoide:	Peru_EGM08
				Modelo CSCS:	-
Ruta:	C:\Users\Intel PC\Documents\Leica Geosystems\Infinity\Projects\DPI Puntos PAF - Chiclayo\DPI Puntos PAF - Chiclayo.iprj				
Tamaño:	108.4 MB				
Comentarios:	-				

## Resumen

Punto Id	Usar	Modo de Ocupación	Hora Inicio	Hora Fin	Duración	Nombre de Antena IGS	Nombre del Receptor
LB01	Referencia	Estático	28/05/2024 18:59:42	29/05/2024 18:59:41	23:59:59	TRM55971.00 TZGD	Alloy
PAF1	Móvil	Estático	29/05/2024 11:33:26	29/05/2024 11:53:34	00:20:08	SLGSL700	SL700
PAF2	Móvil	Estático	29/05/2024 12:08:44	29/05/2024 12:29:06	00:20:22	SLGSL700	SL700
PAF3	Móvil	Estático	29/05/2024 12:42:56	29/05/2024 13:03:41	00:20:45	SLGSL700	SL700
PAF4	Móvil	Estático	29/05/2024 13:15:29	29/05/2024 13:37:36	00:22:07	SLGSL700	SL700
PAF5	Móvil	Estático	29/05/2024 13:46:44	29/05/2024 14:08:54	00:22:10	SLGSL700	SL700
PAF6	Móvil	Estático	29/05/2024 14:21:12	29/05/2024 14:43:17	00:22:05	SLGSL700	SL700
PAF7	Móvil	Estático	29/05/2024 14:55:48	29/05/2024 15:16:40	00:20:52	SLGSL700	SL700
PAF8	Móvil	Estático	29/05/2024 15:26:18	29/05/2024 15:48:07	00:21:49	SLGSL700	SL700
PAF9	Móvil	Estático	29/05/2024 15:58:39	29/05/2024 16:20:39	00:22:00	SLGSL700	SL700

Figura 20: Tiempo de lectura en modo estático de cada punto de apoyo fotogramétrico

Se procesó el vuelo a una altura promedio de 80 m en el software Pix4D utilizando 6 PAF y luego 9 PAF. Los reportes de calidad se aprecian en la figura 21 y figura 22.

# Quality Report

Generated with Pix4Denterprise version 4.5.6

**!** **Important:** Click on the different icons for:

- ?** Help to analyze the results in the Quality Report
- i** Additional information about the sections

**💡** Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

### Summary i

Project	VUELO A080 m - PROCESO 06 PAF
Processed	2024-06-11 18:27:33
Camera Model Name(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	2.18 cm / 0.86 in
Area Covered	0.249 km <sup>2</sup> / 24.8516 ha / 0.10 sq. mi. / 61.4414 acres

### Quality Check i

<b>?</b> Images	median of 44782 keypoints per image	✔
<b>?</b> Dataset	193 out of 193 images calibrated (100%), all images enabled	✔
<b>?</b> Camera Optimization	3.65% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✔
<b>?</b> Matching	median of 30969 matches per calibrated image	✔
<b>?</b> Georeferencing	yes, 6 GCPs (6 3D), mean RMS error = 0.006 m	✔

Figura 21: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 80 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.

# Quality Report



Generated with Pix4Denterprise version 4.5.6

- Important:** Click on the different icons for:
  - Help to analyze the results in the Quality Report
  - Additional information about the sections

Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

## Summary

Project	VUELO A080 m - PROCESO 09 PAF
Processed	2024-06-11 13:28:18
Camera Model Name(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	2.18 cm / 0.86 in
Area Covered	0.248 km <sup>2</sup> / 24.8412 ha / 0.10 sq. mi. / 61.4157 acres

## Quality Check

Images	median of 44782 keypoints per image	
Dataset	193 out of 193 images calibrated (100%), all images enabled	
Camera Optimization	4.52% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	
Matching	median of 30971.9 matches per calibrated image	
Georeferencing	yes, 9 GCPs (9 3D), mean RMS error = 0.007 m	

Figura 22: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 80 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.

Se procesó el vuelo a una altura promedio de 120 m en el software Pix4D utilizando 6 PAF y luego 9 PAF. Los reportes de calidad se aprecian en la Figura 23 y Figura 24.

## Quality Report

Generated with Pix4Denterprise version 4.5.6

**!** **Important:** Click on the different icons for:

- ?** Help to analyze the results in the Quality Report
- i** Additional information about the sections

**💡** Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

### Summary i

Project	VUELO A 120 m - PROCESO 06 PAF
Processed	2024-06-11 19:56:15
Camera Model Name(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	3.22 cm / 1.27 in
Area Covered	0.363 km <sup>2</sup> / 36.3477 ha / 0.14 sq. mi. / 89.8635 acres

### Quality Check i

<b>?</b> Images	median of 39594 keypoints per image	✓
<b>?</b> Dataset	126 out of 126 images calibrated (100%), all images enabled	✓
<b>?</b> Camera Optimization	3.28% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
<b>?</b> Matching	median of 27253.3 matches per calibrated image	✓
<b>?</b> Georeferencing	yes, 6 GCPs (6 3D), mean RMS error = 0.006 m	✓

Figura 23: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 120 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.

# Quality Report



Generated with Pix4Denterprise version 4.5.6



**Important:** Click on the different icons for:



Help to analyze the results in the Quality Report



Additional information about the sections



Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

## Summary



Project	VUELO A 120 m - PROCESO 09 PAF
Processed	2024-06-11 13:44:44
Camera Model Name(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	3.23 cm / 1.27 in
Area Covered	0.363 km <sup>2</sup> / 36.3274 ha / 0.14 sq. mi. / 89.8134 acres

## Quality Check



Images	median of 39594 keypoints per image	
Dataset	126 out of 126 images calibrated (100%), all images enabled	
Camera Optimization	4.43% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	
Matching	median of 27252.8 matches per calibrated image	
Georeferencing	yes, 9 GCPs (9 3D), mean RMS error = 0.01 m	

Figura 24: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 120 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.

Se procesó el vuelo a una altura promedio de 120 m en el software Pix4D utilizando 6 PAF y luego 9 PAF. Los reportes de calidad se aprecian en la Figura 25 y Figura 26.

# Quality Report



Generated with Pix4Denterprise version 4.5.6

**!** Important: Click on the different icons for:

- ?** Help to analyze the results in the Quality Report
- i** Additional information about the sections

**💡** Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

### Summary **i**

Project	VUELO A 170 m - PROCESO 06 PAF
Processed	2024-06-11 20:38:00
Camera Model Name(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	4.65 cm / 1.83 in
Area Covered	0.543 km <sup>2</sup> / 54.3248 ha / 0.21 sq. mi. / 134.3091 acres

### Quality Check **i**

<b>?</b> Images	median of 31477 keypoints per image	<b>✓</b>
<b>?</b> Dataset	111 out of 111 images calibrated (100%), all images enabled	<b>✓</b>
<b>?</b> Camera Optimization	4.02% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	<b>✓</b>
<b>?</b> Matching	median of 22301 matches per calibrated image	<b>✓</b>
<b>?</b> Georeferencing	yes, 6 GCPs (6 3D), mean RMS error = 0.01 m	<b>✓</b>

Figura 25: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 170 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.

# Quality Report



Generated with Pix4Denterprise version 4.5.6



**Important:** Click on the different icons for:



Help to analyze the results in the Quality Report



Additional information about the sections



Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

## Summary



Project	VUELO A 170 m - PROCESO 09 PAF
Processed	2024-06-11 14:01:29
Camera Model Name(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	4.65 cm / 1.83 in
Area Covered	0.543 km <sup>2</sup> / 54.3002 ha / 0.21 sq. mi. / 134.2481 acres

## Quality Check



Images	median of 31477 keypoints per image	
Dataset	111 out of 111 images calibrated (100%), all images enabled	
Camera Optimization	4.93% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	
Matching	median of 22302.6 matches per calibrated image	
Georeferencing	yes, 9 GCPs (9 3D), mean RMS error = 0.014 m	

Figura 26: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 170 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Pix4D.

Se procesó el vuelo a una altura promedio de 80 m en el software Pix4D utilizando 6 PAF y luego 9 PAF. Los reportes de calidad se aprecian en la Figura 27 y Figura 28.

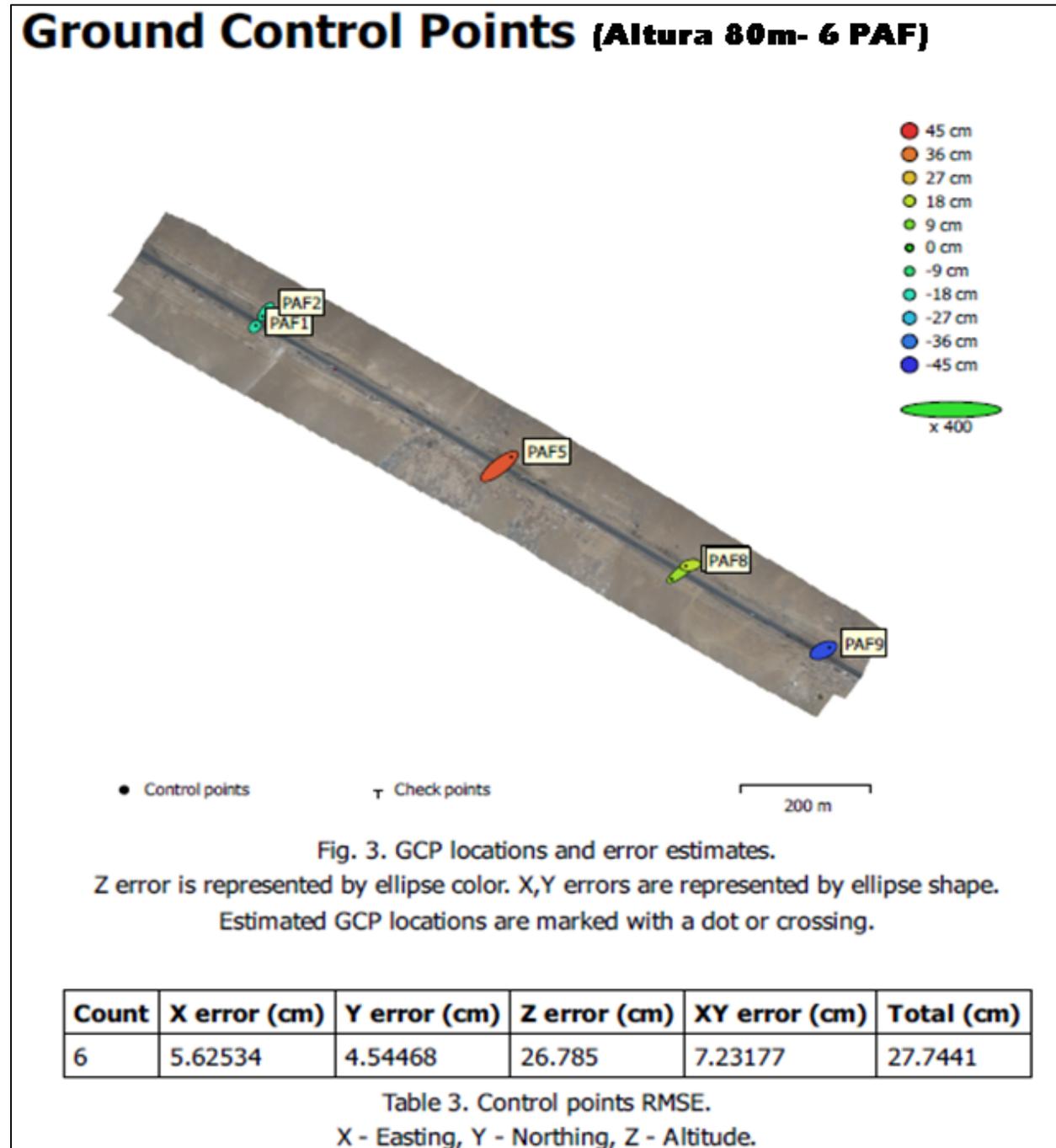


Figura 27: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 80 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft.

## Ground Control Points (Altura 80m - 9 PAF)

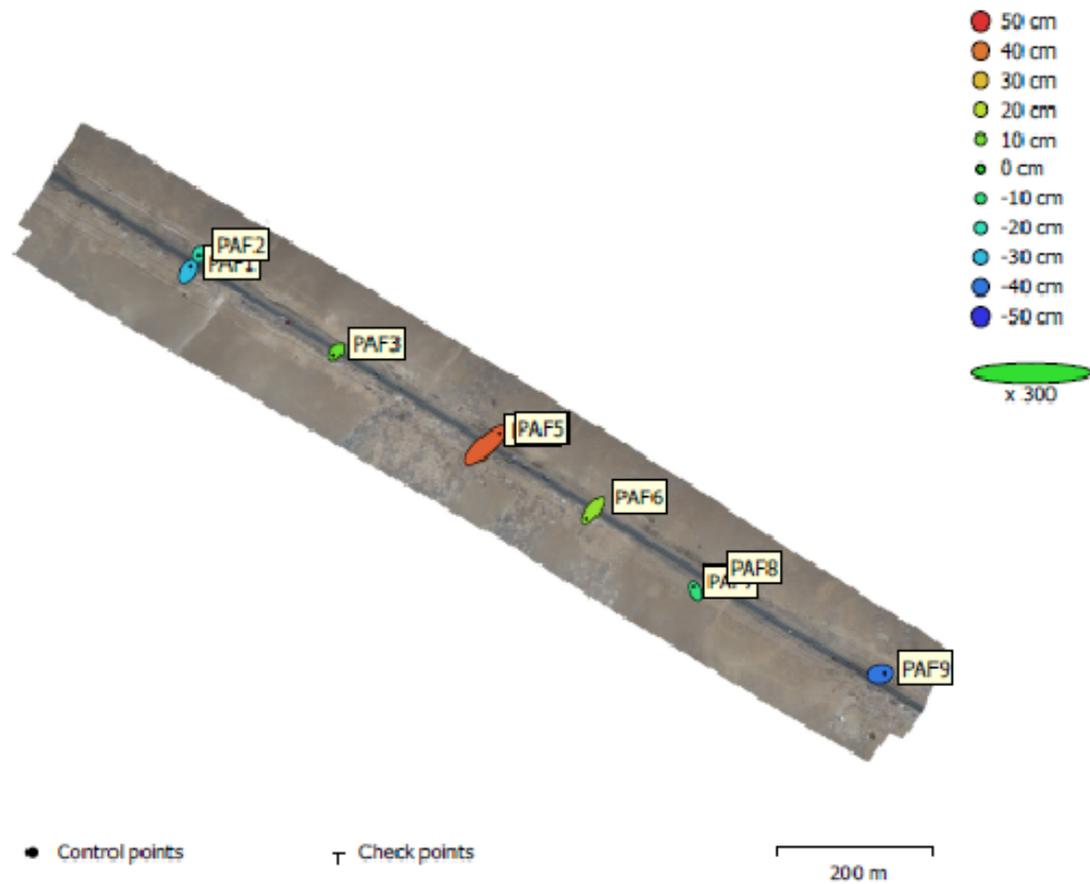


Fig. 3. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
9	4.99439	5.41886	25.1343	7.3694	26.1924

Table 3. Control points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Figura 28: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 80 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft.

Se procesó el vuelo a una altura promedio de 120 m en el software Pix4D utilizando 6 PAF y luego 9 PAF. Los reportes de calidad se aprecian en la Figura 29 y Figura 30.

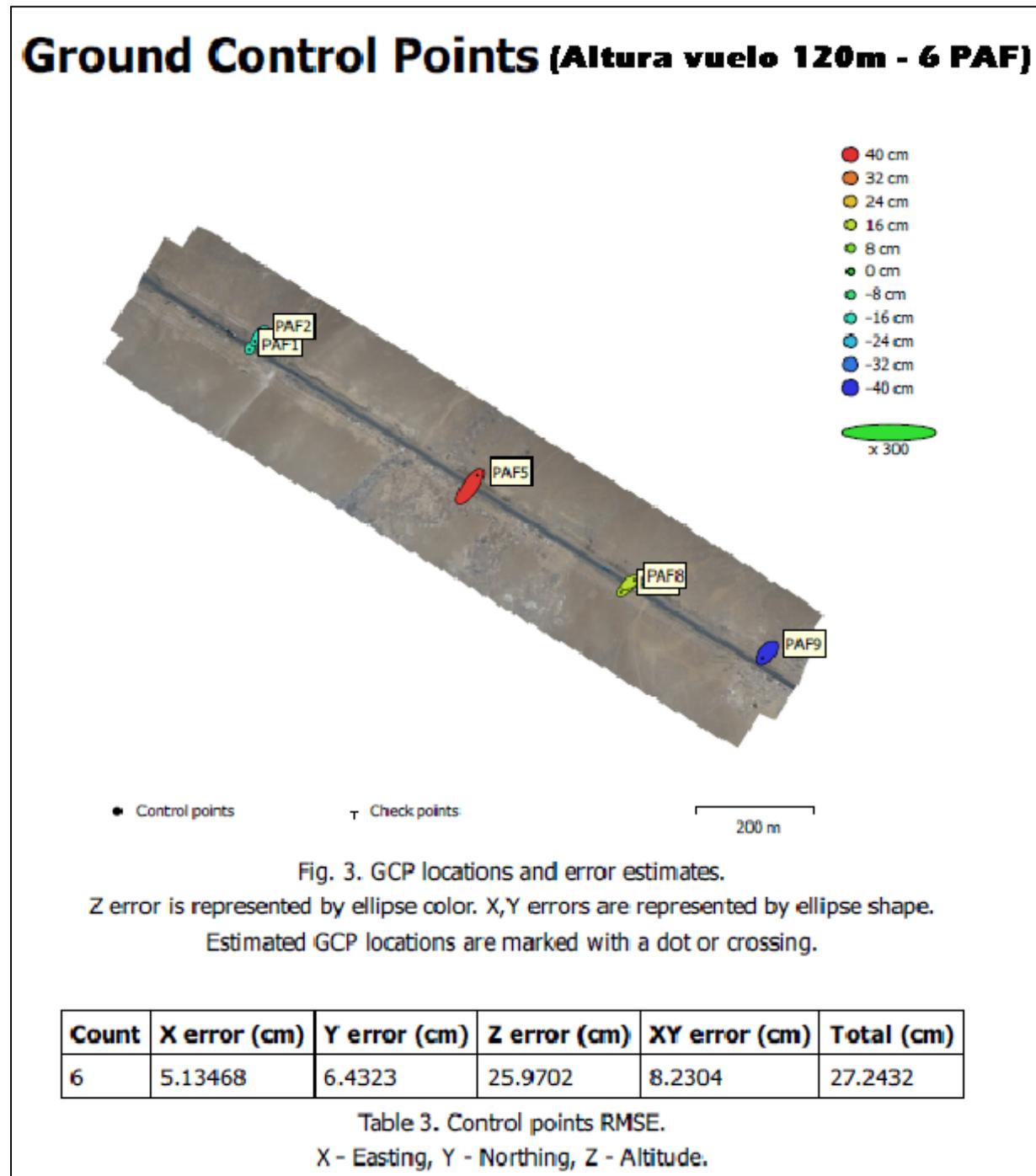


Figura 29: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 120 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft.

# Ground Control Points (Altura de vuelo 120m - 9PAF)

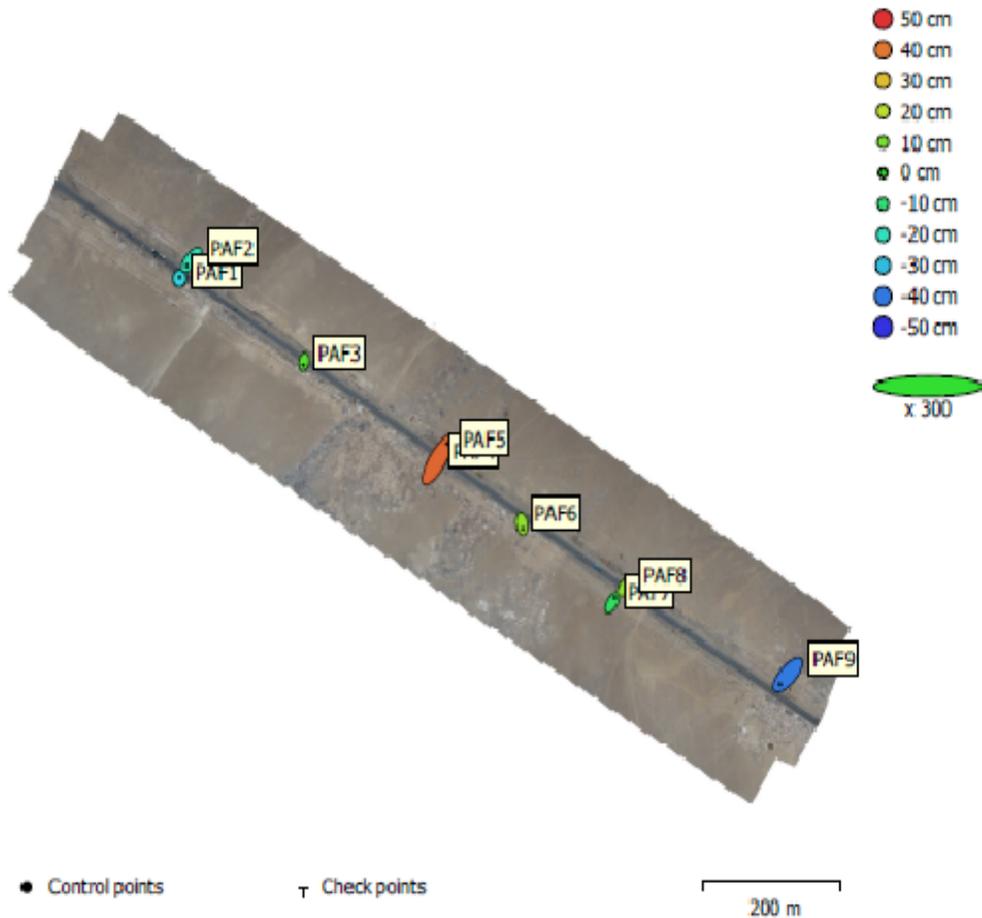


Fig. 3. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.  
 Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
9	4.73227	6.40008	23.8276	7.95961	25.1219

Table 3. Control points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Figura 30: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 120 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft.

Se procesó el vuelo a una altura promedio de 170 m en el software Pix4D utilizando 6 PAF y luego 9 PAF. Los reportes de calidad se aprecian en la Figura 30 y Figura 31.

