



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**  
ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA POR MEDIO DE LA FOTOGRAMETRÍA  
PARA LA AMPLIACIÓN DEL ALMACÉN DE CONTENEDORES EN LA EMPRESA  
NEPTUNIA S.A. EN EL DISTRITO DE VENTANILLA, CALLAO

**Línea de investigación:**

**Procesamiento digital de imágenes y señales**

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

**Autor:**

Guerra Llanos, Renzo Alejandro

**Asesor:**

García Chávez, Luis Ángel

ORCID: 0000-0002-2508-2749

**Jurado:**

Alva Velásquez, Miguel

Nizama Espinoza, Víctor Raúl

Cadenas Acosta, Raúl Enrique

**Lima - Perú**

**2024**



# ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA POR MEDIO DE LA FOTOGRAMETRÍA PARA LA AMPLIACIÓN DEL ALMACÉN DE CONTENEDORES EN LA EMPRESA NEPTUNIA S.A. EN EL DISTRITO DE VENTANILLA, CALLAO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1 [repositorio.unfv.edu.pe](http://repositorio.unfv.edu.pe) 10%  
Fuente de Internet

2 [repositorioacademico.upc.edu.pe](http://repositorioacademico.upc.edu.pe) 5%  
Fuente de Internet

3 [hdl.handle.net](http://hdl.handle.net) 2%  
Fuente de Internet

4 [repositorio.unap.edu.pe](http://repositorio.unap.edu.pe) 1%  
Fuente de Internet

5 [repositorio.upn.edu.pe](http://repositorio.upn.edu.pe) 1%  
Fuente de Internet

6 [repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe) 1%  
Fuente de Internet

7 [tesis.unap.edu.pe](http://tesis.unap.edu.pe) 1%  
Fuente de Internet

8 [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net) 1%  
Fuente de Internet



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

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

ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA POR MEDIO DE LA FOTOGRAMETRÍA  
PARA LA AMPLIACIÓN DEL ALMACÉN DE CONTENEDORES EN LA EMPRESA  
NEPTUNIA S.A. EN EL DISTRITO DE VENTANILLA, CALLAO

**Línea de investigación:**

Procesamiento digital de imágenes y señales

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

**Autor:**

Guerra Llanos, Renzo Alejandro

**Asesor:**

García Chávez, Luis Ángel

ORCID: 0000-0002-2508-2749

**Jurado:**

Alva Velásquez, Miguel

Nizama Espinoza, Víctor Raúl

Cadenas Acosta, Raúl Enrique

**Lima - Perú**

2024

### **Dedicatoria**

Dedicado a mi familia quienes por ellos he podido concluir mis estudios y lograr mis metas. Dándome su apoyo en todo momento para salir exitoso en todo momento.

A mi esposa Jenny, quien ha sido el motor para lograr todo lo planificado y siempre ser el punto de inflexión, ante todo, a mis hijos Gaia y Lucas, quien me ha mantenido alerta y alegre en todo momento hasta concluir el informe de suficiencia profesional.

### **Agradecimiento**

Agradezco a mi asesor ingeniero Luis García, por su decisivo apoyo, motivación, aliento y tiempo necesario para lograr este gran objetivo. Ha sido un privilegio contar con su guía y ayuda en todo momento. De verdad gracias.

Gracias a todas la autoridades y personas que trabajan en la universidad nacional Federico Villarreal, escuela de Ingeniería Geográfica; por su atención y amabilidad en todo este camino.

Gracias a todos los que colaboraron en este gran proyecto para que salga adelante y no tenga dificultad en desarrollarlo.

Y por encima de todo, agradecer a mi familia, mi esposa Jenny y mis hijos Gaia y Lucas, y finalmente a mi papá, mamá y hermanos, suegros y nueras.

Gracias por todo.

## ÍNDICE

Resumen.....	9
Abstract.....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1 Trayectoria del autor.....	11
1.2 Descripción de la empresa donde labora .....	13
1.3 Organigrama de la empresa .....	14
1.4 Funciones y áreas desempeñadas .....	15
II. ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA POR MEDIO DE LA FOTOGRAMETRÍA PARA LA AMPLIACIÓN DEL ALMACÉN DE CONTENEDORES EN LA EMPRESA NEPTUNIA S.A. EN EL DISTRITO DE VENTANILLA, CALLAO.....	16
2.1 Generalidades .....	16
2.2 Objetivos.....	17
2.2.1 <i>Objetivo general</i> .....	17
2.2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	17
2.3 Ubicación.....	18
2.4 Antecedentes.....	20
2.4.1 <i>Antecedentes Internacionales</i> .....	20
2.4.2 <i>Antecedentes Nacionales</i> .....	21
2.5 Metodología.....	23
2.5.1 <i>Recursos</i> .....	23
2.5.2 <i>Georreferenciación</i> .....	25

2.5.3	<i>Geodesia</i> .....	27
2.5.4	<i>Levantamiento Fotogramétrico</i> .....	31
2.5.5	<i>Post proceso</i> .....	35
2.5.6	<i>Registro fotográfico</i> .....	36
2.5.7	<i>Certificado de calibración de equipos Topográficos</i> .....	40
2.6	Resultados.....	43
2.7	Discusión de Resultados.....	55
III.	APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA .....	56
IV.	CONCLUSIONES .....	57
V.	RECOMENDACIONES.....	58
VI.	REFERENCIAS.....	59
VII.	ANEXOS .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Áreas y funciones desempeñadas.....	15
<b>Tabla 2.</b> Coordenadas UTM del proyecto para el levantamiento Fotogramétrico.....	19
<b>Tabla 3.</b> Equipos utilizados para el levantamiento fotogramétrico.....	24
<b>Tabla 4.</b> Coordenadas del Punto Base.....	28
<b>Tabla 5.</b> Coordenadas UTM – WGS 84 Datum – PC – 01, PC - 02.....	29
<b>Tabla 6.</b> Coordenadas Topográficas – WGS 84 Datum – PC – 01, PC - 02.....	30
<b>Tabla 7.</b> Coordenadas de los puntos de control .....	32
<b>Tabla 8.</b> Características Técnico de Plan de Vuelo.....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Organigrama de INARCS Ingeniería y Construcción S.A.C. ....	14
<b>Figura 2.</b> Plano de ubicación.....	18
<b>Figura 3.</b> Modelo de Elevación Digital.....	26
<b>Figura 4.</b> Puntos de control terrestre.....	33
<b>Figura 5.</b> Drone Phantom 4 Pro .....	35
<b>Figura 6.</b> Punto de control PC – 01.....	36
<b>Figura 7.</b> Punto de control PC – 02.....	36
<b>Figura 8.</b> Levantamiento de línea de gas .....	37
<b>Figura 9.</b> Levantamiento de línea de gas .....	37
<b>Figura 10.</b> Equipamiento utilizado.....	37
<b>Figura 11.</b> Equipamiento utilizado.....	38
<b>Figura 12.</b> Fotografía aérea del proyecto .....	38
<b>Figura 13.</b> Fotografía aérea del proyecto .....	39
<b>Figura 14.</b> Certificado de calibración de la Estación Total Leica TS06 PLUS .....	40
<b>Figura 15.</b> Certificado de calibración del Receptor Trimble R8S – 6032R91108.....	41
<b>Figura 16.</b> Certificado de calibración del Receptor Trimble R8S – 6031R91060.....	42
<b>Figura 17.</b> Reporte de corrección de posicionamiento preciso de punto (PPP).....	44
<b>Figura 18.</b> Distribución de los satélites en el cielo .....	45
<b>Figura 19.</b> Gráficos de correcciones finales en base a la latitud, longitud y elevación .....	46
<b>Figura 20.</b> Gráfico de parámetros de mediciones de la recepción de satélites y receptores ...	47
<b>Figura 21.</b> Gráficos de rangos y fases residuales de los satélites .....	48
<b>Figura 22.</b> Gráfico de estatus de recepción de señales en el receptor.....	49
<b>Figura 23.</b> Ficha técnica de punto de control PC - 01.....	50

<b>Figura 24.</b> Ficha técnica de punto de control PC - 02.....	51
<b>Figura 25.</b> Ortofoto zona de proyecto .....	52
<b>Figura 26.</b> Plano de ubicación de la zona de proyecto.....	53
<b>Figura 27.</b> Plano topográfico de la zona de proyecto .....	53
<b>Figura 28.</b> Plano topográfico con ortofoto de la zona de proyecto.....	54

## RESUMEN

El presente informe de suficiencia profesional detalla la trayectoria profesional del autor en la actividad desarrollada, la cual tuvo como objetivo elaborar la cartografía por medio de la fotogrametría con RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) para la ampliación de almacén de contenedores de la empresa Neptunia S.A. El método desarrollado consistió en tres fases; Pre campo: Recopilación y generación de información gráfica y técnica existente. Campo: Levantamiento fotogramétrico con el dron Phantom 4 pro. Gabinete: Generación del orto mosaico, nube de puntos y modelo digital de elevaciones (DEM). Obteniendo el principal resultado: Elaboración de planos topográficos a escala 1/2500. En conclusión, la cartografía por medio de la fotogrametría con dron permitirá la ampliación del almacén de contenedores de la empresa Neptunia S.A. La ampliación del almacén de contenedores permitirá incrementar y prestar mejores servicios logísticos a la empresa Neptunia S.A.

*Palabras clave:* cartografía, fotogrametría, almacén de contenedores, escalas

## ABSTRACT

This professional proficiency report details the author's professional career in the activity developed, which aimed to prepare the cartography by means of photogrammetry with RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) for the expansion of the container warehouse of the company Neptunia S.A. The method developed consisted of three phases; Pre-field: Compilation and generation of existing graphic and technical information. Field: Photogrammetric survey with the Phantom 4 pro drone. Office: Generation of the orthomosaic, point cloud and digital elevation model (DEM). Obtaining the main result: Preparation of topographic plans at a scale of 1/2500. In conclusion, cartography by means of photogrammetry with a drone will allow the expansion of the container warehouse of the company Neptunia S.A. The expansion of the container warehouse will allow to increase and provide better logistics services to the company Neptunia S.A.

*Keywords:* cartography, photogrammetry, container warehouse, scales.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Trayectoria del autor

Renzo Alejandro Guerra Llanos, con grado de Bachiller en Ingeniería Geográfica de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal, con 13 años de experiencia después de haber recibido el grado de Bachiller a continuación describir la experiencia detallada.

