

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Análisis comparativo del levantamiento topográfico utilizando
la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico
tradicional en la urbanización Buena Vista, distrito Amarilis,
2021”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Vásquez Ortega, Brayer Anthony

ASESOR: Mato Vicente, Rosner Nadler

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión en la Construcción

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería Civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título de Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (x)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 77540120

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 41877736

Grado/Título: Maestro en gestión pública

Código ORCID: 0000-0003-3638-9284

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Torres Ponce, Carlos Antonio	Magister en gestión pública	22407564	0000-0001-9026-0647
3	Martínez Fabian, Efrain Raul	Maestro en gestión pública	22486921	0000-0002-5177-380X

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
(A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 8:30 horas del día lunes 11 del mes de setiembre del año 2023, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS	(PRESIDENTE)
MG. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE	(SECRETARIO)
MG. EFRAIN RAUL MARTINEZ FABIAN	(VOCAL)

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1892-2023-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada: "**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO LA FOTOGRAMETRÍA CON DRON Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO TRADICIONAL EN LA URBANIZACIÓN BUENA VISTA, DISTRITO DE AMARILIS, 2021**", presentado por el (la) Bach. Brayer Anthony VASQUEZ ORTEGA, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) *aprobando* por *unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *13* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47)

Siendo las *9:30* horas del día *11* del mes de *setiembre* del año *2023*, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304
PRESIDENTE


MG. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE
ORCID: 0000-0001-9026-0647
SECRETARIO


MG. EFRAIN RAUL MARTINEZ FABIAN
ORCID: 0000-0002-5177-380X
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Rosner Nadler Mato Vicente, asesor del P.A de Ingeniería Civil y designado mediante la **RESOLUCIÓN N° 061-2020-D-FI-UDH** del Bachiller **Brayer Anthony, VÁSQUEZ ORTEGA**, de la investigación titulada **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO LA FOTOGRAMETRÍA CON DRON Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO TRADICIONAL EN LA URBANIZACIÓN BUENA VISTA, DISTRITO AMARILIS, 2021”**.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud de **22 %** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 06 de Octubre del 2023

MATO VICENTE, ROSNER NADLER

DNI 41877736

Código Orcid N°: 0000-0003-3638-9284

SEGUNDA REVISION DESPUES DE LA SUSTENTACION 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

6%

2

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

4%

3

bibdigital.epn.edu.ec

Fuente de Internet

1%

4

repository.unimilitar.edu.co

Fuente de Internet

1%

5

www.colibri.udelar.edu.uy

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Nacional de Piura

Trabajo del estudiante

1%

7

edoc.pub

Fuente de Internet

1%

8

Submitted to Instituto de Educación Superior
Tecnologico Privado de la Construcción
CAPECO S.A.C.

Trabajo del estudiante

1%



MATO VICENTE, ROSNER NADLER

DNI: 41877736

Código Orcid N°: 0000-0003-3638-9284

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a las personas que siempre estuvieron a mi lado con su apoyo incondicional, a mis profesores, compañeros y amigos que compartieron su conocimientos, alegrías y tristezas, también dedicó esta tesis a las nuevas generaciones para que sigan continuando con las investigaciones de la presente tesis.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios y a mi familia quienes han siempre han creído en mí, en especial a mis padres y abuelos. Agradezco también mi honorable universidad por los conocimientos brindados a mi persona.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPÍTULO I	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1.PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2.PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.3.OBJETIVOS	15
1.3.1.OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1.JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	16
1.4.2.JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	16
1.4.3.JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	16
1.4.4.JUSTIFICACIÓN SOCIAL	17
1.4.5.JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.	17
1.5.LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6.VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	18

CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1.ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1.ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2.ANTECEDENTES NACIONALES.	24
2.1.3.ANTECEDENTES LOCALES.....	27
2.2.BASES TEÓRICAS	29
2.2.1.LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO TRADICIONAL.....	29
2.2.2.LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO FOTOGRAMETRÍA CON DRON.....	32
2.2.3.LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	37
2.3.DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	40
2.4.HIPÓTESIS	41
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	41
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	41
2.5.VARIABLES	42
2.5.1. VARIABLES	42
2.6.OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43
CAPÍTULO III	44
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
3.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.1.1.ENFOQUE	44
3.1.2.ALCANCE O NIVEL	44
3.1.3.DISEÑO	45
3.2.POBLACIÓN Y MUESTRA	45
3.2.1.POBLACIÓN	45
3.2.2.MUESTRA.....	45

3.3.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	
.....	46
3.3.1.PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	46
3.3.2.PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	51
3.3.3.PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	
.....	51
CAPÍTULO IV.....	52
RESULTADOS.....	52
4.1.PROCESAMIENTO DE DATOS.....	52
4.1.1.PRECISIÓN.....	52
4.1.2.TIEMPO	58
4.1.3.COSTOS	65
4.2.CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ..	
.....	74
CAPÍTULO V.....	82
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	82
5.1.CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE	
INVESTIGACIÓN	82
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	43
Tabla 2 Coordenadas de ubicación	46
Tabla 3 Técnicas e instrumentos de medición de variables.....	46
Tabla 4 Plan de vuelo de Dron.....	50
Tabla 5 Variación de la elevación mediante el levantamiento de GPS diferencial	52
Tabla 6 Variación de elevación para la Estación total.....	54
Tabla 7 Variación de elevación para datos recogidos con dron 01.....	56
Tabla 8 Tiempo de trabajo para GPS diferencial	58
Tabla 9 Tiempo de trabajo para la Estación total.....	60
Tabla 10 Tiempo de trabajo con drones para los 30 vuelos	62
Tabla 11 Costo de trabajo para levantamiento mediante GPS diferencial	65
Tabla 12 Costo de trabajo para levantamiento mediante Estación total ..	65
Tabla 13 Costo de trabajo para levantamiento mediante estación drones	66
Tabla 14 Análisis para la variación de elevación empelando GPS diferencial	67
Tabla 15 Prueba de Kolmogorov - Smirnov para evaluar la normalidad de la variación de la elevación	69
Tabla 16 Resultados del resumen del modelo, ANOVA y coeficientes de la regresión lineal.....	70
Tabla 17 Resultados del resumen del modelo, ANOVA y coeficientes de la regresión lineal.....	72
Tabla 18 Resultados del modelo, ANOVA y coeficientes de la regresión lineal	73
Tabla 19 Análisis de H de Kruskal-Wallis.....	74
Tabla 20 Análisis de H de Kruskal-Wallis.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Variación de elevación para GPS diferencial.....	53
Figura 2 Variación de elevación para la Estación total	55
Figura 3 Variación de elevación para los datos topográficos utilizando Dron para los 30 vuelos	57
Figura 4 Tiempo de trabajo para GPS Diferencial	59
Figura 5 Tiempo de trabajo para el levantamiento de Estación total	60
Figura 6 Tiempo de trabajo con respecto al levantamiento con drones para los 30 vuelos	64
Figura 7 Costos comparativos para levantamiento topográfico	66
Figura 8 Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes	75
Figura 9 Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes	76
Figura 10 Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes	77
Figura 11 Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes	78
Figura 12 Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes	79
Figura 13 Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes	80

RESUMEN

El presente trabajo concretado tuvo como objetivo principal determinar la diferencia de los resultados entre levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista en el distrito Amarilis.