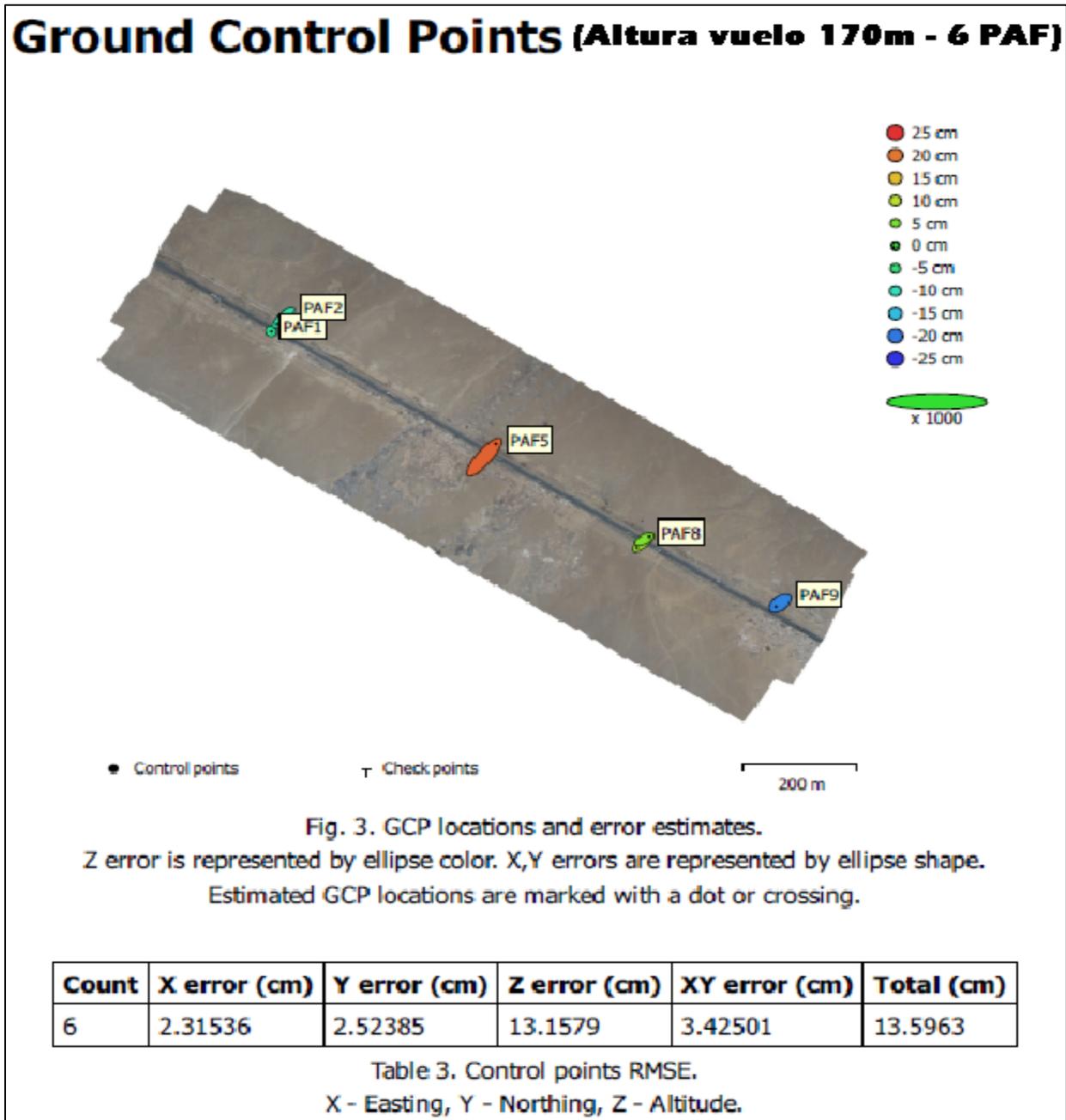


Figura 31: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 170 m y utilizando 06 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft.

# Ground Control Points (Altura vuelo 170m - 9 PAF)

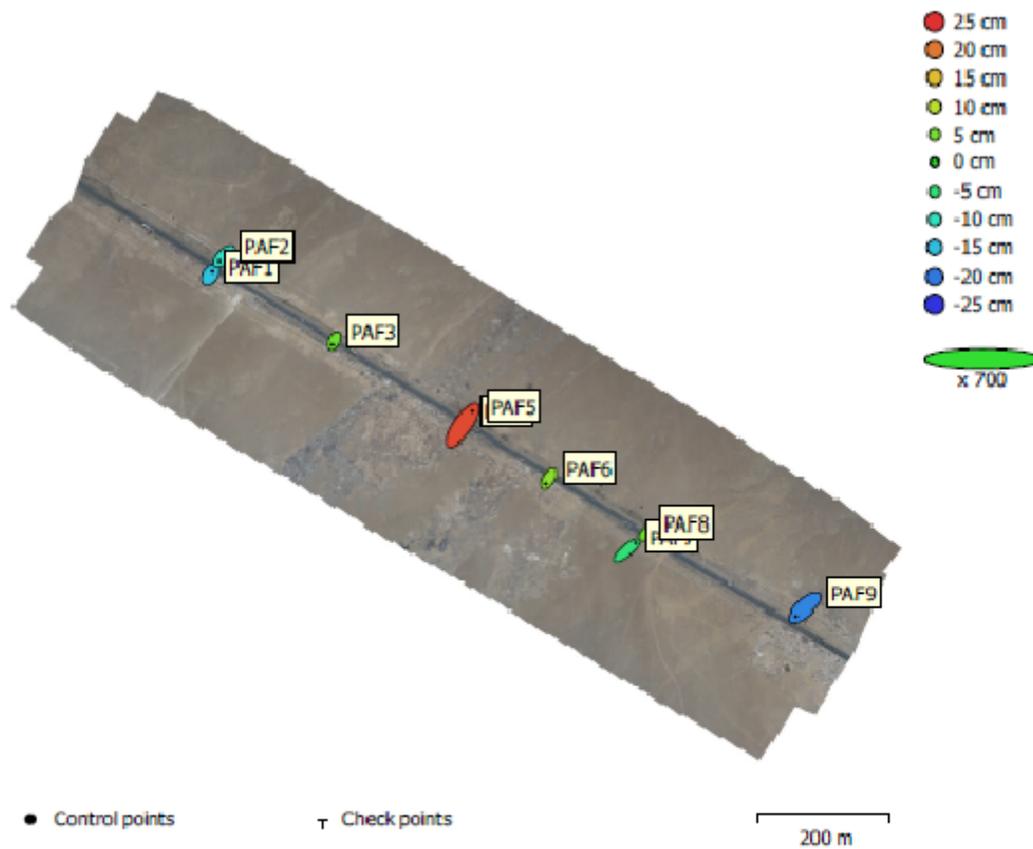


Fig. 3. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.  
 Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
9	2.58324	3.01284	12.662	3.96867	13.2694

Table 3. Control points RMSE.  
 X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Figura 32: Reporte de procesamiento de vuelo a una Altura de 170 m y utilizando 09 puntos de apoyo fotogramétrico en software Agisoft.

## **2.6. Método de análisis de datos**

Según, Piza et al. (2019), el enfoque de análisis implica la observación directa, en la que el investigador se integra de manera activa en el grupo observado. Durante este proceso, el investigador examina cada prueba, ensayo o anotación utilizada en la recopilación de información y posteriormente la compara con la hipótesis.” (párr. 31) Para recolectar la información de este proyecto usaremos las siguientes herramientas tecnológicas: 02 receptor GNSS SatLab SL700, drone (RPA) Phantom 4Pro v2 y herramientas manuales. Para el procesamiento de información y análisis de resultados se usará el software Pix4D Mapper y para procesar el punto geodésico el software Trimble Business Center v5.2. Aparte para la contratación de hipótesis se está usando los programas como, Microsoft Excel, SPSS y Microsoft Word.

## **2.7. Aspectos éticos**

Desde la perspectiva ética de este estudio, enfatizamos que, como estudiantes, llevamos a cabo esta investigación de forma completamente original y con autoría exclusiva. Seguido de manera estricta los códigos de ética de investigación de la UCV. Cada dato recopilado fue tratado con precisión y veracidad, respaldado por citas bibliográficas apropiadas siguiendo las directrices de las normas ISO-690-20120. Adicionalmente, hemos sometido nuestro trabajo a una revisión exhaustiva mediante la herramienta web Turnitin, la cual reveló un nivel mínimo de similitud en los resultados.

### III. RESULTADOS

#### Objetivo general:

Evaluar la precisión del levantamiento fotogramétrico, considerando diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo fotogramétricos (PAF) en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024.

#### Reseña de objetivo específico N°1:

Determinar la influencia de la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024.

La clave para obtener buenos resultados en el levantamiento fotogramétrico fue una planificación adecuada de la misión de vuelo. Con respecto a la altura de vuelo y la calidad de precisión que implica a medida que aumenta el valor del tamaño de píxel en el terreno (GSD) de la imagen, disminuye la resolución espacial y los detalles se vuelven menos visibles, como se muestra en la figura 33. Con esta información, se establecen los parámetros del plan de vuelo, como la altura, la separación entre líneas y la velocidad, entre otros.

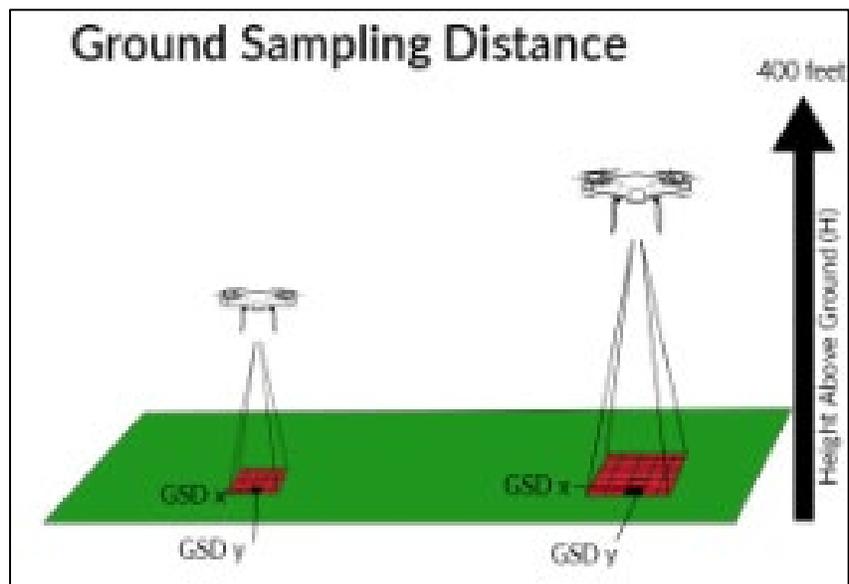
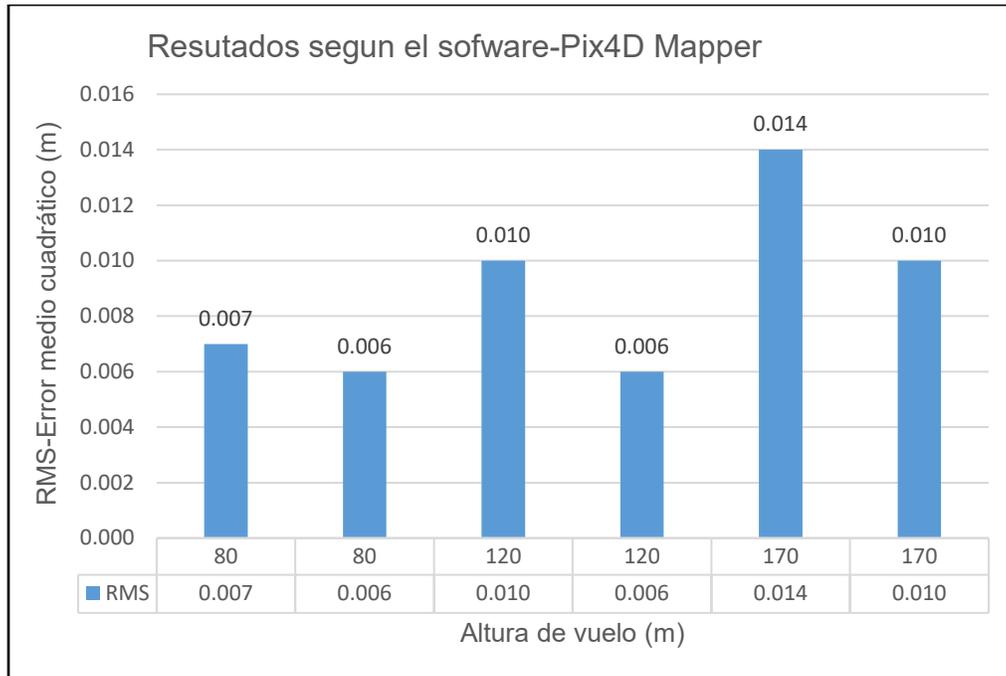


Figura 33: Representación gráfica del tamaño GSD de acuerdo con la altura de vuelo

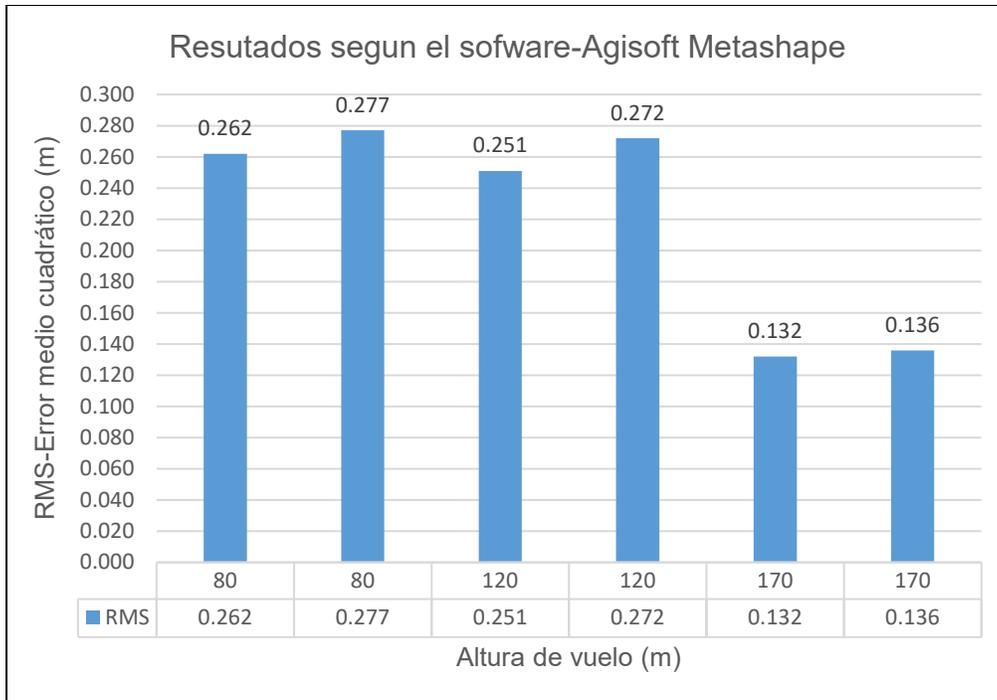
**Tabla 6:** Resultados de Error medio cuadrático (RMS) promedio de cada proceso en software.

Nº vuelo	Nº de proceso	Altura de vuelo (m)	Cantidad de PAF (und)	RMS promedio (m)
1	1	80	9	0.007
	2	80	6	0.006
2	3	120	9	0.010
	4	120	6	0.006
3	5	170	9	0.014
	6	170	6	0.010
1	7	80	9	0.262
	8	80	6	0.277
2	9	120	9	0.251
	10	120	6	0.272
3	11	170	9	0.132
	12	170	6	0.136

Fuente: elaboración propia



**Figura 34:** Resultados de Error RMS según software Pix4D Mapper



*Figura 35: Resultados de Error RMS según software Agisoft Metashape*

**Interpretación:**

Con respecto a la Tabla 6, Figura 34 y Figura 35, se realizaron tres vuelos fotogramétricos a tres diferentes alturas sobre el nivel de terreno: a 80 m, 120 m y 170 m. Por cada vuelo se realizaron dos procesos en gabinete; en el primero se tuvo en cuenta el ajuste con seis puntos PAF, y en el segundo, 09 PAF. Esto se realizó en dos softwares especializados. En el software Pix4D, para la altura de vuelo a 80 m el error RMS fue de 0.007 m y 0.006 m respectivamente, para la altura de vuelo a 120 m el error RMS fue de 0.010 m y 0.006 m respectivamente y para la altura de vuelo a 170 m el error RMS fue de 0.014 y 0.010 respectivamente. Por otra parte, para el software Agisoft, la altura de vuelo a 80 m el error RMS fue de 0.262 m y 0.277 m respectivamente, para la altura de vuelo a 120 m el error RMS fue de 0.251 m y 0.272 m respectivamente y para la altura de vuelo a 170 m el error RMS fue de 0.132 m y 0.136 m.

## Contrastación de hipótesis del objetivo 1

### Prueba de normalidad

#### 1. planteamiento de normalidad

$H_0$  : La influencia de la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico si está relacionada.

$H_1$  : La influencia de a altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico no está relacionada.

#### 2. Nivel de significancia.

$\alpha=5\%=0.05$

#### 3. Prueba estadística.

$n > 50$ .....K-s

$n \leq 50$  S-w

Tabla 7. Prueba de normalidad RMS promedio PIX4D.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura_vuelo_PIX 4D	,210	6	,200*	,850	6	,157
RMS_promedio	,221	6	,200*	,874	6	<b>,241</b>

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors.

#### 4. Regla de decisión.

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$

Queda denegada la hipótesis nula

0. 241 > 0.05

Por lo tanto; se acepta la hipótesis nula.

#### 5. Conclusión.

El conjunto de valores correspondientes a la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico, con el software PIX4D presentan normalidad con

un grado de significancia del 5%.

**Prueba de normalidad**

**2. planteamiento de normalidad**

$H_0$  : La influencia de la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico si está relacionada.

$H_1$  : La influencia de a altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico no está relacionada.

**6. Nivel de significancia.**

$\alpha=5\%=0.05$

**7. Prueba estadística.**

$n > 50$ .....K-s

$n \leq 50$  S-w

**Tabla 8.** Prueba de normalidad RMS promedio AGISOFT.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura_vuelo_AGIS OFT	,210	6	,200*	,850	6	,157
RMS_promedio	,332	6	,037	,747	6	,019

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**8. Regla de decisión.**

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$

Queda denegada la hipótesis nula

$0.019 < 0.05$

Por lo tanto; se acepta la hipótesis nula.

**9. Conclusión.**

El conjunto de valores correspondientes a la altura de vuelo en la precisión del

levantamiento fotogramétrico, con el software AGISOFT no presentan normalidad.

## Correlación de Pearson

### 1. Planteamiento de normalidad

$H_0$  : La influencia de la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico no está relacionada.

$H_1$  : La influencia de a altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico si está relacionada.

### 2. Nivel de significancia $\alpha=5\%=0.05$

### 3. Coeficientes de relación de Pearson

**Tabla 9.** Correlaciones del RMS promedio PIX4D

Correlaciones

		ALTURA_DE _VUELO	RMS_PROME DIO_PIX4D
Altura_vuelo_PIX 4D	Correlación de Pearson	1	,799
	Sig. (bilateral)	.	<b>,047</b>
	N	6	6
RMS_promedio	Correlación de Pearson	,799	1
	Sig. (bilateral)	<b>,047</b>	.
	N	6	6

P valor=0.047

### 4. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$

Queda denegada la hipótesis nula

Entonces se acepta la hipótesis alterna

P valor=0.047

$0,047 < 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis alterna.

## 5. Conclusión

La influencia de a altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico si está relacionada de manera positiva directa al analizarlo con el software e PIX4D.

### Correlación de Pearson

#### 1. Planteamiento de normalidad

$H_0$  : La influencia de la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico no está relacionada.

$H_1$  : La influencia de a altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico si está relacionada.

#### 2. Nivel de significancia $\alpha=5\%=0.05$

#### 3. Coeficientes de relación de Pearson

**Tabla 10.** Correlaciones del RMS promedio AGISOFT.

Correlaciones

		ALTURA_DE _VUELO	RMS_PROM EDIO_AGIS OFT
Altura_vuelo_AGIS OFT	Correlación de Pearson	1.000	-.837*
	Sig. (bilateral)	.	<b>.038</b>
	N	6	6
RMS_promedio	Correlación de Pearson	-.837*	1.000
	Sig. (bilateral)	.038	.
	N	6	6

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

P valor=0.038

#### 4. Regla de decisión

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$

Queda denegada la hipótesis nula

Entonces se acepta la hipótesis alterna

$P\text{ valor} = 0.013$

$0,038 < 0.05$

Entonces se acepta la hipótesis alterna.

#### 5. Conclusión

La influencia de la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico si está relacionada de manera negativa directa al analizarlo con el software AGISOFT.

#### Reseña de objetivo específico N°2:

Calcular la cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo con la altura de vuelo del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024.

Los dos métodos principales para generar una nube de puntos a partir de datos de vehículos aéreos no tripulados y fotogrametría tienen sus usos ideales. A veces, ambos métodos pueden ser empleados en un mismo proyecto. En esta investigación, analizamos las diferencias entre cada proceso y cómo pueden utilizarse para completar un proyecto único, como representación contamos con la figura 28 y figura 29.

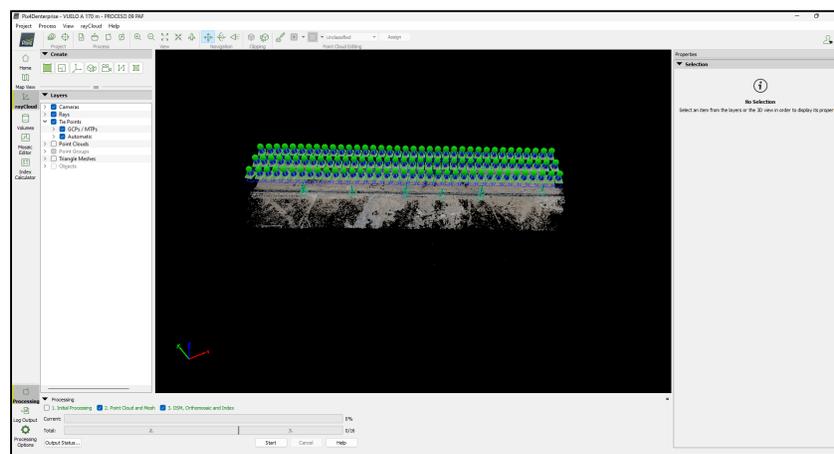


Figura 36: Nube de puntos obtenidas en software Pix4D Mapper.

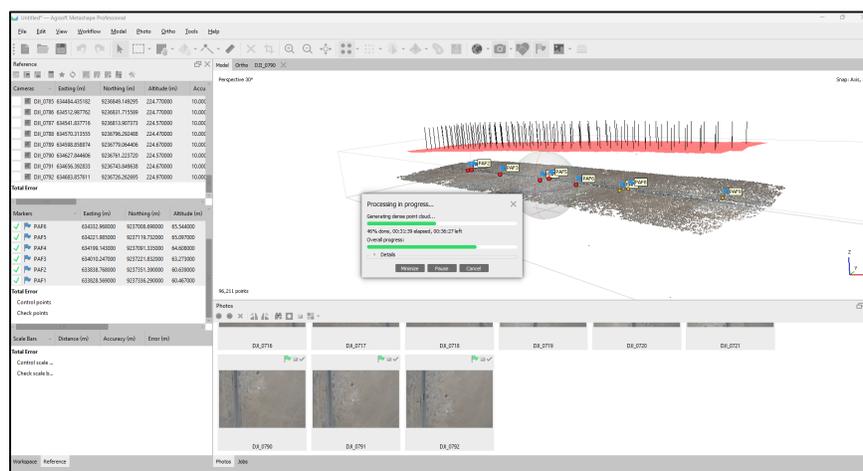


Figura 37: Nube de puntos obtenidas en software Agisoft Metashape.