- Trabajó como Coordinador de proyectos en PRW Ingeniería y Construcción S.A.C. desde enero del 2011 hasta septiembre del 2013, desarrollando funciones en el departamento de oficina técnica. Participando en diferentes áreas de gestión que implican logística, recursos humanos, costos y presupuestos, validación de datos y cierre del proyecto. siguiendo el enfoque del Project Management Institute y las regulaciones peruanas. Entre los principales proyectos que ha participado en la institución, destacan; el estudio de factibilidad - Proyecto Maraón, Proyecto Ayawilka - Estudio Topográfico y Establecimiento de Puntos Geodésicos, Proyecto Especial Chavimochic - Determinación de la Línea de más Alta Marea (LAM), Proyecto Situche Central - Levantamiento LIDAR, Apoyo Terrestre, Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado para el Macro Proyecto Pachacutec.
- Soy Gerente general de la empresa INARCS Ingeniería y Construcción S.A.C. desde mayo del 2016 hasta la actualidad, desempeño funciones de coordinación directa con el cliente, coordinación y supervisión de proveedores y contratistas y con los equipos de trabajo, área logística, revisión de informes técnicos, evaluación del presupuesto, cronograma del proyecto y gestión de proyectos en general. Entre los principales proyectos ejecutados, destacan: Levantamiento Fotogramétrico y Estudio de Mecánica

de suelos para ampliación, diseño y ejecución de un almacén de contenedores de Neptunia – Callao, Levantamiento Topográfico y Fotogramétrico para mantenimiento de tramo de carretera Panamericana Norte – Huacho – Huaral – Huacho, Levantamiento Fotogramétrico para análisis de riesgo del río Lurín – Municipalidad de Lurín, Levantamiento Fotogramétrico para descolmatación del río Tumbes – Gobierno Regional de Tumbes, Levantamiento Topográfico, posicionamiento de puntos geodésicos y batimetría ATP – Callao, Acondicionamiento y Remodelación de oficinas TechBrand – Surco, Diseño, construcción y montaje de campamento modular para proyecto de campamento minero de Antamina – TecnoFast., Mantenimiento General en Bosch Rexroth S.A.C. – Callao, Diseño y fabricación de naves industriales en Cogorno S.A. – Callao, Ejecución, Administración y Supervisión de Proyecto Construcción de Edificio Multifamiliar – Edificio de 5 plantas – La Molina, Ejecución de Proyecto Multifamiliar - Condominio Sol de La Molina, Elaboración de Expediente Técnico para la Construcción de Polideportivo en la Universidad Nacional Agraria La Molina – La Molina, Rectificación de Coordenadas UTM – Predio - Saneamiento Físico Legal – San Miguel, Lotización y Rectificación de Coordenadas UTM para Habilitación Urbana - Ica.

## **1.2 Descripción de la empresa donde labora**

INARCS Ingeniería y Construcción S.A.C. es una empresa peruana creada en el año 2016, con una trayectoria consolidada y reconocida en el mercado por 8 años. Cuenta con la especialidad de Topografía, Geodesia y Fotogrametría a nivel de estudio para perfiles y expedientes técnicos para proyectos de ingeniería civil y arquitectura. El autor constituyó la empresa INARCS la cual destaca por ser una empresa creativa y responsable que proporcionar bienestar y armonía a nuestros clientes a través de los servicios que brindamos. Cuenta con profesionales jóvenes, capacitados y con experiencia en el sector de la construcción, topografía, fotogrametría y geodesia con enfoque de sostenibilidad. Además, con conocimientos sólidos en proyectos enfocados en la eficiencia energética, siendo la base de cada proyecto.

### Misión:

INARCS es una empresa dedicada a realizar proyectos de construcción al rubro de construcción residencial e industrial que ofrece múltiples servicios novedosos a nuestros clientes y con ello deseamos convertirnos en su socio estratégico para incrementar su competitividad.

### Visión:

INARCS proyecta ser una empresa líder en la construcción reconocida por su capacidad de innovación e iniciativas ser un referente a seguir por la calidad.

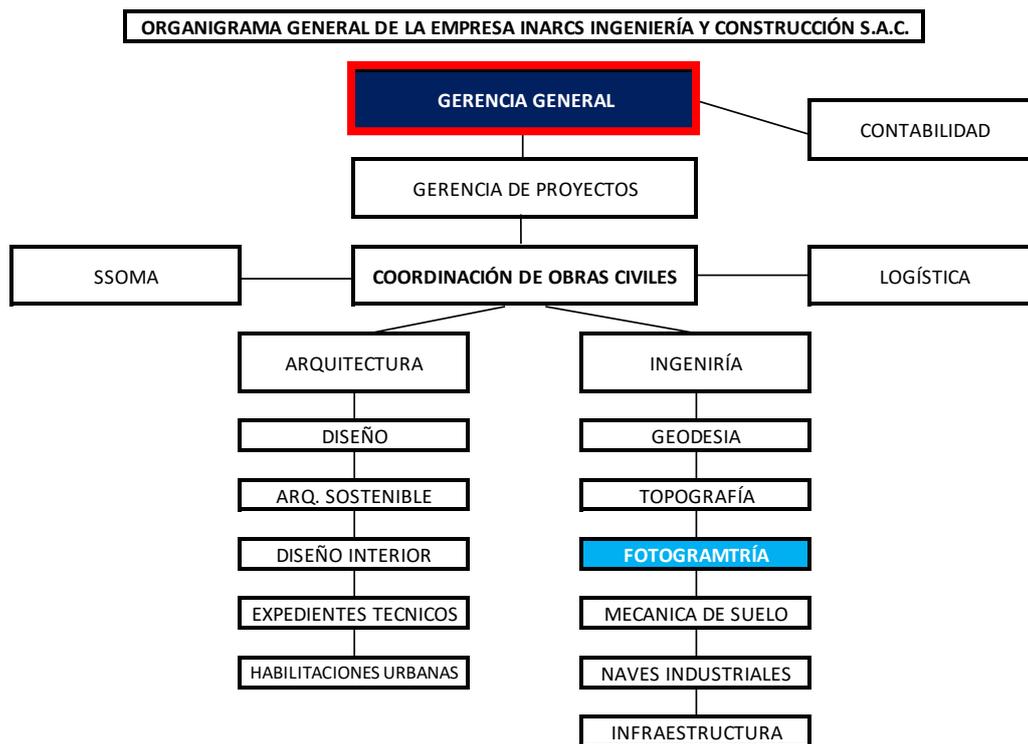
### 1.3 Organigrama de la empresa

INARCS Ingeniería y Construcción S.A.C. se encuentra conformado con un grupo de profesionales, y técnicos, los cuales cuentan con experiencia para ejecutar los proyectos de manera eficaz y eficiente de los proyectos, asimismo cuenta con una movilidad para el traslado a las zonas de trabajo.

En la figura 1 se detalla el organigrama de INARCS Ingeniería y Construcción S.A.C.

**Figura 1**

*Organigrama de INARCS Ingeniería y Construcción S.A.C.*



## 1.4 Funciones y áreas desempeñadas

En la tabla 1 se muestran las áreas y funciones desempeñadas con el detalle de las funciones en INARCS.

**Tabla 1**

*Funciones y áreas desempeñadas*

<b>Áreas y funciones desempeñadas</b>	
<b>Empresa</b>	INARCS Ingeniería y Construcción S.A.C.
<b>Tipo</b>	Construcción
<b>Tiempo laboral</b>	Mayo 2016 - Actualidad
<b>Especialidad</b>	Construcción de edificios Topografía, Geodesia, Fotogrametría
<b>Puesto</b>	Gerente general
<b>Tiempo laboral</b>	8 años y 6 meses
<b>Funciones realizadas</b>	Coordinación directa con el cliente Coordinación y supervisión de proveedores y contratas con los equipos de trabajo Revisión de propuestas técnicas y económicas Revisión de informe Técnico Evaluación del presupuesto y cronograma del proyecto Gestión de calidad y seguridad Supervisión de la ejecución del proyecto Reunión con el cliente y cierre de proyectos

## **II. ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA POR MEDIO DE LA FOTOGRAMETRÍA PARA LA AMPLIACIÓN DEL ALMACÉN DE CONTENEDORES EN LA EMPRESA NEPTUNIA S.A. EN EL DISTRITO DE VENTANILLA, CALLAO.**

### **2.1 Generalidades**

El siguiente informe se elaboró según los datos obtenidos durante la ejecución del proyecto “Elaboración de la cartografía por medio de la fotogrametría para la ampliación del almacén de contenedores en la empresa Neptunia S.A. en el distrito de Ventanilla, Callao”.

El levantamiento fotogramétrico según Meza (2022), permite una mayor precisión en un levantamiento topográfico con drones, es crucial considerar varios parámetros, como la altura de vuelo y la cantidad de puntos de apoyo, es crucial considerar diferentes factores influyen directamente en la exactitud de los resultados.

El incremento de la importaciones y exportaciones en el territorio nacional genera las operaciones logísticas de las empresas que realizan este rubro, siendo Neptunia S.A. una de las principales empresas logísticas de almacenamiento de contenedores en el país, solicitando el levantamiento fotogramétrico para la ampliación sus almacenes de contenedores y así asegurar las operaciones de manera más eficientes y eficaces en la oferta de servicios logísticos y de almacenamiento.

Finalmente, en este informe explicaremos los métodos empleados para el proceso de levantamiento fotogramétrico, de acuerdo en los términos de referencia firmados con el cliente. De la misma forma, se mostrarán los resultados obtenidos, recomendaciones y conclusiones de las partidas ejecutadas para cumplir por lo solicitado por el cliente.

## **2.2 Objetivos**

Los objetivos del informe son:

### **2.2.1 *Objetivo general***

- Elaborar la cartografía por medio de la fotogrametría con dron para la ampliación del almacén de contenedores para la empresa Neptunia S.A.

### **2.2.2 *Objetivos específicos***

- Realizar el posicionamiento geodésico mediante el método de observación punto preciso.
- Generar el plan de vuelo considerando la altura de vuelo, la instalación de puntos de control y la precisión (GSD) no mayor a 3cm/pixel.



**Tabla 2**

*Coordenadas UTM del proyecto para el levantamiento fotogramétrico*

<b>Área del Proyecto: Ampliación de Almacén de Contenedores de Neptunia S.A.</b>		
<b>ID</b>	<b>Coordenadas UTM Z18 – WGS 84 Datum</b>	
	<b>Norte</b>	<b>Este</b>
1	8680326.63	267143.29
2	8680071.39	267119.16
3	8680072.60	267257.04
4	8679834.38	267146.53
5	8679833.46	267087.57
6	8680314.14	266980.74

*Nota.* Coordenadas UTM – WGS84 Zona 18S del proyecto.

## 2.4 Antecedentes

### 2.4.1 *Antecedentes Internacionales*

En el artículo de Lee et al. (2022) titulado "Calculation and comparison of earthwork volume using unmanned aerial vehicle photogrammetry and traditional surveying method," analizaron cómo calcular los volúmenes de los movimientos de tierras en los proyectos lineales de carreteras. Demostraron que la fotogrametría con RPAS puede ser una alternativa adecuada al método topográfico tradicional para este tipo de proyectos. Para eso evaluaron la eficiencia de ambos métodos en función del tiempo y el costo, obteniendo que, la fotogrametría con RPAS implicó menores tiempos y costos, y la eficiencia mejoró a medida que se realizaban más partidas en la zona de estudio, en relación al método tradicional.

En el estudio realizado por Martínez et al. (2023) se centra en disminuir los errores comunes en los proyectos de fotogrametría con RPAS, utilizando correcciones diferenciales de varias estaciones base GNSS. Este método facilita la georreferenciación del proyecto sin la necesidad de puntos de control en el suelo (GCP). Los resultados mostraron mejoras importantes en la precisión vertical, con un incremento del 14% para vuelos a 50 m de altura y hasta un 35% para vuelos entre 70 y 90 m, aunque la precisión horizontal no mostró mejoras. Los errores totales se establecieron en niveles iguales al tamaño de la muestra terrestre (GSD).

Por otro lado, en el trabajo de Kim et al. (2022) se enfocó en el análisis de cambios y la recuperación en minas usando información espacial en 3D obtenida de drones. Se centró en la evaluación de la precisión de los puntos de control a partir de la creación de un ortomosaico y de un modelo digital de elevación (DEM). Los resultados de la fotogrametría con RPAS se compararon con mediciones de campo tradicional para verificar su precisión. Estos resultados resaltan la importancia de la precisión en la fotogrametría con RPAS para la recuperación minera y el análisis de cambios en el terreno.

