



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON DRON VTOL EN LA ZONA ESTE DEL  
DISTRITO DE CHANCAY - LIMA**

**Línea de investigación:**

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y  
geotecnia**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

**Autor:**

Pérez Torres, Luis Alberto Corpus

**Asesor:**

Martínez Cabrera, Rubén

ORCID: 0000-0002-4561-8627

**Jurado:**

Cadenas Acosta, Raúl

Bedoya Gómez, Ilse

Pérez Flores, Brandon

**Lima - Perú**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

**Luis Perez V2.pdf**

AUTOR

**Ruben Martinez**

RECUENTO DE PALABRAS

**5739 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**30343 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**41 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.2MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 23, 2024 10:21 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 23, 2024 10:22 PM GMT-5****● 18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

**LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON DRON VTOL EN LA ZONA ESTE  
DEL DISTRITO DE CHANCAY - LIMA**

**Línea de Investigación:**

Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia

Informe de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

**Autor:**

Pérez Torres, Luis Alberto Corpus

**Asesor:**

Cabrera Martínez, Rubén

ORCID: 0000-0002-4561-8627

**Jurado:**

Cadenas Acosta, Raúl

Bedoya Gómez, Ilsse

Pérez Flores, Brandon

**Lima - Perú**

**2024**

## ÍNDICE

RESUMEN .....	6
ABSTRACT.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Trayectoria del Autor.....	8
1.1.1. <i>Grado Académico</i> .....	8
1.1.2. <i>Certificación Profesional</i> .....	8
1.1.3. <i>Áreas de Experiencia</i> .....	9
1.2. Descripción de la Empresa.....	10
1.2.1. <i>Misión y Visión</i> .....	10
1.3. Organigrama de la empresa.....	11
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	12
II. LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON DRON VTOL .....	14
2.1. Objetivos .....	14
2.1.1. <i>Objetivo General</i> .....	14
2.1.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	15
2.2. Metodología.....	15
2.3. Descripción del Procedimiento .....	16
2.3.1. <i>Etapa de planificación</i> .....	16
2.3.2. <i>Levantamiento Geodésico</i> .....	21
2.3.3. <i>Ejecución de los vuelos fotogramétricos</i> .....	26
2.3.4. <i>Procesamiento de Datos Fotogramétricos</i> .....	32
2.4. Resultados.....	40
2.4.1. <i>Levantamiento geodésico</i> .....	40
2.4.2. <i>Ejecución del vuelo fotogramétrico</i> .....	41
2.4.3. <i>Procesamiento de datos fotogramétricos</i> .....	41
2.3.4. <i>Evaluación de la Ortofoto respecto al Plano de Lotización del A.H. Peralvillo Bajo</i> .	42
III. APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA.....	44
IV. CONCLUSIONES.....	45
V. RECOMENDACIONES .....	47
VI. REFERENCIAS .....	48
VII. ANEXOS.....	49
Anexo A. Solicitud de permiso a la Municipalidad de Chancay .....	49

Anexo B. Reporte de Vuelo .....	51
Anexo C. Precisión del Ajuste PPK – Geoetiquetado de las imágenes .....	52
Anexo D. Reporte de Procesamiento .....	57

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1	<i>Especificaciones del Dron WingtraOne II</i> .....	18
Tabla 2	<i>Especificaciones de la Cámara Sony RX1R II</i> .....	19
Tabla 3	<i>Especificaciones del GNSS Trimble R8s</i> .....	20
Tabla 4	<i>Cuadro de Coordenadas ERP LI02</i> .....	24
Tabla 5	<i>Cuadro de coordenadas de los puntos de despegue</i> .....	27
Tabla 6	<i>Cuadro de coordenadas - punto de control geodésico</i> .....	40
Tabla 7	<i>Cuadro de coordenadas obtenidas - puntos de chequeo</i> .....	40
Tabla 8	<i>Cuadro resumen de precisión obtenida (procesamiento de línea base)</i> .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Organigrama de la empresa UAV LATAM PERU</i> .....	11
Figura 2	<i>Imagen satelital del área de ejecución de los vuelos</i> .....	17
Figura 3	<i>Estructura del Plan Operativo del vuelo fotogramétrico Chancay</i> .....	18
Figura 4	<i>Dron WingtraOne Gen II</i> .....	19
Figura 5	<i>Cámara Sony RX1R II</i> .....	19
Figura 6	<i>GNSS TRIMBLE R8S</i> .....	20
Figura 7	<i>Cuadro de Actividades del Levantamiento Fotogramétrico</i> .....	20
Figura 8	<i>Ubicación del Punto Geodésico y los 06 puntos de chequeo</i> .....	21
Figura 9	<i>Colocación base GNSS – PG01</i> .....	22
Figura 10	<i>Punto de chequeo 2</i> .....	22
Figura 11	<i>Punto de chequeo 3</i> .....	23
Figura 12	<i>Punto de chequeo 5</i> .....	23
Figura 13	<i>Estación de Rastreo Permanente - LI02 Ancón</i> .....	24
Figura 14	<i>Procesamiento de Línea Base: LI02 – Base1 (PG01)</i> .....	25
Figura 15	<i>Procesamiento de Línea Base: Base 1 (PG01) – Puntos de Chequeo</i> .....	25
Figura 16	<i>Plataforma WingtraHub</i> .....	26
Figura 17	<i>Puntos de Despegue y Sectorización</i> .....	27
Figura 18	<i>Ubicación de la base GNSS –PG01</i> .....	28
Figura 19	<i>Punto de despegue 03 de los vuelos de la zona 1 y 2</i> .....	28
Figura 20	<i>Punto de despegue 03 - Zona 01</i> .....	29
Figura 21	<i>Punto de despegue 03 - Zona 02</i> .....	29
Figura 22	<i>Punto de despegue 02 de los vuelos de la zona 3 y 4</i> .....	30
Figura 23	<i>Punto de despegue 02 - Zona 03</i> .....	30
Figura 24	<i>Punto de despegue 02 - Zona 04</i> .....	31
Figura 25	<i>Punto de despegue 01 del vuelo de la zona 5</i> .....	31
Figura 26	<i>Punto de despegue 01 - Zona 05</i> .....	32
Figura 27	<i>Explicación básica de PPK</i> .....	33
Figura 28	<i>Flujograma del ajuste fotogramétrico</i> .....	34
Figura 29	<i>Flujograma de la generación de ortofoto</i> .....	36
Figura 30	<i>Nube de puntos</i> .....	37
Figura 31	<i>Modelo Digital del Terreno</i> .....	38
Figura 32	<i>Líneas de corte de la Ortofoto</i> .....	38
Figura 33	<i>Ortofoto del distrito de Chancay</i> .....	39
Figura 34	<i>Reporte de precisión de los puntos de chequeo en el programa Agisoft</i> .....	42
Figura 35	<i>Ubicación Geoespacial del A.H. Peralvillo Bajo</i> .....	42
Figura 36	<i>Superposición de la Ortofoto con el plano de lotización del A.H.Peralvillo Bajo</i>	43
Figura 37	<i>Análisis detallado de la variación de la ortofoto y el plano de lotización</i> .....	43

## RESUMEN

En el presente informe se detallan las actividades realizadas por el autor como parte de su experiencia profesional en el ámbito topográfico, geodésico y fotogramétrico, el cual tiene como objetivo realizar el Levantamiento Fotogramétrico con Dron VTOL en la zona este del distrito de Chancay – Lima. La metodología empleada se basó en la planificación, levantamiento geodésico, ejecución de los vuelos fotogramétricos y procesamiento de datos fotogramétricos. Los resultados fueron el establecimiento de una base GNSS para realizar el ajuste del vuelo en el sistema PPK y la lectura de seis puntos de chequeo. Todo el levantamiento se realizó en cinco vuelos que recubrieron un área de 460 ha. y obteniendo un GSD de 2 cm. Es por lo mencionado que este informe concluye que los productos generados como la nube de puntos, el modelo digital del terreno y la ortofoto; cumplen con los lineamientos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) para la obtención de información cartográfica a escala 1:1000. Así mismo se realizó la comparación entre la ortofoto y un plano de lotización del A.H. Peralvillo Bajo teniendo una variación máxima de 7 cm.

*Palabras claves:* Topografía, Geodesia, Fotogrametría, Cartografía, Drone VTOL, sistema PPK, GSD.

## ABSTRACT

This report details the activities carried out by the author as part of his professional experience in the topographic, geodetic and photogrammetric field, which aims to carry out the Photogrammetric Survey with VTOL Drone in the eastern area of the Chancay - Lima district. The methodology used was based on planning, geodetic survey, execution of photogrammetric flights and processing of photogrammetric data. The results were the establishment of a GNSS base to perform flight adjustment in the PPK system and the reading of six checkpoints. The entire survey was carried out in five flights that covered an area of 460 ha. and obtaining a GSD of 2 cm. It is for this reason that this report concludes that the products generated such as the point cloud, the digital terrain model and the orthophoto; They comply with the guidelines of the National Geographic Institute (IGN) for obtaining cartographic information at a scale of 1:1000. Likewise, a comparison was made between the orthophoto and a subdivision plan of the A.H. Peralvillo Bajo having a maximum variation of 7 cm.

Keywords: Topography, Geodesy, Photogrammetry, Cartography, VTOL Drone, PPK system, GSD.

## I. INTRODUCCIÓN

Debido a la complejidad operativa y logística que implica realizar un levantamiento topográfico de lotización de predios urbanos o generar información cartográfica catastral por métodos tradicionales, los cuales requieren mucho tiempo y recursos, comparativamente altos frente a un levantamiento fotogramétrico, surge una incertidumbre no solo en términos de costos, sino también en la precisión de los resultados obtenidos mediante dicha tecnología.

Por ello, y considerando los avances tecnológicos en RPAS (Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia) que han mejorado su autonomía y precisión, este informe presenta un proceso metodológico para el levantamiento de información cartográfica utilizando el dron VTOL Wingtra ONE GEN II. Este dron ofrece mejoras significativas en comparación con otros drones, destacándose en autonomía, sensor y la precisión, e incluye un ajuste en modo PPK.

### **1.1. Trayectoria del Autor**

#### ***1.1.1. Grado Académico***

El 17 de octubre setiembre de 2013, el Consejo Universitario de la Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo, otorga el grado de Bachiller en Ingeniería Geográfica. El diploma se encuentra en el libro N°172, folio N° 133 y en el registro N° 100424; de la Oficina de Grados y Títulos de la Secretaría General de la UNFV.

#### ***1.1.2. Certificación Profesional***

El autor, cuenta con un curso de especialización en Sistemas de Información Geográfica aplicado a la Gestión Ambiental. Además, cuenta con la acreditación de Piloto RPAS para operaciones de diferentes tipos de drones y sensores. Cada año se actualiza en cursos referente

al manejo de drones industriales, GPS GNSS, escáner laser y softwares de procesamiento de la captura de la realidad.

### ***1.1.3. Áreas de Experiencia***

Desde marzo del 2013 hasta setiembre del 2016, el autor, ocupó el cargo de editor topográfico en la subdirección de geodesia y topografía - Dirección de Catastro en COFOPRI (Organismo de Formalización de la Propiedad Informal), realizando el trabajo de levantamiento de puntos geodésicos, levantamientos topográficos catastrales, planeamiento de vuelos en áreas urbanas, elaboración de planos topográficos y otras actividades relacionadas al ámbito catastral.

Desde octubre hasta diciembre del 2016, el autor, ocupó el cargo de Técnico de Catastro en la Dirección de Catastro en SUNARP, realizó la migración de la base gráfica y alfanumérica del CAD a GIS.

Desde enero del 2017 hasta setiembre del 2020, el autor, ocupó el cargo de especialista en geodesia y topografía en la subdirección de geodesia y topografía - Dirección de Catastro en COFOPRI (Organismo de Formalización de la Propiedad Informal), realizando trabajos de supervisión topográfica, cartográfica y fotogramétrica de los diferentes proyectos de catastro a nivel nacional.

Desde octubre del 2020 hasta setiembre del 2022, el autor, realizó servicios de manera independiente, a diferentes empresas en el rubro minero y construcción. Realizando levantamientos topográficos con escáner laser en plantas industriales y en instalaciones mineras.

Desde octubre del 2022 hasta la actualidad, el autor, desempeñó como cargo Responsable de Proyectos en la dirección de Operaciones y Desarrollo de la empresa UAV LATAM PERU. Encargado de la elaboración, desarrollo y ejecución de los servicios

adquiridos de la empresa. Además, participando en la ejecución de los trabajos de los levantamientos Fotogramétricos, Lidar, Multiespectrales y Topográficos, hasta la verificación de la obtención de productos. Así mismo formo parte como presidente de Seguridad y Salud en el Trabajo durante el periodo 2024.