Tabla 11. Densidad de nube de puntos por metro cuadrado.

Nº proceso	Altura - Puntos	Área efectiva de levantamiento (m2)	Cantidad de puntos sin espaciar (und)	Cantidad de puntos por m2 (sin espaciar)
1	80 m-6 PAF	210,160	84,064,119	400
2	80 m-9 PAF	210,160	84,064,129	400
3	120 m - 6 PAF	326,852	130,740,447	400
4	120 m - 9PAF	326,852	130,740,667	400
5	170 m - 6 PAF	485,018	48,501,873	100
6	170 m - 9 PAF	485,018	48,501,878	100
7	80 m - 6PAF	210,160	117,372,213	560
8	80 m -9 PAF	210,160	23,018,489	110
9	120 m - 6 PAF	326,852	81,720,276	250
10	120 m – 9 PAF	326,852	81,607,760	250
11	170 m – 6 PAF	485,018	57,840,797	120
12	170 m - 9 PAF	485,018	57,774,948	120

Fuente: Software Civil 3D y Cloud Compare.

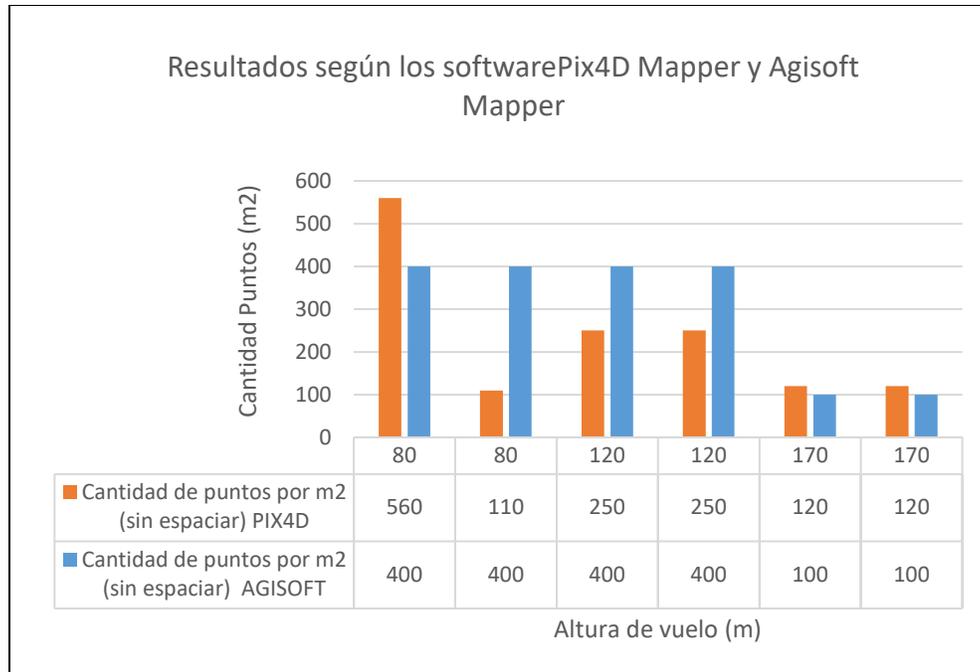


Figura 38: Resultados de cantidad de puntos según Pix4D Mapper y Agisoft Mapper.

### Interpretación:

Con respecto a la Tabla 6 y Figura 38. Para los tres vuelos fotogramétricos en campo a 80 m, 120 m y 170 m se han determinados áreas efectivas de levantamiento que son 210,160 m<sup>2</sup>; 326,852 m<sup>2</sup> y 485,018 m<sup>2</sup> respectivamente. Después de haber procesado los vuelos en el software Pix4D Mapper se tuvo que a una altura 80 m, la cantidad de puntos obtenidos fue de 84,064,119 con 6 PAF, y de 84,064,129 con 9 PAF; para una altura de 120 m la cantidad de puntos obtenidos fue de 130,740,447 con 6 PAF, y de 130,740,667 m<sup>2</sup> con 9 PAF y para 170 m la cantidad de puntos obtenidos fue de 48,501,873 con 6 PAF, y de 48,501,878 con 9 PAF. Por otro lado, para el software Agisoft Metashape se tuvo que a una altura 80 m, la cantidad de puntos obtenidos fue de 117,372,213 m<sup>2</sup> con 6 PAF, y de 23,018,489 m<sup>2</sup> con 9 PAF; para una altura de 120 m la cantidad de puntos obtenidos fue de 81,720,276 con 6 PAF, y de 81,720,276 m<sup>2</sup> con 9 PAF y para 170 m la cantidad de puntos obtenidos fue de 57,840,797 m<sup>2</sup> con 6 PAF, y de 57,774,948 m<sup>2</sup> con 9 PAF.

## Contrastación de hipótesis del objetivo 2

### Prueba de normalidad

#### 1. planteamiento de normalidad

$H_0$  : La cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo con la altura de vuelo si está relacionada.

$H_1$  : La cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo con la altura de vuelo no está relacionada.

**Tabla 12.** Prueba de normalidad Densidad de nube de puntos por metro cuadrado PIX4D.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura_vuelo_PIX 4D	.210	6	.200*	.850	6	.157
RMS_promedio	.407	6	.002	.640	6	<b>.051</b>

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

#### 2. Conclusión.

Con el software PIX4D presentan normalidad con un grado de significancia del 5%.

### Prueba de normalidad

#### 1. planteamiento de normalidad

$H_0$  : La cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo con la altura de vuelo si está relacionada.

$H_1$  : La cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo con la altura de vuelo no está relacionada.

**Tabla 13.** Prueba de normalidad Densidad de nube de puntos por metro cuadrado AGISOFT.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura_vuelo_AGIS OFT	.210	6	.200*	.850	6	.157
RMS_promedio	.299	6	.102	.768	6	<b>.030</b>

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

## 2. Conclusión.

Con el software AGISOFT no presentan normalidad con un grado de significancia del 5%.

## Correlación de Pearson

### 1. Planteamiento de normalidad

$H_0$  : La cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo con la altura de vuelo no está relacionada.

$H_1$  : La cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo con la altura de vuelo si está relacionada.

**Tabla 14.** Correlaciones de Densidad de nube de puntos por metro PIX4D.

Correlaciones

		ALTURA_DE _VUELO_PI X4D	CANTIDAD_ DE_PUNTO S_POR_M2
Altura_vuelo_PIX 4D	Correlación de Pearson	1	-.896*
	Sig. (bilateral)	.	<b>.016</b>
	N	6	6
RMS_promedio	Correlación de Pearson	-.896*	1
	Sig. (bilateral)	<b>.016</b>	.
	N	6	6

P valor=0.047

## 2. Conclusión

Si está relacionada de manera negativa directa al analizarlo con el software e PIX4D.

### Correlación de Pearson

#### 1. Planteamiento de normalidad

$H_0$  : La cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo con la altura de vuelo no está relacionada.

$H_1$  : La cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo con la altura de vuelo si está relacionada.

**Tabla 15.** Correlaciones de Densidad de nube de puntos por metro AGISOFT.

Correlaciones

		ALTURA_DE _VUELO_AG ISOFT	CANTIDAD_ DE_PUNTO S_POR_M2
Altura_vuelo_AGIS OFT	Correlación de Pearson	1.000	-.246
	Sig. (bilateral)	.	<b>.638</b>
	N	6	6
RMS_promedio	Correlación de Pearson	-.246	1.000
	Sig. (bilateral)	<b>.638</b>	.
	N	6	6

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

P valor=0.013

## 2. Conclusión

La cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo con la altura de vuelo no está relacionada de manera negativa directa al analizarlo con el software e AGISOFT.

### Reseña de objetivo específico N°3:

Analizar el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024.

La precisión es esencial en un proyecto de mapeo aéreo para lograr resultados profesionales. En este tercer objetivo, analizaremos qué entendemos por exactitud, qué implica la distancia de muestreo del suelo y cómo se pueden evaluar los resultados de Pix4D Mapper y Agisoft Metashape para mejorar la precisión de su proyecto de mapeo aéreo.

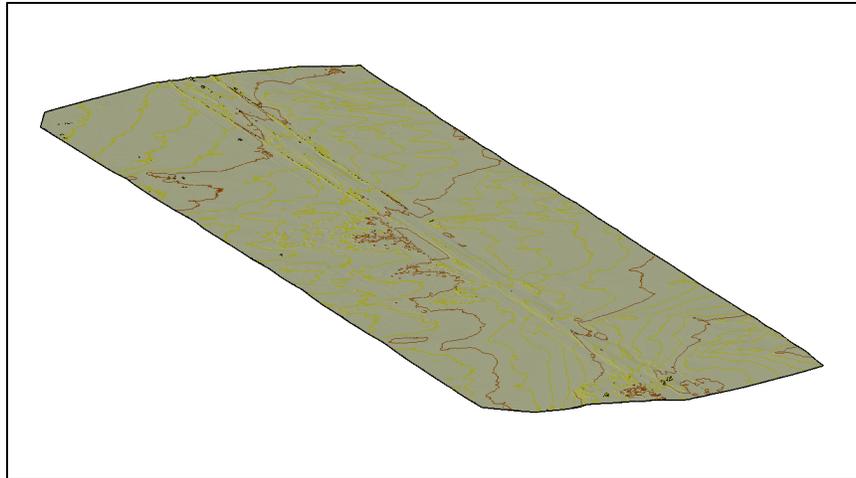


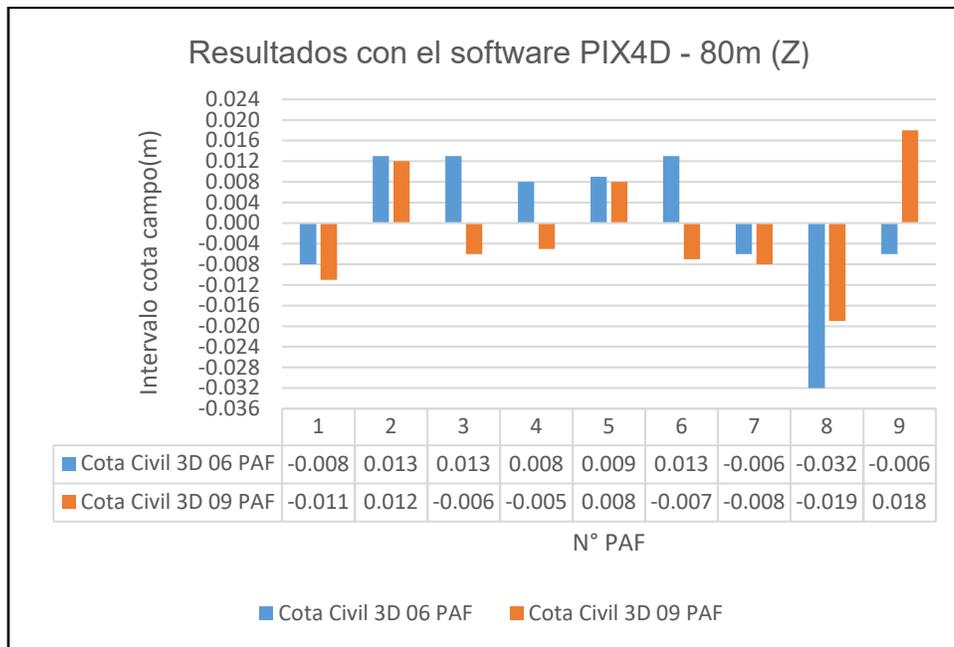
Figura 39: Ejemplo de modelo digital de elevaciones obtenidos a partir del levantamiento fotogramétrico.

**Tabla 16.** Comparación de valor de elevación (eje Z) de superficie con respecto al vuelo con altura promedio de 80 m.

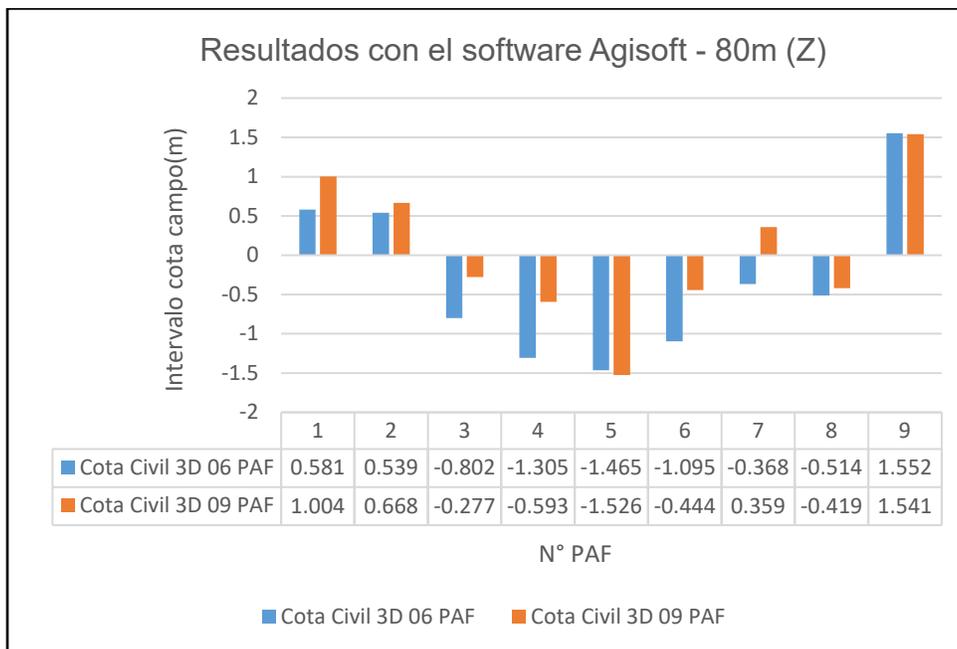
Nº PAF	Software	Cota Campo	Cota Civil 3D 06 PAF	Diferencia Z	Cota Civil 3D 09 PAF	Diferencia Z
1	Pix4D Mapper	60.467	60.467	-0.008	60.478	-0.011
2		60.639	60.639	0.013	60.627	0.012
3		63.273	63.273	0.013	63.279	-0.006
4		64.608	64.608	0.008	64.613	-0.005
5		65.097	65.097	0.009	65.089	0.008
6		65.544	65.544	0.013	65.551	-0.007
7		67.532	67.532	-0.006	67.540	-0.008
8		68.901	68.901	-0.032	68.920	-0.019
9		75.529	75.529	-0.006	75.511	0.018
1	Agisoft Metashape	60.467	59.886	0.581	59.463	1.004
2		60.639	60.100	0.539	59.971	0.668
3		63.273	64.075	-0.802	63.550	-0.277
4		64.608	65.913	-1.305	65.201	-0.593
5		65.097	66.562	-1.465	66.623	-1.526
6		65.544	66.639	-1.095	65.988	-0.444
7		67.532	67.900	-0.368	67.173	0.359
8		68.901	69.415	-0.514	69.320	-0.419
9		75.529	73.977	1.552	73.988	1.541

Fuente: Software Civil 3D y ReCap Pro

Según Figura 40 y Figura 41 se da la comparación de la diferencia de valor de elevación entre PAF leído en campo y la elevación del PAF obtenido en gabinete según software de procesamiento a altura promedio de vuelo de 80 m.



*Figura 40:* Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 80 m (Z) en Pix4D Mapper comparado con la cota real obtenida en campo.



*Figura 41:* Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 80 m (Z) en Agisoft comparado con la cota real obtenida en campo.

### **Interpretación:**

Con respecto a la Tabla 8 y las Figuras 40 y 41 se tiene que a una altura promedio de vuelo de 80 m y utilizando 6 PAF y 9 PAF en el procesamiento la diferencia entre la cota real en campo y la cota calculada en gabinete. Para el punto PAF N° 1 la diferencia es de -0.008 en Pix4D y de 0.581 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.011 en Pix4D y de 1.004 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 2 la diferencia es de 0.013 en Pix4D y de 0.539 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.012 en Pix4D y de 0.668 m en el Agisoft. Para el punto PAF N° 3 la diferencia es de 0.013 en Pix4D y de -0.802 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.006 m en Pix4D y de -0.277 m en el Agisoft. Para el punto PAF N° 4 la diferencia es de 0.008 Pix4D y de -1.305 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.005 m en el Pix4D y de -0.593 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 5 la diferencia es de 0.009 en Pix4D y de -1.465 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.008 m en Pix4D y de -1.526 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 6 la diferencia es de 0.013 en Pix4D y de -1.095 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -1.465 m en Pix4D y de -0.444 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 7 la diferencia es de -0.006 en Pix4D y de -0.368 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.008 m Pix4D y de 0.359 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 8 la diferencia en cota es de -0.032 en Pix4D y de -0.514 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.019 m en Pix4D y de -0.419 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 9 la diferencia es de -0.006 en Pix4D y de 1.552 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.018 m en Pix4D y de 1.541 en Agisoft.

### Contrastación de hipótesis del objetivo 3

**Tabla 17.** Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z)

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z_PIX4D	.223	9	.200*	.888	9	.189

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

La precisión vertical con el software PIX4D presentan normalidad.

### Correlación de Pearson

**Tabla 18.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z).

#### Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_Z_PIX4D
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,530
	Sig. (bilateral)	.	.044
	N	9	9
DIFERENCIA_Z_PIX4D	Correlación de Pearson	,530	1
	Sig. (bilateral)	.044	.
	N	9	9

\*\*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La precisión vertical con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 19.** Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z).

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z_PIX4D	.392	9	.055	.700	9	.062

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

La precisión vertical con el software PIX4D presentan normalidad.

### Correlación de Pearson.

**Tabla 20.** Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z).

Correlaciones

		PUNTOS_ PAF	DIFERENCIA_Z AGISOFT
PUNTOS_P AF	Correlación de Pearson	1	,520
	Sig. (bilateral)	.	,002
	N	9	9
DIFERENCI A_Z_ PIX4D	Correlación de Pearson	,520	1
	Sig. (bilateral)	,002	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La precisión vertical con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 21.** Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 80 m. (Z)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z_ AGISOFT	.346	9	.003	.741	9	.004

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical con el software AGISOFT no presentan normalidad.

## Correlación de Pearson

**Tabla 22.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 80 m. (Z).

### Correlaciones

Rho de Spearman			PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_Z_AGISOFT
		PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1
Sig. (bilateral)			.	,001
N			9	9
DIFERENCIA_Z_AGISOFT		Correlación de Pearson	,550	1
		Sig. (bilateral)	,001	.
		N	9	9

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La precisión vertical, con el software AGISOFT si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 23.** Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 80 m. (Z)

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z_AGISOFT	.185	9	.200*	.968	9	.880

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical, con el software AGISOFT presentan normalidad.

## Correlación de Pearson

**Tabla 24.** Correlaciones de comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 80 m. (Z).

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_Z_AGISOFT
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,350
	Sig. (bilateral)	.	,002
	N	9	9
DIFERENCIA_Z_AGISOFT	Correlación de Pearson	,350	1
	Sig. (bilateral)	,002	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La precisión vertical, con el software AGISOFT si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 25.** Comparación de valor de elevación (eje Z) de superficie con respecto al vuelo con altura promedio de 120 m.

Nº PAF	Software	Cota Campo	Cota Civil 3D 06 PAF	Diferencia Z	Cota Civil 3D 09 PAF	Diferencia Z
1	Pix4D Mapper	60.467	60.486	-0.019	60.498	-0.031
2		60.639	60.610	0.029	60.601	0.038
3		63.273	63.240	0.033	63.290	-0.017
4		64.608	64.585	0.023	64.617	-0.009
5		65.097	65.102	-0.005	65.108	-0.011
6		65.544	65.547	-0.003	65.561	-0.017
7		67.532	67.566	-0.034	67.557	-0.025
8		68.901	68.949	-0.048	68.950	-0.049
9		75.529	75.542	-0.013	75.532	-0.003
1	Agisoft Metashape	60.467	59.463	1.004	58.674	1.793
2		60.639	59.646	0.993	59.449	1.190
3		63.273	64.363	-1.090	63.612	-0.339
4		64.608	66.570	-1.962	65.517	-0.909
5		65.097	67.154	-2.057	67.259	-2.162
6		65.544	67.272	-1.728	66.298	-0.754
7		67.532	68.265	-0.733	67.210	0.322
8		68.901	69.684	-0.783	69.550	-0.649
9		75.529	73.255	2.274	73.302	2.227

Fuente: Elaboración propia.

Según Figura 42 y Figura 43 se da la comparación de la diferencia de valor de elevación entre PAF leído en campo y la elevación del PAF obtenido en gabinete según software de procesamiento a altura promedio de vuelo de 120 m.

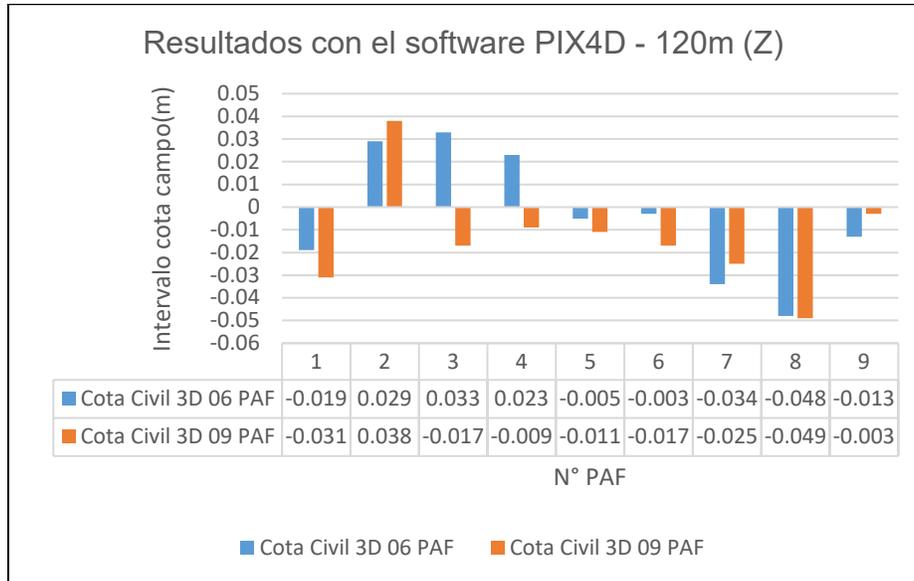


Figura 42: Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 120 m (Z) en Pix4D Mapper comparado con la cota real obtenida en campo.