### ***2.4.2 Antecedentes Nacionales***

De acuerdo con Marin (2022) en su tesis titulada: “Análisis de un Levantamiento Fotogramétrico frente a un Levantamiento Topográfico entre los Kilómetros 96 Y 98 del Tramo PE-08B de la Red Vial Nacional Cajamarca - CELENDÍN”. Donde generó un estudio en la carretera PE-08B en Cajamarca, utilizando un dron DJI Phantom 4 Pro y estación total. Evaluó los costos, la precisión y el tiempo de ejecución, determinando que el uso de los drones minimiza los costos en 3.3 veces más económico que el uso de la estación total y el tiempo de en un 25%, pero la precisión en elevaciones difiere si comparamos con los métodos tradicionales. Siendo adecuado la ejecución de metodologías para los estudios de ingeniería básica de Topografía en proyectos lineales, para tener precisiones optimas.

Según Ordoñez (2022) en su tesis titulada: “Análisis de la Precisión de un Levantamiento Topográfico utilizando Fotogrametría con RPAS y su relación a la densidad de puntos de Control Terrestre” realizó en el Centro de Producción de Bienes y Servicios Illpa UNA - Puno, en el distrito de Paucarcolla, provincia de Puno, el objetivo principal analizar fue la precisión de los levantamientos topográficos mediante fotogrametría con RPAS, considerando la densidad de los puntos de control terrestre. La metodología utilizada tuvo cuatro etapas: la prueba de campo, obtención de datos mediante métodos directos e indirectos, post-proceso digital con software especializado para el análisis y sistematización de datos. Los resultados reflejaron que la precisión dependía de la cantidad de los puntos de control terrestre y el adecuado traslape y altura de vuelo. La prueba estadística ANOVA y Tukey validó que el vuelo a 100 m de altura, con un traslape de 70%-80% y 15 puntos de control, era el más cercano a los datos obtenidos con la estación total. La conclusión final es que la precisión está directamente relacionada con el número de puntos de control terrestre, el porcentaje adecuado

de traslape y una altura de vuelo óptima, siendo factores importantes para obtener precisión en los levantamientos fotogramétricos con RPAS.

Finalmente, Olivera (2023) en su trabajo de suficiencia profesional denominado, “Levantamiento Fotogramétrico para la evaluación de la superficie terrestre en la supervisión ambiental de la unidad fiscalizable Florencia- Tucari” realizó un levantamiento fotogramétrico con RPAS para evaluar la superficie terrestre en la supervisión ambiental de la unidad fiscalizable Florencia – Tucari. La metodología se dividió en tres etapas: planificación de las misiones de vuelo utilizando Google Earth y el aplicativo móvil DJI GS PRO, ejecución del levantamiento de información mediante RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) y DGPS (Differential Global Positioning System) y gabinete, donde se obtuvo los productos de la fotogrametría como el modelo de elevación digital y ortomosaico. Los resultados permitieron zonificar componentes mineros, calcular áreas y volúmenes, generar perfiles topográficos y verificar los instrumentos de gestión ambiental aprobados.

## **2.5 Metodología**

El presente informe tiene como finalidad de poder cumplir con las obligaciones de detalle de ingeniería del proyecto “Elaboración de la cartografía por medio de la fotogrametría para la ampliación del almacén de contenedores en la empresa Neptunia S.A. en el distrito de Ventanilla, Callao” en adelante el “proyecto,” el cual consiste en la integración de un área operativa de 76,852.00 metros cuadrados para el local existente; por lo que INARCS Ingeniería y Construcción S.A.C. desde ahora “INARCS” requiere realizar el servicio de Levantamiento Topográfico, mediante el uso de Fotogrametría con RPAS. Por tal motivo, el método desarrollado consistió en tres fases; Pre campo: Recopilación y generación de información gráfica y técnica existente. Campo: Levantamiento fotogramétrico con el dron Phantom 4 pro. Gabinete: Generación del orto mosaico, nube de puntos y modelo digital de elevaciones (DEM), descritas a continuación:

### **2.5.1 Recursos**

En el levantamiento fotogramétrico para la ampliación de almacén de contenedores de Neptunia S.A. se han empleado los siguientes recursos:

#### **Personal:**

- Supervisor de proyectos
- Técnico topográfico
- Asistente de topografía
- Proyectista
- Ayudante de campo

**Equipos:****Tabla 3***Equipos utilizados para el levantamiento fotogramétrico*

<b>EQUIPOS UTILIZADOS</b>			
<b>Equipos</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Phantom 4 pro</b>	DJI	Phantom 4 pro	01
<b>Receptor GNSS Base</b>	Trimble	R8S	01
<b>Receptor GNSS Rover</b>	Trimble	R8S	01
<b>Colectora</b>	Trimble	-	01
<b>Estación Total</b>	Leica	TS06 Plus	01
<b>Laptop</b>	TOSHIVA	SATELLITE S55T	01
<b>Trípode de Aluminio</b>	Trimble	N/D	02
<b>Bípode</b>	Trimble	N/D	01
<b>Flexómetro</b>	N/D	N/D	01

*Nota.* Equipos e instrumentos utilizados en el levantamiento fotogramétrico.

### 2.5.2 Georreferenciación

El sistema de referencia para la georreferenciación del proyecto está definido por:

• Control Horizontal	DATUM:	WGS84
• Control Vertical	Modelo Geoidal	EGM2008

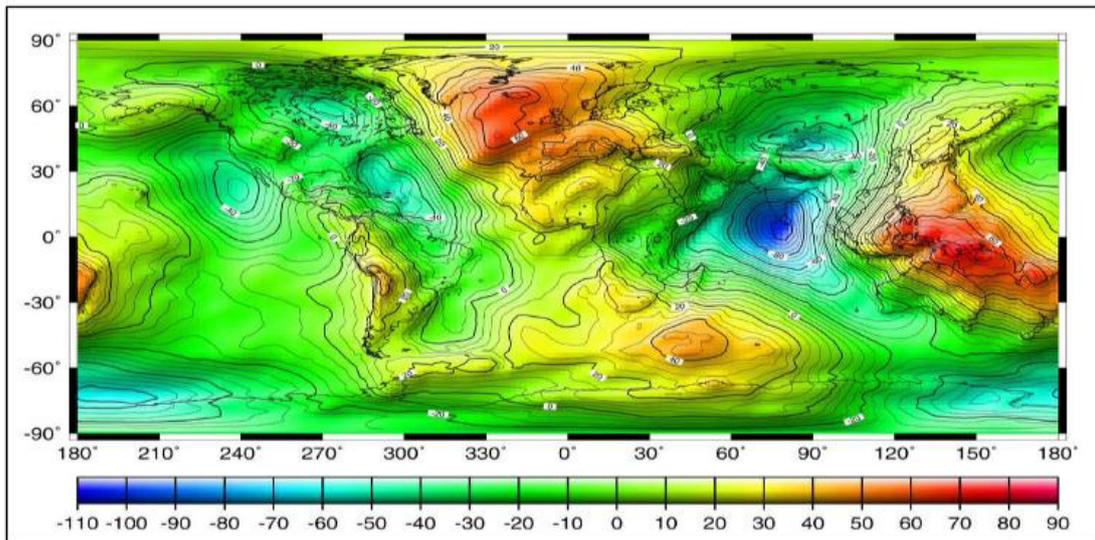
El Sistema de Referencia Geodésico Global WGS84 (Agency, 1997), es un sistema geocéntrico elipsoidal, fundado y monitoreado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norte América, obtenido exclusivamente a partir de los datos de la constelación de satélites GPS. Los parámetros que identifican el sistema WGS84 son:

- Semieje mayor =  $S_a=6378137.00$  m
- Aplanamiento =  $f=1/298.257223563$
- Constante de Gravitación Geocéntrica =  $GM=3.986004418 \times 10^{14}$  m<sup>3</sup>s<sup>-2</sup>
- Velocidad Angular media de la Tierra =  $\omega=7292115 \times 10^{-11}$  radians/sec.

El EGM2008 es un modelo armónico esférico del potencial gravitatorio de la Tierra, desarrollado por la National Geospatial - Intelligence Agency de Estados Unidos (NGA) por una combinación de mínimos cuadrados del modelo gravitacional ITG-GRACE03S y su matriz de covarianza de errores asociados, con la información gravitacional obtenida de un conjunto global de anomalías gravitacionales definidas por un arco equiangular de 05 minutos por arco. Este modelo Geoidal a escala mundial nos permite controlar la elevación de la georreferenciación, ver figura 3.

**Figura 3**

*Modelo de Elevación Digital*



*Nota.* Modelo de elevación digital de Google.

### 2.5.3 Geodesia

#### 2.5.3.1 Observación de punto preciso (Punto Preciso – PPP)

Según Orduña (2019), el posicionamiento puntual preciso (PPP) permite la determinación de la posición de un punto con un único receptor GNSS (Global Navigation Satellite System), mejorando la precisión de la medida sin necesidad de recurrir a técnicas de posicionamiento diferenciales. Para ello, utiliza los observable de código y fase, en doble frecuencia, datos de órbitas precisas y datos de reloj de satélite, como los que proporciona el IGS (International GNSS Service). Este trabajo tiene como propósito comprender PPP, analizar sus ventajas e inconvenientes y describir sus aplicaciones. Para ello es necesario contrastar los modelos matemáticos utilizados en esta técnica, examinar sus aplicaciones y evaluar las precisiones alcanzadas en las mismas. De la misma manera se realiza una comparación de la precisión obtenida mediante PPP y diferentes técnicas diferenciales. Una vez se definieron los conceptos y modelos matemáticos de PPP, se realizó la exploración y descripción de las herramientas informáticas utilizadas en el procesamiento de datos GNSS bajo la técnica PPP. Lo que dio como resultado la implementación de doce herramientas informáticas clasificadas entre software comercial, científico, académico y servicios en línea. Por último, se encuentran los resultados, análisis y comparación de coordenadas finales procesadas. Se puede concluir que PPP ofrece una alternativa interesante frente a la forma tradicional de posicionamiento diferencial, ya que permite procesar datos de modo estático, cinemático y en tiempo real, esta técnica se ha consolidado como una metodología para densificar redes geodésicas de primer orden.

Para la corrección del punto base de nuestro proyecto (GPS-01), se utilizó el método de corrección de posicionamiento preciso de punto (PPP), es una técnica de posicionamiento que elimina o modela los errores del sistema GNSS para proporcionar un alto nivel de precisión de

posición desde un solo receptor, una solución PPP depende del reloj satelital GNSS y de las correcciones de órbita, generadas a partir de una red de estaciones de referencia globales, ofrece una precisión de hasta 3 cm sin necesidad de una estación base.

A partir del punto base corregido por el método PPP, se realizó el levantamiento en modo RTK (Real time Kinematic), según Rodríguez (2023) de las infraestructuras existentes (Muros perimétricos, pozo tierra, línea de gas y puntos de control). Observar tabla 4.

**Tabla 4**

*Coordenadas del punto base*

COORDENADAS DEL PUNTO BASE					
ID	UTM – WGS 84		GEOGRÁFICAS		COTA
	NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD	
GPS-01	8679938.196	267109.367	-11.55'	-77. 8'	6.864
			59.37754°	18.20130°	

*Nota.* Posicionamiento de punto base GPS-01.