## **1.2. Descripción de la Empresa**

La empresa UAV Latam Perú se ubica actualmente en la avenida Pardo 434 en el distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima. Pertenece a la corporación UAV LATAM que tiene presencia en 9 países: Brasil, Argentina, Chile, Colombia, Panamá, Costa Rica, México, República Dominicana y Perú. La organización se enfoca en brindar productos y soluciones de alta tecnología procesando e integrando con inteligencia artificial a través de la captura de información con UAV Drones. Cuenta con más de siete años de experiencia en el mercado realizando desarrollo, integración, operación y mantenimiento de sistemas de no tripulados. Brinda servicios en diferentes sectores económicos como: aeronáutica, electrónica, telecomunicaciones, minería, hidrocarburos, etc. Cuenta con profesionales certificados por la DGAC MTC, DJI Perú, Zala Aero Group (Rusia), Aerospace Shenzhou Aerial Vehicle (China).

### ***1.2.1. Misión y Visión***

La misión de la empresa UAV LATAM PERU es proveer a los clientes soluciones de alta tecnología procesando e integrando información a través de la captura de datos con UAV-RPAS respetando y teniendo en cuenta la responsabilidad social y privacidad de los ciudadanos.

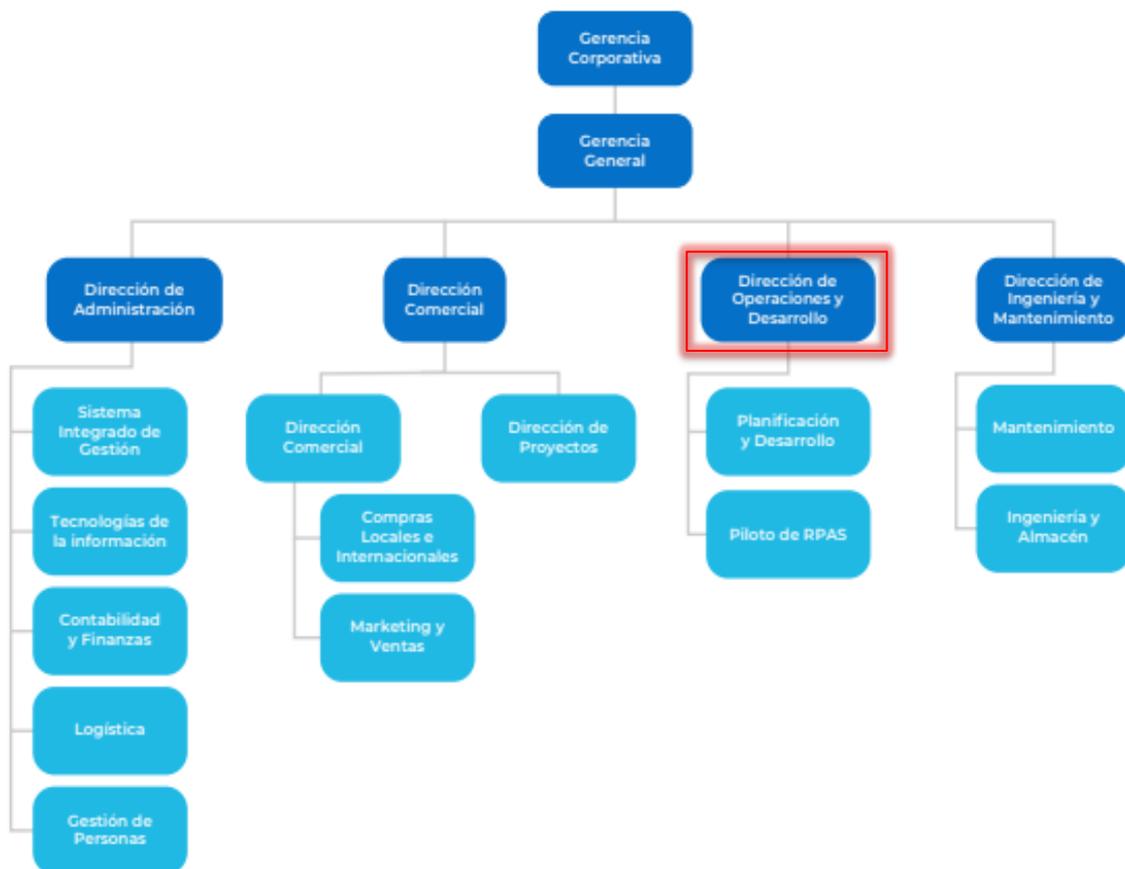
La visión es que sea reconocida como líder en todo Latinoamérica en brindar productos y soluciones con UAV-RPAS de alta tecnología.

### 1.3. Organigrama de la empresa

La estructura de esta corporación parte de un mismo CEO o jefatura general, cada país tiene la autonomía de estructurar su propia organización de acuerdo a las necesidades y leyes que los rigen. En el caso de UAV Latam Perú, cuenta con Direcciones que trabajan enfocándose en las necesidades de las actividades administrativas y operativas. Dentro de la empresa el autor, se desempeña en la Dirección de Operaciones y Desarrollo, se adjunta esquema de organización de la empresa:

**Figura 1**

*Organigrama de la empresa UAV LATAM PERU*



*Nota.* Estructura organizacional de empresa UAV LATAM PERU, 2024

#### 1.4. Áreas y funciones desempeñadas

En la empresa el autor, ocupó diferentes cargos en la Dirección de Operaciones las cuales se describen a continuación:

**Responsable de Proyectos:** Encargado de los aprobar los Planes Operativos elaborados por los Pilotos RPAS de acuerdo con los procedimientos establecidos, respetando la normativa peruana de RPAS vigente. Establecer los cronogramas de fecha de inicio de un determinado proyecto dependiendo de la disponibilidad de los pilotos, operatividad de los sistemas y de la climatología. Encargado de formar los equipos de trabajo para responder operativamente a un determinado proyecto. Realizar las gestiones de solicitud de autorización de operación de vuelo con la DGAC, CORPAC y FAP.

**Piloto RPAS:** Piloto responsable de coordinar con el equipo de trabajo la elaboración del Plan Operativo y delegación de funciones. Encargado de alistamiento de equipos, materiales y logísticas de los proyectos a ejecutar. Elaborar los Planes Operativos de los diversos proyectos y remitirlo al Director de Operaciones.

**Encargado del área de Geodesia y Topografía:** Supervisor de Geodesia y Topografía en la ejecución de proyectos de vuelos fotogramétricos, Lidar y multiespectrales. Encargado en la elaboración de informes de certificación de puntos de orden “C” involucrados en los proyectos, la planificación de puntos de apoyo fotogramétricos.

Algunos de los proyectos en los que el autor ha participado son:

- MINERA PAN AMERICAN SILVER: Seguridad y Vigilancia Perimetral. Área Protección Interna.
- MINERA CHINALCO PERÚ: Topografía y Geodesia. Levantamiento fotogramétrico.
- MINERA CONTONGA: Topografía y Geodesia. Levantamiento fotogramétrico.

- MINERA ANGLOAMERICAN – QUELLAVECO: Vigilancia operacional de las zonas de voladura usando soluciones Drone in a Box e inteligencia artificial para la detección automática de personas y vehículos en movimiento.
- COMPAÑÍA TRANSMISORA ANDINA (CTA): Topografía y Geodesia. Levantamiento con sensor Lidar 515 y cámara RGB
- MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A.: Inspeccion RGB y Térmica de 79 torres de la Línea de Trasmisión de 138 KV.
- GRUPO CELIMA: Topografía y Geodesia. Levantamiento fotogramétrico continuo de rumas de granel para la cubicación del material.
- GLOBHE – DRONE DATA: Inspección de 45 torres de telecomunicaciones a nivel nacional usando plataformas con inteligencia artificial.
- OXAPAMPA: Levantamiento fotogramétrico de 800 HA de zona agrícola.
- CHANCAY: Levantamiento fotogramétrico de la ciudad de Chancay
- Capacitación técnica a entidades públicas y privadas; referente a licitaciones adjudicadas de venta de equipos y sensores.

## II. LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON DRON VTOL

En el presente informe de suficiencia profesional se describe la experiencia como especialista en geodesia y topografía, en la dirección de operaciones de la empresa UAV LATAM PERU; en el cual se detallan los alcances, procedimientos y resultados a obtener de la información cartográfica del distrito de Chancay mediante el vuelo fotogramétrico con Dron VTOL, Con respecto a los vuelos se utilizó el Dron Wingtra One GENII, la cual es una herramienta innovadora para la generación de información cartográfica detallada y precisa de predios urbanos. La captura de datos con este Dron es hasta cinco veces más rápida que con métodos terrestres y requiere menos mano de obra. Con el etiquetado geográfico PPK, también se ahorra tiempo, ya que ya no es necesario colocar numerosos puntos de control sino solo se utiliza puntos de chequeos para la verificación de los productos generados.

Como análisis de los resultados nos va permitir obtener planos de información cartográfica a una escala 1/1000 llegando a cumplir dentro del rango de precisión menor a 4 cm. Además, en generar insumos mediante los productos mejorando la actualización de la zonificación urbana del distrito de Chancay, el cual está en los ojos de todo el mundo debido al mega puerto que es una obra de gran envergadura con el potencial de transformar la economía peruana, impulsar el desarrollo regional, fortalecer la competitividad nacional y convertir al país en un importante centro logístico y comercial en la región.

### 2.1. Objetivos

#### 2.1.1. *Objetivo General*

- Realizar el levantamiento fotogramétrico con Dron VTOL en el distrito de Chancay – Lima, con el fin de realizar la zonificación urbana.

### **2.1.2. Objetivos Específicos**

- Realizar el levantamiento geodésico en la zona este del distrito de Chancay.
- Ejecutar los vuelos fotogramétricos del Dron VTOL.
- Realizar el procesamiento de datos fotogramétricos.
- Comparación entre la ortofoto y el levantamiento de lotización del A.H. Peralvillo Bajo

### **2.2. Metodología**

La investigación desarrollada se basó en tres ejes planificación, ejecución y resultados. A manera detallada se realizó: Plan Operativo, Establecimiento de la Base GNSS, Ejecución de los vuelos, Procesamiento y Productos Cartográficos.

La Metodología consistente se basó en los documentos normativos vinculados a los levantamientos topográficos y fotogramétricos:

- Mediante Resolución Jefatural N° 089-2011-IGN/JEF/OGA, se crea la norma técnica Especializaciones Técnicas para la Producción de Cartografía Básica. Escala 1/1000.
- Mediante Resolución Jefatural N° 086-2011-IGN/OAJ/DGC, del 03/05/2011, que modifica la Resolución Jefatural N° 079-2006-IGN/OAJ/DGC. Constitúyase como Red Geodésica Horizontal a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), la misma que tiene como base el Sistema de Referencia Geocéntrica para las Américas (SIRGAS) sustentado en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 2000 y el Elipsoide de referencia es el World Geodetic System 1984 (WGS84).
- Mediante Decreto Supremo N° 050-2001-MTC – Reglamento de la Ley de Aeronáutica Civil 27261

- Mediante Resolución Jefatural N° 501-2015 MTC/12 - Norma Técnica Complementaria denomina “Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia”.
- Mediante Resolución Jefatural N° 051-2017-CENEPRED “Protocolo para la operación de los sistemas de aeronaves piloteadas a distancia (RPAS)”.

### **2.3. Descripción del Procedimiento**

#### ***2.3.1. Etapa de planificación***

La zona de operación se encuentra en el distrito de Chancay, ubicado en la provincia de Huaral en el departamento de Lima con una extensión de 460 hectáreas. El área de vuelo está demarcada por un polígono de color rojo. La ejecución de los trabajos se realizó en coordinación con la municipalidad de Chancay, debido a la complejidad de la zona de operación que se encuentra en entorno urbano se realizó el trámite de “Permiso de operación aérea con aeronaves no tripuladas (RPAS)” a la DGAC el cual conlleva a una serie de documentos, que se enfatiza en una evaluación de la seguridad operacional del levantamiento fotogramétrico. Adicionalmente se tuvo el permiso de la Municipalidad de Chancay mediante Oficio N°002-2024-MDCH/A . (Ver Anexo A)

**Figura 2**

*Imagen satelital del área de ejecución de los vuelos*



*Nota.* Google Earth 2024

Respecto al Plan Operativo se detalla los procedimientos y procesos a realizar durante la ejecución de los trabajos, esto se remite al cliente para su conformidad. Además, este Plan Operativo va a servir como un lineamiento a las actividades a realizar en campo en la fase de ejecución de los vuelos.