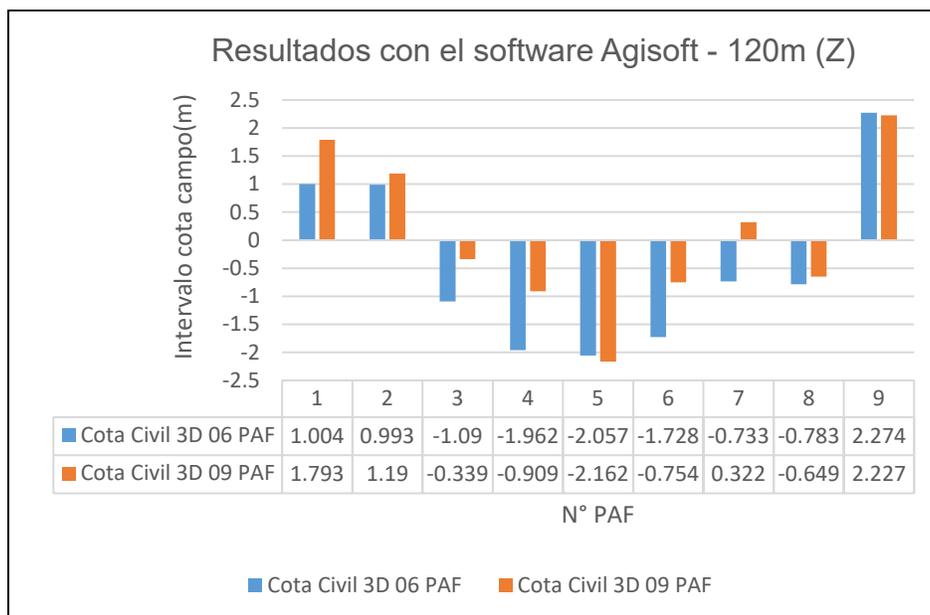


Figura 43: Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 120 m (Z) en Agisoft comparado con la cota real obtenida en campo.

## Interpretación:

Con respecto a la Tabla 9 y a las Figuras 42 y 43 se tiene que a una altura promedio de vuelo de 120 m y utilizando 6 PAF y 9 PAF en el procesamiento la diferencia entre la cota real en campo y la cota calculada en gabinete. Para el punto PAF N° 1 la diferencia es de -0.019 en Pix4D y de 1.004 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.031 en Pix4D y de 1.793 m en el Agisoft. Para el punto PAF N° 2 la diferencia es de 0.029 en Pix4D y de 0.993 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.038 en Pix4D y de 1.190 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 3 la diferencia es de 0.033 en Pix4D y de -1.090 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.017 m en Pix4D y de -0.339 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 4 la diferencia es de 0.023 en Pix4D y de -1.962 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.009 m en el Pix4D y de -0.909 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 5 la diferencia es de -0.005 en Pix4D y de -2.057 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.011 m en Pix4D y de -2.162 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 6 la diferencia es de -0.003 en Pix4D y de -1.728 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.017 m en Pix4D y de -0.754 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 7 la diferencia es de -0.034 en Pix4D y de -0.733 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.025 m Pix4D y de 0.322 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 8 la diferencia en cota es de -0.048 en Pix4D y de -0.783 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.049 m en Pix4D y de -0.649 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 9 la diferencia es de -0.013 en Pix4D y de 2.274 en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.003 m en Pix4D y de 2.227 en Agisoft.

**Tabla 26.** Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 120 m. (Z)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z_PIX4D	,225	9	,200	,890	9	,191

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical con el software PIX4D presentan normalidad.

### Correlación de Pearson

**Tabla 27.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z).

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_Z_PIX4D
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,533
	Sig. (bilateral)	.	,046
	N	9	9
DIFERENCIA_Z_PIX4D	Correlación de Pearson	,633	1
	Sig. (bilateral)	,046	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 28.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (Z).

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z_PIX4D	,394	9	,071	,703	9	,064

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico

(PAF) en la precisión vertical con el software PIX4D presentan normalidad.

### Correlación de Pearson

**Tabla 29.** *Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (Z).*

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_Z AGISOFT
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	-,522
	Sig. (bilateral)	.	,004
	N	9	9
DIFERENCIA_Z AGISOFT	Correlación de Pearson	-,522	1
	Sig. (bilateral)	,004	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical con el software PIX4D si está relacionada de manera negativa directa.

**Tabla 30.** *Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (Z)*

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z AGISOFT	.348	9	.013	.743	9	.016

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical con el software AGISOFT no presentan normalidad.

## Correlación de Pearson

**Tabla 31.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (Z).

### Correlaciones

Rho de Spearman		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_Z_AGISOFT	
	PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	
		Sig. (bilateral)	.004	
		N	9	
	DIFERENCIA_Z_AGISOFT	Correlación de Pearson	,502	1
		Sig. (bilateral)	,004	.
		N	9	9

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico, con el software PIX4D presentan normalidad.

**Tabla 32.** Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (Z)

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z_AGISOFT	.187	9	.200*	.964	9	.068

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

La precisión vertical, con el software AGISOFT si presentan normalidad.

## Correlación de Pearson

**Tabla 33.** Correlaciones de comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (Z).

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA Z_AGISOFT
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	-,348
	Sig. (bilateral)	.	,066
	N	9	9
DIFERENCIA_Z_AGISOFT	Correlación de Pearson	-,348	1
	Sig. (bilateral)	,066	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical, con el software AGISOFT no está relacionada de manera negativa directa.

**Tabla 34.** Comparación de valor de elevación (eje Z) de superficie con respecto al vuelo con altura promedio de 170 m.

Nº PAF	Software	Cota Campo (msnm)	Cota Civil 3D 06 PAF	Diferencia Z	Cota Civil 3D 09 PAF	Diferencia Z
1	Pix4D Mapper	60.467	60.511	-0.044	60.525	-0.058
2		60.639	60.598	0.041	60.598	0.041
3		63.273	63.264	0.009	63.297	-0.024
4		64.608	64.603	0.005	64.623	-0.015
5		65.097	65.111	-0.014	65.118	-0.021
6		65.544	65.576	-0.032	65.588	-0.044
7		67.532	67.556	-0.024	67.549	-0.017
8		68.901	68.944	-0.043	68.941	-0.040
9		75.529	75.586	-0.057	75.602	-0.073
1	Agisoft Metashape	60.467	59.729	0.738	58.928	1.539
2		60.639	59.777	0.862	59.589	1.050
3		63.273	64.493	-1.22	63.704	-0.431
4		64.608	66.590	-1.982	65.537	-0.929
5		65.097	66.949	-1.852	67.068	-1.971
6		65.544	67.202	-1.658	66.218	-0.674
7		67.532	68.198	-0.666	67.114	0.418
8		68.901	69.417	-0.516	69.301	-0.400
9		75.529	72.936	2.593	73.030	2.499

Fuente: Software Civil 3D y ReCap Pro

Según Figura 44 y Figura 45 se da la comparación de la diferencia de valor de elevación entre PAF leído en campo y la elevación del PAF obtenido en gabinete según software de procesamiento a altura promedio de vuelo de 170 m.

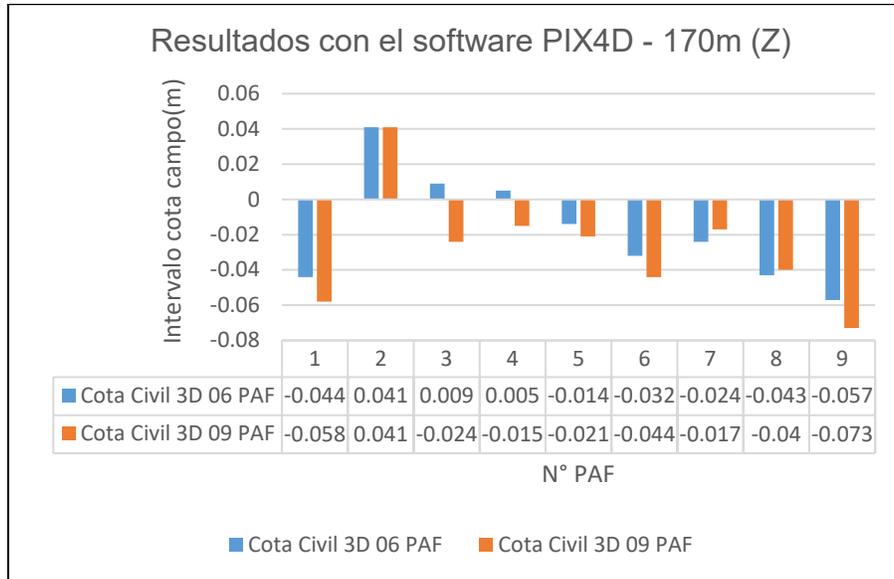


Figura 44: Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 170 m (Z) en Pix4D Mapper comparado con la cota real obtenida en campo

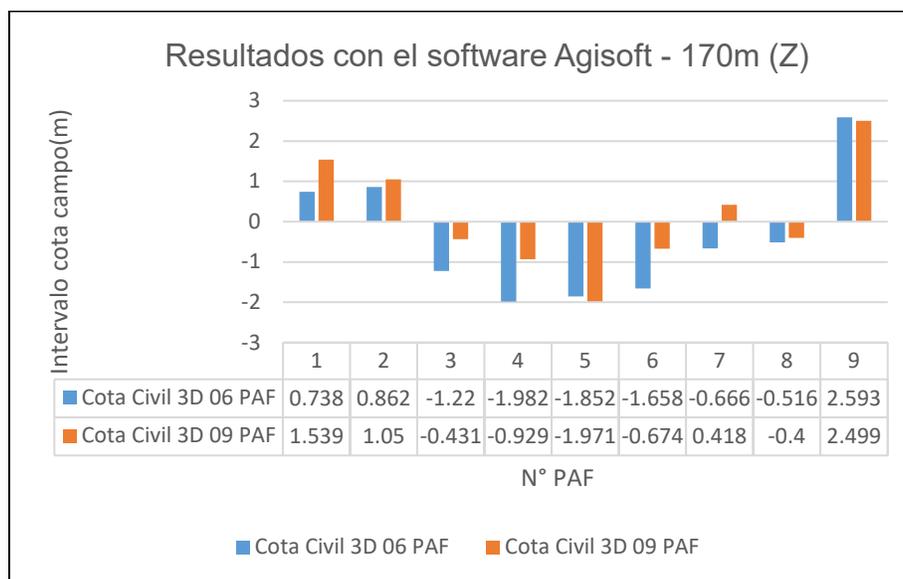


Figura 45: Diferencia del valor de cota obtenido en el software del proceso de altura 170 m (Z) en Agisoft comparado con la cota real obtenida en campo

## Interpretación:

Con respecto a la Tabla 10 y a las Figuras 44 y 45 se tiene que a una altura promedio de vuelo de 170 m y utilizando 6 PAF y 9 PAF en el procesamiento la diferencia entre la cota real en campo y la cota calculada en gabinete. Para el punto PAF N° 1 la diferencia es de -0.044 en Pix4D y de 0.738 m en el Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.058 en Pix4D y de 1.539 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 2 la diferencia es de 0.041 en Pix4D y de 0.862 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.041 en Pix4D y de 1.050 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 3 la diferencia es de 0.009 en Pix4D y de -1.220 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.024 m en Pix4D y de -0.431 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 4 la diferencia es de 0.005 en Pix4D y de -1.982 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.015 m en el Pix4D y de -0.929 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 5 la diferencia es de -0.014 en Pix4D y de -1.852 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.021 m en Pix4D y de -1.971 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 6 la diferencia es de -0.032 en Pix4D y de -1.658 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.044 m en Pix4D y de -0.674 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 7 la diferencia es de -0.024 en Pix4D y de -0.666 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.017 m Pix4D y de 0.418 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 8 la diferencia en cota es de -0.043 en Pix4D y de -0.516 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.040 m en Pix4D y de -0.400 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 9 la diferencia es de -0.057 en Pix4D y de 2.593 en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de -0.073 m en Pix4D y de 2.499 en Agisoft.

**Tabla 35. Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 170 m. (Z)**

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z_PIX4D	.223	9	.200*	.888	9	.184

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical con el software PIX4D presentan normalidad.

### Correlación de Pearson

**Tabla 36. Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 170 m. (Z).**

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_Z_PIX4D
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,482
	Sig. (bilateral)	.	.002
	N	9	9
DIFERENCIA_Z_PIX4D	Correlación de Pearson	,482	1
	Sig. (bilateral)	.002	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 37. Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (Z)**

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z_PIX4D	.385	9	.060	.700	9	.084

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical con el software PIX4D presentan normalidad.

### Correlación de Pearson

**Tabla 38.** Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 170 m. (Z).

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_Z_AGISOFT
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,570
	Sig. (bilateral)	.	,001
	N	9	9
DIFERENCIA_Z_PIX4D	Correlación de Pearson	,570	1
	Sig. (bilateral)	,001	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 39.** Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (Z)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z_AGISOFT	.339	9	.005	.740	9	.006

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical con el software AGISOFT no presentan normalidad.

## Correlación de Pearson

**Tabla 40.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 170 m. (Z).

### Correlaciones

Rho de Spearman		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_Z_AGISOFT	
	PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	
		Sig. (bilateral)	,501	
		N	9	
	DIFERENCIA_Z_AGISOFT	Correlación de Pearson	501	1
		Sig. (bilateral)	,010	.
		N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico, con el software PIX4D presentan normalidad.

**Tabla 41.** Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (Z)

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_Z_AGISOFT	.0.84	9	.200*	.850	9	.040

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical, con el software AGISOFT no presentan normalidad.

## Correlación de Pearson

**Tabla 42.** Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 170 m. (Z).

### Correlaciones

Rho de Spearman		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_Z_AGISOFT	
	PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	
		Sig. (bilateral)	,550	
		N	,024	
	DIFERENCIA_Z_AGISOFT	Correlación de Pearson	550	1
		Sig. (bilateral)	,024	,024
		N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical, con el software AGISOFT si está relacionada de manera positiva directa.

### Reseña de objetivo específico N°4:

Analizar el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024.

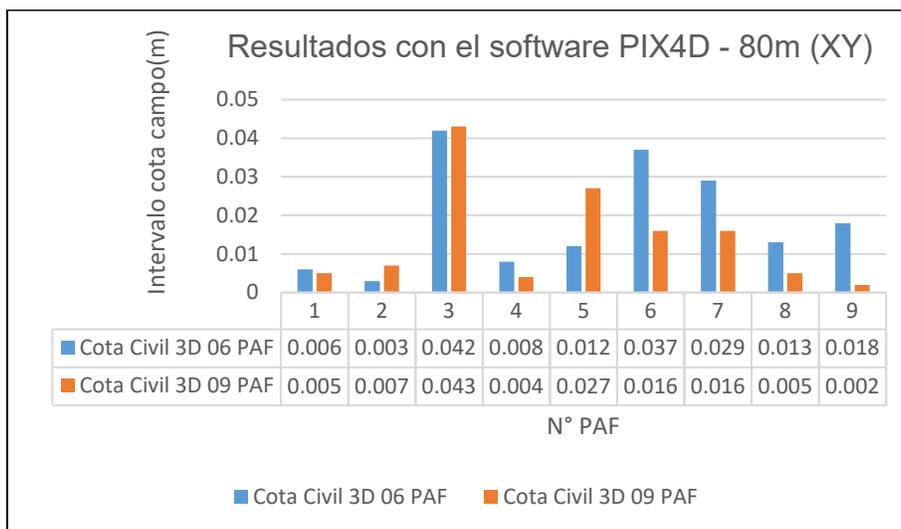
El software de fotogrametría estudia el comportamiento de la luz y los elementos colineales para reconstruir la geometría de una escena. En términos simples, nuestro software de fotogrametría (PIX4D Mapper, Agisoft Metashape) emplea los datos de la cámara y las fotos para crear una reconstrucción geoméricamente precisa de un área de proyecto.

**Tabla 43.** Error de cierre lineal en la vista XY teniendo en cuenta el vuelo a una altura promedio de 80 m.

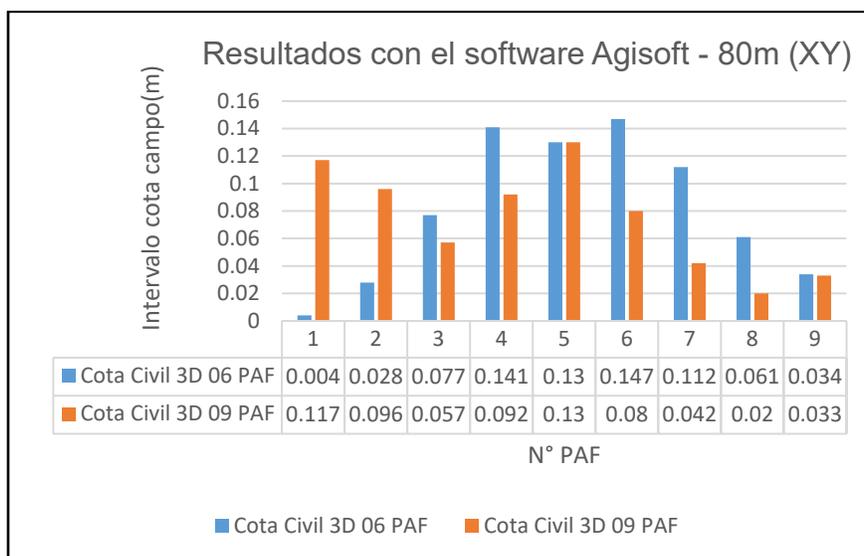
Nº PAF	Software	Cota Civil 3D 06 PAF	Cota Civil 3D 09 PAF
1	Pix4D Mapper	0.006	0.005
2		0.003	0.007
3		0.042	0.043
4		0.008	0.004
5		0.012	0.027
6		0.037	0.016
7		0.029	0.016
8		0.013	0.005
9		0.018	0.002
1	Agisoft Metashape	0.004	0.117
2		0.028	0.096
3		0.077	0.057
4		0.141	0.092
5		0.130	0.130
6		0.147	0.080
7		0.112	0.042
8		0.061	0.020
9		0.034	0.033

Fuente: Software Civil 3D y ReCap Pro.

Según las Figuras 46 y 47 se muestra la comparación de la diferencia del error de cierre en los planos XY entre PAF leído en campo y el PAF obtenido en gabinete según software de procesamiento a altura promedio de vuelo de 80 m.



**Figura 46:** Diferencia de cierre lineal en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 80 m en Pix4D Mapper comparado con la ortofoto obtenida.



*Figura 47:* Diferencia de cierre lineal en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 80 m en Agisoft comparado con la ortofoto obtenida.

### Interpretación:

Con respecto a la Tabla 11 y a las Figuras 46 y 47 se tiene que a una altura promedio de vuelo de 80 m y utilizando 6 PAF y 9 PAF en el procesamiento el error lineal entre los datos de campo y la ortofoto. Para el punto PAF N° 1 el error es de 0.006 en Pix4D y de 0.004 m en el Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.005 en Pix4D y de 0.117 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 2 la diferencia es de 0.003 en Pix4D y de 0.028 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.007 en Pix4D y de 0.096 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 3 la diferencia es de 0.042 en Pix4D y de 0.077 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.043 m en Pix4D y de 0.057 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 4 la diferencia es de 0.008 en Pix4D y de 0.141 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.004 m en el Pix4D y de 0.092 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 5 la diferencia es de 0.012 en Pix4D y de 0.130 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.027 m en Pix4D y de 0.130 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 6 la diferencia es de 0.037 en Pix4D y de 0.147 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.016 m en Pix4D y de 0.080 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 7 la diferencia es

de 0.029 en Pix4D y de 0.112 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.016 m Pix4D y de 0.042 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 8 la diferencia es de 0.013 en Pix4D y de 0.061 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.005 m en Pix4D y de 0.020 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 9 la diferencia es de 0.018 en Pix4D y de 0.034 en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.002 m en Pix4D y de 0.033 en Agisoft.

#### Contrastación de hipótesis del objetivo 4

**Tabla 44.** Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_XY_PIX4D	.212	9	.200*	.899	9	.248

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D presentan normalidad.

#### Correlación de Pearson

**Tabla 45.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_XY_PIX4D
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,480
	Sig. (bilateral)	.	,001
	N	9	9
DIFERENCIA_XY_PIX4D	Correlación de Pearson	,480	1
	Sig. (bilateral)	,001	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 46.** Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_XY_PIX4D	.250	9	.111	.823	9	.057

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

El conjunto de valores correspondientes a cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D presentan normalidad.

**Correlación de Pearson**

**Tabla 47.** Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_XY_PIX4D
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,420
	Sig. (bilateral)	.	,002
	N	9	9
DIFERENCIA_XY_PIX4D	Correlación de Pearson	,420	1
	Sig. (bilateral)	,002	.
	N	9	9

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 48.** Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 80 m. (XY).

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_XY_AGISOFT	.161	9	.200*	.923	9	.420

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D presentan normalidad.

**Correlación de Pearson**

**Tabla 49.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_XY_AGISOFT
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,410
	Sig. (bilateral)	.	,001
	N	9	9
DIFERENCIA_XY_AGISOFT	Correlación de Pearson	,410	1
	Sig. (bilateral)	,001	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 50.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_XY_AGISOFT	.132	9	.200*	.958	9	.773

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D presentan normalidad.

### Correlación de Pearson

**Tabla 51.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_XY_AGISOFT
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,630
	Sig. (bilateral)	.	,001
	N	9	9
DIFERENCIA_XY_AGISOFT	Correlación de Pearson	,630	1
	Sig. (bilateral)	,001	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

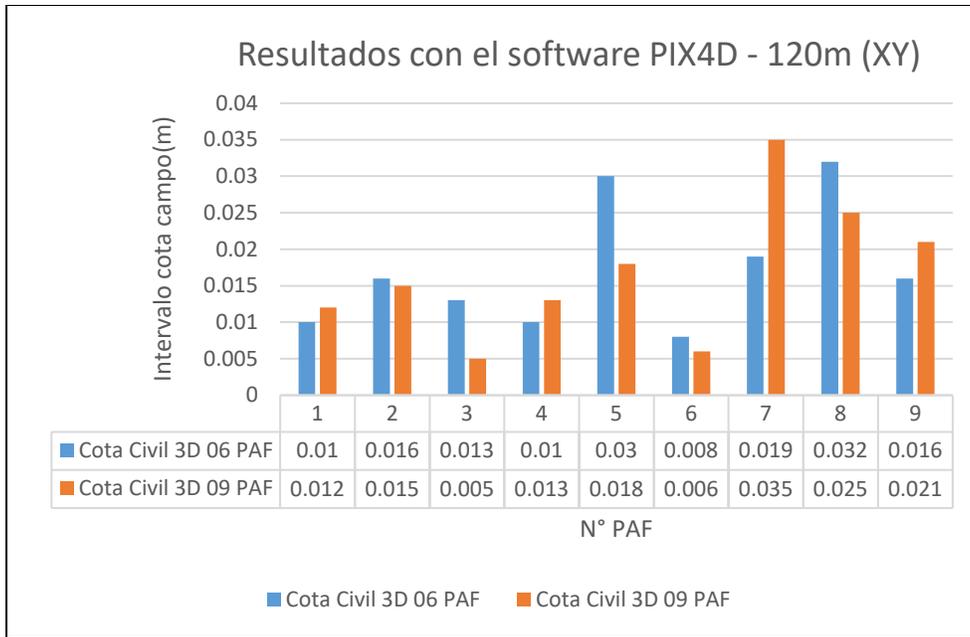
El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 52.** Error de cierre lineal en la vista XY teniendo en cuenta el vuelo a una altura promedio de 120 m.