El punto base fue lecturado en método estático con equipos GNSS de doble frecuencia y corregido por el método (PPP).

El reporte del Pos proceso se encuentra en los resultados.

### 2.5.3.2 Puntos de control

Para el área del proyecto se leyó dos (02) puntos de control (PC-01, PC-02) en modo RTK, se asignaron coordenadas UTM (norte, este) para luego ser transformadas a coordenadas planas (topográficas) y poder ser utilizados para trabajos de Ingeniería, observar tabla 5.

Las fichas de puntos de control se encuentran en los resultados.

**Tabla 5**

*Coordenadas UTM – WGS 84 Datum – PC – 01, PC - 02*

<b>COORDENADAS UTM – WGS 84 DATUM</b>			
<b>ID</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>
PC - 01	267076.826	8679821.777	5.863
PC - 02	267027.606	8680100.615	6.599

*Nota.* Puntos de control con coordenadas UTM -WGS-84.

### 2.5.3.3 Transformación de Coordenadas UTM a Topográficas

Para realizar la conversión del sistema de coordenadas UTM al sistema de coordenadas topográficas (planas), se necesita 01 punto base (Pivot), el cual será el origen del plano topográfico:

El procedimiento de transformación de coordenadas UTM a topográficas se detalla a continuación:

- Calcular la distancia UTM y azimut de cada línea desde el punto pivot a cada punto de control.

- Calcular el factor de escala(k) y factor de reducción al nivel mar (FRNM) de cada punto de control
- Calcular el factor combinado, definido como el producto de los factores K y FRNM.
- Calcular la distancia topográfica, mediante la multiplicación de la distancia UTM y el factor combinado.
- Calcular la proyección topográfica (norte y este), por descomposición de la distancia topográfica y el azimut.
- Calcular la coordenada topográfica de cada punto, mediante la suma de la
- Coordenada del punto pivot y la proyección.

Los resultados correspondientes a cada paso, se muestran en los resultados. Los valores obtenidos de las coordenadas topográficas de los puntos de control, se muestran a continuación en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Coordenadas Topográficas – WGS 84 Datum – PC – 01, PC - 02*

COORDENADAS TOPOGRÁFICAS – UTM WGS 84			
ID	ESTE	NORTE	COTA
PC - 01	267076.835	8679821.808	5.863
PC - 02	267027.6258	8680100.571	6.599

*Nota.* Puntos de control con coordenadas topográficas.

### **2.5.4 Levantamiento Fotogramétrico**

El levantamiento topográfico por método aero-fotogramétrico, consiste en la obtención de información en tres dimensiones (x, y, z) a partir de fotografías aéreas verticales que se traslapan entre sí, capturadas desde una plataforma aérea.

Esta metodología conlleva trabajos de campo y de gabinete consecutivos, cuyos errores y precisiones de cada una de las fases se acumulan a lo largo de todo el proceso. De tal manera que la calidad del resultado final depende de la calidad de todas y cada una de las fases.

A continuación se detalla las fases para la generación de los productos fotogramétricos (DEM, ortofoto, nube de puntos).

#### **2.5.4.1 Puntos de control**

Para el proceso de levantamiento topográfico aero-fotogramétrico, se requiere la colocación de una red de puntos de control terrestre (GCP: ground control point), que es una marca temporal (pintura esmalte o yeso) en forma de cruz el cual fue lecturado en con equipos GNSS en modo RTK; estos datos serán utilizados para mejorar la calidad de los productos fotogramétricos, ver tabla 7.

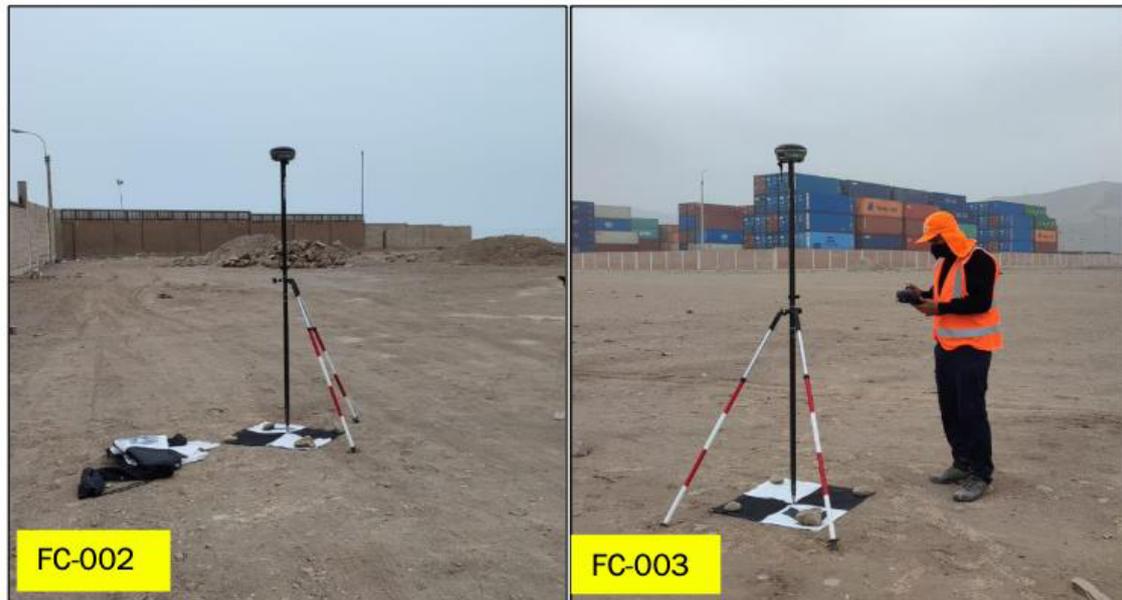
**Tabla 7***Coordenadas de los puntos de control*

<b>COORDENADAS – PUNTOS DE CONTROL</b>			
<b>ID</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>
1	267067.7723	8679824.122	5.003
2	267155.8504	8679878.372	7.254
3	267239.6768	8680096.547	7.824
4	267046.7859	8680060.508	6.492
5	267116.2451	8680235.499	6.847
6	266987.8609	8680313.256	6.165
7	267444.9606	8680386.547	7.896
8	267122.0366	868034.343	6.404

*Nota.* Puntos de control terrestre para vuelo fotogramétrico.

**Figura 4**

*Puntos de control terrestre*



*Nota.* Posicionamiento de punto de control terrestres en modo RTK.

### 2.5.4.2 Vuelo Fotogramétrico

Establecidas las marcas de control se puede continuar con la planificación del vuelo fotogramétrico, el vuelo se realizó con el dron Phantom 4 Pro y se utilizó la Aplicación 3D Survey para la Planificación de las misiones; a continuación, se describe algunas consideraciones que se tomarán en cuenta para realizar el vuelo:

- Verificar que la zona de vuelo se encuentre libre de tránsito aéreo.
- Verificar que la zona de vuelo no tenga restricciones de vuelos RPAS (ZONAGEO).
- Por estar cerca a la zona de playa se tuvo que esperar condiciones climáticas adecuadas para iniciar la misión.

A continuación, se detallan las especificaciones técnicas del plan de vuelo en la tabla 8:

**Tabla 8**

*Características Técnico de Plan de Vuelo*

CARACTERÍSTICAS DE VUELO	
<b>Traslape Longitudinal</b>	<b>85%</b>
<b>Traslape Lateral</b>	<b>75%</b>
<b>Altura de Vuelo</b>	<b>90 – 100 m</b>
<b>GDS Máximo</b>	<b>3 cm</b>
<b>Drone: Marca y Modelo</b>	<b>DJI Phantom 4 Pro x 2</b>

**Figura 5***Drone Phantom 4 Pro*

*Nota.* Drone Phantom 4 Pro de DJI Perú.

**2.5.5 Post proceso**

Para la generación de los productos fotogramétricos se utilizó el software Pix4D, el cual permite la integración de los datos obtenidos por el drone (fotos aéreas) y el equipo GNSS (puntos de control); el software nos permite obtener y clasificar nube de puntos para obtener modelos de elevación digital (DEM) y finalmente mediante esto el ortomosaico.

El resultado de control de calidad y productos obtenidos del Pos proceso Fotogramétrico se encuentran en los resultados.

### 2.5.6 Registro fotográfico

**Figura 6**

*Punto de control PC – 01*



*Nota.* Posicionamiento de punto de control PC-01 en modo RTK.

**Figura 7**

*Punto de control PC – 02*



*Nota.* Posicionamiento de punto de control PC-02 en modo RTK.

**Figura 8**

*Levantamiento de línea de gas*



*Nota.* Levantamiento con método RTK.

**Figura 9**

*Levantamiento de línea de gas*



*Nota.* Levantamiento con método RTK.

**Figura 10**

*Equipamiento utilizado*



*Nota.* Equipos utilizados para el vuelo fotogramétrico.

**Figura 11**

*Equipamiento utilizado*



*Nota.* Equipos utilizados para el vuelo fotogramétrico.

**Figura 12**

*Fotografía aérea del proyecto*



*Nota.* Fotografía área con el dron Phantom 4 Pro.

**Figura 13**

*Fotografía aérea del proyecto*



*Nota.* Fotografía área con el dron Phantom 4 Pro.

## 2.5.7 Certificado de calibración de equipos Topográficos

Figura 14

Certificado de calibración de la estación total Leica TS06 PLUS

 <b>TOPOGRAF PERÚ</b> SRL LABORATORIO DE CALIBRACIÓN Y SERVICIO TÉCNICO																		
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°0002042-22</b>																		
<b>SOLICITANTE:</b> SUPUHUICHE LDYAGA JOSELITO DNI: 73594946																		
  																		
<b>EQUIPO:</b> ESTACIÓN TOTAL <b>MARCA:</b> LEICA <b>MODELO:</b> TS06 PLUS <b>N.º DE SERIE:</b> 1381436	<b>PRECISIÓN:</b> ±3" <b>AUMENTO:</b> 30X <b>LECTURA MIN:</b> 01" / 03" <b>ALCANCE EDM:</b> 3500m C/P 500m S/P																	
																		
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b> 17 DE MARZO DEL 2022 <b>FECHA DE PRÓXIMA CALIBRACIÓN:</b> 17 DE SEPTIEMBRE DEL 2022																		
TOPOGRAF PERÚ S.R.L. Certifica que el equipo topográfico descrito cumple con las especificaciones técnicas del fabricante y los estándares internacionales establecidos (DIN 18723)																		
<b>EQUIPO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO:</b> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>EQUIPO/MODELO</th> <th>MARCA</th> <th>MODELO</th> <th>SERIE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SET COLIMADORES</td> <td>SOUTH</td> <td>NCS-1</td> <td>51-549296</td> </tr> </tbody> </table>		EQUIPO/MODELO	MARCA	MODELO	SERIE	SET COLIMADORES	SOUTH	NCS-1	51-549296									
EQUIPO/MODELO	MARCA	MODELO	SERIE															
SET COLIMADORES	SOUTH	NCS-1	51-549296															
<b>METODOLOGIA APLICADA EN LA TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES:</b> Para controlar y calibrar los ángulos se contrastan con un SET DE COLIMACIÓN con tubos de enfoque paralelos de 30X y en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 01". Trazabilidad documentada de Patrón INACAL según expediente N°1044322. Puede verificar el número de certificación en la siguiente página web código QR: <a href="http://topografperu.com.pe/informacion/verificar/">http://topografperu.com.pe/informacion/verificar/</a> - Slides Lab: LCO Tipo Doc: Certificado de Calibración N° 001 Año: 2022																		
 																		