### Figura 3

#### *Estructura del Plan Operativo del vuelo fotogramétrico Chancay*

1. Introducción	3
2. Antecedentes	3
3. Ubicación del proyecto	3
4. Objetivos	4
5. Personal y Equipos	4
5.1. Personal	4
5.2. Seguridad	4
5.3. Logística	4
5.4. Equipos RPAS, Payload y GNSS	4
6. Meteorología	7
7. Metodología	8
7.1. Alcance	8
7.2. Desarrollo de actividades	8
Plan Principal	8
• Topografía y Geodesia	8
• Análisis de la zona de operación	10
Plan BackUp	20
8. ANEXOS: PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA	29
8.1 Incurción de Aeronave Tripulada en ZO	29
8.2 Cambio Repentino del Clima	30
8.3 Nivel Bajo de Batería	31
8.4 No Cumplimiento del Plan de Vuelo	32
8.5 Obstrucción en la Zona de Aterrizaje	33
8.6 Pérdida de Telemetría	34
8.7 Colaborador Se Siente mal en el campo de operación	35
9. ANEXOS: AUTORIZACIÓN MUNICIPALIDAD CHANCAY	36

*Nota.* Plan Operativo de la Demo Chancay – UAV Latam Peru.

#### **2.3.1.1. Equipos RPAS, Payload y GNSS**

**Tabla 1**

#### *Especificaciones del Dron WingtraOne II*

<b>RPAS</b>	<b>WingtraOne Gen II</b>
<b>Autonomía</b>	45 minutos
<b>Máximo rango</b>	10 km
<b>Payload</b>	Sony RX1R II
<b>Velocidad de viento</b>	10 m/s
<b>máxima</b>	

**Figura 4***Dron WingtraOne Gen II***Tabla 2***Especificaciones de la Cámara Sony RX1R II*

<b>Payload</b>	RX1R II
<b>Sensor</b>	42 megapíxeles
<b>Focal</b>	35 mm
<b>Resolución</b>	H:7952; V:5304 (pixel)

**Figura 5***Cámara Sony RX1R II*

**Tabla 3***Especificaciones del GNSS Trimble R8s*

<b>Equipo</b>	GNSS Trimble R8s
<b>Precisión H</b>	$\pm 0,25 \text{ m} + 1 \text{ ppm RMS}$
<b>Precisión V</b>	$\pm 0,50 \text{ m} + 1 \text{ ppm RMS}$

**Figura 6***GNSS TRIMBLE R8S***2.3.1.2. Cronograma****Figura 7***Cuadro de Actividades del Levantamiento Fotogramétrico*

ID	ACTIVIDADES	MES				
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
1	IDA					
3	TOPOGRAFÍA PUNTOS DE ORDEN C					
4	TOPOGRAFÍA PUNTOS DE FOTOCONTROL					
5	VUELOS FOTOGAMETRÍA					
7	RETORNO					
9	PROCESAMIENTO DE INFORMACION					
Actividad		Descripción				
	VIAJE Y RETORNO DEL PROYECTO	Ida y retorno del personal al proyecto				
	INICIO DE ACTIVIDADES	Inicio de la operación (vuelos)				
	ACTIVIDADES TOPOGRAFÍA	Inicio de las actividades topografía				
	COORDINACIONES	Coordinaciones internas con el cliente				

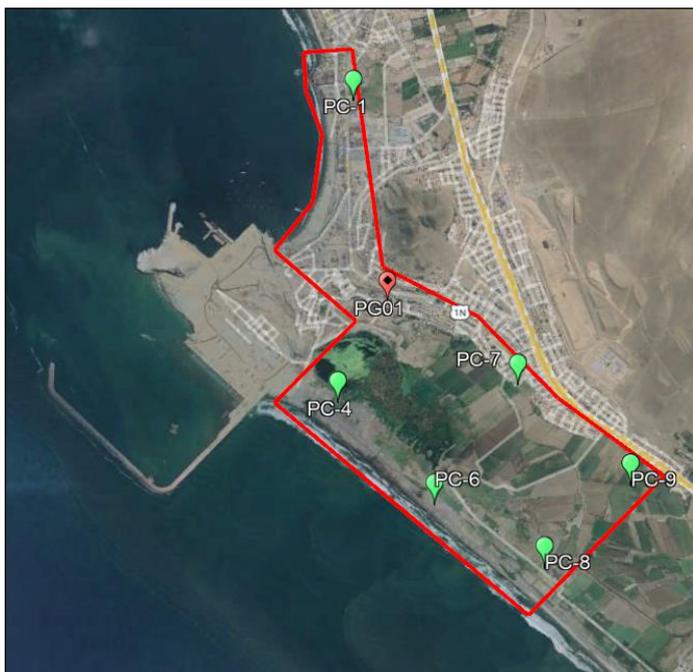
### 2.3.2. Levantamiento Geodésico

El levantamiento Geodésico incluye en el establecimiento de un punto geodésico que va servir como marco de referencia de los puntos de chequeos a lecturar y además en establecer la base GNSS para el proceso de PPK de las imágenes obtenidas del dron, se detalla a continuación el proceso:

- Lectura del Plan Operativo.
- Traslado a la zona de operación.
- Se instala el receptor geodésico en la ubicación PG01 como base. El receptor geodésico se deja midiendo y a cuidado del personal de serenazgo por 8 horas. Se procede a marcar y dar lectura a los puntos de chequeo fotogramétrico (PC) planificados PC1, PC4, PC6, PC7, PC8 y PC9.
- Se procede a desinstalar el receptor geodésico PG01.
- Data GNSS validada. Finalizamos las actividades satisfactoriamente.

#### Figura 8

*Ubicación del Punto Geodésico y los 06 puntos de chequeo*



*Nota. Google Earth 2024*

**Figura 9**

*Colocación base GNSS – PG01*

**Figura 10**

*Punto de chequeo 2*



**Figura 11***Punto de chequeo 3***Figura 12***Punto de chequeo 5*

## Cálculo de Línea Base

Para la corrección del punto Base PG01 se realizó el procesamiento de la base tomando como referencia la Estación de Rastreo Permanente - **LI02-Ancón**, ubicada a 30km de la zona de operación. Para este procesamiento se utilizó el programa Trimble Business Center.

### Figura 13

*Estación de Rastreo Permanente - LI02 Ancón*



*Nota.* Infraestructura de Información Geoespacial Fundamental - IGN

Se aplicó el procesamiento de Línea Base considerando las siguientes coordenadas de la estación LI02:

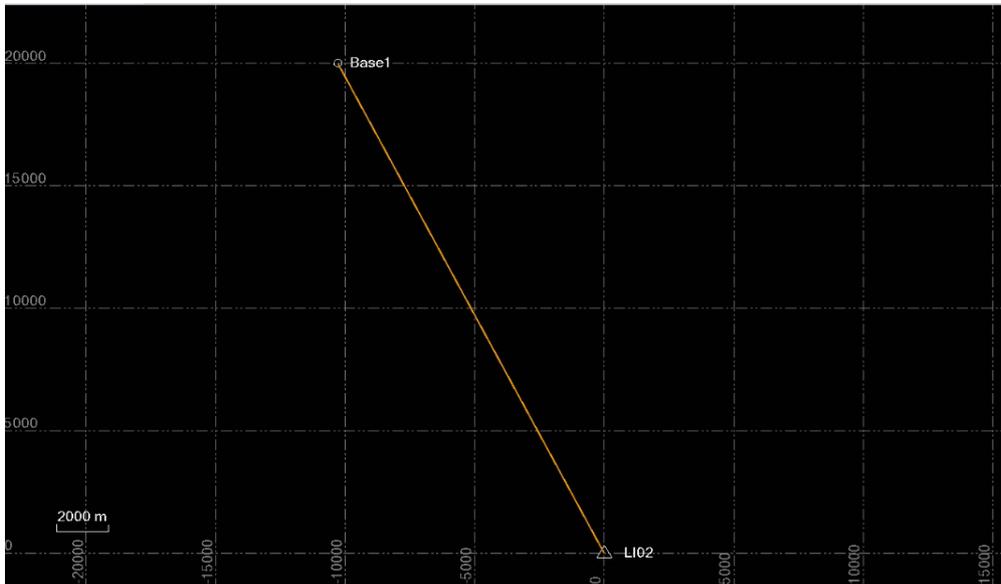
**Tabla 4**

*Cuadro de Coordenadas ERP LI02*

Latitud	Longitud	Altura Elipsoidal (m)
11°46'11.86699"	77°10'20.48188"	36.4682

**Figura 14**

*Procesamiento de Línea Base: LI02 – Base1 (PG01)*

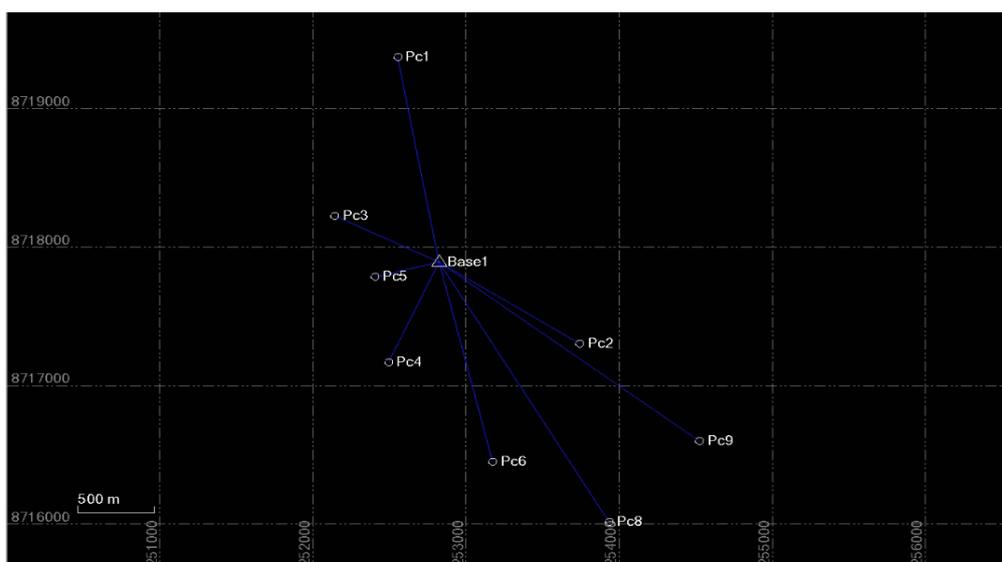


*Nota.* Software de Procesamiento Trimble Business Center

Corregido el punto PG01, se utilizó para partir de este y corregir los puntos de chequeo colocados.

**Figura 15**

*Procesamiento de Línea Base: Base 1 (PG01) – Puntos de Chequeo*



*Nota.* Software de Procesamiento Trimble Business Center

Como resultado de esta corrección se obtuvieron resultados dentro de la precisión aceptada por el Instituto geográfico Nacional para la colocación de punto de control geodésico.

### 2.3.3. Ejecución de los vuelos fotogramétricos

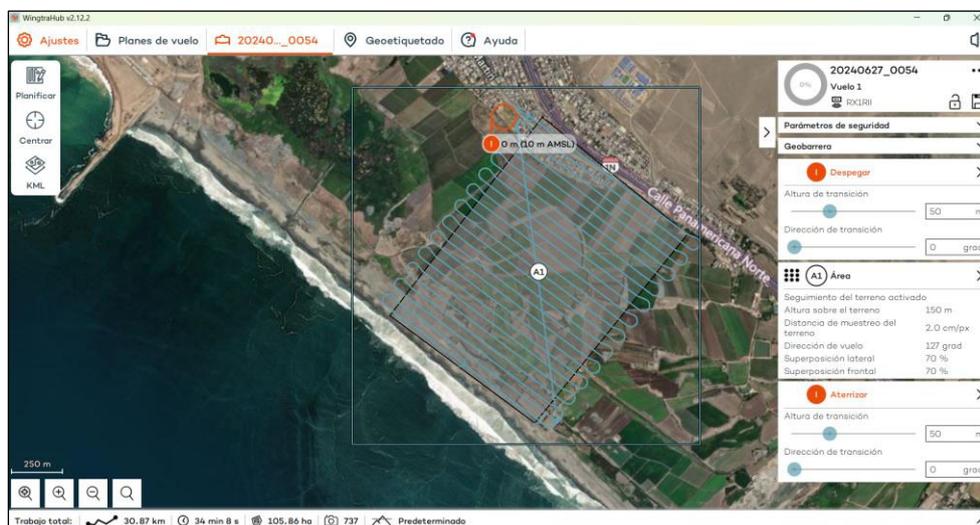
Para realizar este levantamiento fotogramétrico en modo PPK se hará uso del Dron Wingtra One GEN II, junto a una unidad base que es el GPS diferencial Trimble R8S. Cabe recalcar, que para esta medición solo se requieren puntos de chequeo debido a que cuenta con la tecnología PPK, mediante un posprocesamiento en el software Wingtra Hub.

Luego de realizar verificación del plan operativo, se verifica el equipo si se encuentra en óptimas condiciones. Luego se realiza la instalación del receptor geodésico en la ubicación PG01 como base. El receptor geodésico se deja lecturando y a cuidado del personal de de seguridad. La data GNSS de este día permitirá la corrección PPK de los vuelos fotogramétricos.

- Traslado a los puntos de despegue propuestos en el plan operativo.
- Los trabajos de planificación de vuelos se realizaron con el software WingtraHub. Se realizo la sectorización en 5 zonas, cada área aproximadamente 100 ha.