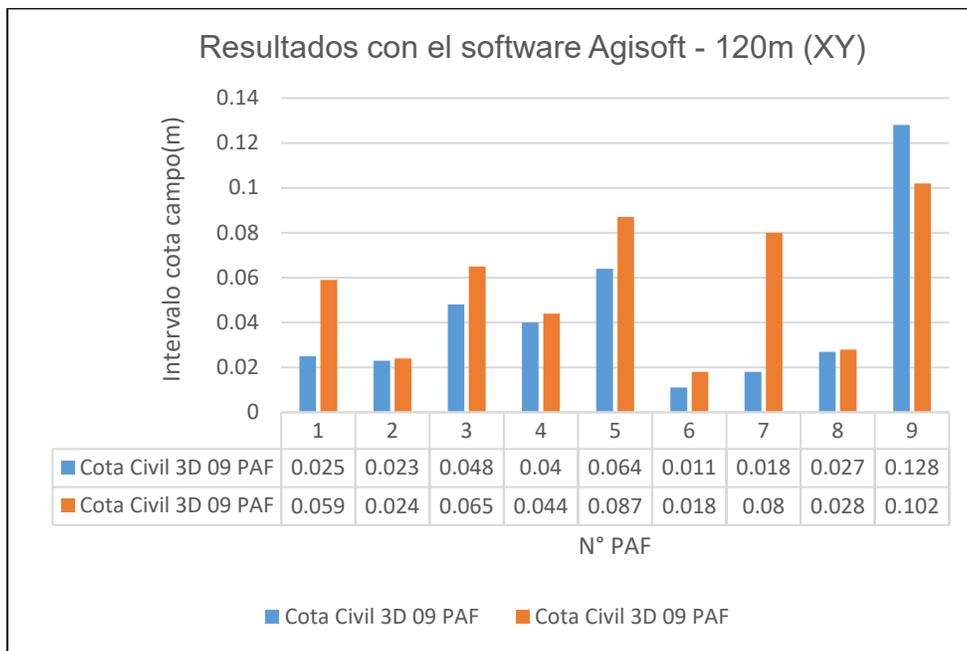
Nº PAF	Software	Cota Civil 3D 06 PAF	Cota Civil 3D 09 PAF
1	Pix4D Mapper	0.010	0.012
2		0.016	0.015
3		0.013	0.005
4		0.010	0.013
5		0.030	0.018
6		0.008	0.006
7		0.019	0.035
8		0.032	0.025
9		0.016	0.021
1	Agisoft Metashape	0.025	0.059
2		0.023	0.024
3		0.048	0.065
4		0.040	0.044
5		0.064	0.087
6		0.011	0.018
7		0.018	0.080
8		0.027	0.028
9		0.128	0.102

Fuente: Software Civil 3D y ReCap Pro.

Según las Figuras 48 y 49 se muestra la comparación de la diferencia del error de cierre en los planos XY entre PAF leído en campo y el PAF obtenido en gabinete según software de procesamiento a altura promedio de vuelo de 120 m.



**Figura 48:** Diferencia de cierre lineal en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 120 m en Pix4D Mapper comparado con la ortofoto obtenida.



**Figura 49:** Diferencia de cierre lineal en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 120 m en Agisoft comparado con la ortofoto obtenida.

## **Interpretación:**

Con respecto a la Tabla 12 y a las Figuras 48 y 49 se tiene que a una altura promedio de vuelo de 120 m y utilizando 6 PAF y 9 PAF en el procesamiento el error lineal entre los datos de campo y la ortofoto. Para el punto PAF N° 1 el error es de 0.010 en Pix4D y de 0.025 m en el Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.012 en Pix4D y de 0.059 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 2 la diferencia es de 0.016 en Pix4D y de 0.023 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.015 en Pix4D y de 0.024 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 3 la diferencia es de 0.013 en Pix4D y de 0.048 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.005 m en Pix4D y de 0.065m en Agisoft. Para el punto PAF N° 4 la diferencia es de 0.010 en Pix4D y de 0.040 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.013 m en el Pix4D y de 0.044 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 5 la diferencia es de 0.030 en Pix4D y de 0.064 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.018 m en Pix4D y de 0.087 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 6 la diferencia es de 0.008 en Pix4D y de 0.011 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.006 m en Pix4D y de 0.018 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 7 la diferencia es de 0.019 en Pix4D y de 0.011 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.006 m Pix4D y de 0.018 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 8 la diferencia es de 0.032 en Pix4D y de 0.027 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.025 m en Pix4D y de 0.028 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 9 la diferencia es de 0.016 en Pix4D y de 0.027 en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.021 m en Pix4D y de 0.102 en Agisoft.

**Tabla 53.** Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_XY_PIX4D	.201	9	.200*	.890	9	.242

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D presentan normalidad.

### Correlación de Pearson

**Tabla 54.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 80 m. (XY).

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_XY_PIX4D
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,630
	Sig. (bilateral)	.	,072
	N	9	9
DIFERENCIA_XY_PIX4D	Correlación de Pearson	,630	1
	Sig. (bilateral)	,072	.
	N	9	9

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 55.** Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_XY_PIX4D	.238	9	.111	.832	9	.063

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D presentan normalidad.

### Correlación de Pearson

**Tabla 56.** Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY).

#### Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA XY PIX4D
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,440
	Sig. (bilateral)	.	,001
	N	9	9
DIFERENCIA XY PIX4D	Correlación de Pearson	,440	1
	Sig. (bilateral)	,001	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 57.** Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (XY)

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA XY AGISOFT	.061	9	.200*	.143	9	.020

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D no presentan normalidad.

## Correlación de Pearson

**Tabla 58.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY).

### Correlaciones

Rho de Spearman			DIFERENCIA_XY_AGISOFT	PUNTOS_PAF
	PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,354
		Sig. (bilateral)	.	,002
		N	9	9
	DIFERENCIA_XY_AGISOFT	Correlación de Pearson	,354	1
		Sig. (bilateral)	,002	.
		N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 59.** Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 120 m. (XY)

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_XY_AGISOFT	.154	9	.200*	.454	9	.458

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D presentan normalidad.

## Correlación de Pearson

**Tabla 60.** Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY).

### Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA XY_AGISOFT
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,580
	Sig. (bilateral)	.	,004
	N	9	9
DIFERENCIA XY_AGISOFT	Correlación de Pearson	,580	1
	Sig. (bilateral)	,004	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

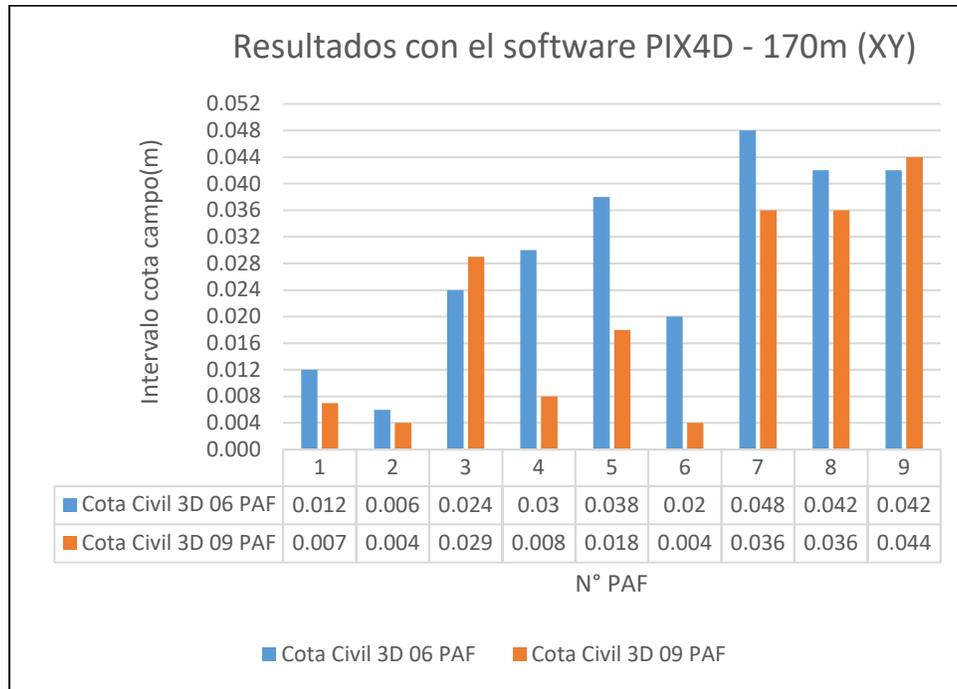
El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 61.** Error de cierre lineal en la vista XY teniendo en cuenta el vuelo a una altura promedio de 170 m.

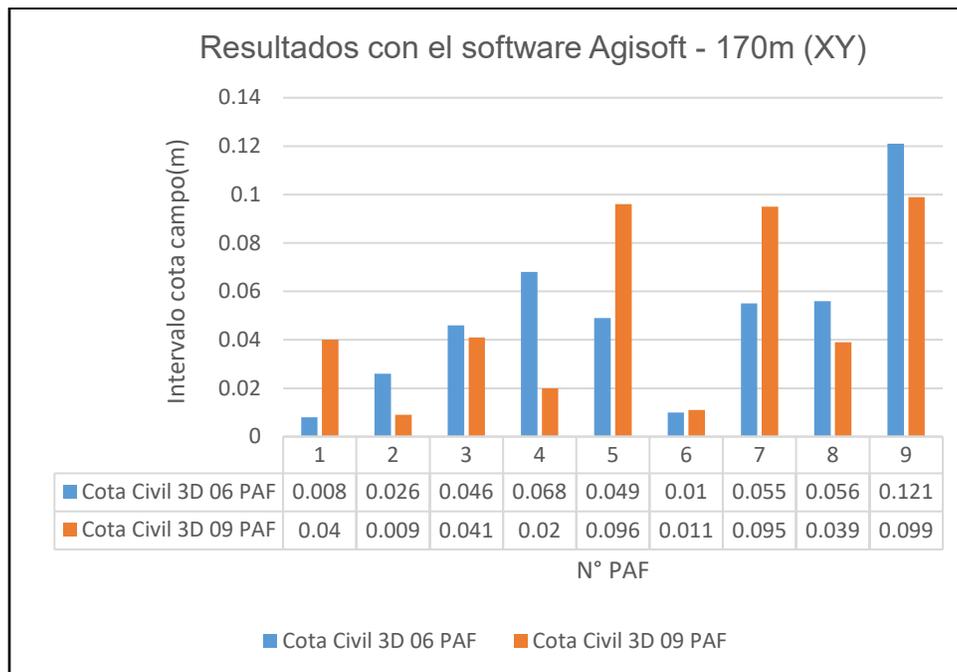
Nº PAF	Software	Cota Civil 3D 06 PAF	Cota Civil 3D 09 PAF
1	Pix4D Mapper	0.012	0.007
2		0.006	0.004
3		0.024	0.029
4		0.030	0.008
5		0.038	0.018
6		0.020	0.004
7		0.048	0.036
8		0.042	0.036
9		0.042	0.044
1	Agisoft Metashape	0.008	0.040
2		0.026	0.009
3		0.046	0.041
4		0.068	0.020
5		0.049	0.096
6		0.010	0.011
7		0.055	0.095
8		0.056	0.039
9		0.121	0.099

Fuente: Software Civil 3D y ReCap Pro.

Según las Figuras 50 y 51 se muestra la comparación de la diferencia del error de cierre en los planos XY entre PAF leído en campo y el PAF obtenido en gabinete según software de procesamiento a altura promedio de vuelo de 170 m.



*Figura 50:* Diferencia de cierre en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 170 m en Pix4D Mapper comparado con la ortofoto obtenida.



*Figura 51:* Diferencia de cierre en los planos XY obtenido en el software del proceso de altura 170 m en Agisoft comparado con la ortofoto obtenida.

## Interpretación:

Con respecto a la Tabla 13 y a las Figuras 50 y 51 se tiene que a una altura promedio de vuelo de 170 m y utilizando 6 PAF y 9 PAF en el procesamiento el error lineal entre los datos de campo y la ortofoto. Para el punto PAF N° 1 el error es de 0.012 en Pix4D y de 0.008 m en el Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.007 en Pix4D y de 0.040 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 2 la diferencia es de 0.006 en Pix4D y de 0.026 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.004 en Pix4D y de 0.009 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 3 la diferencia es de 0.024 en Pix4D y de 0.046 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.029 m en Pix4D y de 0.041 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 4 la diferencia es de 0.030 en Pix4D y de 0.068 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.008 m en el Pix4D y de 0.020 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 5 la diferencia es de 0.038 en Pix4D y de 0.049 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.018 m en Pix4D y de 0.096 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 6 la diferencia es de 0.020 en Pix4D y de 0.010 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.004 m en Pix4D y de 0.011 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 7 la diferencia es de 0.048 en Pix4D y de 0.055 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.036 m Pix4D y de 0.095 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 8 la diferencia es de 0.042 en Pix4D y de 0.056 m en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia es de 0.036 m en Pix4D y de 0.039 m en Agisoft. Para el punto PAF N° 9 la diferencia es de 0.042 en Pix4D y de 0.121 en Agisoft con 6 PAF; y al utilizar 9 PAF en el procesamiento la diferencia en cota es de 0.044 m en Pix4D y de 0.099 en Agisoft.

**Tabla 62.** Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 170 m. (XY)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_XY_PIX4D	.178	9	.200*	.752	9	.124

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D presentan normalidad.

### Correlación de Pearson

**Tabla 63.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF-PIX4D altura de 170 m. (XY).

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_XY_PIX4D
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,450
	Sig. (bilateral)	.	,001
	N	9	9
DIFERENCIA_XY_PIX4D	Correlación de Pearson	,450	1
	Sig. (bilateral)	,001	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 64.** Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 120 m. (XY)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_XY_PIX4D	.201	9	.111	.823	9	.112

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D presentan normalidad.

### Correlación de Pearson

**Tabla 65.** Correlaciones de comparación cota 9 PAF-PIX4D altura de 170 m. (XY).

Correlaciones

		PUNTOS_PAF	DIFERENCIA XY_PIX4D
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,400
	Sig. (bilateral)	.	,001
	N	9	9
DIFERENCIA XY_PIX4D	Correlación de Pearson	,400	1
	Sig. (bilateral)	,001	.
	N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D si está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 66.** Prueba de normalidad comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (XY)

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA XY_AGISOFT	.061	9	.200*	.023	9	.020

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D no presentan normalidad.

## Correlación de Pearson

**Tabla 67.** Correlaciones de comparación cota 6 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (XY).

### Correlaciones

Rho de Spearman			PUNTOS PAF	DIFERENCIA_Z_AGISOFT
	PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson	1	,458
		Sig. (bilateral)	.	,082
		N	9	9
	DIFERENCIA_Z_AGISOFT	Correlación de Pearson	,458	1
		Sig. (bilateral)	,082	.
		N	9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D no está relacionada de manera positiva directa.

**Tabla 68.** Prueba de normalidad comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (XY)

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PUNTOS_PAF	.	9	.	.	9	.
DIFERENCIA_XY_AGISOFT	.222	9	.200*	.588	9	.043

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D no presentan normalidad.

## Correlación de Pearson

**Tabla 69.** Correlaciones de comparación cota 9 PAF- AGISOFT altura de 170 m. (XY).

### Correlaciones

Rho de Spearman			PUNTOS_PAF	DIFERENCIA_XY_AGISOFT
PUNTOS_PAF	Correlación de Pearson		1	,530
	Sig. (bilateral)		.	,078
	N		9	9
DIFERENCIA_XY_AGISOFT	Correlación de Pearson		,530	1
	Sig. (bilateral)		,079	.
	N		9	9

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El conjunto de valores correspondientes a la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal con el software PIX4D no está relacionada de manera positiva directa.

#### IV. DISCUSIÓN

Discusión 1: Con respecto al primer objetivo específico, que es determinar la influencia de la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024, trabajamos con tres alturas: 80 m, 120 m y 170 m. Los verifican que en el software Pix4D Mapper se han logrado los resultados óptimos, teniendo un RMS promedio de 0.009 m y específicamente en las alturas de 80 m y 120 m un error mínimo de 0.006 m. Muy por encima de lo obtenido en el software Agisoft, cuyo promedio es de 0.222 m, siendo el óptimo el realizado a una altura de 170 m con un RMS mínimo de 0.132 m. Coincidimos con Meza (2022) que indica que el levantamiento fotogramétrico con una altura promedio de vuelo de 120 m puede obtener resultados precisos. Estamos de acuerdo con el resultado; ya que encontramos que un vuelo a menor altura no necesariamente da una mayor precisión, aunque esto parezca lógico. Hay que tener en cuenta que a menor altura de vuelo el dron capturará mayor cantidad de fotos, lo cual significa más datos para georreferenciación pues la cantidad de imágenes aumenta a menor altura.

Discusión 2: Con respecto al segundo objetivo específico, que es calcular la cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo con la altura de vuelo del levantamiento fotogramétrico en la Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024, se evaluaron tres alturas de vuelo: 80 m, 120 m y 170 m. El vuelo que obtuvo la mayor cantidad de puntos fue el realizado a 120 m utilizando el software Pix4D Mapper, con un total de 130,740,667 puntos en una superficie de 326,852 m<sup>2</sup>. De manera similar, en el software Agisoft, el vuelo a 120 m también produjo el resultado óptimo, con 81,720,276 puntos en la misma superficie. Descartamos los resultados obtenidos a una altura de 80 m en el software Agisoft por estar significativamente alejados del promedio. Nuestros hallazgos coinciden con los de Meza (2022) en la tendencia de que, a mayor altura, se obtiene menor información de puntos. Meza reportó que a una altura de 60 m se obtuvieron 124,493,321 puntos, a 90 m se obtuvieron 64,391,308 puntos, y a 120 m se obtuvieron 40,957,968 puntos. Sin embargo, discrepamos de la metodología aplicada por Meza para su cálculo, ya que no consideró las áreas efectivas de levantamiento fotogramétrico ni la cantidad

de puntos por metro cuadrado. Otra discrepancia con Meza está en el software utilizado porque solo usó Agisoft Metashape para su procesamiento mientras que nosotros encontramos mejores resultados en Pix4D Mapper.

Discusión 3: El tercer objetivo específico, que es analizar el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical de resultados del levantamiento fotogramétrico en la Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024, se evaluaron alturas de vuelo de 80 m, 120 m y 170 m, considerando 6 y 9 puntos PAF. Descartamos por completo los resultados obtenidos con Agisoft Metashape, ya que estaban muy alejados del promedio y no serían aceptables para trabajos de topografía. En Pix4D Mapper, los resultados óptimos se obtuvieron con 9 PAF, mostrando una desviación que varió entre 0.001 m y 0.003 m. Sin embargo, los procesamientos con 6 PAF no se alejaron significativamente y, presentando una variación de entre 0.015 m y 0.022 m, y serían aceptables para estudios de topografía. Coincidimos con Ordoñez (2022) cuando indica que una distribución estratégica de los puntos PAF permite resultados más precisos, pero discrepamos cuando afirma que mayor densidad de puntos también es necesaria.

Discusión 4: El cuarto objetivo específico, que es analizar el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal de los resultados del levantamiento fotogramétrico en la Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2024, se evaluaron alturas de vuelo de 80 m, 120 m y 170 m, considerando 6 y 9 puntos PAF. En Pix4D Mapper, los resultados óptimos se obtuvieron con 9 PAF, mostrando una desviación que varió entre 0.014 m y 0.021 m. Sin embargo, los procesamientos con 6 PAF no se alejaron significativamente y, presentando una variación de entre 0.017 m y 0.029 m, y serían aceptables para estudios de topografía. En Agisoft, los resultados estuvieron entre 0.043 m y 0.082 m, valores aceptados para determinados trabajos de estudios topográficos. En ese sentido, coincidimos con Idrogo (2021) que indica que a partir de 7 puntos de apoyo fotogramétrico la precisión obtenida es aceptable y válida según el GSD utilizado, es decir, hasta una precisión no mayor a dos veces el GSD utilizado

## V. CONCLUSIONES

Se determinó que la altura de vuelo influye significativamente en la precisión del levantamiento fotogramétrico. Los vuelos realizados a 80 m y 120 m con el software Pix4D Mapper obtuvieron los resultados más precisos, con un RMS promedio de 0.009 m y un error mínimo de 0.006 m.

La altura de vuelo a 120 m produjo la mayor cantidad de puntos de nube tanto en Pix4D Mapper como en Agisoft Metashape, con 130,740,667 puntos y 81,720,276 puntos respectivamente en una superficie de 326,852 m<sup>2</sup>.

La precisión vertical de los levantamientos fotogramétricos mejora con un mayor número de PAF. Los resultados óptimos se obtuvieron con 9 PAF en Pix4D Mapper, con una desviación que varió entre 0.001 m y 0.003 m. Aunque los procesamientos con 6 PAF también fueron aceptables, con desviaciones entre 0.015 m y 0.022 m

Se encontró que la precisión horizontal de los levantamientos fotogramétricos es óptima con 9 PAF en Pix4D Mapper, con desviaciones entre 0.014 m y 0.021 m. Los procesamientos con 6 PAF también fueron aceptables, con variaciones entre 0.017 m y 0.029 m. En Agisoft, los resultados oscilaron entre 0.043 m y 0.082 m, valores aceptables para ciertos estudios topográficos.

## VI. RECOMENDACIONES

Para mejorar la precisión en los levantamientos fotogramétricos, se recomienda utilizar alturas de vuelo de 120 m, ya que este nivel ha demostrado ofrecer una combinación óptima de precisión y cantidad de datos en los estudios realizados. Aunque alturas menores pueden parecer lógicamente más precisas debido a la mayor cantidad de imágenes, los datos obtenidos indican que 120 m proporciona resultados consistentes y confiables.

Se recomienda utilizar Pix4D Mapper en lugar de Agisoft Metashape para el procesamiento de datos fotogramétricos. Los resultados obtenidos con Pix4D Mapper mostraron una mayor precisión y una mejor representación de la información, especialmente en términos de cantidad de puntos y desviaciones mínimas. La elección del software adecuado puede mejorar significativamente la calidad de los datos obtenidos.

Para asegurar la precisión vertical en los levantamientos fotogramétricos, se recomienda utilizar al menos 9 puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) por kilómetro. Aunque los resultados con 6 PAF también son aceptables ya que una mayor cantidad de PAF no necesariamente contribuye a una mejora significativa en la precisión. Se sugiere utilizar el software Pix4D Mapper para estudios topográficos que impliquen requerimiento de información de elevaciones. Se recomienda ampliar la investigación de los parámetros post proceso para mejorar la precisión del modelo de terreno entregado por Agisoft.

Para asegurar la precisión horizontal en los levantamientos fotogramétricos, se recomienda utilizar de 6 a 9 puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) por kilómetro. Se sugiere utilizar el software Pix4D Mapper para estudios topográficos que necesiten mayor detalle.