<b>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:</b> Por medio del cierre angular en directa y en tránsito con el enfoque al infinito a través de un set de colimación NCS-1, considerados valores de temperatura, humedad relativa y presión atmosférica para cada lectura del instrumento.																		
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>TEMPERATURA EN LABORATORIO</th> <th>HUMEDAD RELATIVA</th> <th>PRESIÓN ATMOSFÉRICA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>24.8°C</td> <td>68%</td> <td>1013 hPa</td> </tr> </tbody> </table>		TEMPERATURA EN LABORATORIO	HUMEDAD RELATIVA	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	24.8°C	68%	1013 hPa											
TEMPERATURA EN LABORATORIO	HUMEDAD RELATIVA	PRESIÓN ATMOSFÉRICA																
24.8°C	68%	1013 hPa																
<b>RESULTADOS:</b> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>ÁNGULOS</th> <th>VALOR DEL PATRÓN</th> <th>VALOR MEDIO POR EL INSTRUMENTO</th> <th>ERROR DE PROMEDIOS</th> <th>INCERTIDUMBRE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V.</td> <td>90°00'00"</td> <td>90°00'00"</td> <td>0"</td> <td>±1"</td> </tr> <tr> <td>HZ.</td> <td>00°00'00"</td> <td>180°00'02"</td> <td>2"</td> <td>±2"</td> </tr> </tbody> </table>		ÁNGULOS	VALOR DEL PATRÓN	VALOR MEDIO POR EL INSTRUMENTO	ERROR DE PROMEDIOS	INCERTIDUMBRE	V.	90°00'00"	90°00'00"	0"	±1"	HZ.	00°00'00"	180°00'02"	2"	±2"		
ÁNGULOS	VALOR DEL PATRÓN	VALOR MEDIO POR EL INSTRUMENTO	ERROR DE PROMEDIOS	INCERTIDUMBRE														
V.	90°00'00"	90°00'00"	0"	±1"														
HZ.	00°00'00"	180°00'02"	2"	±2"														
<b>CORRECCIÓN DE PROMEDIOS:</b> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>ÁNGULOS</th> <th>VALOR DEL PATRÓN</th> <th>VALOR MEDIO POR EL INSTRUMENTO</th> <th>ERROR ACTUAL</th> <th>INCERTIDUMBRE</th> <th>RESULTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>V.</td> <td>90°00'00"</td> <td>270°00'00"</td> <td>0"</td> <td>±1"</td> <td rowspan="2">OPERATIVO</td> </tr> <tr> <td>HZ.</td> <td>00°00'00"</td> <td>180°00'00"</td> <td>0"</td> <td>±2"</td> </tr> </tbody> </table>		ÁNGULOS	VALOR DEL PATRÓN	VALOR MEDIO POR EL INSTRUMENTO	ERROR ACTUAL	INCERTIDUMBRE	RESULTADO	V.	90°00'00"	270°00'00"	0"	±1"	OPERATIVO	HZ.	00°00'00"	180°00'00"	0"	±2"
ÁNGULOS	VALOR DEL PATRÓN	VALOR MEDIO POR EL INSTRUMENTO	ERROR ACTUAL	INCERTIDUMBRE	RESULTADO													
V.	90°00'00"	270°00'00"	0"	±1"	OPERATIVO													
HZ.	00°00'00"	180°00'00"	0"	±2"														
<table border="1" style="width: 100%;"> <tbody> <tr> <td> <b>RESPONSABLE DE CALIBRACIÓN:</b>            VIKTOR QUINTANA B.            GERENTE TÉCNICO         </td> <td> <b>FIRMA:</b>              TOPOGRAF PERÚ S.R.L.            VIKTOR QUINTANA B. GERENTE TÉCNICO         </td> <td> <b>FECHA DE EMISIÓN:</b>            17-MAR-2022         </td> </tr> </tbody> </table>		<b>RESPONSABLE DE CALIBRACIÓN:</b> VIKTOR QUINTANA B. GERENTE TÉCNICO	<b>FIRMA:</b>  TOPOGRAF PERÚ S.R.L. VIKTOR QUINTANA B. GERENTE TÉCNICO	<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 17-MAR-2022														
<b>RESPONSABLE DE CALIBRACIÓN:</b> VIKTOR QUINTANA B. GERENTE TÉCNICO	<b>FIRMA:</b>  TOPOGRAF PERÚ S.R.L. VIKTOR QUINTANA B. GERENTE TÉCNICO	<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 17-MAR-2022																
Este equipo antes de salir de laboratorio ha sido revisado y se encuentra en perfecto estado, es de tu total responsabilidad el uso que hagas de él. TOPOGRAF PERÚ S.R.L. se responsabiliza por posibles daños ocasionados por mala operación u/o mal uso del mismo.																		
<b>Topograf Perú S.R.L. RUC: 20604901473 Av. Villaverde N°321 - SMP - Lima Telf.: 569 7797</b> Cel: 982 861 039 / 943 161 190 / 942 355 871 E-mail: <a href="mailto:contacto@topografperu.com">contacto@topografperu.com</a>																		

Figura 15

*Certificado de calibración del receptor Trimble R8S – 6032R91108*

		AV. ALBERTO ALDANDEZ Nº 2001 - (INACE - LIMA - PERU) CENTRAL TELEFONICA: 205-3000 FAX: 479-2982 E-mail: <a href="mailto:gerencia@isetek.com.pe">gerencia@isetek.com.pe</a> Web: <a href="http://www.isetek.com.pe">www.isetek.com.pe</a>	
<b>CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD N° 21- 12149</b>			
CLIENTE:	GEOPROCESOS S.A.C.		
EQUIPO:	Receptor GPS		
MARCA:	Trimble		
MODELO:	R8S		
SERIE:	6032R91108		
FECHA DE EMISIÓN :	14 - Dic - 2021		
FECHA DE VENCIMIENTO:	13 - Dic - 2022		
ISETEK S.A. Certifica que el equipo topográfico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.			
En las pruebas efectuadas en Post Proceso los equipos, estos se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante.			
<b><u>Precisión Levantamiento GPS Post Proceso (Estática de Alta Precisión)</u></b>			
HORIZONTAL		3 mm + 0.1 ppm RMS	
VERTICAL		3.5 mm + 0.4 ppm RMS	
CERTIFICADO POR	SELLO DE GARANTIA	FECHA DE EMISION	
 <b>ING. ENRIQUE CORNEJO GARAY</b> Gerente de Servicio Técnico		Diciembre 14, 2021	

Figura 16

*Certificado de calibración del receptor Trimble R8S – 6031R91060*



**isetek s.a.**  
 IMPORTACIONES, REPRESENTACIONES, VENTAS Y MANTENIMIENTO  
 DE SISTEMAS, EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.

AV. ALBERTO ALEXANDER Nº 2201 - Lince - Lima - Perú  
 Central Telefónica: 205-3000 FAX: 473-0252  
 E-mail: gerencia@isetek.com.pe  
 http://www.isetek.com.pe

**CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD N° 21- 12148**

**CLIENTE:** GEOPROCESOS S.A.C

**EQUIPO:** Receptor GPS  
**MARCA:** Trimble  
**MODELO:** R8S  
**SERIE:** 6031R91060

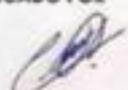
**FECHA DE EMISIÓN :** 14 - Dic - 2021  
**FECHA DE VENCIMIENTO:** 13 - Dic - 2022

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

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

**Precisión Levantamiento GPS Post Proceso (Estática de Alta Precisión)**

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

CERTIFICADO POR	SELLO DE GARANTIA	FECHA DE EMISION
 <b>ING. ENRIQUE CORNEJO GARAY</b> Gerente de Servicio Técnico		Diciembre 14, 2021

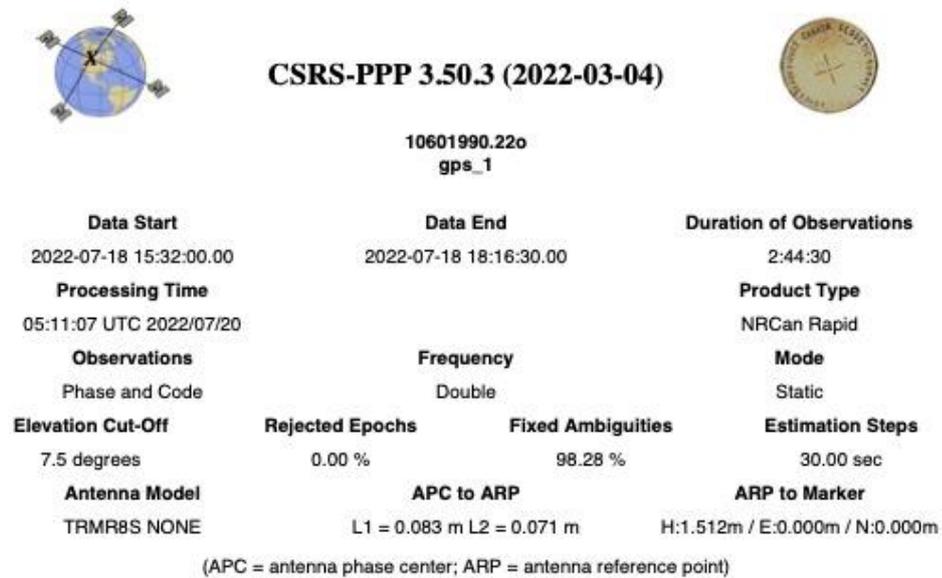
## 2.6 Resultados

La elaboración de la cartografía por medio de la fotogrametría para la ampliación del almacén de contenedores en la empresa Neptunia S.A. en el distrito de Ventanilla, Callao, fue importante para el proceso de ingeniería básica y para el diseño del mismo. EL resultado del levantamiento fotogramétrico es la elaboración del plano topográfico a escala 1/2500.