**Figura 16**

*Plataforma WingtraHub*



## Figura 17

### *Puntos de Despegue y Sectorización*



*Nota.* Google Earth 2024

## Tabla 5

### *Cuadro de coordenadas de los puntos de despegue*

---

**Coordenadas punto de despegue 1 (PD1)** Latitud: 11°35'00.58"S Longitud: 77°16'13.83"O

**Coordenadas punto de despegue 2 (PD2)** Latitud: 11°35'28.54"S Longitud: 77°15'48.42"O

**Coordenadas punto de despegue 3 (PD3)** Latitud: 11°35'59.37"S Longitud: 77°15'16.80"O

---

- Se inicio los trabajos del Punto de despegue 3, para realizar los vuelos. Luego se arma el dron junto con sus accesorios.Verificación del correcto funcionamiento de la aeronave, sensor y tablet. Se realizó la revisión de cada uno de los planes de vuelo para corroborar que los planes de vuelo sean los mismos realizados en gabinete.
- Inicio de vuelo. Verificación de la aeronave en vuelo. Aterrizaje de la aeronave y verificación de la data obtenida.
- Se procede a dirigirse al siguiente punto de despegue y se repite el mismo procedimiento anterior descrito. Finalizamos las actividades satisfactoriamente.

**Figura 18**

*Ubicación de la base GNSS –PG01*

**Figura 19**

*Punto de despegue 03 de los vuelos de la zona 1 y 2*



### Detalles de los Vuelos Zona 01 y 02

- GSD : 2 cm
- Area de Recubrimiento: 112 - 120 ha
- Altura de vuelo: 150 Metros
- Duración: 36 – 39 min.
- Traslape lateral y frontal: 75%

### Figura 20

*Punto de despegue 03 - Zona 01*



### Figura 21

*Punto de despegue 03 - Zona 02*



**Figura 22**

*Punto de despegue 02 de los vuelos de la zona 3 y 4*



Detalles de los Vuelos Zona 03 y 04

- GSD : 2 cm
- Area de Recubrimiento: 92 - 110 ha
- Altura de vuelo: 150 Metros
- Duración: 30 – 34 min.
- Traslape lateral y frontal: 75%

**Figura 23**

*Punto de despegue 02 - Zona 03*



**Figura 24**

*Punto de despegue 02 - Zona 04*

**Figura 25**

*Punto de despegue 01 del vuelo de la zona 5*



Detalles de los Vuelos Zona 03 y 04

- GSD : 2 cm
- Area de Recubrimiento: 92 ha
- Altura de vuelo: 150 Metros
- Duración: 30 min.
- Traslape lateral y frontal: 75%

**Figura 26**

*Punto de despegue 01 - Zona 05*



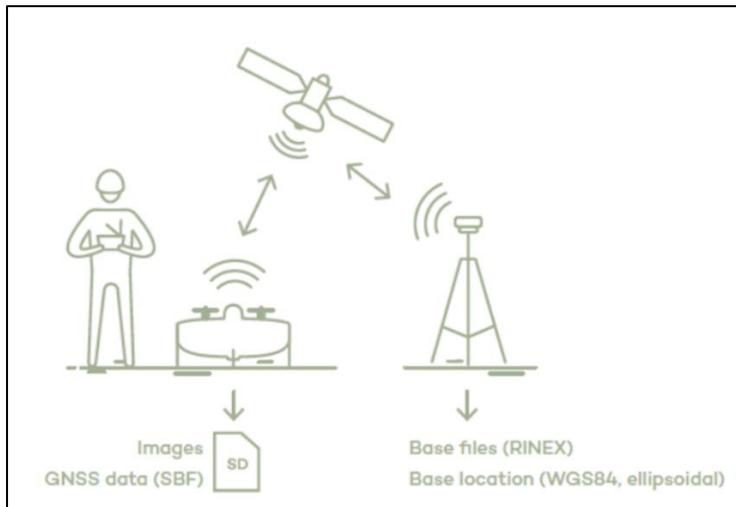
Finalizados los vuelos ejecutados se generó los reportes de vuelo en el programa Dronelogbook en el cual se evidencia la hora de vuelos, baterías utilizadas, Dron utilizado y la trayectoria. (Ver Anexo B)

**2.3.4. *Procesamiento de Datos Fotogramétricos.***

Después de la recolección de datos con el Dron WingtraOne se realizó el procesamiento en PPK con el software WingtraHub. Este proceso de geoetiquetado nos va a permitir tener una corrección centimétrica corregida, el cual para este ajuste se ha utilizado la estación base fija GNSS PG01.

## Figura 27

### Explicación básica de PPK



*Nota.* Manual Operativo del WingtraOne GEN II

Este proceso de geotiquetado se ejecuta dentro de la aplicación WingtraHub en Windows después del vuelo. Para esto necesitamos los siguientes datos:

- Imágenes de la cámara del WingtraOne
- Los datos GNSS del módulo PPK de WingtraOne
- Archivos de la base (RINEX) de su estación base
- La ubicación de su estación base en el sistema de coordenadas basado en ITRF con altura elipsoidal.

Después de obtenido las imágenes geotiquetadas se generó el reporte de los cinco vuelos realizados (Ver Anexo C), se instaló el software Agisoft Photoscan versión 1.2.6 en una estación fotogramétrica con características:

- **CPU:** Intel Core I9-14900K.
- **RAM:** DDR3-1600, 4 x 32 GB (128 GB en total).
- **GPU:** GEFORCE RTX 4090 24GB

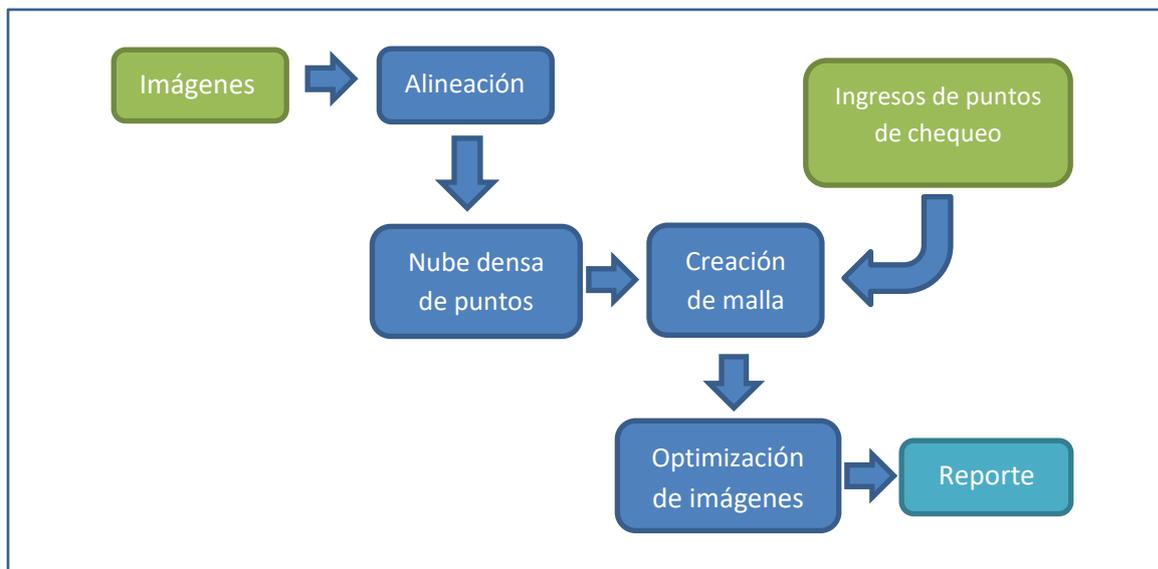
Durante el procesamiento de datos, se extrae de las imágenes, parámetros de movimiento inercial de la cámara para realizar el alineamiento y orientación de las imágenes. Culminando este proceso, se exporta valores de los parámetros Omega, Kappa y Phi de las imágenes para su posterior uso en el proceso de triangulación.

### a) Triangulación aérea

La triangulación aérea se realizó con el software Agisoft Photoscan versión 1.2.6, según el flujo de trabajo diseñado para minimizar errores en sus procesos.

**Figura 28**

*Flujograma del ajuste fotogramétrico*



Esta secuencia de trabajo permite mejorar resultados del ajuste. El proyecto contiene 3140 imágenes en formato (.jpg). La triangulación permitió la obtención de mejores resultados como se podrá observar al término de los procesos.

**Alineación y Orientación:** Se realiza la alineación de las imágenes con el fin de buscar puntos espaciales coincidentes por el solapamiento entre ellas.

**Nubes de puntos:** Se crea la una nube de puntos para reconstruir el modelo de una manera más o menos realista. Se crea una densa nube de puntos, pese a que no representa una

mallas ráster continuas, se mostrará la nube de puntos en valores RGB, lo que permitirá apreciar con cierta nitidez la zona territorial.

**Creación de malla:** En esta fase se construirán diferentes modelos digitales de terreno con la finalidad de reconstruir el modelo usando una malla continua basada en resoluciones de píxel apropiadas para el mosaico que podremos equiparar a la resolución de los ráster DEM derivados.

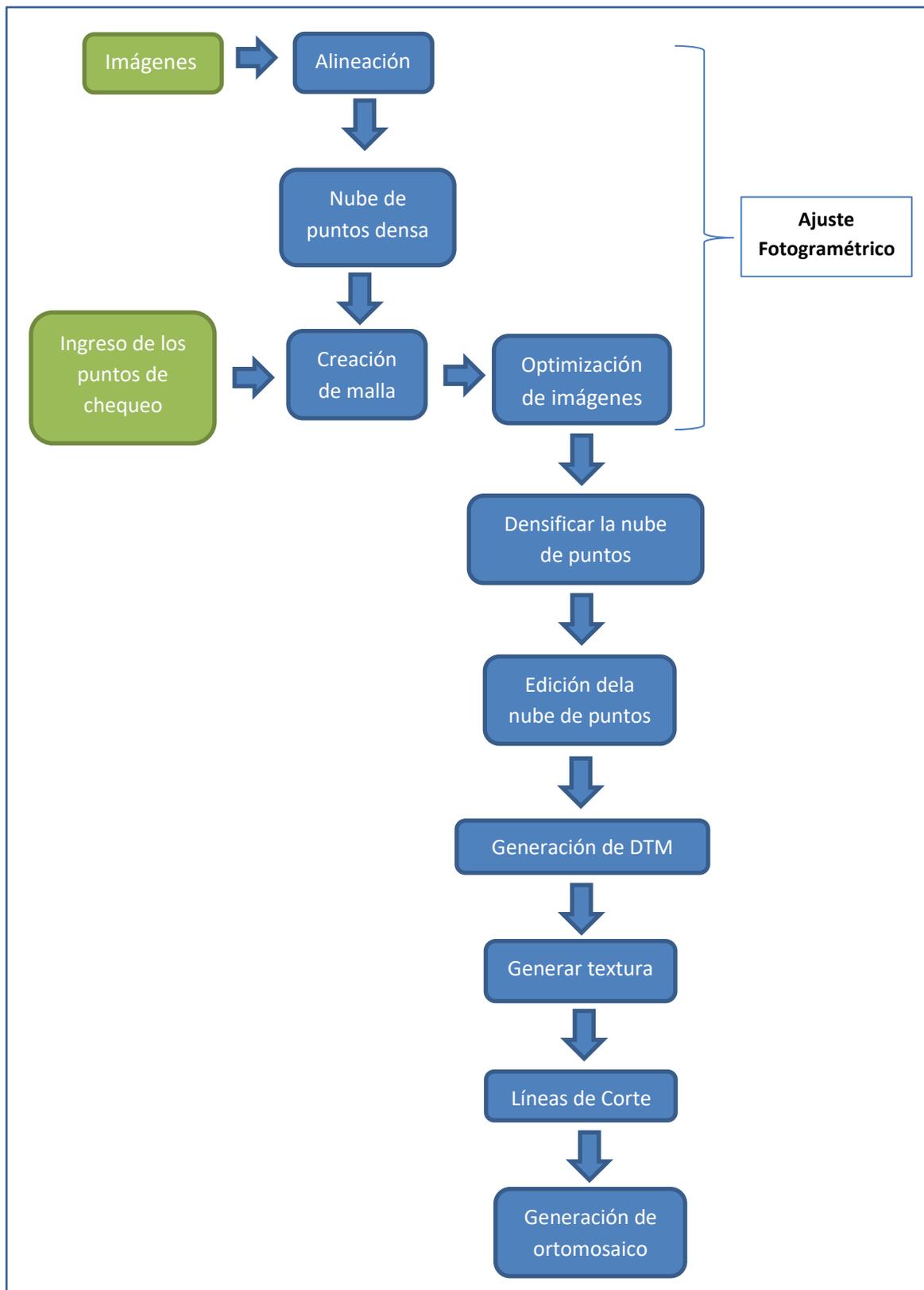
**Optimización de imágenes:** Este proceso optimiza el cálculo de orientaciones en base al sistema de coordenadas, los puntos de apoyo tomados en campo, serán incorporados al bloque de trabajo para precisar y compensar el proyecto generando los errores medios cuadráticos (RMS) permisibles en todo el bloque de imágenes.