## REFERENCIAS

1. ADJIDJONU, Denise y BURGETT, José. Evaluación de la precisión del estudio fotogramétrico de vehículos aéreos no tripulados. [En línea] Enero de 2020, vol. 17, n.º [Citado el: 25 de setiembre de 2023.] Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15578771.2020.1717683>
2. ANÁLISIS COMPARATIVO de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de drones. Del Río Santana Omar [et al]. Revista de Arquitectura e Ingeniería. [En línea] febrero de 2020, vol. 14, n.º 2. [Citado el: 2023 de setiembre de 25.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1939/193963490001/html/>.
3. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Arias Gómez Jesús [et al]. Revista Alergia México. [En línea] abril-junio 2016, vol. 63, n.º 2. [Citado el: 25 de setiembre de 2023.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
4. BEJARANO VELÁSQUEZ, José Diego y PALOMINO CEDEÑO, Juan Fernando. Análisis comparativo del levantamiento fotogramétrico y estación total en el diseño geométrico de la carretera de evitamiento progresiva 0+000 al 3+837.26 km - Otuzco, La Libertad, Perú 2021. Tesis (Título de Ingeniero civil). Lima: Universidad Privada Antenor Orrego. [En línea] 2022. [Citado el: 25 de setiembre de 2023.] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/9003>.
5. CISNEROS CAICEDO, Alicia; GUEVARA GARCÍA, Axel Fabiá; URDÁNIGO CEDEÑO, Johnny Jesús y URDÁNIGO CEDEÑO, Johnny Jesús. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que Apoyan a la Investigación Científica en Tiempo de Pandemia. Dominio De Las Ciencias. [En línea] enero-marzo de 2022, vol. 8, n.º 1. [Citado el: 10 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383508>
6. CUQUE CASTAÑEDA, Jorge Armando. Determinación del grado de precisión de un

levantamiento fotogramétrico respecto a un procedimiento topográfico con teodolito para la medición de terrenos y otras aplicaciones. Tesis (Título de Ingeniero civil). Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. [En línea] 2020. [Citado el: 25 de setiembre de 2023.] Disponible en: <https://repositoriosidca.csuca.org/Record/RepoUSAC15493>.

7. DÍAZ SOTOMAYOR, Marcelo Gonzalo. Aplicación de fotogrametría y termografía aérea como herramientas para la gestión de un tramo de río. Tesis (Magíster en Ingeniería Agrícola). Concepción: Universidad de Concepción, Chillán. [En línea] 2019. [Citado el: 2023 de setiembre de 24.] Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/1154>.
8. FERNÁNDEZ MOVILLA, Santiago. Influencia de los puntos de control sobre el terreno en la precisión de modelos digitales de superficies generados mediante fotometría aérea. Tesis (Título en Ingeniería del Medio Natural). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. [En línea] Tesis pregrado. Universidad Politécnica de Madrid, 2019. [Citado el: 9 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://oa.upm.es/56668/>.
9. GARCÍA MONTES, Martín. Aplicación del VANT en las vías terrestres. Tesis (Magister en Ingeniería civil). Mexico: Universidad Nacional Autónoma de Mexico. [En línea] 2021. [Citado el: 25 de setiembre de 2023.] Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/RepoFi/18180>.
10. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES, Crithian. Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Editorial Mc Graw Hill Education. [En línea]. 2018. [Citado el: 7 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>.
11. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. Tipos de justificación en la investigación científica. Metodología de la Investigación. Ed. Mc Graw Hill Mexico. [en línea]. 2014, vol. 6. [citado el: 25 de

setiembre de 2023]. Disponible en:  
<http://mirelesespacioeducativo.blogspot.com/2016/03/justificar-una-investigacion-segun.html>

12. IDROGO LIVAQUE, Julio Ronaldo. Precisión del modelo digital de terreno (MDT), considerando el número de puntos de apoyo terrestre en un levantamiento fotogramétrico aplicado en la carretera Pampa Grande - Tablazos, Provincia de Chiclayo. Título (Titulado en Ingeniero civil). Chiclayo: Universidad Privada del Norte. [En línea] 14 de febrero de 2022. [Citado el: 7 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30178>.
13. JIMÉNEZ GRANIZO, Mauro José y YAMASQUI SARMIENTO, Juan Diego. Evaluación y valoración de levantamientos topográficos mediante aerofotogrametría y métodos tradicionales, utilizando estación total. Tesis (Titulado en Ingeniero civil). Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo. [En línea] 2022. [Citado el: 9 de octubre de 2023.] Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9089>
14. JIMÉNEZ JIMÉNEZ, Sergio Ivan; OJEDA BUSTAMANTE, Waldo; ONTIVEROS CAPURATA, Ronald Ernesto; FLORES VELÁZQUEZ, Jorge ; MARCIAL PABLO, Mariana de Jesús y ROBLES RUBIO, Braulio David. Cuantificación del error de modelos digitales de terreno derivados de imágenes adquiridas con UAV. Ingeniería agrícola y biosistemas. [En línea] 2017, vol. 9, n.º 2. [Citado el: 7 de octubre de 2023.] Disponible en : [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-40262017000200085](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-40262017000200085)
15. LÓPEZ ROLDÁN, Pedro y FACHELLI, Sandra. Metodología de la investigación social cuantitativa. Dipòsit Digital de Documents. [En línea] febrero de 2015. [Citado el: 9 de octubre de 2023.] Disponible en: [https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsocua\\_a2016\\_cap1-2.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsocua_a2016_cap1-2.pdf).
16. MARTÍNEZ MARTÍNEZ-CARRASCO, Jorge. Estudio y caracterización de materiales estructurales para drones. Tesis (Título en Ingeniería Industrial). Cartagena:

Universidad Politécnica de Cartagena. [En línea] 04 de octubre de 2020. [Citado el: 25 de setiembre de 2023.] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10317/8904>.

17. MARIN ESCALANTE, Jorge y VILELA CABADA, José. Análisis de un levantamiento fotogramétrico frente a un levantamiento topográfico entre los kilómetros 96 y 98 de tramo PE-08B de la red vial nacional Cajamarca - Celendín. Tesis (Titulo en Ingeniería civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte. [En línea] 2022. [Citado el: 8 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/33744>.
18. MANTEROLA, Carlos; GRANDE, Luis; OTZEN, Tamara; GARCÍA, Nayely; SALAZAR, Paulina y QUIROZ, Guissela. Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. Revista chilena de infectología. [En línea] 2018, vol. 35, n.º 6. [Citado el: 8 de octubre de 2023.] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182018000600680>
19. MANRIQUE PINEDO, Kevin Marlon. La tecnología y su influencia en nuestra sociedad actual. [En línea] Blog, publicado: 2018. [Citado el: 10 de octubre de 2023.]  
Disponible en:  
<https://es.linkedin.com/pulse/la-tecnolog%C3%ADa-y-su-influencia-en-nuestra-sociedad-manrique-pinedo>
20. MEZA ZAPATA, Diego Alonso. Análisis comparativo de un levantamiento fotogramétrico con diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo usando drones. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Piura: Universidad Nacional de Piura. [en línea]. 2022. [Citado el: 10 de octubre de 2023]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP\\_e085039511d6583579f33bb491f44f3e](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUMP_e085039511d6583579f33bb491f44f3e)
21. MORENO GALINDO, Eliseo. Metodología de investigación, pautas para hacer Tesis. Blogger [Mensaje en un blog]. Lima [en línea]. 2024. [Citado el: 25 de setiembre de

2023] Disponible en: <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/objetivos-de-la-investigacion.html>

22. NERÓN, Marcelo Antonio, PINTO ROCHA, André, GUERRA MAMEDE, Clayton, BORBA SCHULER, Carlos, DA COSTA TEMBA, Plínio y REINOSO GORDO, Juan. Precisión posicional en fotogrametría de corto alcance mediante Topografía y Geodesia. Revista de Arquitectura. [en línea] 2023, vol. 25, n.º 2. [Citado el: 25 de setiembre de 2023.] Disponible en: [https://discovery.biblioteca.uoc.edu/permalink/34CSUC\\_UOC/166h2gj/cdi\\_doaj\\_primary\\_oai\\_doaj\\_org\\_article\\_f9755a504fa8428ea2dfe1da2f97dacf](https://discovery.biblioteca.uoc.edu/permalink/34CSUC_UOC/166h2gj/cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_f9755a504fa8428ea2dfe1da2f97dacf)

23. OROPEZA JULCARIMA, José. Análisis comparativo de productos cartográficos elaborados a escala grande, obtenidos mediante fotogrametría con RPAS y topografía con tecnología GNSS - RTK. Tesis (Titulado en Ingeniería Geográfica). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [en línea]. 2023. [consulta: 25 de setiembre de 2023].  
Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/5bd2170a-43d6-4322-93b7-937ad7999e2d>

24. ORDOÑEZ AVENDAÑO, Joan Romario y CONDORI MAMANI, Gustavo Nicolas. Análisis de la precisión de un levantamiento topográfico utilizando fotogrametría con RPAS y su relación a la densidad de puntos de control terrestre, 2022. Tesis (Titulado en Ingeniero Topógrafo y Agrimensor). Puno: Universidad Nacional del Altiplano. [En línea] 2022. [Citado el: 22 de junio 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18121>

25. ORTEGA, Cristina. Investigación aplicada: Definición, tipos y ejemplos. Question Pro [Mensaje en un blog]. Lima: Ortega, C., [en línea] [Citado el: 23 de setiembre de 2023]. Recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-aplicada/>

26. OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una

Población a Estudio. *International Journal of Morphology*. [En línea] 2017, vol. 35, n.º1. [Citado el: 15 de junio de 2023.] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

27. PIZA BURGOS, Narcisa Dolores, AMAIQUEMA MÁRQUEZ, Francisco Alejandro y BELTRÁN BAQUERIZO, Gina Esmeralda. Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado*. [En línea] 2019, vol. 15, n.º 70. [Citado el: 10 de octubre de 2023.] Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442019000500455](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455)
28. PONGO CHALACO, Dany Franklin. Precisión del levantamiento topográfico con Dron fotogramétrico modo RTK en contrastación con GPS diferencial en modo RTK en la autopista Juliaca-Puno km 29+000 al 31+000. Tesis (Titulado en Ingeniería civil). Puno: Universidad Nacional Del Altiplano. [En línea]. 2023. [Citado el: 15 de junio 2023]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP\\_72bac3b8983b15046ff198f7bad4e02a](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_72bac3b8983b15046ff198f7bad4e02a)
29. HINOJOSA BENAVIDES, Rene Antonio. Justificaciones de un proyecto de investigación en ciencias empresariales. *Periodico digital Unahaldia*, Universidad nacional Antonoma de Huanta. [En línea]. 2022. [Fecha de consulta 15 de junio 2023]. Disponible en: <https://www.aldia.unah.edu.pe/justificaciones-de-un-proyecto-de-investigacion-en-ciencias-empresariales/#:~:text=Justificaci%C3%B3n%20econ%C3%B3mica,financiera%20de%20una%20determinada%20poblaci%C3%B3n>.
30. RIAÑO RODRÍGUEZ, Egdar Roberto. Metodología para el diseño de un vuelo fotogramétrico usando UAV'S. Tesis (Titulado en Ingeniería topográfica). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [En línea] 2018. [Citado el: 10 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/13097>.

31. RIVERA THOLA, Vicente David. Factibilidad del uso de vehículos aéreos no tripulados para el levantamiento fotogramétrico aplicado al catastro en zonas periurbanas (Caso Localidad Pucara - Provincia Chapare - Cochabamba. Tesis (Titulado en Ingeniero Civil). Cochabamba: Universidad Mayor de San Andrés. [En línea] 2019. [Citado el: 25 de setiembre de 2023.] Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/28263>.
32. SANTILLÁN BALDEON, Juan Carlos. Evaluación del costo por kilómetro de los métodos de levantamiento topográfico para el diseño geométrico de carreteras vecinales Ucayaly - 2022. Tesis (Titulado en Ingeniero Civil). Ucayali: Universidad Nacional Hermilio Valdizan. [En línea] 2022. [Citado el: 25 de setiembre de 2023.] Disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7705>.
33. SANTA CRUZ, Fabio. Justificación de la investigación [Mensaje de un blog]. [Citado el: 25 de setiembre de 2023]. Disponible en: <http://florfanyasantacruz.blogspot.pe/2015/09/justificacion-de-la-investigacion.html>
34. SHIH HONG, Chio y CHENG CHU, Chiang. Evaluación de la precisión fotogramétricos aéreos utilizando usando ortomosaicos y MDE mediante GPS y VANT. Doi Foundation. [en línea]. 2020, vol. 5, n.º 13. [Citado el: 7 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/10/1682>
35. SOTO PULCE, Jorge. Precisión de la fotogrametría aérea y la estación total en la generación de un modelo de elevación digital, carretera del Fundo Bocanegra - Chachapoyas - Amazonas. Tesis (Titulado en Ingeniero Civil). Amazonas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. [En línea] Tesis pregrado. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2023. [Citado el: 7 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6598129>.

36. UGARTE GOICURÍA, Ignacio. Combinación de nube de puntos proveniente de un dron fotogramétrico de ala fija con la generada por una estación Trimble SX10 (Escáner+Estación total + Estación fotogramétrica). Tesis. (Magister en Geotecnologías cartográficas e Ingeniería y Arquitectura. España: Universidad de Salamanca. [En línea] Maestría, 2019. [Citado el: 10 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://gredos.usal.es/handle/10366/140245>.
37. VARA HORNA, Arístides Alfredo. ¿Qué es el diseño de investigación?. Diseño de investigación. [En línea]. 2012. [Citado el: 5 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>
38. VILLASÍS KEEVER, Miguel Ángel; MÁRQUEZ GONZÁLEZ, Horacio; ZURITA CRUZ, Jessie Nallely; MIRANDANOVALES, Alberto Escamilla- y NÚÑEZ, Alberto Escamilla.El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. Revista alergia México. [En línea] octubre-diciembre de 2018, vol. 65, n.º 4. [Citado el: 10 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://doi.org/10.29262/ram.v65i4.560>
39. ZABOTA, Bárbara y KOBAL, Milan. Evaluación de la precisión de productos fotogramétricos derivados de vehículos aéreos no tripulados utilizando PPK y GCP en terrenos desafiantes: en busca de un mapeo optimizado de desprendimientos de rocas. Teledetección . [En línea] 2021, vol. 13, n.º 19. [Citado el: 7 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs13193812>.
40. ZEVALLOS HUARANGA, Jorge, MIRAVAL PEÑA, Jesús y APONTE ROJAS, Carlos. Confiabilidad y métodos de verificación satelital en el control geodésico de carreteras. Tesis (Titulado en Ingeniería Civil). Huanuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, 2019. [Citado el: 7 de octubre de 2023.] Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13080/8419>

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Matriz de operacionalización de variables

**Anexo 2.** Matriz de consistencia

**Anexo 3.** Instrumentos de recolección de datos

**Anexo 4.** Fichas de validación de instrumentos para la recolección de datos

**Anexo 5.** Reporte de similitud en software Turnitin

**Anexo 6.** Enlace Drive

**Anexo 7.** Otras evidencias

**Anexo 8.** Panel Fotográfico

## Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN							
VARIABLES	Definición Conceptual de las variables	Definición Operacional de las variables	Dimensiones de la investigación	Indicadores de la investigación	Unidad de medida	Instrumentos Investigación	ESCALA DE MEDICION
<b>VI: altura de vuelo</b>	Según Díaz, (2019) En el contexto de la fotogrametría, se sugiere mantener una altitud de vuelo constante, lo que implica mantener un tamaño de píxel (GSD) invariable.	Esto asegura que las fotografías mantengan un nivel uniforme de detalle y simplifica el proceso de procesamiento, ya que se pueden identificar más coincidencias entre puntos clave	IMÁGENES	Cantidad	(und)	Fichas de recolección de datos - 3EXP Anexo 4-A	RAZON
				Solapamiento o traslape	(%)		
			GSD	Altura	(m)		RAZON
				GSD	(cm /px)		
<b>VI: cantidad de PAF</b>	Según Zevallos, Miraval y Aponte (2019) El uso de puntos de control geodésico se emplea para evaluar si existen diferencias notables en términos de confiabilidad, precisión y exactitud.	Los estudios topográficos se realizan utilizando tecnología GPS, como receptores diferenciales, para adquirir datos en tiempo real con distintos niveles de precisión y exactitud. Estos datos se calculan siguiendo normativas estandarizadas en el marco de un sistema de referencia local.	DENSIDAD DE PAF	ESPACIADO	(m)	Fichas de recolección de datos - 3EXP Anexo 4-A	RAZON
				CANTIDAD	(und)		
			GEORREFERENCIACIÓN	TIEMPO DE LECTURA DE PUNTO BASE	(horas)		RAZON
				ERROR DE CIERRE HORIZONTAL	(mm)		
				ERROR DE CIERRE VERTICAL	(mm)		
<b>VD: Análisis de precisión de levantamiento fotogramétrico</b>	Soto (2023) Se examinó la exactitud de los resultados derivados de la información recopilada y se buscó establecer la metodología óptima para llevar a cabo los vuelos.	Este método de posicionamiento tradicional permite lograr mediciones extremadamente precisas, con una precisión de 5 mm más 1 ppm, en un intervalo de tiempo mínimo de 30 segundos por estación.	LEVANTAMIENTO FOTOGRAFOMETRICO	Altura de vuelo	(m)	Pix4D Mapper y Agisoft Metashape	RAZON
				Area	(ha)		
			SOFTWARE DE POST PROCESO	Nube de puntos en pla precision vertical	(und/m <sup>2</sup> )	RAZON	
				Nube de puntos en pla precision Horizontal	(horas)		

**Matriz de consistencia**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	Dimensiones de Investigación	Indicadores de Investigación	Instrumentos Investigación	Metodologia	
¿cuál la precisión del levantamiento fotogramétrico, considerando diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo fotogramétricos (PAF) en Panamericana Norte km 762, Chidayo, 2023?	Evaluar y comparar la precisión del levantamiento fotogramétrico, considerando diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo fotogramétricos (PAF) en Panamericana Norte km 762 al 766, Chidayo, 2023	<p>H1: La precisión del levantamiento fotogramétrico mejora considerando diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo fotogramétricos (PAF) en Panamericana Norte km 762 al 766, Chidayo, 2023</p> <p>H0: La precisión del levantamiento fotogramétrico no mejora considerando diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo fotogramétricos (PAF) en Panamericana Norte km 762 al 766, Chidayo, 2023</p>	VI: altura de vuelo	IMÁGENES	Cantidad	Fichas de recolección de datos - 3EXP Anexo 4-A		
					Solapamiento o traslape			
			VI: cantidad de PAF	GEORREFERENCIACIÓN	DENSIDAD DE PAF	Altura		Fichas de recolección de datos - 3EXP Anexo 4-A
						GSD		
					TIEMPO DE LECTURA DE PUNTO BASE	Fichas de recolección de datos - 3EXP Anexo 4-A		
								ERROR DE CIERRE HORIZONTAL
ERROR DE CIERRE VERTICAL								
<b>PROBLEMA ESPECIFICO</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICO</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICO</b>	VD: Anlisis de precisión de levantamiento fotogramétrico	LEVANTAMIENTO FOTOGAMETRICO	Altura de vuelo	Pix4D Mapper y Agisoft Metashape	Tipo de investigación Aplicada	
¿de qué manera influye la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023?	determinar la influencia de la altura de vuelo en la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023	<p>H1: la altura de vuelo no influye en la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023.</p> <p>H0: la altura de vuelo influye en la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023.</p>					Enfoque de investigación Cuantitativa	
¿cómo se pueden calcular la cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo a la altura de vuelo del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023?	calcular la cantidad de puntos de nube obtenidos de acuerdo a la altura de vuelo del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023	<p>H1: la cantidad de puntos de nube obtenidos si varían la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762 al 766, Chiclayo, 2023.</p> <p>H0: la cantidad de puntos de nube obtenidos no varían la precisión del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762 al 766, Chiclayo, 2023.</p>					El diseño de la investigación no experimental	
¿cuál es el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023?	analizar el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión vertical de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023	<p>H1: El impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) no impactan en la precisión vertical de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023.</p> <p>H0: El impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) impactan en la precisión vertical de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023.</p>					Alcance de la investigación: Descriptivo	
¿cuál es el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023 ?	analizar el impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en la precisión horizontal de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023	<p>H1: El impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) no impactan en la precisión horizontal de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023.</p> <p>H0: El impacto de la cantidad de puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) impactan en la precisión horizontal de los resultados del levantamiento fotogramétrico en Panamericana Norte km 762, Chiclayo, 2023.</p>					Tecnica : observacion directa	
				SOFWARE DE POST PROCESO	Nube de puntos en pla precision Horizontal	Pix4D Mapper y Agisoft Metashape		

### Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

### FORMATO 1

DPI 2024 II UCV	<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Código	REG.01
	CONTROL DE CALIDAD		Revisión	01
	REGISTRO DE VUELO RPAS		N° Registro	
	PROYECTO:		Fecha	

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN:		
OBJETO DEL TRABAJO:		
DATOS RPAS	TIPO DE VUELO	
PAÍS DE FABRICACIÓN:		
MARCA:		
MODELO:		
TIPO DE MOTORES:		
CANTIDAD DE MOTORES:		
SERIE:		
CHECK LIST		
ENSAMBLAJE DEL RPAS <input type="checkbox"/>	COMUNICACIÓN CONTROL-RPA <input type="checkbox"/>	ESTADO DEL IMU <input type="checkbox"/>
MONTAJE DE HÉLICES <input type="checkbox"/>	DETECCIÓN DE SENSORES <input type="checkbox"/>	DISPOSITIVO DE CONTROL <input type="checkbox"/>
ESTADO DE BATERÍAS DEL RPA <input type="checkbox"/>	ESTADO DE SENSORES DE OBSTÁCULOS <input type="checkbox"/>	
ESTADO DE BATERÍA DEL CONTROL <input type="checkbox"/>	CONEXIÓN CON ANTENA DE CORRECCIÓN DIFERENCIAL <input type="checkbox"/>	
ANTENA DE CORRECCION DIFERENCIAL (de ser el caso)		
FABRICANTE:	LATITUD:	
MODELO:	LONGITUD:	
ALTURA DE PUNTO DE REFERENCIA:	ELEV. ELIPSODAL:	
PLANIFICACION DE VUELO		
DENOMINACIÓN DEL VUELO:		
VUELO CORRELATIVO:	SOLAPE LONGITUDINAL:	LÍNEAS DE VUELO:
ALTURA DE VUELO:	SOLAPE TRANSVERSAL:	
OFFSET ELEVACIÓN:	ÁNGULO DE LA CÁMARA:	
CONDICIONES CLIMATICAS	TIEMPOS:	OBSERVACIONES:
NUBOSIDAD:	HORA DE DESPEGUE:	
VIENTO:	HORA DE ATERRIZAJE:	
LLUVIA:	DURACIÓN DE VUELO	
TEMPERATURA:		
DATOS PILOTO PRINCIPAL	DATOS PILOTO SECUNDARIO	
NOMBRES Y APELLIDOS:	NOMBRES Y APELLIDOS:	
N° ACREDITACIÓN:	N° ACREDITACION:	
FIRMA:	FIRMA:	
FIRMAS		
RESPONSABLE DEL TRABAJO	TESISTA 1	TESISTA 2
FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

**Diario de Observación GNSS****Proyecto:** \_\_\_\_\_**Estación**

Nombre Completo: \_\_\_\_\_ Identificación (4 letras) \_\_\_\_\_

Incrustación en el monumento: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Coordenadas Aproximadas**

Latitud: \_\_\_\_\_ ° \_\_\_\_\_ ' \_\_\_\_\_ " Longitud: \_\_\_\_\_ ° \_\_\_\_\_ ' \_\_\_\_\_ " Altura: \_\_\_\_\_ m

**Receptor / Antena****Tipo****Modelo****Nro. Serie**

Receptor: \_\_\_\_\_

Antena: \_\_\_\_\_

Software del Receptor (Versión): \_\_\_\_\_

Longitud del Cable Antena – Receptor: \_\_\_\_\_

**Altura de la Antena**

Sobre el monumento

Punto de referencia: \_\_\_\_\_

 Vertical o  Inclinada

Antes de las Observaciones: \_\_\_\_\_ m

Después de las Observaciones: \_\_\_\_\_ m

Datos del Receptor: \_\_\_\_\_ m

**Observación:**

Nro. de la sesión del mismo día: \_\_\_\_\_

Intervalo de Medición: \_\_\_\_\_ seg.