Además, los productos del levantamiento fotogramétrico (ortomosaico, nube de puntos, DEM), los cuales se realizaron en base al método de corrección de posicionamiento preciso de punto (PPP), y software especializados; los cuales se muestra a continuación:

Figura 17

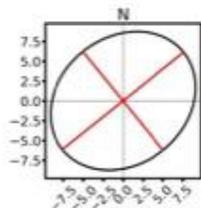
Reporte de corrección de posicionamiento preciso de punto (PPP)



**Estimated Position for 10601990.22o**

	Latitude (+n)	Longitude (+e)	Ell. Height
ITRF14 (2022.5)	-11° 55' 59.38442"	-77° 8' 18.21952"	29.977 m
Sigmas(95%)	0.007 m	0.007 m	0.032 m
A priori*	-11° 55' 59.37754"	-77° 8' 18.20130"	32.697 m
Estimated - A priori	-0.211 m	-0.551 m	-2.720 m

**95% Error Ellipse (mm)**  
 semi-major: 10 mm  
 semi-minor: 8 mm  
 semi-major azimuth: 51° 6' 38.37"



**UTM (South)  
Zone 18**

8679938.196 m (N)  
 267109.367 m (E)  
 Scale Factors  
 1.00027109 (point)  
 1.00026637 (combined)

\*(Coordinates from RINEX header used as a priori position)

**Figura 18**

*Distribución de los satélites en el cielo*

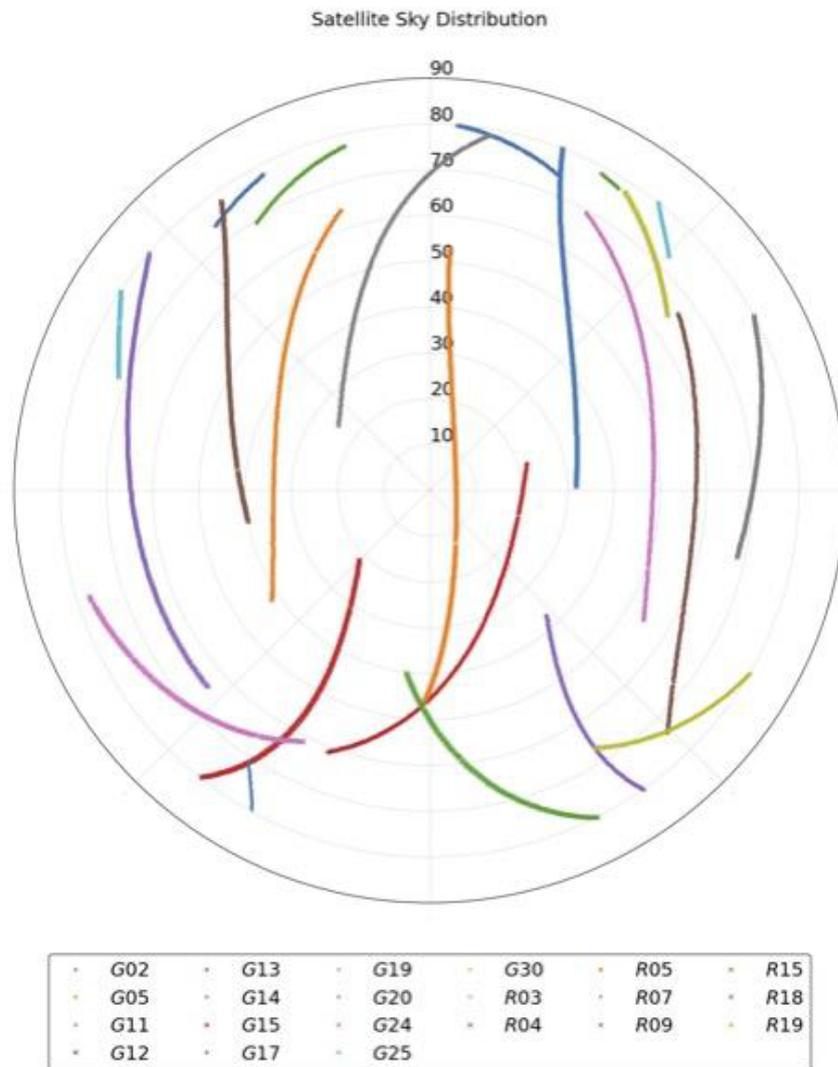
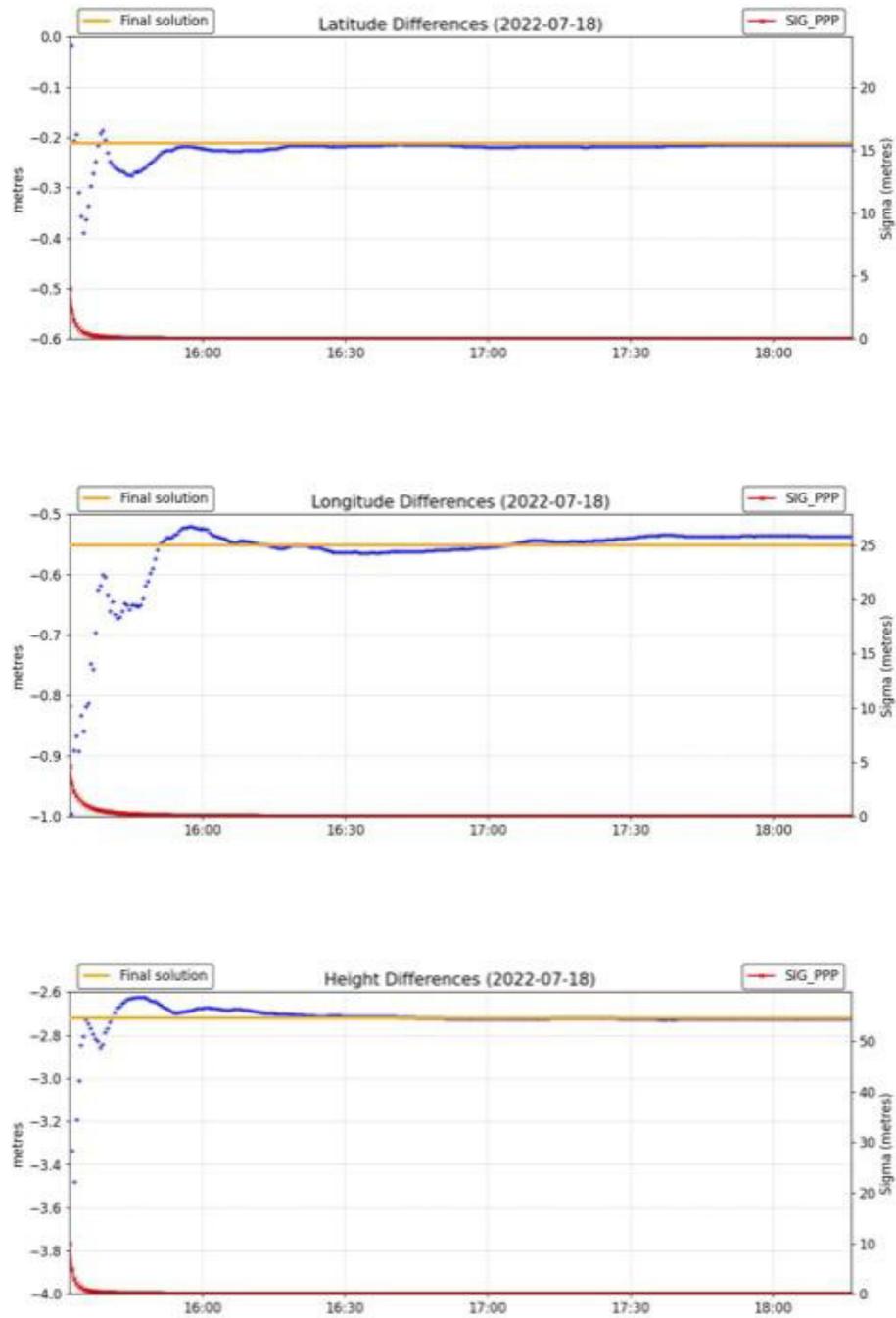