**Verifico los puntos de chequeo:** Se ingresan los puntos de chequeo para la verificación de la precisión en x, y, z los cuales están dentro del rango teniendo un rango de variación de 3.6 cm.

**Reporte:** Al final del procesamiento se genera un reporte con todos los procesos anteriores para dar validez a la etapa de triangulación, para continuar con el proceso de generación de ortofoto. (Ver el Anexo D)

#### **b) Generación de ortofoto**

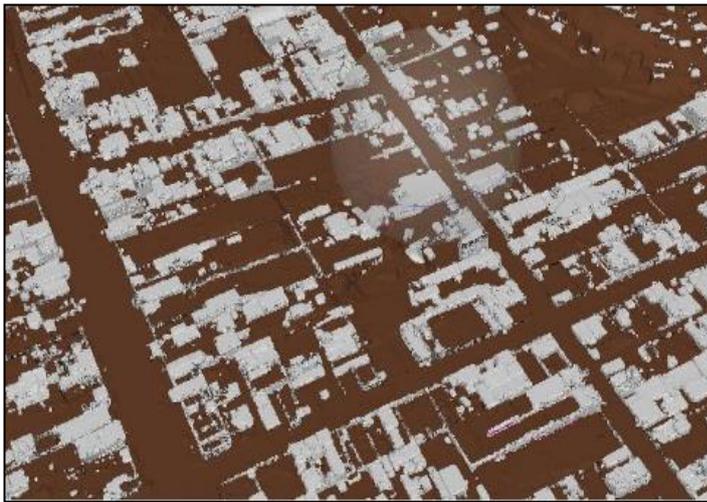
La ortofoto se ha generado con el software Agisoft Photoscan, según el siguiente flujo de trabajo:

**Figura 29***Flujograma de la generación de ortofoto*

**Clasificación y depuración:** Se realiza una clasificación de la nube densa de puntos discriminando elementos que no incluya objetos en la superficie (por ejemplo, casa, infraestructuras, arboles etc.) para poder generar un DTM.

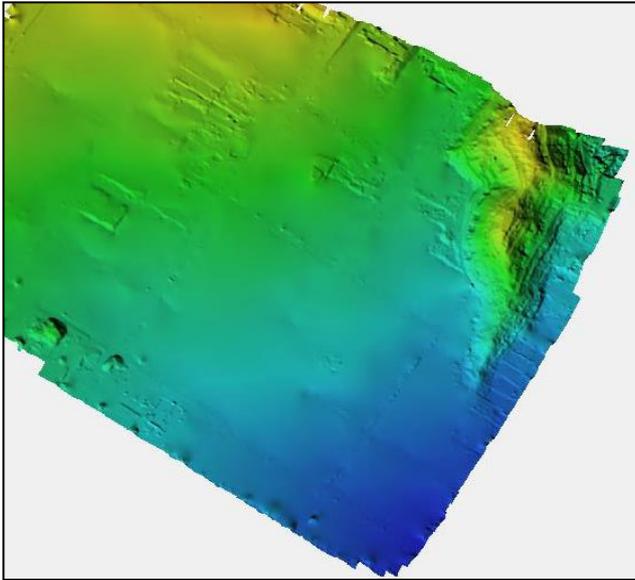
### Figura 30

*Nube de puntos*



**Generación de DTM:** Posterior a la edición de la nube de puntos, se genera el DTM considerando los parámetros de pixel, sistema de coordenadas, tipo de interpolación y el insumo que se usa, en este caso, la nube densa de puntos previamente clasificada para poder generar el modelo digital de elevación.

**Generación de textura:** Este proceso se realiza para dar textura y uniformización a las imágenes, genera correcciones de color y rellena agujeros existentes en el modelo de nubes de puntos.

**Figura 31***Modelo Digital del Terreno*

**Líneas de corte:** En esta fase se visualiza los cortes que realizó el software de modo automático, es posible mejorar la elaboración de las líneas de cortes realizando cortes manuales, enfocados en la ortogonalidad de las imágenes; para posteriormente, actualizar la ortofoto con las correcciones realizadas.

**Figura 32***Líneas de corte de la Ortofoto*

**Generación de orto mosaicos:** Para la generación de orto mosaicos se utilizan todos los resultados obtenidos en los procesos anteriores, lo que permitirá realizar la corrección geométrica de la imagen (ortorrectificar) y el balance de color. Este proceso se realiza en el entorno ArcGIS para evaluar la precisión de la ortofoto respecto a los puntos de chequeo. Culminada la ortofoto, se procedió a realizar la digitalización de la ortofoto vectorialmente con el programa ArcGIS, se realizó enfatizando los lotes de cada manzana.

### **Figura 33**

*Ortofoto del distrito de Chancay*



## 2.4. Resultados

### 2.4.1. Levantamiento geodésico

Respecto al punto geodésico base para el levantamiento fotogramétrico PG01 se estableció siguiendo los lineamientos del IGN, tomando como punto de partida la Estación de Rastreo Permanente LI02, cuyo procesamiento de línea base resultó con una precisión Horizontal de 0.003 metros y una precisión Vertical de 0.016m, valores aceptables para una certificación de punto de orden C. Se colocaron 6 puntos de chequeo fotogramétrico los cuales se midieron en modo estático rápido por un periodo no menor a 15 minutos. Estos puntos servirán para verificar la calidad de la georreferenciación del geotiquetado de las fotografías obtenidas.

**Tabla 6**

*Cuadro de coordenadas - punto de control geodésico*

Punto	Coordenadas UTM			Coordenadas Globales		
	Este	Norte	Elevación	LAT	LON	Elevación Elipsoidal
PG-01	252823.69 3	8717891.51 3	9.046	S11°35'21.02 395"	A77°16'00.066 52"	31.919 m

**Tabla 7**

*Cuadro de coordenadas obtenidas - puntos de chequeo*

Punto	Este	Norte	Elevación
PC-1	252554.085	8719375.06	27.509852
PC-4	252493.009	8717168.45	3.31565
PC-6	253173.856	8716450.46	3.99434
PC-8	253932.761	8716017.81	4.89783
PC-7	253741.569	8717303.42	14.47888
PC-9	254523.524	8716600.92	16.713597

**Tabla 8**

*Cuadro resumen de precisión obtenida (procesamiento de línea base)*

Observación	De	Hacia	Tipo de Solución	Precisión	Precisión
				Horizontal (Metros)	Vertical (Metros)
LI02— >PG01(Base)	LI02	PG01	Fija	0.003	0.016
PG01(Base)—>Pc1	PG01	Pc1	Fija	0.005	0.009
PG01(Base)—>Pc4	PG01	Pc4	Fija	0.004	0.006
PG01(Base)—>Pc6	PG01	Pc6	Fija	0.006	0.008
PG01(Base)—>Pc7	PG01	Pc7	Fija	0.0036	0.007
PG01(Base)—>Pc8	PG01	Pc8	Fija	0.006	0.011
PG01(Base)—>Pc9	PG01	Pc9	Fija	0.006	0.016

#### **2.4.2. Ejecución del vuelo fotogramétrico**

Se realizó el levantamiento fotogramétrico de la zona este de Chancay teniendo un recubrimiento fotográfico de 460 ha., se cubrió el 100 % de lo planificado a una altura de 150 metros. El tiempo vuelo efectivo fueron de 3 horas aproximadamente, ejecutándose en tres puntos de despegue diferentes debido a la pérdida de telemetría de la aeronave con el radiocontrol. Se verificó la data de las imágenes en la cual se verificó que no se encuentren con nubosidad ni tampoco distorsionadas. El GSD obtenido fue de 2 cm.

#### **2.4.3. Procesamiento de datos fotogramétricos**

Respecto al geotiquetado de las fotos mediante el software de WingTruHub se obtuvieron precisiones menores a 3 cm.

Se logró realizar el procesamiento de datos, la triangulación, la nube de puntos, el modelo digital del terreno y la ortofoto obteniendo resultados favorables que nos permitirá generar información cartográfica mediante técnicas de fotogrametría digital. Respecto al reporte del procesamiento en el programa Agisoft se obtuvo una precisión menor a 3 cm respecto a los puntos de chequeo con la nube de puntos.

### Figura 34

*Reporte de precisión de los puntos de chequeo en el programa Agisoft.*

Nombre	Error en X (cm)	Error en Y (cm)	Error en Z (cm)	Total (cm)	Imagen (pix)
PC-1	1.32672	-4.44902	0.00330731	4.64263	0.435 (11)
PC-4	-0.684272	-1.73596	2.38735	3.03005	0.687 (8)
PC-6	-0.045551	1.55158	-2.42102	2.8759	0.470 (11)
PC-8	0.474999	-2.70482	3.03508	4.09309	1.166 (10)
PC-7	0.631576	0.162637	4.01006	4.06274	1.516 (11)
PC-9	-0.344488	-0.0600035	2.90956	2.9305	0.238 (11)
<b>Total</b>	<b>0.703997</b>	<b>2.32955</b>	<b>2.74829</b>	<b>3.6709</b>	<b>0.878</b>

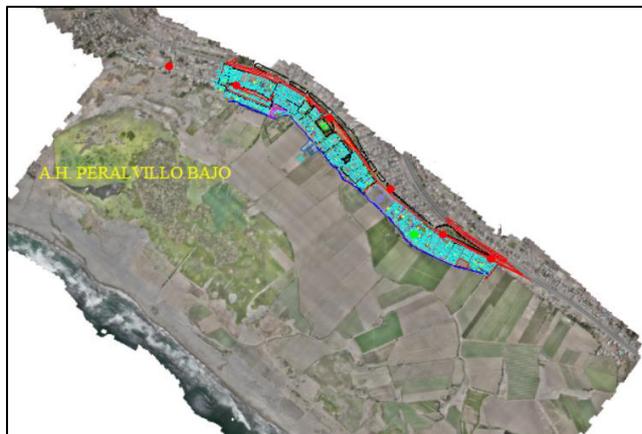
*Nota.* Reporte del Informe de Procesamiento del Software Agisoft

#### 2.3.4. Evaluación de la Ortofoto respecto al Plano de Lotización del A.H. Peralvillo Bajo

Se realizó una comparación respecto a la ortofoto generada respecto al plano de lotización del A.H. Peralvillo Bajo dicha información se generó por COFOPRI, lo cual se realizó mediante el método tradicional de topografía.

### Figura 35

*Ubicación Geoespacial del A.H. Peralvillo Bajo*



Mediante el programa Global Mapper se realizó la comparación de las dos informaciones lo cual se evidencia que existe un rango máximo de variación de 7 cm comparando con la topografía de lotización realizada mediante por método tradicional y la Ortofoto.

**Figura 36**

*Superposición de la Ortofoto con el plano de lotización del A.H. Peralvillo Bajo*



**Figura 37**

*Análisis detallado de la variación de la ortofoto y el plano de lotización*



### III. APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA

La empresa UAV Latam Perú presentó una demostración a la Municipalidad de Chancay, en la cual el autor participó activamente. Durante la presentación, se realizó una comparación entre el plano de lotización del A.H. Peralvillo Bajo y la Ortofoto. Esta comparación reveló que ambas representaciones coinciden en la misma posición horizontal, lo que evidencia el uso efectivo y preciso de la tecnología en relación con la información cartográfica generada por COFOPRI. La precisión demostrada en la ortofoto despertó el interés de la Municipalidad de Chancay, que mostró su disposición a establecer un convenio para llevar a cabo un levantamiento fotogramétrico de todo el casco urbano de la ciudad. Este levantamiento tiene como objetivo mejorar la actualización de la zonificación urbana, contribuyendo así al desarrollo y ordenamiento del territorio.

Además, se aportó en la empresa en la automatización en los procesos levantamiento de información fotogramétrica mediante los vuelos RPAS, como la elaboración de un Pre Flight, Manuales Operativos, Check List generado para cada aeronave, además en realizar la estructura del Plan de Operativo en la ejecución de vuelos con RPAS. La creación de un reporte de fichas monográficas de puntos geodésicos, usando macros de Excel, que redujo de manera significativa en el tiempo empleado en la elaboración de fichas monográficas.

#### IV. CONCLUSIONES

4.1. En cuanto al procesamiento del punto geodésico PG1, se ha procesado con la estación de referencia del IGN LI02 - Ancón, cumpliendo con todo el procesamiento para obtener una precisión de tipo de Orden C es decir menor a 10 mm. Después de tener nuestra base Fija PG01 se procesó los seis puntos de chequeo cumpliendo los lineamientos del IGN, los cuales se encontraron dentro de la tolerancia de precisión.