Elevación Mínima: \_\_\_\_\_ °

Hora de Inicio: \_\_\_\_\_

Hora de Término: \_\_\_\_\_

Operador / Institución: \_\_\_\_\_

Croquis de las medidas de la Antena

## Anexo 4. Fichas de validación de instrumentos para la recolección de datos

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Jesús Enrique Miranda Ríos identificado con DNI 74376052 con CIP N° 276536, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO.
2. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS DE GEORREFERENCIACIÓN DE PUNTOS

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al tesis de la Universidad Cesar Vallejo LELIS, CASQUINO RAMOS quien elabora la tesis titulada:

***“Análisis de precisión de levantamiento fotogramétrico según altura de vuelo y cantidad de PAF en panamericana norte km 762, Chiclayo, 2024.”***

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					x
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				x	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					x
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					x
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					x
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				x	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				x	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					x

<b>VALORACION TOTAL</b>	37
-------------------------	----

**Fuente:** Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 37 y está dentro del rango de valoración 37-40 y su validación fue Excelente.

08, junio 2024

  
-----  
JESÚS ENRIQUE  
MIRANDA RÍOS  
Ingeniero Civil  
CIP N° 276536

Firma del experto  
N° DNI: 74376052  
N° CIP: 276536

### **CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Pedro castillo Macedo identificado con DNI 41817814 con CIP N° 314793, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO.
2. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS DE GEORREFERENCIACIÓN DE PUNTOS

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al tesis de la Universidad Cesar Vallejo LELIS, CASQUIN RAMOS quien elabora la tesis titulada:

***“Análisis de precisión de levantamiento fotogramétrico según altura de vuelo y cantidad de PAF en panamericana norte km 762, Chiclayo, 2024.”***

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.				x	
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					x
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					x
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				x	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				x	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					x
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					x
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				x	

<b>VALORACION TOTAL</b>	36
-------------------------	----

**Fuente:** Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 37 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue

Buena.

10, junio 2024

  
PEDRO CASTILLO MACEDO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 314793

Firma del experto  
N° DNI: 41817814  
N° CIP: 314793

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Víctor Fernando Silva Santisteban Colchado identificado con DNI 70473334 con CIP N.º 215060, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO.
2. FORMATO DE REGISTRO DE DATOS DE GEORREFERENCIACIÓN DE PUNTOS

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al tesista de la Universidad Cesar Vallejo LELIS, CASQUINO RAMOS quien elabora la tesis titulada:

***“Análisis de precisión de levantamiento fotogramétrico según altura de vuelo y cantidad de PAF en panamericana norte km 762, Chiclayo, 2024.”***

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					x
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					x
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				x	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					x
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					x
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					x
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				x	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					x

**VALORACION TOTAL**

38

**Fuente:** Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0 – 20	21 – 30	31 – 36	37 – 40

La valoración obtenida fue de 38 y está dentro del rango de valoración 37-40 y su validación fue Excelente.

15, junio 2024

  
Victor F. Silva Santisteban C  
Ingeniero Civil Ambiental  
CIP N° 215060

Firma del experto

N° DNI: 70473334

N° CIP: 215060

## **Anexo 6. Enlace Drive**

DPI UCV 2024 II - ALVINO ARCE & CASTRO VEGA

<https://drive.google.com/drive/folders/1drsCxDN5Hyow6woiEv-ZmCYpOtQobj4?usp=sharing>

## Anexo 7. Otras evidencias

### 7.1. Solicitud de Código para punto geodésico de Orden "C"

	
<b>SOLICITUD DE CÓDIGOS PARA PUNTOS GEODÉSICOS</b>	
INFORMACION DEL SOLICITANTE :	N° Solicitud : 0000015052
PERSONA NATURAL/JURIDICA RESPONSABLE DE LOS TRABAJOS TRABAJOS DE POSICIONAMIENTO GNSS	CASTRO VEGA CRISTIAN YORDY
TELEFONO / CELULAR	945818909
CORREO ELECTRONICO	<a href="mailto:crisyordcy@gmail.com">crisyordcy@gmail.com</a>
CANTIDAD DE PUNTOS GEODÉSICOS	
Datos del Punto Geodésico 1	
ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO	"C"
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 1(*)	1009482
FECHA DE REGISTRO :	19/05/2024
<b>AVISO 01</b> El código asignado por el Sistema de Certificaciones, tendrá validez de no mayor a seis (06) meses para su certificación, ello contempla el proceso de levantamiento de observaciones (en caso lo hubiera). El no cumplimiento de lo dispuesto, llevará a la anulación y asignación de dichos códigos a otros proyectos.	
<b>AVISO 02</b> Se le hace de su conocimiento que el responsable consignado el presente documento es la única persona autorizada para solicitar ampliación de vigencia de códigos	

## 7.2. Certificados de operatividad de los equipos utilizados

Equipos para Geomática, Receptores GNSS,  
Sistemas CORS, Estaciones totales, Niveles,  
Escáner 3D, Machine Control.



especialistas a su servicio

COD: CO002324

### CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO Y OPERATIVIDAD

Equipos	Marca	Modelo	Series
RECEPTORES GNSS	SATLAB	SL700	WE11665789
RADIO EXTERNA	HI-TARGET	HDL460	WH15536908

CUADRO DE PRECISIONES INDICADAS POR EL FABRICANTE: (1 sigma)

Equipos	Post Proceso		RTK	
	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
RECEPTOR GNSS L1/L2/L5 CA, RTK.	2.5mm+0.5ppm RMS	5mm+0.5ppm RMS	8mm + 1ppm RMS	15mm+1ppm RMS

**\* Por línea base**

CONSEVIAL mediante su laboratorio de Servicio Técnico, certifica que habiendo efectuado las pruebas y regulaciones a los instrumentos anteriormente mencionados se encuentran dentro de las especificaciones técnicas de fábrica en lo referente a la precisión obtenida en postproceso y tiempo real.

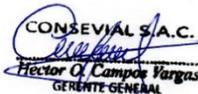
**PATRÓN UTILIZADO:**  
RTK GPS L1+L2/GLONASS L1+L2+L5 RADIO INTERNO PARA RTK, NTRIP PARA POSTPROCESO ESTÁTICO Y CINEMÁTICO, PATROCINADOS POR EL FABRICANTE SATLAB.

Se expide el presente certificado a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Se sugiere efectuar una revisión en el periodo máximo de 01 AÑO antes del 01 de marzo del 2025.

Chiclayo, 29 de febrero del 2024.

**Nota:** Tener en cuenta que los accesorios (Bases nivelantes y Bastones) son muy importantes para mantener la precisión del Receptor GNSS. Revisar periódicamente dichos accesorios ya que esto puede ocasionar imprecisiones en su resultado.



CONSEVIAL S.A.C.  
Hector O. Campos Vargas  
GERENTE GENERAL















Av. Baita N° 910 Int. 301  
Chiclayo - Perú

Pje. Santa Inés - Interior 8-A Urb. El Chipe  
Piura - Perú

Cel. 947 514 269 - 929 047 902  
Fijo (074) 262 860

soporte@consevialsac.com  
www.consevialsac.com





Firmado Digitalmente por:  
LUIS NUÑEZ VIDAL FAU  
20131379544 hard  
Razon: Soy el Autor del  
Documento  
Ubicacion: Lima - Lima  
Fecha: 09/03/2022

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Lima, 09 de Marzo 2022

**OFICIO N° 0324-2022-MTC/12.07**

Señor(es)  
WILMER EDINSON SANTISTEBAN SANDOVAL  
MZ E LT 30 C.P.M. SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO - CHICLAYO  
Presente.-

**Referencia** : SOLICITUD N° S/N(E-050598-2022)

Dirijo el presente en atención al documento de la referencia a fin de hacer entrega del número correlativo de la Tarjeta de Registro RPA: N° 02209, la cual contiene la siguiente información técnica del equipo registrado en nuestra base de datos.

**TIPO PRACTICA:** OTRO DISTINTO A LA PRÁCTICA AERODEPORTIVA O RECREATIVA

**INFORMACION TECNICA RPAS**

**MARCA:** DJI **MODELO:** PHANTOM 4 PRO V2.O (WM331S)  
**PAIS DE FABRICACION:** CHINA **NÚMERO SERIE:** 11UDGCX-R700006  
**TIPO DE MOTORES:** ELECTRICOS **CANTIDAD DE MOTORES:** 04  
**FECUENCIA DE CONTROL:** 2.400 – 2.483 GHZ  
**MASA (PESO) MÁXIMA DE DESPEGUE:** 1.375 KG.  
**AUTONOMÍA:** 30 MINUTOS

**EQUIPO INCORPORADO**

**GPS:** DJI **CÁMARA DE VIDEO:** DJI  
**OTROS EQUIPOS INCORPORADOS:** CONTROL REMOTO MODELO GL300L S/N  
11UDG1GOC21P1 – BATERIA MODELO PH4-5870MAH 15.2V S/N ODQAGBK032006D  
BATERIA MODELO PH4-5870MAH 15.2V S/N ODQAH120320164

La presente autorización ha sido otorgada en base a la Norma Técnica Complementaria NTC: 001-2015 "Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia", debiendo su representada cumplir con lo establecido en el punto 8. (c) de la NTC: 001-2015, para realizar operaciones (usos) diferentes a la práctica Aero deportiva o recreativa.

Asimismo, se le comunica que en lo que respecta a las Tarjetas de Registro en formato digital se encuentra en evaluación por la DGAC, por lo que se le será entregado en cuanto se implemente este sistema de certificado electrónico y/o se normalicen las actividades para la entrega física de dicha tarjeta.

Sin otro particular, reitero a usted las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

Documento firmado digitalmente

**LUIS NUÑEZ VIDAL**

**DIRECCION DE CERTIFICACIONES Y AUTORIZACIONES  
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**

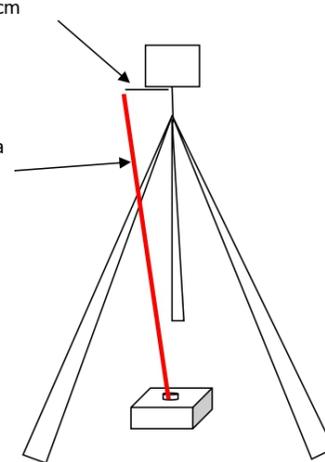
LNV/gcv

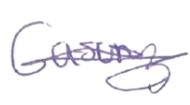
Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, aplicando lo dispuesto por el Art.25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <http://scddstd.mtc.gob.pe/1819184> ingresando el número de expediente **E-050598-2022** y la siguiente clave: CQR9NH.

Jr. Zorritos 1203 - Lima – Perú  
Central telefónica. (511) 615-7800  
[www.gob.pe/mtc](http://www.gob.pe/mtc)



### 7.3. Diarios de observación de puntos de control

<b>Diario de Observación GNSS</b>		<b>Proyecto: DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV</b>	
<hr/>			
<b>Estación</b>			
Nombre Completo: <u>1009482</u>		Identificación (4 letras) <u>1009482</u>	
Incrustación en el monumento: <u>1009482</u>		Fecha: <u>25-05-2024</u>	
<hr/>			
<b>Coordenadas Aproximadas</b>			
Latitud: <u>6</u> ° <u>54</u> ' <u>0.1</u> "		Longitud: <u>79</u> ° <u>47</u> ' <u>8.5</u> " Altura: <u>74.52</u> m	
<hr/>			
<b>Receptor / Antena</b>	<b>Tipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Nro. Serie</b>
Receptor: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>
Antena: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>
Software del Receptor (Versión): <u>--</u>			
Longitud del Cable Antena – Receptor: <u>--</u>			
<hr/>		<hr/>	
<p><b>Altura de la Antena</b></p> <p>Sobre el monumento</p> <p style="text-align: right;"><b>Extremo de la herramienta auxiliar</b></p> <p>Punto de referencia: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Vertical o <input checked="" type="checkbox"/> Inclinada</p> <p>Antes de las Observaciones: <u>1.852</u> m</p> <p>Después de las Observaciones: <u>1.852</u> m</p> <p>Datos del Receptor: _____ m</p> <hr/> <p><b>Observación:</b></p> <p>Nro. de la sesión del mismo día: <u>01</u></p> <p>Intervalo de Medición: <u>1</u> seg.</p> <p>Elevación Mínima: <u>10</u> °</p> <p>Hora de Inicio: <u>9:39 a.m.</u></p> <p>Hora de Término: <u>11:12 a.m.</u></p> <p>Operador / Institución: <u>Cassandra Alvino</u></p>	<p style="text-align: center;"><b>Croquis de las medidas de la Antena</b></p> <p>Herramienta auxiliar (HI) Plancha de 12 cm</p>  <p>Altura inclinada H=1.852</p> <p>La altura se midió de forma inclinada desde la placa de bronce hasta el extremo de la herramienta auxiliar</p>		




**Diario de Observación GNSS**Proyecto: **DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV****Estación**

Nombre Completo: PAF-1 Identificación (4 letras) PAF-1  
Incrustación en el monumento: PAF-1 Fecha: 29-05-2024

**Coordenadas Aproximadas**

Latitud: 6 ° 53 ' 53.4 " Longitud: 79 ° 47 ' 19.2 " Altura: 69.708 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>
Antena: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>

Software del Receptor (Versión): --

Longitud del Cable Antena – Receptor: --

**Altura de la Antena**

Sobre el monumento

Punto de referencia: Extremo de la herramienta auxiliar

Vertical o  Inclinada

Antes de las Observaciones: 1.768 m

Después de las Observaciones: 1.768 m

Datos del Receptor: \_\_\_\_\_ m

**Observación:**

Nro. de la sesión del mismo día: 02

Intervalo de Medición: 1 seg.

Elevación Mínima: 10 °

Hora de Inicio: 11:33 a.m.

Hora de Término: 11:54 a.m.

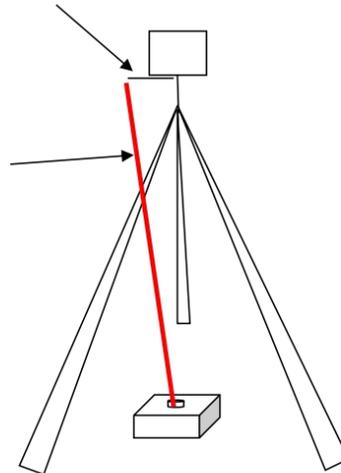
Operador / Institución: Casandra Alvino

**Croquis de las medidas de la Antena**

Herramienta auxiliar (HI)

Plancha de 12 cm

Altura inclinada  
H=1.768



La altura se midió de forma inclinada desde la placa de bronce hasta el extremo de la herramienta auxiliar

*Casandra Alvino* *[Firma]*

**Diario de Observación GNSS**Proyecto: **DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV****Estación**Nombre Completo: PAF-2 Identificación (4 letras) PAF-2Incrustación en el monumento: PAF-2 Fecha: 29-05-**Coordenadas Aproximadas**Latitud: 6 ° 53 ' 52.9 " Longitud: 79 ° 47 ' 18.9 " Altura: 69.881 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>
Antena: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>

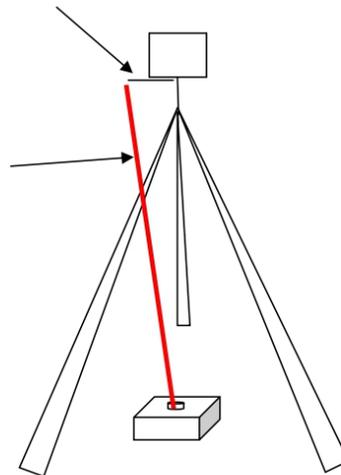
Software del Receptor (Versión): --Longitud del Cable Antena – Receptor: --**Altura de la Antena**

Sobre el monumento

Punto de referencia: Extremo de la herramienta auxiliar Vertical o  InclinadaAntes de las Observaciones: 1.734 mDespués de las Observaciones: 1.734 mDatos del Receptor:                      m**Observación:**Nro. de la sesión del mismo día: 03Intervalo de Medición: 1 seg.Elevación Mínima: 10 °Hora de Inicio: 12:09 p.m.Hora de Término: 12:29 p.m.Operador / Institución: Casandra Alvino**Croquis de las medidas de la Antena**

Herramienta auxiliar (HI)

Plancha de 12 cm

Altura inclinada  
H=1.734

La altura se midió de forma inclinada desde la placa de bronce hasta el extremo de la herramienta auxiliar

*Casandra Alvino* *[Firma]*

**Diario de Observación GNSS**Proyecto: **DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV****Estación**

Nombre Completo: PAF-3 Identificación (4 letras) PAF-3  
Incrustación en el monumento: PAF-3 Fecha: 29-05-2024

**Coordenadas Aproximadas**

Latitud: 6 ° 53 ' 57.1 " Longitud: 79 ° 47 ' 13.3 " Altura: 72.523 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>
Antena: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>

Software del Receptor (Versión): --

Longitud del Cable Antena – Receptor: --

**Altura de la Antena**

Sobre el monumento

Punto de referencia: Extremo de la herramienta auxiliar

Vertical o  Inclinada

Antes de las Observaciones: 1.725 m

Después de las Observaciones: 1.725 m

Datos del Receptor: \_\_\_\_\_ m

**Observación:**

Nro. de la sesión del mismo día: 04

Intervalo de Medición: 1 seg.

Elevación Mínima: 10 °

Hora de Inicio: 12:43 p.m.

Hora de Término: 1:04 p.m.

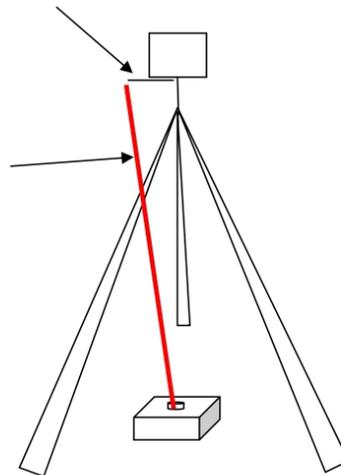
Operador / Institución: Casandra Alvino

**Croquis de las medidas de la Antena**

Herramienta auxiliar (HI)

Plancha de 12 cm

Altura inclinada  
H=1.725



La altura se midió de forma inclinada desde la placa de bronce hasta el extremo de la herramienta auxiliar

*Casandra Alvino* *[Firma]*

**Diario de Observación GNSS**Proyecto: **DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV****Estación**Nombre Completo: PAF-4 Identificación (4 letras) PAF-4Incrustación en el monumento: PAF-4 Fecha: 29-05-2024**Coordenadas Aproximadas**Latitud: 6 ° 54 ' 1.4 " Longitud: 79 ° 47 ' 7.2 " Altura: 73.869 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>Receptor</u>	<b>GNSS</b>	<b>SATLab SL 700</b>	<b>11665789</b>
Antena: <u>Receptor</u>	<b>GNSS</b>	<b>SATLab SL 700</b>	<b>11665789</b>

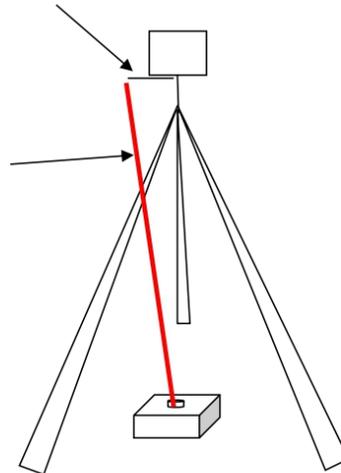
Software del Receptor (Versión): --Longitud del Cable Antena – Receptor: --**Altura de la Antena**

Sobre el monumento

Punto de referencia: Extremo de la herramienta auxiliar Vertical o  InclinadaAntes de las Observaciones: 1.803 mDespués de las Observaciones: 1.803 mDatos del Receptor:                      m**Observación:**Nro. de la sesión del mismo día: 05Intervalo de Medición: 1 seg.Elevación Mínima: 10 °Hora de Inicio: 12:43 p.m.Hora de Término: 1:04 p.m.Operador / Institución: Casandra Alvino**Croquis de las medidas de la Antena**

Herramienta auxiliar (HI)

Plancha de 12 cm

Altura inclinada  
H=1.803

La altura se midió de forma inclinada desde la placa de bronce hasta el extremo de la herramienta auxiliar

*Casandra Alvino* *[Firma]*

**Diario de Observación GNSS**Proyecto: **DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV****Estación**Nombre Completo: PAF-5 Identificación (4 letras) PAF-5  
Incrustación en el monumento: PAF-5 Fecha: 29-05-2024**Coordenadas Aproximadas**Latitud: 6 ° 54 ' 0.4 " Longitud: 79 ° 47 ' 6.4 " Altura: 74.359 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>
Antena: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>

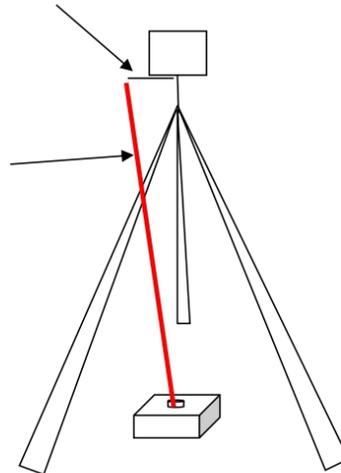
Software del Receptor (Versión): --Longitud del Cable Antena – Receptor: --**Altura de la Antena**

Sobre el monumento

Punto de referencia: Extremo de la herramienta auxiliar Vertical o  InclinadaAntes de las Observaciones: 1.733 mDespués de las Observaciones: 1.733 mDatos del Receptor:                      m**Observación:**Nro. de la sesión del mismo día: 06Intervalo de Medición: 1 seg.Elevación Mínima: 10 °Hora de Inicio: 1:47 p.m.Hora de Término: 2:09 p.m.Operador / Institución: Casandra Alvino**Croquis de las medidas de la Antena**

Herramienta auxiliar (HI)

Plancha de 12 cm

Altura inclinada  
H=1.733

La altura se midió de forma inclinada desde la placa de bronce hasta el extremo de la herramienta auxiliar

**Diario de Observación GNSS**Proyecto: **DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV****Estación**Nombre Completo: PAF-6 Identificación (4 letras) PAF-6  
Incrustación en el monumento: PAF-6 Fecha: 29-05-2024**Coordenadas Aproximadas**Latitud: 6 ° 54 ' 4.0 " Longitud: 79 ° 47 ' 2.8 " Altura: 74.811 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>
Antena: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>

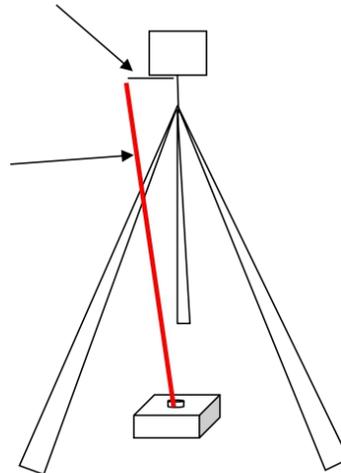
Software del Receptor (Versión): --Longitud del Cable Antena – Receptor: --**Altura de la Antena**

Sobre el monumento

Punto de referencia: Extremo de la herramienta auxiliar Vertical o  InclinadaAntes de las Observaciones: 1.815 mDespués de las Observaciones: 1.815 mDatos del Receptor:                      m**Observación:**Nro. de la sesión del mismo día: 07Intervalo de Medición: 1 seg.Elevación Mínima: 10 °Hora de Inicio: 2:21 p.m.Hora de Término: 2:43 p.m.Operador / Institución: Casandra Alvino**Croquis de las medidas de la Antena**

Herramienta auxiliar (HI)

Plancha de 12 cm

Altura inclinada  
H=1.815

La altura se midió de forma inclinada desde la placa de bronce hasta el extremo de la herramienta auxiliar

**Diario de Observación GNSS**Proyecto: **DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV****Estación**

Nombre Completo: PAF-7 Identificación (4 letras) PAF-7  
Incrustación en el monumento: PAF-7 Fecha: 29-05-2024

**Coordenadas Aproximadas**

Latitud: 6 ° 54 ' 7.0 " Longitud: 79 ° 46 ' 58.3 " Altura: 76.806 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>
Antena: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>

Software del Receptor (Versión): --

Longitud del Cable Antena – Receptor: --

**Altura de la Antena**

Sobre el monumento

Punto de referencia: Extremo de la herramienta auxiliar

Vertical o  Inclinada

Antes de las Observaciones: 1.745 m

Después de las Observaciones: 1.745 m

Datos del Receptor: \_\_\_\_\_ m

**Observación:**

Nro. de la sesión del mismo día: 08

Intervalo de Medición: 1 seg.