Figura 19

Gráficos de correcciones finales en base a la latitud, longitud y elevación



**Figura 20**

*Gráfico de parámetros de mediciones de la recepción de satélites y receptores*

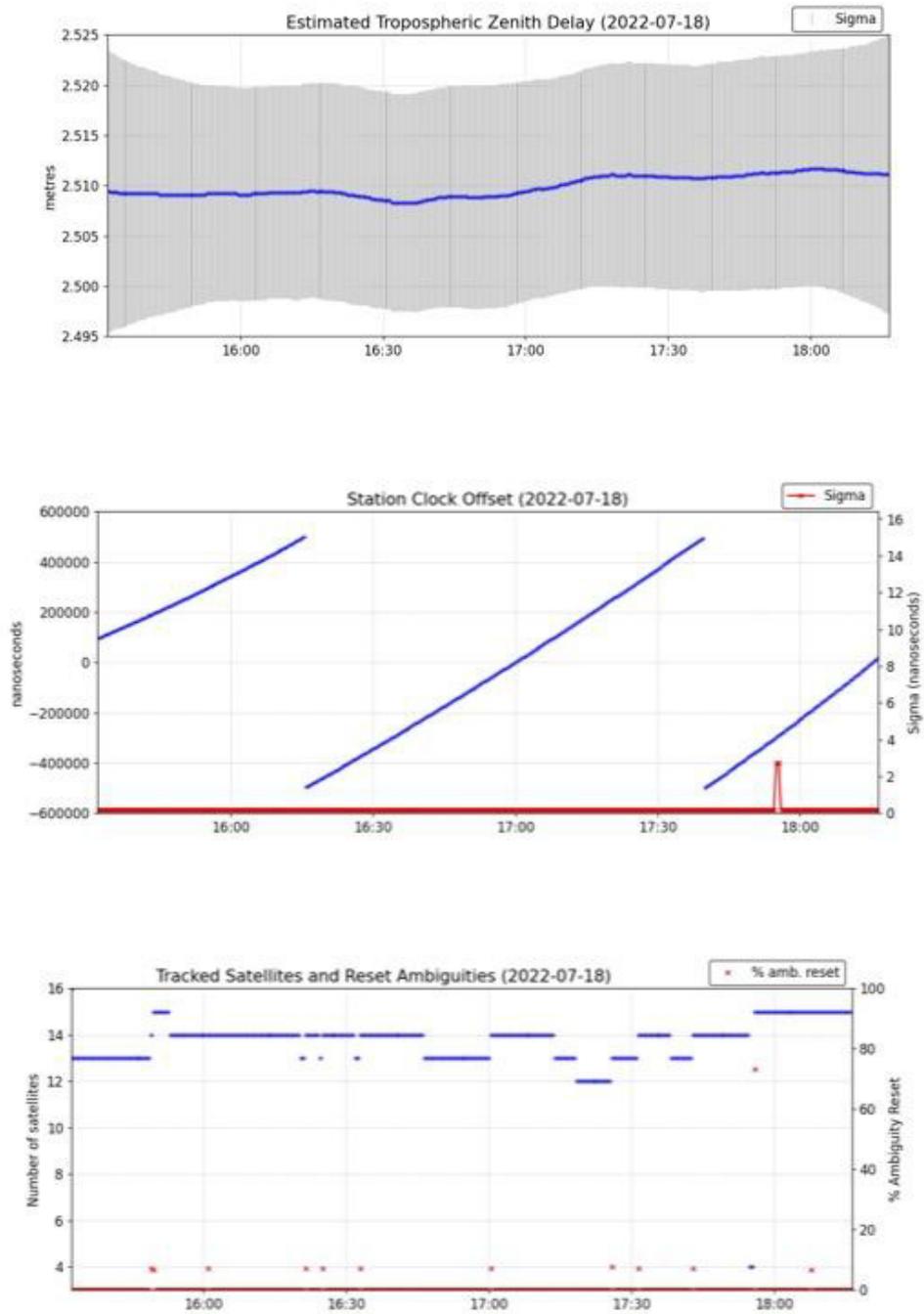


Figura 21

Gráficos de rangos y fases residuales de los satélites

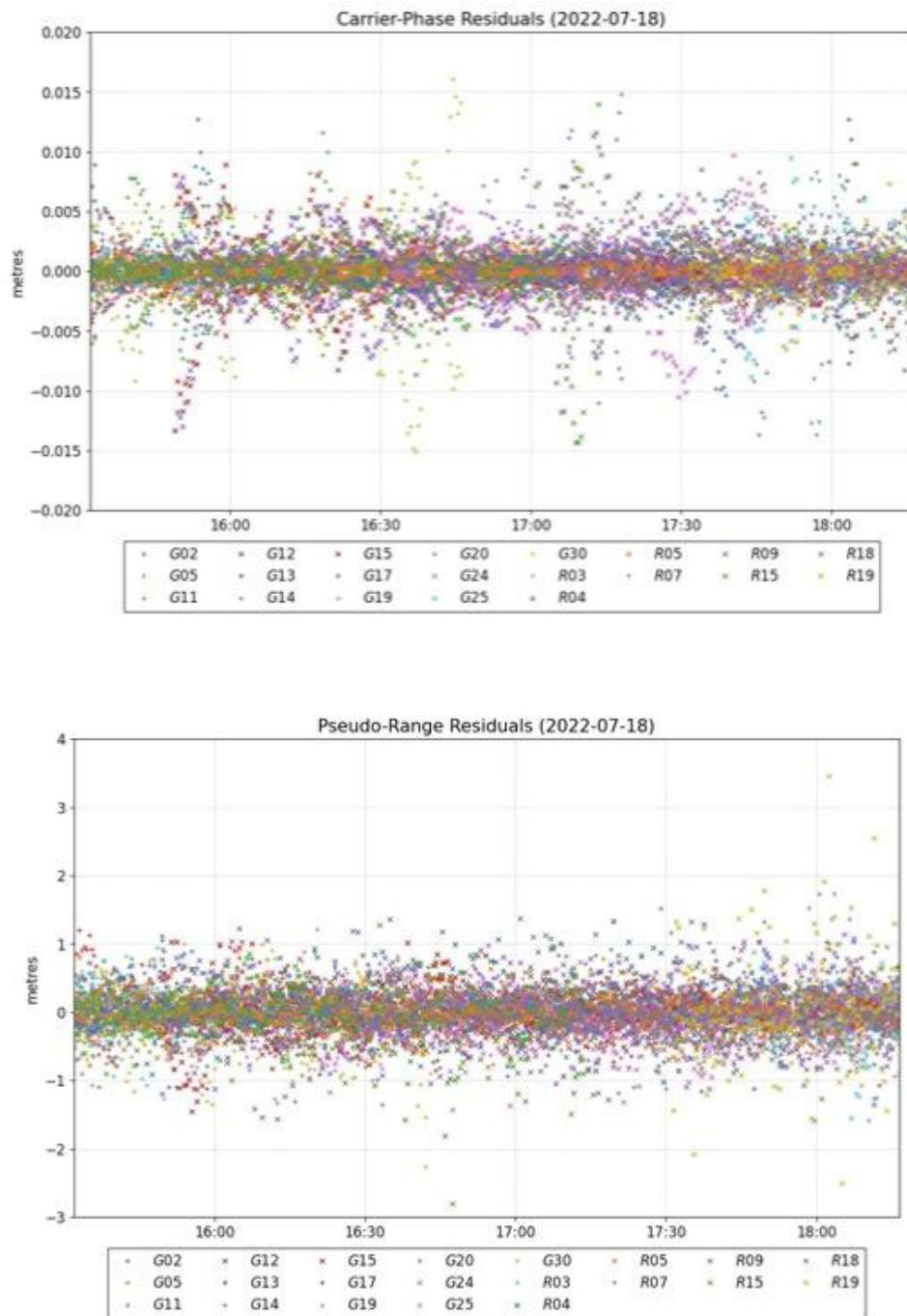


Figura 22

Gráfico de estatus de recepción de señales en el receptor



A continuación, se muestra la descripción monográfica del procesamiento de los puntos de control PC – 01 y PC – 02, en sus respectivas fichas.

### Figura 23

#### *Ficha técnica de punto de control PC - 01*

PROYECTO: AMPLIACION DE ALMECEN DE CONTENEDORES NEPTUNIA			
FICHA TÉCNICA DE PUNTO DE CONTROL			
CÓDIGO DEL PUNTO:	PC-01		CONTROL
COORDENADAS UTM 18S		COORDENADAS TOPOGRAFICAS	
ESTE	267076.826	ESTE	267,076.835
NORTE	8679821.777	NORTE	8,679,821.808
ELEVACION	5.863	ELEVACION	5.863
Departamento :	Provincia :	Distrito :	Avenida/Calle/Lugar/Carretera :
LIMA	Callao	Ventanilla	Almacen Neptunia
			
<b>Descripción:</b> El punto de control topografico se encuentra ubicado en la zona Suroeste del Proyecto, a 7.30 metros de la esquina, sobre un Hito de concreto se encuentra incrustado un varilla de fierro de 1/2 .			
Descrito / Establecida por:		Revisado por :	Fecha :
OTROS		INARCS	18/07/2022

Figura 24

## Ficha técnica de punto de control PC - 02

PROYECTO: AMPLIACION DE ALMECEN DE CONTENEDORES NEPTUNIA			
FICHA TÉCNICA DE PUNTO DE CONTROL			
CÓDIGO DEL PUNTO:	<b>PC-02</b>		CONTROL
COORDENADAS UTM 18S		COORDENADAS TOPOGRAFICAS	
ESTE	267027.606	ESTE	267,027.628
NORTE	8680100.615	NORTE	8,680,100.571
ELEVACION	6.599	ELEVACION	6.599
Departamento :	Provincia :	Distrito :	Avenida/Calle/Lugar/Carretera :
LIMA	Callao	Ventanilla	Almacen Neptunia
			
<b>Descripción:</b>			
El punto de control topografico se encuentra ubicado en la zona Centro del Proyecto, sobre el Talud de acceso a la Playa, a 2.00 metros de un bloque de concreto, se encuentra incrustado un varilla de fierro de 1/2 .			
Descrito / Establecida por:		Revisado por :	Fecha :
OTROS		INARCS	18/07/2022

Finalmente, se muestra los productos fotogramétricos.

### Figura 25

*Ortofoto zona de proyecto*

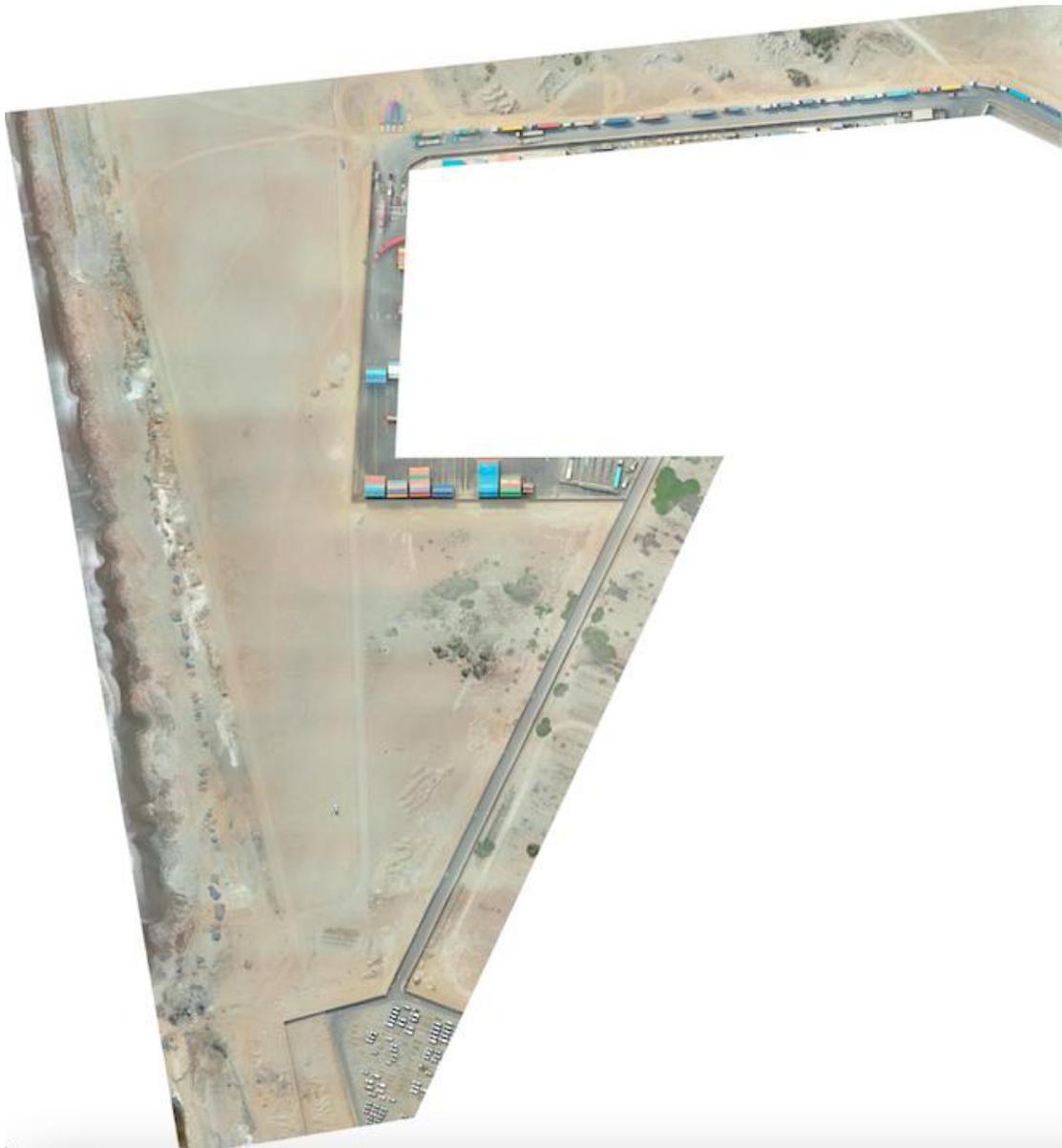


Figura 26

Plano de ubicación de la zona de proyecto

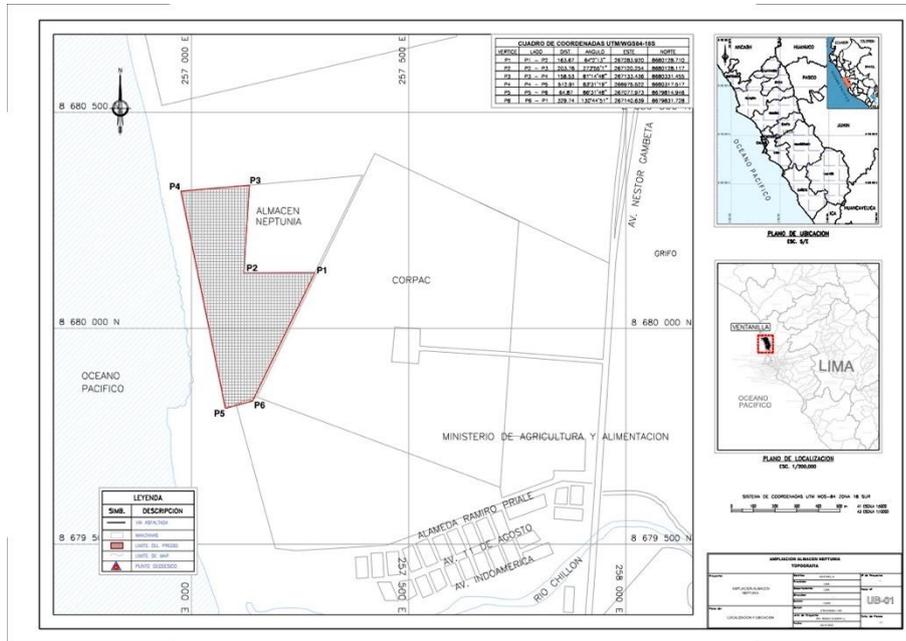
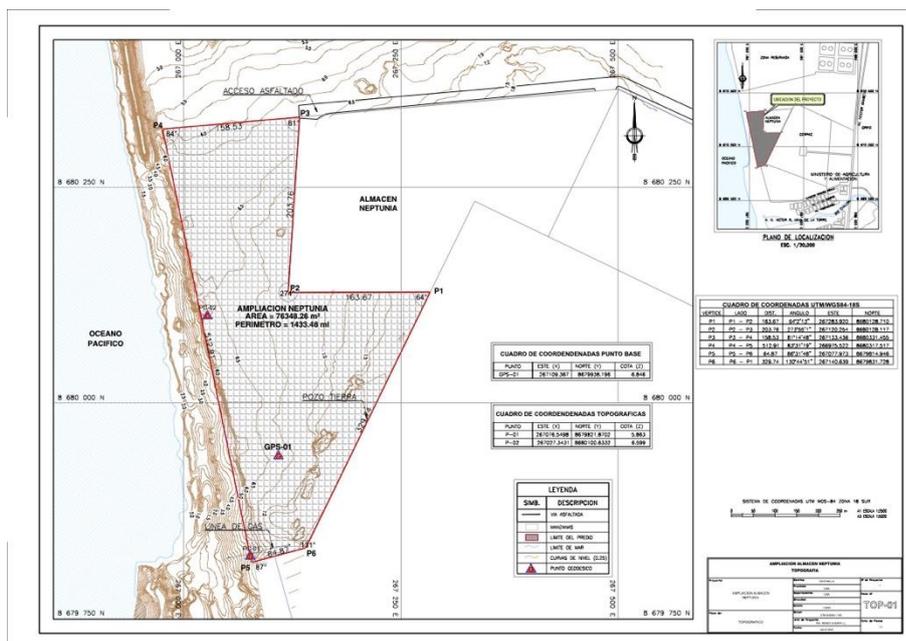