4.2. La operación, realizada en cinco vuelos cubriendo un área de 460 ha. aproximadamente y culminada en tres horas efectivas de vuelo, requirió despegues desde tres puntos diferentes debido a la pérdida de telemetría de la aeronave con el radiocontrol. Se obtuvo el 100% del área planificada y la verificación de la data de las imágenes, lo cual confirmó que no presentaban nubosidad ni distorsiones, garantizando así la calidad. La resolución espacial fue de 2.04 cm/ pix. Este proyecto demuestra la eficiencia y eficacia de los levantamientos fotogramétricos utilizando esta aeronave, destacando su potencial para aplicaciones en gestión y desarrollo urbano.

4.3. La precisión en el proceso de geoetiquetado de las imágenes en el programa Wingtrahub fue menor a 3 cm. Los productos generados como la nube de puntos, el modelo digital del terreno y la ortofoto; se encuentran dentro de la precisión según lo establecido por el IGN y cumple para la generación de información cartográfica a escala 1:1000. Según el reporte generado por el programa Agisoft luego del procesamiento se ingresaron los puntos de chequeos para verificar la precisión lo cual arrojaron una precisión menor a 3 cm.

4.4. La comparación entre la ortofoto generada y el plano de lotización del A.H. Peralvillo Bajo, producido por COFOPRI mediante métodos tradicionales, mostró una variación máxima de 7 cm, validando la precisión de las ortofotos como alternativa eficiente a la topografía convencional. Los resultados obtenidos con el dron Wingtra One destacaron por

su precisión y rapidez, permitiendo el relevamiento de grandes áreas urbanas en pocas horas. Los puntos de chequeos permitieron la verificación y ajustes menores. Este proyecto demuestra la capacidad del Wingtra One para realizar levantamientos fotogramétricos de alta calidad en tiempos reducidos.

## V. RECOMENDACIONES

5.1. Sabemos muy bien que la calidad de los resultados de un Dron dependerá mucho de la selección del sensor y dron, por ende, es recomendable primero saber qué tipo de geografía tenemos que levantar, la precisión en que se desea llegar, el tiempo que se dispone, etcétera, ya que de ellos dependerá el tipo de sensor y aeronave que debemos utilizar.

5.2. Se sugiere una mayor implementación de normas técnicas para el uso de los Drones, que apoyarán a generar datos más veraces, más precisos y de alta calidad, con la finalidad de no tener limitaciones técnicas o legales al momento que se decida usar esta tecnología en los levantamientos de ingeniería.

5.3. Para un mejor insumo en la generación de información catastral urbano se debería hacer una sinergia entre los dos métodos directo e indirecto debido a que en zonas urbanas el principal dilema son los edificios altos y los volados que existen, por eso se recomienda con la topografía convencional levantar lo frente de lotes y las manzanas.

5.4. Aplicar la fotogrametría con aeronaves que cuenten con el sistema PPK o RTK, asimismo realizar un doble grillado en la ejecución de los vuelos de la zona de interés, se recomienda para fines de levantamiento de zonas urbanas.

## VI. REFERENCIAS

- Calderón, J. ( 2019). *Generación de cartografía básica para catastro urbano utilizando fotogrametría con dron complementado con el levantamiento topográfico convencional en el distrito de Chaclacayo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/3769>
- Deudor (2021). *Análisis comparativo de la eficiencia del levantamiento topográfico con el uso de Drons respecto al método tradicional*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/22201>
- Instituto Geográfico Nacional (2011). *Norma Técnica Especificaciones Técnicas para la Producción de Cartografía Básica a Escala 1:1000*. Perú 2011.
- Instituto Geográfico Nacional (2015). *Norma Técnica Geodésica Especificaciones Técnicas para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global*, Perú 2015.
- Instituto Geográfico Nacional (2020). *Marco de Referencia Geodésico Oficial*, Perú 2020
- Instituto Geográfico Nacional (2021). *Especificaciones Técnicas para Generación de Ortoimágenes*, Perú 2021.
- Huamani Olivera, K. (2019). *Comparación de la precisión de un levantamiento topográfico convencional y no convencional para Proyectos Civiles del AA. HH Miramar – distrito de San Martín de Porres – 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/53048>

## VII. ANEXOS

### Anexo A. Solicitud de permiso a la Municipalidad de Chancay



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHANCAY

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA  
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

Chancay, 03 de enero del 2024.

Oficio N° 002-2024-MDCH/A

Señores

**DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL**

Jr. Zorritos 1203 - Lima.

Presente.-

**Asunto: Permiso de operación aérea con aeronaves no tripuladas (RPAS) para el levantamiento fotogramétrico de 600 HA en el distrito de Chancay, provincia de Huaral, departamento de Lima.**

Tengo el agrado de dirigirme a usted, a fin de saludarlo cordialmente en mi calidad de Alcalde de la Municipalidad Distrital de Chancay y a la vez manifestarle que como autoridad administrativa es mi función proponer, promulgar y dirigir la ejecución de los planes de desarrollo municipal con el objetivo de generar las mejores condiciones para la inversión privada nacional y extranjera en los principales sectores de desarrollo: sector inmobiliario, sector comercial y sector industrial debido a la construcción del Megapuerto de Chancay, por lo cual es primordial un adecuado Plan de Desarrollo Urbano Sostenible.



El desarrollo de un Plan Urbano tiene como base técnica el estudio geoespacial del terreno el cual se puede realizar mediante un levantamiento fotogramétrico convencional o un levantamiento fotogramétrico con tecnología innovadora como son los Sistemas de Aeronaves Piloteadas Remotamente (RPAS). Durante mi gestión, como alcalde, he ido de la mano con la tecnología por lo cual he propuesto como etapa inicial una zona de interés de 600 HA dentro de los límites administrativos del distrito de Chancay para realizar el estudio geoespacial usando RPAS.

En cumplimiento con la LEY N° 30740: "LEY QUE REGULA EL USO Y LAS OPERACIONES DE LOS SISTEMAS DE AERONAVES PILOTADAS A DISTANCIA (RPAS)" específicamente **el Artículo 7 que menciona lo siguiente:** "Zonas geográficas para ensayos. En el reglamento de la presente ley se determinan las condiciones necesarias para fijar las zonas geográficas para ensayos de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS) con el fin de promover la investigación científica y realizar pruebas para aplicaciones de nuevas tecnologías o estudios tecnológicos relacionados a los actuales y futuros escenarios, como control y comunicación, colisiones, reutilización del espectro radioeléctrico, vuelos a baja y alta altura y compatibilidad con las reglas de tránsito. La Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, otorga todas las facilidades a fin de emitir las licencias necesarias, que son gratuitas".



*Villa de Ascado*

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHANCAY**

En base a lo anterior se indica que el levantamiento fotogramétrico de la zona de interés de 600 HA es un ensayo tecnológico con el fin de promover el estudio e investigación de los tipos de suelo (superficie) para la zonificación urbana en el distrito de Chancay por lo cual he seleccionado a la empresa tecnológica UAV del Perú realizar el levantamiento fotogramétrico de la zona de interés. Cabe mencionar que dicha investigación es de interés público, municipal y nacional, debido a que los productos generados del procesamiento de la data capturada de los vuelos con RPAS que permitirá realizar un ensayo de Planificación Urbana y Gestión de Suelo Urbano del distrito de Chancay a efectos de lograr un desarrollo urbano sostenible, entendido como la optimización del aprovechamiento del suelo en armonía con el bien común y el interés general así como el desarrollo equitativo y accesible y la reducción de la desigualdad urbana y territorial.

Sin otro particular, y esperando su apoyo con la emisión de los permisos requeridos para los fines antes mencionados, me despido de usted, no sin antes expresarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,

  
Municipalidad Distrital de Chancay  
Abog. Juan Alberto Alvarez Andrade  
ALCALDE

## Anexo B. Reporte de Vuelo

## FLIGHTS (5 in the period)

Flying time on this period: 02:46:08

Date	Flight name	Drone	Duration	Location
2024-01-11 17:19:48 22:19:48 UTC	[UAV LATAM PERU] [2836] Vuelo 5 - Chancay	WingtraOne_02 Wingtra/One	00:26:41	CHANCAY Avenida Roosevelt Lima 15131 PE (-11.580440564028393, -77.27028300471432)
<b>Landing Time:</b> 22:46:29 UTC <b>Flight Type:</b> Commercial - Mapping/Survey				
<b>Project/Job Reference:</b> DEMO_01_CHANCAY				
<b>Operation Type:</b> BVLOS <b>Legal Rule:</b> Sunset / <b>Sunrise:</b> Day <b>Personnel:</b> Luis Perez [Pilot] (00955), Luis A. Sotelo Collazos [Visual Observer] <b>Personnel notes:</b> <b>Equipment onboard:</b> <b>Nb landing:</b> 1 <b>Distance:</b> 21380 m <b>Max altitude:</b> 173 m <b>Conditions:</b> <b>Cloud:</b> 69 % <b>Visibility:</b> 22 km <b>Temperature:</b> 23 C <b>Wind:</b> 13 km/h (187°) <b>Humidity:</b> 80 % <b>Pressure:</b> 1012.21 <b>Notes:</b>				
<a href="#">IGC File</a>			<a href="#">KML File</a>	
Date	Flight name	Drone	Duration	Location
2024-01-11 12:40:55 17:40:55 UTC	[UAV LATAM PERU] [2837] Vuelo 4 - Chancay	WingtraOne_02 Wingtra/One	00:30:04	CHANCAY Avenida Roosevelt Lima 15131 PE (-11.580440564028393, -77.27028300471432)
<b>Landing Time:</b> 18:10:59 UTC <b>Flight Type:</b> Commercial - Mapping/Survey				
<b>Project/Job Reference:</b> DEMO_01_CHANCAY				
<b>Operation Type:</b> BVLOS <b>Legal Rule:</b> Sunset / <b>Sunrise:</b> Day <b>Personnel:</b> Luis Perez [Pilot] (00955), Luis A. Sotelo Collazos [Visual Observer] <b>Personnel notes:</b> <b>Equipment onboard:</b> <b>Nb landing:</b> 1 <b>Distance:</b> 23216 m <b>Max altitude:</b> 169 m <b>Conditions:</b> <b>Cloud:</b> 23 % <b>Visibility:</b> 23 km <b>Temperature:</b> 25 C <b>Wind:</b> 16 km/h (199°) <b>Humidity:</b> 73 % <b>Pressure:</b> 1013.18 <b>Notes:</b>				
<a href="#">IGC File</a>			<a href="#">KML File</a>	
Date	Flight name	Drone	Duration	Location
2024-01-11 12:00:42 17:00:42 UTC	[UAV LATAM PERU] [2838] Vuelo 3 - Chancay	WingtraOne_02 Wingtra/One	00:34:18	CHANCAY Avenida Roosevelt Lima 15131 PE (-11.580440564028393, -77.27028300471432)
<b>Landing Time:</b> 17:35:00 UTC <b>Flight Type:</b> Commercial - Mapping/Survey				
<b>Project/Job Reference:</b> DEMO_01_CHANCAY				
<b>Operation Type:</b> BVLOS <b>Legal Rule:</b> Sunset / <b>Sunrise:</b> Day <b>Personnel:</b> Luis Perez [Pilot] (00955), Luis A. Sotelo Collazos [Visual Observer] <b>Personnel notes:</b> <b>Equipment onboard:</b> <b>Nb landing:</b> 1 <b>Distance:</b> 28892 m <b>Max altitude:</b> 152 m <b>Conditions:</b> <b>Cloud:</b> 25 % <b>Visibility:</b> 23 km <b>Temperature:</b> 25 C <b>Wind:</b> 15 km/h (202°) <b>Humidity:</b> 74 % <b>Pressure:</b> 1013.45 <b>Notes:</b>				
<a href="#">IGC File</a>			<a href="#">KML File</a>	
Date	Flight name	Drone	Duration	Location
2024-01-11 10:55:22 15:55:22 UTC	[UAV LATAM PERU] [2839] Vuelo 2 - Chancay	WingtraOne_02 Wingtra/One	00:35:47	CHANCAY Avenida Roosevelt Lima 15131 PE (-11.580440564028393, -77.27028300471432)
<b>Landing Time:</b> 16:31:09 UTC <b>Flight Type:</b> Commercial - Mapping/Survey				
<b>Project/Job Reference:</b> DEMO_01_CHANCAY				
<b>Operation Type:</b> BVLOS <b>Legal Rule:</b> Sunset / <b>Sunrise:</b> Day <b>Personnel:</b> Luis Perez [Pilot] (00955), Luis A. Sotelo Collazos [Visual Observer] <b>Personnel notes:</b> <b>Equipment onboard:</b> <b>Nb landing:</b> 1 <b>Distance:</b> 29608 m <b>Max altitude:</b> 147 m <b>Conditions:</b> <b>Cloud:</b> 31 % <b>Visibility:</b> 24 km <b>Temperature:</b> 24 C <b>Wind:</b> 13 km/h (206°) <b>Humidity:</b> 77 % <b>Pressure:</b> 1013.87 <b>Notes:</b>				
<a href="#">IGC File</a>			<a href="#">KML File</a>	
Date	Flight name	Drone	Duration	Location
2024-01-11 10:12:01 15:12:01 UTC	[UAV LATAM PERU] [2840] Vuelo 1 - Chancay	WingtraOne_02 Wingtra/One	00:39:18	CHANCAY Avenida Roosevelt Lima 15131 PE (-11.580440564028393, -77.27028300471432)
<b>Landing Time:</b> 15:51:19 UTC <b>Flight Type:</b> Commercial - Mapping/Survey				
<b>Project/Job Reference:</b> DEMO_01_CHANCAY				
<b>Operation Type:</b> BVLOS <b>Legal Rule:</b> Sunset / <b>Sunrise:</b> Day <b>Personnel:</b> Luis Perez [Pilot] (00955), Luis A. Sotelo Collazos [Visual Observer] <b>Personnel notes:</b> <b>Equipment onboard:</b> <b>Nb landing:</b> 1 <b>Distance:</b> 32897 m <b>Max altitude:</b> 147 m <b>Conditions:</b> <b>Cloud:</b> 38 % <b>Visibility:</b> 22 km <b>Temperature:</b> 24 C <b>Wind:</b> 11 km/h (207°) <b>Humidity:</b> 80 % <b>Pressure:</b> 1014.12 <b>Notes:</b>				
<a href="#">IGC File</a>			<a href="#">KML File</a>	