Elevación Mínima: 10 °

Hora de Inicio: 2:55 p.m.

Hora de Término: 3:17 p.m.

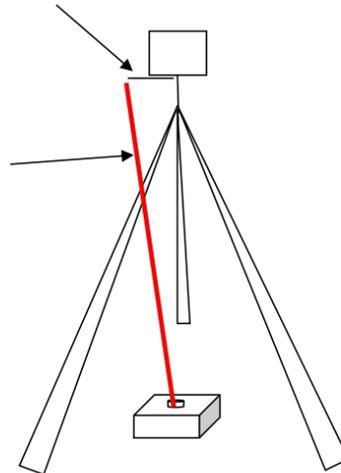
Operador / Institución: Casandra Alvino

**Croquis de las medidas de la Antena**

Herramienta auxiliar (HI)

Plancha de 12 cm

Altura inclinada  
H=1.745



La altura se midió de forma inclinada desde la placa de bronce hasta el extremo de la herramienta auxiliar

*Casandra Alvino* *[Firma]*

**Diario de Observación GNSS**Proyecto: **DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV****Estación**

Nombre Completo: PAF-8 Identificación (4 letras) PAF-8  
Incrustación en el monumento: PAF-8 Fecha: 29-05-2024

**Coordenadas Aproximadas**

Latitud: 6 ° 54 ' 6.31 " Longitud: 79 ° 46 ' 57.6 " Altura: 78.177 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>
Antena: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>

Software del Receptor (Versión): --

Longitud del Cable Antena – Receptor: --

**Altura de la Antena**

Sobre el monumento

Punto de referencia: Extremo de la herramienta auxiliar

Vertical o  Inclinada

Antes de las Observaciones: 1.742 m

Después de las Observaciones: 1.742 m

Datos del Receptor:                      m

**Observación:**

Nro. de la sesión del mismo día: 09

Intervalo de Medición: 1 seg.

Elevación Mínima: 10 °

Hora de Inicio: 3:26 p.m.

Hora de Término: 3:48 p.m.

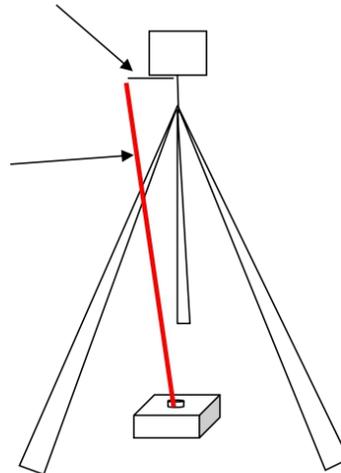
Operador / Institución: Casandra Alvino

**Croquis de las medidas de la Antena**

Herramienta auxiliar (HI)

Plancha de 12 cm

Altura inclinada  
H=1.742



La altura se midió de forma inclinada desde la placa de bronce hasta el extremo de la herramienta auxiliar

*Casandra Alvino* *[Firma]*

**Diario de Observación GNSS**Proyecto: **DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV****Estación**

Nombre Completo: PAF-9 Identificación (4 letras) PAF-9  
Incrustación en el monumento: PAF-9 Fecha: 29-05-2024

**Coordenadas Aproximadas**

Latitud: 6 ° 54 ' 10.6 " Longitud: 79 ° 46 ' 50.4 " Altura: 84.815 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>
Antena: <u>Receptor</u>	<u>GNSS</u>	<u>SATLab SL 700</u>	<u>11665789</u>

Software del Receptor (Versión): --

Longitud del Cable Antena – Receptor: --

**Altura de la Antena**

Sobre el monumento

Punto de referencia: Extremo de la herramienta auxiliar

Vertical o  Inclinada

Antes de las Observaciones: 1.743 m

Después de las Observaciones: 1.743 m

Datos del Receptor: \_\_\_\_\_ m

**Observación:**

Nro. de la sesión del mismo día: 10

Intervalo de Medición: 1 seg.

Elevación Mínima: 10 °

Hora de Inicio: 3:59 p.m.

Hora de Término: 4:20 p.m.

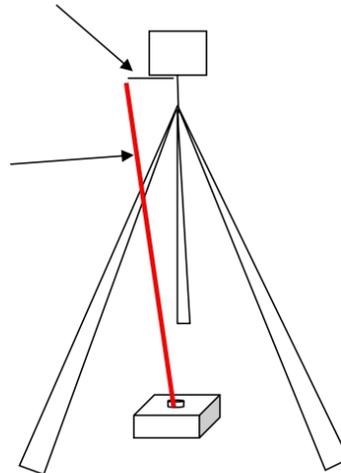
Operador / Institución: Casandra Alvino

**Croquis de las medidas de la Antena**

Herramienta auxiliar (HI)

Plancha de 12 cm

Altura inclinada  
H=1.743



La altura se midió de forma inclinada desde la placa de bronce hasta el extremo de la herramienta auxiliar

*Casandra Alvino* *[Firma]*

## 7.4. Registro de vuelos RPAS

DPI 2024 II UCV	<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b> CONTROL DE CALIDAD		Código	REG.01
			Revisión	01
	REGISTRO DE VUELO RPAS		N° Registro	01
	PROYECTO: DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV		Fecha	25-05-2024

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN: <b>CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 762, CHICLAYO - LAMBAYEQUE</b>	
OBJETO DEL TRABAJO: <b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN – UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	

DATOS RPAS	TIPO DE VUELO
PAÍS DE FABRICACIÓN: <b>CHINA</b>	<b>VUELO CLÁSICO CON AUTONOMÍA DE 30 MINUTOS A UNA SOLA GRILLA, CON PUNTOS DE APOYO FOTOGRAMÉTRICO.</b>
MARCA: <b>DJI</b>	
MODELO: <b>PHANTOM 4 PRO V2</b>	
TIPO DE MOTORES: <b>ELÉCTRICOS</b>	
CANTIDAD DE MOTORES: <b>4</b>	
SERIE: <b>11UDGCX-R700006</b>	

CHECK LIST		
ENSAMBLAJE DEL RPAS <input checked="" type="checkbox"/>	COMUNICACIÓN CONTROL-RPA <input checked="" type="checkbox"/>	ESTADO DEL IMU <input checked="" type="checkbox"/>
MONTAJE DE HÉLICES <input checked="" type="checkbox"/>	DETECCIÓN DE SENSORES <input checked="" type="checkbox"/>	DISPOSITIVO DE CONTROL <input checked="" type="checkbox"/>
ESTADO DE BATERÍAS DEL RPA <input checked="" type="checkbox"/>	ESTADO DE SENSORES DE OBSTÁCULOS <input checked="" type="checkbox"/>	
ESTADO DE BATERÍA DEL CONTROL <input checked="" type="checkbox"/>	CONEXIÓN CON ANTENA DE CORRECCIÓN DIFERENCIAL <input type="checkbox"/>	

ANTENA DE CORRECCIÓN DIFERENCIAL (de ser el caso)		
FABRICANTE:		LATITUD:
MODELO:		LONGITUD:
ALTURA DE PUNTO DE REFERENCIA:		ELEV. ELIPSOIDAL:

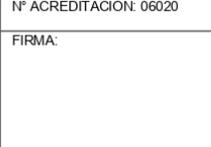
  

PLANIFICACIÓN DE VUELO		
DENOMINACIÓN DEL VUELO: <b>VUELO A 80 M</b>		
VUELO CORRELATIVO: <b>01</b>	SOLAPE LONGITUDINAL: <b>70 %</b>	LÍNEAS DE VUELO: <b>03</b>
ALTURA DE VUELO: <b>80 m</b>	SOLAPE TRANSVERSAL: <b>70 %</b>	
OFFSET ELEVACIÓN: <b>0 m</b>	ÁNGULO DE LA CÁMARA: <b>90 %</b>	

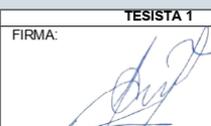
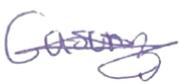
  

CONDICIONES CLIMATICAS	TIEMPOS:	OBSERVACIONES:
NUBOSIDAD: <b>OK</b>	HORA DE DESPEGUE: 11:50 A.M.	
VIENTO: <b>OK</b>	HORA DE ATERRIZAJE: 12:03 A.M.	
LLUVIA: <b>NO</b>	DURACIÓN DE VUELO: 13 MINUTOS	
TEMPERATURA: <b>OK</b>		

DATOS PILOTO PRINCIPAL	DATOS PILOTO SECUNDARIO
NOMBRES Y APELLIDOS: CRISTIAN YORDY CASTRO VEGA	NOMBRES Y APELLIDOS: CRISTIAN YORDY CASTRO VEGA
N° ACREDITACIÓN: 06020	N° ACREDITACIÓN: 06020
FIRMA: 	FIRMA: 

FIRMAS		
RESPONSABLE DEL TRABAJO	TESISTA 1	TESISTA 2
FIRMA: 	FIRMA: 	FIRMA: 
NOMBRE: CRISTIAN YORDY CASTRO VEGA	NOMBRE: CRISTIAN YORDY CASTRO VEGA	NOMBRE: CASANDRA ALVINO ARCA
FECHA: 25-05-2024	FECHA: 25-05-2024	FECHA: 25-05-2024

DPI 2024 II UCV	<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	Código	REG.01
	CONTROL DE CALIDAD	Revisión	01
	REGISTRO DE VUELO RPAS	N° Registro	02
	PROYECTO: DPI ALVINO – CASTRO 2024 II - UCV	Fecha	25-05-2024

<b>DATOS GENERALES</b>
UBICACIÓN: <b>CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 762, CHICLAYO - LAMBAYEQUE</b>
OBJETO DEL TRABAJO: <b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN – UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>

<b>DATOS RPAS</b>	<b>TIPO DE VUELO</b>
PAÍS DE FABRICACIÓN: <b>CHINA</b>	VUELO CLASICO CON AUTONOMIA DE 30 MINUTOS A UNA SOLA GRILLA, CON PUNTOS DE APOYO FOTOGAMÉTRICO.
MARCA: <b>DJI</b>	
MODELO: <b>PHANTOM 4 PRO V2</b>	
TIPO DE MOTORES: <b>ELÉCTRICOS</b>	
CANTIDAD DE MOTORES: <b>4</b>	
SERIE: <b>11UDGCX-R700006</b>	

<b>CHECK LIST</b>					
ENSAMBLAJE DEL RPAS	<input checked="" type="checkbox"/>	COMUNICACIÓN CONTROL-RPA	<input checked="" type="checkbox"/>	ESTADO DEL IMU	<input checked="" type="checkbox"/>
MONTAJE DE HÉLICES	<input checked="" type="checkbox"/>	DETECCIÓN DE SENSORES	<input checked="" type="checkbox"/>	DISPOSITIVO DE CONTROL	<input checked="" type="checkbox"/>
ESTADO DE BATERÍAS DEL RPA	<input checked="" type="checkbox"/>	ESTADO DE SENSORES DE OBSTÁCULOS			<input checked="" type="checkbox"/>
ESTADO DE BATERIA DEL CONTROL	<input checked="" type="checkbox"/>	CONEXIÓN CON ANTENA DE CORRECCIÓN DIFERENCIAL			<input type="checkbox"/>

<b>ANTENA DE CORRECCION DIFERENCIAL (de ser el caso)</b>	
FABRICANTE:	LATITUD:
MODELO:	LONGITUD:
ALTURA DE PUNTO DE REFERENCIA:	ELEV. ELIPSOIDAL:

<b>PLANIFICACION DE VUELO</b>		
DENOMINACIÓN DEL VUELO: <b>VUELO A 120 M</b>		
VUELO CORRELATIVO: <b>01</b>	SOLAPE LONGITUDINAL: <b>70 %</b>	LÍNEAS DE VUELO: <b>03</b>
ALTURA DE VUELO: <b>80 m</b>	SOLAPE TRANSVERSAL: <b>70 %</b>	
OFFSET ELEVACIÓN: <b>0 m</b>	ÁNGULO DE LA CÁMARA: <b>90 %</b>	

<b>CONDICIONES CLIMATICAS</b>	<b>TIEMPOS:</b>	<b>OBSERVACIONES:</b>
NUBOSIDAD: <b>OK</b>	HORA DE DESPEGUE: 12:10 P.M.	
VIENTO: <b>OK</b>	HORA DE ATERRIZAJE: 12:21 P.M.	
LLUVIA: <b>NO</b>	DURACIÓN DE VUELO: 11 MINUTOS	
TEMPERATURA: <b>OK</b>		

<b>DATOS PILOTO PRINCIPAL</b>	<b>DATOS PILOTO SECUNDARIO</b>
NOMBRES Y APELLIDOS: CRISTIAN YORDY CASTRO VEGA	NOMBRES Y APELLIDOS:
N° ACREDITACIÓN: 06020	N° ACREDITACIÓN:
FIRMA: 	FIRMA:

<b>FIRMAS</b>		
<b>RESPONSABLE DEL TRABAJO</b>	<b>TESISTA 1</b>	<b>TESISTA 2</b>
FIRMA: 	FIRMA: 	FIRMA: 
NOMBRE: CRISTIAN YORDY CASTRO VEGA	NOMBRE: CRISTIAN YORDY CASTRO VEGA	NOMBRE: CASANDRA ALVINO ARCA
FECHA: 25-05-2024	FECHA: 25-05-2024	FECHA: 25-05-2024

DPI 2024 II UCV	<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>	Código	REG.01
	CONTROL DE CALIDAD	Revisión	01
	REGISTRO DE VUELO RPAS	N° Registro	03
	PROYECTO: DPI ALVINO – CASTRO 2024 II -UCV	Fecha	25-05-2024

<b>DATOS GENERALES</b>
UBICACIÓN: <b>CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 762, CHICLAYO - LAMBAYEQUE</b>
OBJETO DEL TRABAJO: <b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN – UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>

<b>DATOS RPAS</b>	<b>TIPO DE VUELO</b>
PAÍS DE FABRICACIÓN: <b>CHINA</b>	VUELO CLASICO CON AUTONOMIA DE 30 MINUTOS A UNA SOLA GRILLA, CON PUNTOS DE APOYO FOTOGAMÉTRICO.
MARCA: <b>DJI</b>	
MODELO: <b>PHANTOM 4 PRO V2</b>	
TIPO DE MOTORES: <b>ELÉCTRICOS</b>	
CANTIDAD DE MOTORES: <b>4</b>	
SERIE: <b>11UDGCX-R700006</b>	

<b>CHECK LIST</b>					
ENSAMBLAJE DEL RPAS	<input checked="" type="checkbox"/>	COMUNICACIÓN CONTROL-RPA	<input checked="" type="checkbox"/>	ESTADO DEL IMU	<input checked="" type="checkbox"/>
MONTAJE DE HÉLICES	<input checked="" type="checkbox"/>	DETECCIÓN DE SENSORES	<input checked="" type="checkbox"/>	DISPOSITIVO DE CONTROL	<input checked="" type="checkbox"/>
ESTADO DE BATERÍAS DEL RPA	<input checked="" type="checkbox"/>	ESTADO DE SENSORES DE OBSTÁCULOS			<input checked="" type="checkbox"/>
ESTADO DE BATERIA DEL CONTROL	<input checked="" type="checkbox"/>	CONEXIÓN CON ANTENA DE CORRECCIÓN DIFERENCIAL			<input type="checkbox"/>

<b>ANTENA DE CORRECCION DIFERENCIAL (de ser el caso)</b>	
FABRICANTE:	LATITUD:
MODELO:	LONGITUD:
ALTURA DE PUNTO DE REFERENCIA:	ELEV. ELIPSOIDAL:

<b>PLANIFICACION DE VUELO</b>		
DENOMINACIÓN DEL VUELO: <b>VUELO A 170 M</b>		
VUELO CORRELATIVO: <b>01</b>	SOLAPE LONGITUDINAL: <b>70 %</b>	LÍNEAS DE VUELO: <b>03</b>
ALTURA DE VUELO: <b>80 m</b>	SOLAPE TRANSVERSAL: <b>70 %</b>	
OFFSET ELEVACIÓN: <b>0 m</b>	ÁNGULO DE LA CÁMARA: <b>90 %</b>	

<b>CONDICIONES CLIMATICAS</b>	<b>TIEMPOS:</b>	<b>OBSERVACIONES:</b>
NUBOSIDAD: <b>OK</b>	HORA DE DESPEGUE: 12:35 P.M.	
VIENTO: <b>OK</b>	HORA DE ATERRIZAJE: 12:43 P.M.	
LLUVIA: <b>NO</b>	DURACIÓN DE VUELO: 8 MINUTOS	
TEMPERATURA: <b>OK</b>		

<b>DATOS PILOTO PRINCIPAL</b>	<b>DATOS PILOTO SECUNDARIO</b>
NOMBRES Y APELLIDOS: CRISTIAN YORDY CASTRO VEGA	NOMBRES Y APELLIDOS:
N° ACREDITACIÓN: 06020	N° ACREDITACIÓN:
FIRMA: 	FIRMA:

<b>FIRMAS</b>		
<b>RESPONSABLE DEL TRABAJO</b>	<b>TESISTA 1</b>	<b>TESISTA 2</b>
FIRMA: 	FIRMA: 	FIRMA: 
NOMBRE: CRISTIAN YORDY CASTRO VEGA	NOMBRE: CRISTIAN YORDY CASTRO VEGA	NOMBRE: CASANDRA ALVINO ARCA
FECHA: 25-05-2024	FECHA: 25-05-2024	FECHA: 25-05-2024

## Anexo 8. Panel Fotográfico



Foto 1: Inicio de tramo para levantamiento (Chiclayo)



Foto 2: Preparación de mezcla



Foto 3: Preparación de mezcla



Foto 4: PAF N° 7



Foto 5: Marcado de Punto PAF



Foto 6: PAF N° 8



Foto 7: Marcado de Punto PAF N° 9



Foto 8: PAF N° 10



Foto 9: PAF N° 10



Foto 11: Pintado de Hito



Foto 12: Hito de concreto con el disco de bronce instalado.

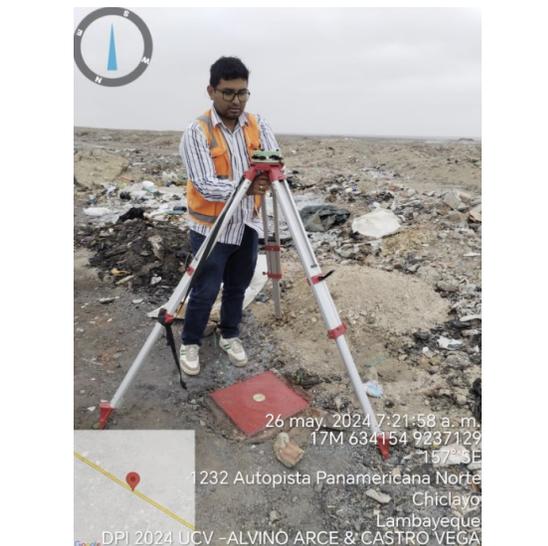


Foto 13: Armand tripode

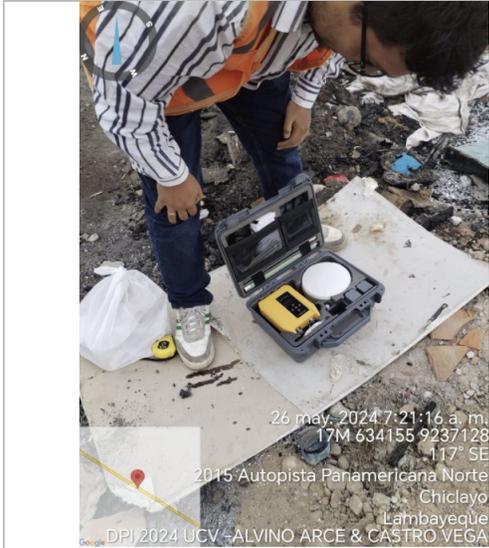


Foto 14: Receptor GNSS



Foto 14: Drone Phantom 4 Pro v2



Foto 15: Receptor GNSS instalado



Foto 16: Mediciones de altura de antena



Foto 17: Receptor GNSS instalado

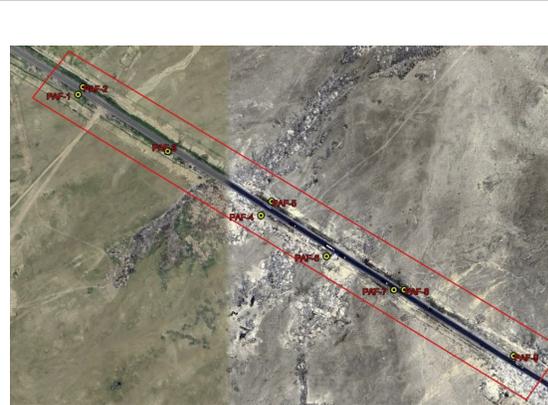


Foto 18: Ubicación de los puntos PAF



Foto 19: Punto de despegue de drone



Foto 20: Final de tramo para levantamiento (Chiclayo)