Figura 27

Plano topográfico de la zona de proyecto





## 2.7 Discusión de Resultados

En los resultados alcanzados de acuerdo a Ordoñez (2022), consideró establecer los puntos de control terrestre de forma densa, en su trabajo. Además, Martínez et al. (2023), indica que los parámetros del plan de vuelo en base a características específicas como la altura de vuelo, traslape y GSD, deben ser fijados en base al área y polígono a levantar. Los resultados obtenidos coinciden en la metodología utilizada, pues en el proyecto se instaló 08 puntos de control terrestre y 02 puntos de control base. Finalmente, se trabajo con un rango de 80 a 100 metros de altura para las fotos aéreas, se determinó los porcentajes correctos de traslape longitudinal de 80% y traslape transversal de 75% para obtener resultados más precisos y establecer un GSD menor a 3 cm/pixel para precisiones optima.

Según Lee et al. (2022), demostró que el uso de drones para levantamientos fotogramétricos (RPAS) puede ser una alternativa optima al método comparándola con el levantamiento topográfico tradicional. Pues la eficiencia de este método en términos de tiempo, costo y precisión, es adecuado para ambas partes (cliente y postor). El resultado del producto del levantamiento fotogramétrico con RPAs para la ampliación del almacén de contenedores para la empresa Neptunia S.A., obtuvo un RMS error de 0.005 metros, mejorando los términos de referencia del cliente.

Finalmente, Olivera (2023) muestra que para poder obtener resultados correctos debemos seguir un procedimiento basado en tres etapas: la planificación de la misión de vuelo, la realización del levantamiento de información mediante RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) y DGPS (Differential Global Positioning System) y de gabinete, donde se obtiene los productos fotogramétricos como el modelo digital de terreno y ortomosaico. Los resultados obtenidos por nuestro proyecto son óptimos pues seguimos los mismos pasos en base a la normativa y procedimiento que se establecieron en el servicio.

### III. APORTES MAS DESTACABLES A LA EMPRESA

En base a la experiencia transcurrida con mi empresa, se destaca las contribuciones mas destacables:

- Implementación de homologaciones de calidad, seguridad y medio ambiente para diversos clientes como Cogorno, TecnoFast, Neptunia y Bosch Rexthox, incrementando la prestación de servicios en un 15% desde el 2019.
- Implementación de metodología BIM y Gestión de proyectos en base al PMBOK 7ma edición para optimizar la gestión de proyectos en diferentes frentes de trabajos y rubros en el ámbito de proyectos de construcción, diseño e ingeniería base.
- Capacitación del personal técnico y profesional en el manejo de nuevas tecnologías (Revit, modelamiento 3D, fotogrametría con RPAS, Sketchup, realidad virtual, realidad aumentada) y procesos de gestión de proyectos (BIM, gestión de proyectos PMBOK, supervisión de obras, gestión de seguridad y salud ocupacional)
- Participación en el campo educativo mediante congresos, conferencias, webinar, clases modelos y espejos en universidad nacionales (Universidad Nacional Agraria La Molina) y privadas (Universidad Privada del Norte, Universidad Tecnológica del Perú y Universidad Autónoma del Perú).

#### IV. CONCLUSIONES

- La cartografía por medio de la fotogrametría con dron permitirá la ampliación del almacén de contenedores de la empresa Neptunia S.A.
- La ampliación del almacén de contenedores permitirá incrementar y prestar mejores servicios logísticos a la empresa Neptunia S.A.
- La información obtenida del levantamiento fotogramétrico fue precisa y de alto detalle, importante para determinar parámetros del diseño de la ampliación del almacén de contenedores de Neptunia S.A.
- La elaboración del informe profesional como resultado del levantamiento fotogramétrico cumplió en creces con los términos de referencias solicitados por el cliente. Además, los productos que se obtuvo fueron elaborados con el software Pix4D (ortofoto, nube de puntos y DEM) y los Planos en coordenadas topográficas en el software AutoCAD Civil 3D.

## V. RECOMENDACIONES

- El levantamiento fotogramétrico de una zona de proyecto mayor a 5 hectáreas debe realizarse siguiendo los procedimientos y normativa técnica regulados principalmente por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), que forma parte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).
- Para obtener información detallada y precisa de un levantamiento fotogramétrico se debe planificar el plan de vuelo con las características técnicas según los términos de referencia, y proponer el uso de la estación total y receptores GNSS en modo RTK para definir con mayor precisión y exactitud el levantamiento topográfico a detalle.
- Para la generación del informe profesional de la especialidad y el procesamiento de la información debemos tener en cuenta las características del hardware del ordenador o Laptop, así como la elección del software adecuado para los planos y productos fotogramétricos.

## VI. REFERENCIAS

- Kim D., Kim S., y Back, S. (2022). Analysis of Mine Change Using 3D Spatial Information Based on Drone Image. *Sustainability*, 14(6), 3433. <https://doi.org/10.3390/su14063433>
- Lee S. B., Han D., y Song M. (2022). Calculation and Comparison of Earthwork Volume Using Unmanned Aerial Vehicle Photogrammetry and Traditional Surveying Method. *Sensors and Materials*, 34(12), 4737. [https://sensors.myu-group.co.jp/sm\\_pdf/SM3140.pdf](https://sensors.myu-group.co.jp/sm_pdf/SM3140.pdf)
- Marin, J. y Vilela, J. (2022). *Análisis de un levantamiento fotogramétrico frente a un levantamiento topográfico entre los kilómetros 96 y 98 del tramo PE-08B de la red vial nacional Cajamarca - Celendín*. [Tesis para título profesional en Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Universidad Privada del Norte - UPN. [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/33744/5.%20Tesis\\_MarinEscalanteJorgeSixto\\_VilelaCabadaJoseWilson\\_PDF\\_TOTAL.pdf?sequence=1](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/33744/5.%20Tesis_MarinEscalanteJorgeSixto_VilelaCabadaJoseWilson_PDF_TOTAL.pdf?sequence=1)
- Martínez, P., Agüera, F. y Carvajal, F. (2023). Accuracy assessment of RTK/PPK UAV photogrammetry projects using differential corrections from multiple GNSS fixed base stations. 1–16. *Geocarto International* <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/10106049.2023.2197507?needAccess=true>
- Meza, D. A. (2022). *Análisis comparativo de un levantamiento fotogramétrico con diferentes alturas de vuelo y cantidades de puntos de apoyo usando drones*. [Tesis para título profesional en Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio UNP - Institucional. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3339>

- Olivera, J. L. (2023). *Levantamiento fotogramétrico para la evaluación de la superficie terrestre en la supervisión ambiental de la unidad fiscalizable Florencia - Tucari*. [Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio UNFV. [https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/8119/UNFV\\_FIGAE\\_Olivera\\_Vilca\\_Jorge\\_Luis.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/8119/UNFV_FIGAE_Olivera_Vilca_Jorge_Luis.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Ordoñez, J. y Condori, G. (2022). *Análisis de la precisión de un levantamiento topográfico utilizando fotogrametría con RPAs y su relación a la densidad de puntos de control terrestre*. [Tesis para título profesional de Ingeniero Topógrafo y Agrimensor, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio UNAP. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18121/Ordoñez\\_Joan\\_Condori\\_Gustavo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18121/Ordoñez_Joan_Condori_Gustavo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Orduña, J. (2019). *Fundamentos y aplicaciones del Posicionamiento Puntual Preciso. (PPP: Precise Point Positioning)* [Trabajo fin de master para optar el grado de maestro en Geotecnologías cartográficas en ingeniería y arquitectura, Universidad de Salamanca]. Repositorio Universidad de Salamanca <http://hdl.handle.net/10366/140243>
- Rodríguez, J. P. (2023). *Aplicación de drone Phantom 4 RTK para el levantamiento topográfico y desarrollo de la habilitación urbana de oficio de la urbanización El Rosal II en el distrito de San Martín de Porres, Lima 2021*. [Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte]. Repositorio UPN. <https://hdl.handle.net/11537/35166>

## VII. ANEXOS



**CONSTANCIA:**  
Nº 2024-2212

**ATENCIÓN:**

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO NACIONAL**

**PRESENTE** : COMISIÓN DEL CURSO TALLER DE SUFICIENCIA  
PROFESIONAL 2024-2

**USUARIO** : RENZO ALEJANDRO GUERRA LLANOS

**TRABAJO** : AMPLIACIÓN DE UN ALMACÉN DE  
CONTENEDORES MEDIANTE EL  
LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON  
RPAS PARA LA EMPRESA NEPTUNIA S.A. EN  
EL DISTRITO DE VENTANILLA, CALLAO

**FECHA** : 20 DE DICIEMBRE 2024

MEADIANTE EL PRESENTE DOCUMENTO, SE DA CONFORMIDAD AL USO DE LA INFORMACIÓN POR PARTE DEL SEÑOR RENZO ALEJANDRO GUERRA LLANOS, IDENTIFICADO CON DNI 43053369. CON LA FINALIDAD DE UTILIZARLA, EN EL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL.

DEJANDO CONSTANCIA QUE LA EMPRESA INARCS INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC HA AUTORIZADO EL USO DE LOS DATOS DEL PROYECTO "LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO PARA LA AMPLIACIÓN DEL ALMACÉN DE CONTENEDORES PARA LA EMPRESA NEPTUNIA".

SE EMITE LA CONSTANCIA PARA LOS FINES QUE LA EMPRESA ESTIME CONVENIENTE.

**INARCS**  
DESDE 2016

ATENTAMENTE.

  
RENZO ALEJANDRO GUERRA LLANOS  
GERENTE GENERAL  
INARCS  
INGENIERIA & CONSTRUCCION