5 Flights filtered / Total Flying Time: 02:46:08

## Anexo C. Precisión del Ajuste PPK – Geoetiquetado de las imágenes

# Processing Report



Generated by WingtraHub v2.11.1

## Project summary

Project	Chancay actualizado_1 Flight 01
Flown	2024/01/11 22:23 UTC
Processed	2024/01/13 23:58 UTC
Camera	RX1RII
Images	511

## Geotagging summary

Output coordinate system	Geodetic ellipsoidal height (WGS84 (EPSG:4326))
PPK processed	Yes
Base file(s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Files selected: 12860110.24o</li> <li>RINEX version: 2.11</li> <li>Time overlap: Good</li> <li>Baseline: Good</li> <li>Logging interval: 1.0 s</li> <li>Number of satellites: 39</li> <li>Antenna type: TRMR8S NONE</li> <li>Antenna position: X: 1377358.23600 m, Y: -6095300.59880 m, Z: -1272924.26760 m</li> <li>Antenna offset: East: 0.00000 m, North: 0.00000 m, Up: 1.64940 m</li> </ul>
Base location	<ul style="list-style-type: none"> <li>Name: PG1_Chancay</li> <li>Coordinate system: Geodetic ellipsoidal height (WGS84 (EPSG:4326))</li> <li>Location: 11° 35' 21.0239500" S, 77° 16' 0.0665200" W, 31.91900 m</li> <li>Offset: East: 0.00000 m, North: 0.00000 m, Up: 1.64940 m</li> <li>ARP-APC offset: 0.06490 m</li> </ul>

## Quality Summary

Matching	511 images tagged.
PPK fix	100.00%
Mean accuracy	0.02 m horizontal, 0.03 m vertical
Warnings	None
Infos	None

# Processing Report



Generated by WingtraHub v2.11.1

## Project summary

Project	Chancay actualizado_2 Flight 01
Flown	2024/01/11 17:46 UTC
Processed	2024/01/13 23:59 UTC
Camera	RX1RII
Images	522

## Geotagging summary

Output coordinate system	Geodetic ellipsoidal height (WGS84 (EPSG:4326))
PPK processed	Yes
Base file(s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Files selected: 12860110.24o</li> <li>RINEX version: 2.11</li> <li>Time overlap: Good</li> <li>Baseline: Good</li> <li>Logging interval: 1.0 s</li> <li>Number of satellites: 39</li> <li>Antenna type: TRMR8S NONE</li> <li>Antenna position: X: 1377358.23600 m, Y: -6095300.59880 m, Z: -1272924.26760 m</li> <li>Antenna offset: East: 0.00000 m, North: 0.00000 m, Up: 1.64940 m</li> </ul>
Base location	<ul style="list-style-type: none"> <li>Name: PG1_Chancay</li> <li>Coordinate system: Geodetic ellipsoidal height (WGS84 (EPSG:4326))</li> <li>Location: 11° 35' 21.0239500" S, 77° 16' 0.0665200" W, 31.91900 m</li> <li>Offset: East: 0.00000 m, North: 0.00000 m, Up: 1.64940 m</li> <li>ARP-APC offset: 0.06490 m</li> </ul>

## Quality Summary

Matching	522 images tagged.
PPK fix	100.00%
Mean accuracy	0.02 m horizontal, 0.04 m vertical
Warnings	None
Infos	None

# Processing Report



Generated by WingtraHub v2.11.1

## Project summary

Project	Chancay actualizado_3 Flight 01
Flown	2024/01/11 17:05 UTC
Processed	2024/01/14 00:00 UTC
Camera	RX1RII
Images	667

## Geotagging summary

Output coordinate system	Geodetic ellipsoidal height (WGS84 (EPSG:4326))
PPK processed	Yes
Base file(s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Files selected: 12860110.24o</li> <li>RINEX version: 2.11</li> <li>Time overlap: Good</li> <li>Baseline: Good</li> <li>Logging interval: 1.0 s</li> <li>Number of satellites: 39</li> <li>Antenna type: TRMR8S NONE</li> <li>Antenna position: X: 1377358.23600 m, Y: -6095300.59880 m, Z: -1272924.26760 m</li> <li>Antenna offset: East: 0.00000 m, North: 0.00000 m, Up: 1.64940 m</li> </ul>
Base location	<ul style="list-style-type: none"> <li>Name: PG1_Chancay</li> <li>Coordinate system: Geodetic ellipsoidal height (WGS84 (EPSG:4326))</li> <li>Location: 11° 35' 21.0239500" S, 77° 16' 0.0665200" W, 31.91900 m</li> <li>Offset: East: 0.00000 m, North: 0.00000 m, Up: 1.64940 m</li> <li>ARP-APC offset: 0.06490 m</li> </ul>

## Quality Summary

Matching	666 images tagged. (Discarded 1 image)
PPK fix	100.00%
Mean accuracy	0.03 m horizontal, 0.03 m vertical
Warnings	None
Infos	- Not all discarded images are pre-flight images, some images (1) were not tagged because of missing trigger events for this project.

# Processing Report



Generated by WingtraHub v2.11.1

## Project summary

Project	Chancay actualizado_4 Flight 01
Flown	2024/01/11 15:59 UTC
Processed	2024/01/14 00:01 UTC
Camera	RX1RII
Images	684

## Geotagging summary

Output coordinate system	Geodetic ellipsoidal height (WGS84 (EPSG:4326))
PPK processed	Yes
Base file(s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Files selected: 12860110.24o</li> <li>• RINEX version: 2.11</li> <li>• Time overlap: Good</li> <li>• Baseline: Good</li> <li>• Logging interval: 1.0 s</li> <li>• Number of satellites: 39</li> <li>• Antenna type: TRMR8S NONE</li> <li>• Antenna position: X: 1377358.23600 m, Y: -6095300.59880 m, Z: -1272924.26760 m</li> <li>• Antenna offset: East: 0.00000 m, North: 0.00000 m, Up: 1.64940 m</li> </ul>
Base location	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Name: PG1_Chancay</li> <li>• Coordinate system: Geodetic ellipsoidal height (WGS84 (EPSG:4326))</li> <li>• Location: 11° 35' 21.0239500" S, 77° 16' 0.0665200" W, 31.91900 m</li> <li>• Offset: East: 0.00000 m, North: 0.00000 m, Up: 1.64940 m</li> <li>• ARP-APC offset: 0.06490 m</li> </ul>

## Quality Summary

Matching	684 images tagged.
PPK fix	100.00%
Mean accuracy	0.02 m horizontal, 0.04 m vertical
Warnings	None
Infos	None

# Processing Report



Generated by WingtraHub v2.11.1

## Project summary

Project	Chancay actualizado_5 Flight 01
Flown	2024/01/11 15:18 UTC
Processed	2024/01/14 00:03 UTC
Camera	RX1RII
Images	757

## Geotagging summary

Output coordinate system	Geodetic ellipsoidal height (WGS84 (EPSG:4326))
PPK processed	Yes
Base file(s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Files selected: 12860110.24o</li> <li>• RINEX version: 2.11</li> <li>• Time overlap: Good</li> <li>• Baseline: Good</li> <li>• Logging interval: 1.0 s</li> <li>• Number of satellites: 39</li> <li>• Antenna type: TRMR8S NONE</li> <li>• Antenna position: X: 1377358.23600 m, Y: -6095300.59880 m, Z: -1272924.26760 m</li> <li>• Antenna offset: East: 0.00000 m, North: 0.00000 m, Up: 1.64940 m</li> </ul>
Base location	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Name: PG1_Chancay</li> <li>• Coordinate system: Geodetic ellipsoidal height (WGS84 (EPSG:4326))</li> <li>• Location: 11° 35' 21.0239500" S, 77° 16' 0.0665200" W, 31.91900 m</li> <li>• Offset: East: 0.00000 m, North: 0.00000 m, Up: 1.64940 m</li> <li>• ARP-APC offset: 0.06490 m</li> </ul>

## Quality Summary

Matching	757 images tagged.
PPK fix	100.00%
Mean accuracy	0.03 m horizontal, 0.05 m vertical
Warnings	None
Infos	None

# Agisoft Metashape

Informe de procesamiento

14 January 2024



## Datos del levantamiento

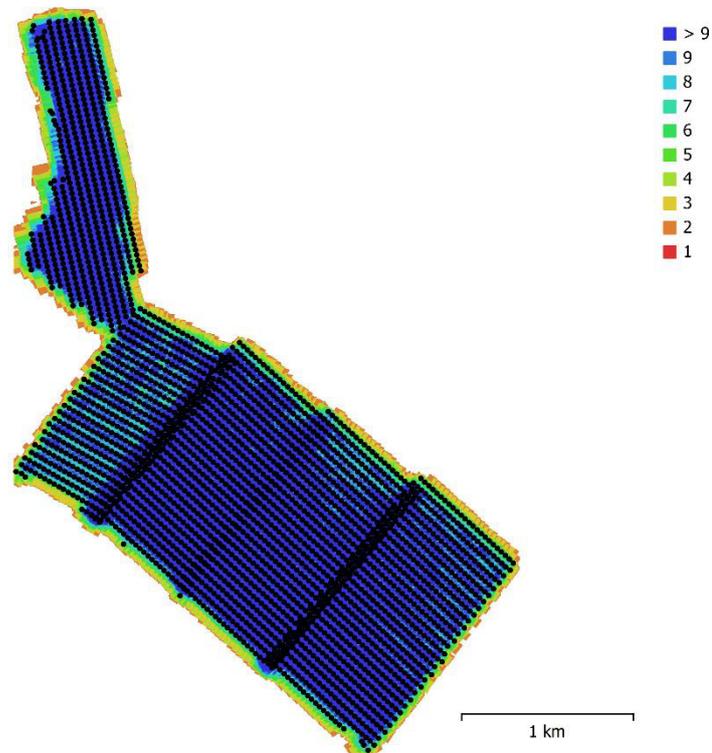


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 3,140	Imágenes alineadas: 3,104
Altitud media de vuelo: 152 m	Puntos de paso: 455,408
Resolución en terreno: 2.04 cm/pix	Proyecciones: 2,606,175
Área cubierta: 4.99 km <sup>2</sup>	Error de reproyección: 2.82 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
DSC-RX1RM2 (35mm)	7952 x 5304	35 mm	4.53 x 4.53 micras	No

Tabla 1. Cámaras.

## Calibración de cámara

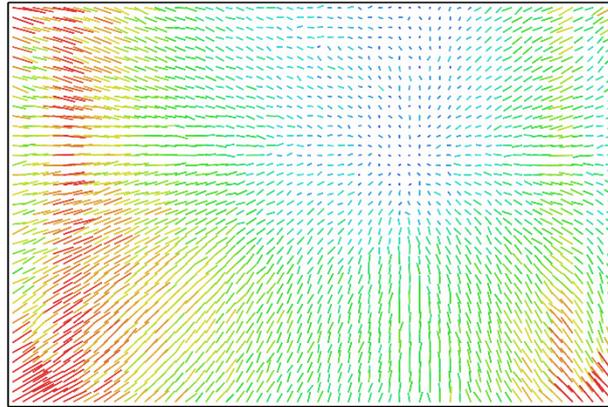


Fig. 2. Gráfico de residuales para DSC-RX1RM2 (35mm).  
2 pix

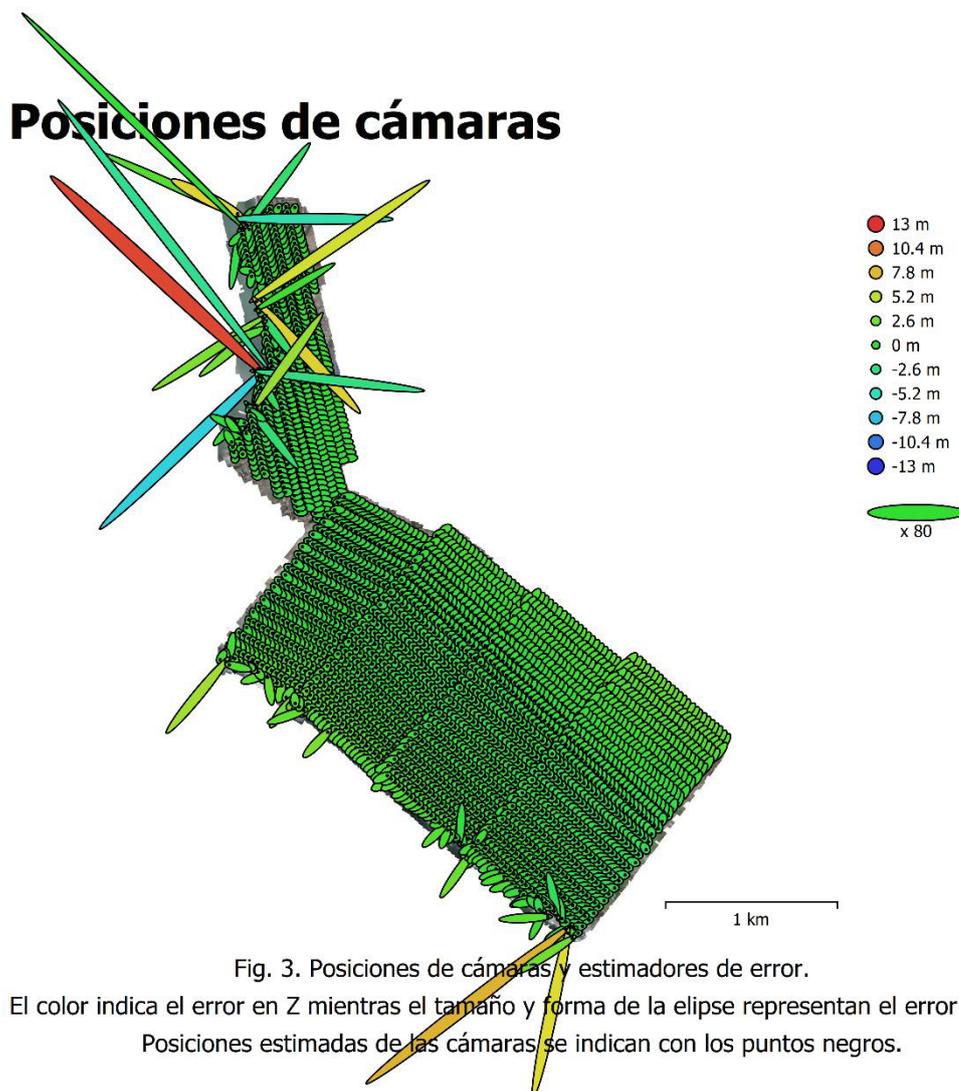
### DSC-RX1RM2 (35mm)

3140 imágenes

Tipo	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel
<b>Cuadro</b>	<b>7952 x 5304</b>	<b>35 mm</b>	<b>4.53 x 4.53 micras</b>

	Valor	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
<b>F</b>	<b>7450.53</b>	0.75	1.00	-0.41	0.44	-0.08	0.09	-0.11	0.03	0.02
<b>Cx</b>	<b>31.4758</b>	0.18		1.00	-0.18	0.01	-0.02	0.03	0.35	0.01
<b>Cy</b>	<b>-4.04045</b>	0.18			1.00	-0.02	0.04	-0.04	0.01	0.24
<b>K1</b>	<b>-0.0114309</b>	8.7e-05				1.00	-0.97	0.92	-0.01	0.01
<b>K2</b>	<b>0.0384082</b>	0.00049					1.00	-0.99	0.00	0.01
<b>K3</b>	<b>-0.0650745</b>	0.00084						1.00	0.00	-0.01
<b>P1</b>	<b>0.00036912</b>	3.8e-06							1.00	0.00
<b>P2</b>	<b>6.36759e-05</b>	2.8e-06								1.00

Tabla 2. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.



Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Error combinado (m)
0.84911	0.780131	0.698327	1.15308	1.34805

Tabla 3. Errores medios de las posiciones de cámaras.

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

## Puntos de control terrestre

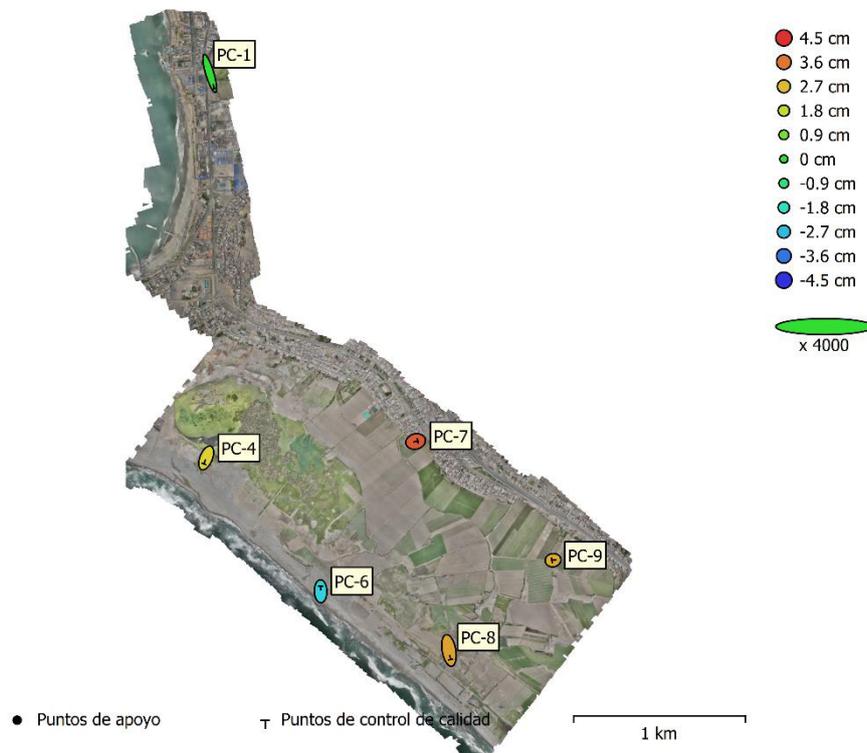


Fig. 4. Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores.  
 El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.  
 Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se marcan con puntos o cruces.

Número	Error en X (cm)	Error en Y (cm)	Error en Z (cm)	Error en XY (cm)	Total (cm)
6	0.703997	2.32955	2.74829	2.4336	3.6709

Tabla 4. ECM de puntos de control de calidad.

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

<b>Nombre</b>	<b>Error en X (cm)</b>	<b>Error en Y (cm)</b>	<b>Error en Z (cm)</b>	<b>Total (cm)</b>	<b>Imagen (pix)</b>
PC-1	1.32672	-4.44902	0.00330731	4.64263	0.435 (11)
PC-4	-0.684272	-1.73596	2.38735	3.03005	0.687 (8)
PC-6	-0.045551	1.55158	-2.42102	2.8759	0.470 (11)
PC-8	0.474999	-2.70482	3.03508	4.09309	1.166 (10)
PC-7	0.631576	0.162637	4.01006	4.06274	1.516 (11)
PC-9	-0.344488	-0.0600035	2.90956	2.9305	0.238 (11)
<b>Total</b>	<b>0.703997</b>	<b>2.32955</b>	<b>2.74829</b>	<b>3.6709</b>	<b>0.878</b>

Tabla 5. Puntos de control de calidad.

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

## Modelo digital de elevaciones

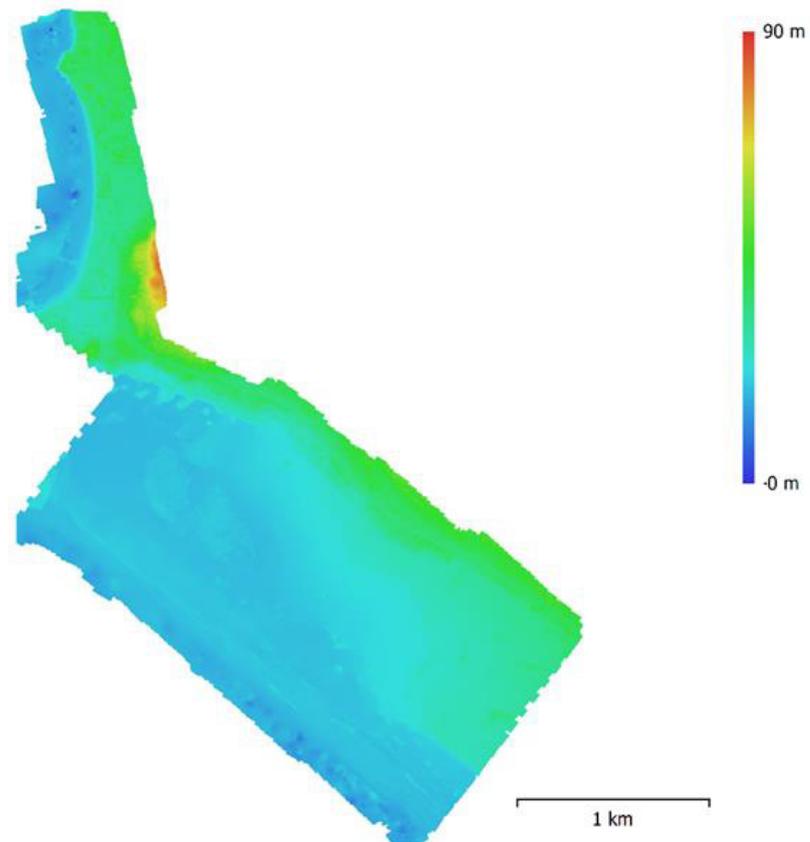


Fig. 5. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 2.92 m/pix  
Densidad de puntos: 0.117 puntos/m<sup>2</sup>

# Parámetros de procesamiento

## Generales

Cámaras	3140
Cámaras orientadas	3104
Marcadores	6
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 18S + Egm08 + 07
Ángulo de rotación	Guiñada, cabeceo, alabeo

## Puntos de paso

Puntos	455,408 de 574,417
RMS error de reproyección	0.220427 (2.81538 pix)
Error de reproyección máximo	1.36612 (111.917 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	12.1655 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	5.94869

## Parámetros de orientación

Precisión	Baja
Preselección genérica	No
Preselección de referencia	Origen
Puntos clave por foto	10,000
Límite de puntos clave por megapixel	1,000
Puntos de paso por foto	1,000
Excluir puntos de paso inmóviles	Sí
Emparejamiento guiado	No
Ajuste adaptativo del modelo de cámara	No
Tiempo búsqueda de emparejamientos	23 minutos 37 segundos
Uso de memoria durante el emparejamiento	7.05 GB
Tiempo de orientación	38 minutos 38 segundos
Uso de memoria durante el alineamiento	1.17 GB
Fecha de creación	2024:01:14 04:20:03
Versión del programa	2.0.1.15925
Tamaño de archivo	64.62 MB

## Mapas de profundidad

Número	3091
--------	------

## Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Media
Modo de filtrado	Agresivo
Límite máximo de redundancias	16
Tiempo de procesamiento	4 horas 6 minutos
Tamaño de archivo	10.64 GB

## MDE

Tamaño	1,012 x 1,504
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 18S + Egm08 + 07

## Parámetros de reconstrucción

Origen de datos	Puntos de paso
Interpolación	Habilitada
Tiempo de procesamiento	18 segundos
Uso de memoria	52.95 MB
Fecha de creación	2024:01:14 13:26:25
Versión del programa	2.0.1.15925
Tamaño de archivo	3.14 MB

**Ortomosaico**

Tamaño	42,207 x 62,727
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 18S + Egm08 + 07
Colores	3 bandas, uint8

**Parámetros de reconstrucción**

Modo de mezcla	Mosaico
Superficie	MDE
Permitir el cierre de agujeros	Sí
Habilitar el filtro de efecto fantasma	No
Tiempo de procesamiento	2 horas 0 minutos
Uso de memoria	4.76 GB
Fecha de creación	2024:01:14 15:24:09
Versión del programa	2.0.1.15925
Tamaño de archivo	10.70 GB

**Sistema**

Nombre del programa	Agisoft Metashape Professional
Versión del programa	2.0.1 build 15925
OS	Windows 64 bit
RAM	31.82 GB
CPU	Intel(R) Core(TM) i9-10980HK CPU @ 2.40GHz
GPU(s)	Intel(R) UHD Graphics NVIDIA GeForce RTX 2080 Super with Max-Q Design