Esta investigación se enmarcó en un estudio no experimental, de nivel descriptivo, con un enfoque cuantitativo, de carácter transversal, para su desarrollo se emplearon métodos tradicionales con la utilización de equipos (GPS diferencial y estación total) y aerofotogramétricos (dron) y parte de ello se realizó las diferencias técnicas sobre las dimensiones de precisión, tiempo y costo. Como unidad de estudio se consideró a la Av. Miraflores de la Urbanización Buena Vista, sobre el cual se consideraron 99 puntos de verificación georreferenciados. Parte de los resultados indican que con respecto a la precisión empleando el levantamiento tradicional (Estación Total) se llegó a 0,29959 metros, para el levantamiento con drones a 0,27120 metros y para el levantamiento con GPS diferencial en 0.28797 metros, a sí mismo la diferencia de precisión con respecto al GPS diferencial, para el tradicional (Estación Total) es de 0.01162 metros, para el dron es de 0.01677 metros. Con respecto al costo, para el GPS diferencial se invirtió S/. 660.00 soles, para el tradicional (Estación Total) en S/. 310.0 soles y usando drones S/. 360.00 soles. Para la dimensión del tiempo, usando el GPS diferencial se necesitó 277.75 minutos, para el tradicional (Estación Total) se necesitó 119 minutos y para el vuelo con drones con una mediana de 111.845 minutos. Concluyendo que mediante el análisis estadístico de pruebas de muestras independientes se observa que hay diferencias tanto para la precisión, costo y tiempo de empleo para los tres tipos de levantamiento topográfico, teniendo como un resultado favorable al levantamiento topográfico tradicional (Estación Total) con respecto al levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron.

Palabras claves: Levantamiento topográfico, aerofotogrametría, dron, GPS diferencial, estación total.

ABSTRACT

The main objective of the present work was to determine the difference in the results between topographic survey using drone photogrammetry and traditional topographic survey in the Buena Vista Urbanization in the Amarilis district.

This research was framed in a non-experimental study, of a descriptive level, with a quantitative, cross-sectional approach, for its development traditional methods were used with the use of equipment (differential GPS and total station) and aerial photogrammetric (drone) and part of For this, technical differences were made on the dimensions of precision, time and cost. As a study unit, Av. Miraflores of the Buena Vista Urbanization was considered, on which 99 georeferenced verification points were considered. Part of the results indicate that with respect to the precision using the traditional survey (Total Station) it was reached 0.29959 meters, for the survey with drones at 0.27120 meters and for the survey with differential GPS at 0.28797 meters, yes Likewise, the difference in precision with respect to differential GPS, for the traditional one (Total Station) is 0.01162 meters, for the drone it is 0.01677 meters. Regarding the cost, for the differential GPS, S/. 660.00 soles, for the traditional (Total Station) in S/. 310.0 soles and using drones S/. 360.00 soles. For the dimension of time, using the differential GPS, 277.75 minutes were needed, for the traditional one (Total Station) 119 minutes were needed and for the flight with drones with a median of 111.845 minutes. Concluding that through the statistical analysis of tests of independent samples it is observed that there are differences both for the precision, cost and time of use for the three types of topographic survey, having as a favorable result the traditional topographic survey (Total Station) with respect to the topographic survey using drone photogrammetry.

Keywords: Topographic survey, aerophotogrammetry, drone, differential GPS, total station.

INTRODUCCIÓN

En la profesión de topografía, las nuevas tecnologías, como la estación total, los dispositivos de detección y rango de luz (LiDAR) y los sistemas de posicionamiento global (GPS), se encuentran adecuadamente con cierto nivel de escepticismo. Cuando se introducen por primera vez, la precisión, la exactitud y otros a menudo se comparan con tecnologías y prácticas previamente utilizadas y aceptadas para determinar su validez científica. Asimismo, la introducción de sistemas aéreos no tripulados (UAS) ha sido objeto de un serio escrutinio con respecto a la precisión, la exactitud y, por lo tanto, la validez en la topografía por parte de los topógrafos y sus clientes es por igual.

Este escepticismo a menudo se contrarresta con las afirmaciones de versatilidad y capacidad de los UAS por parte de sus fabricantes y defensores. Sin embargo, están surgiendo estudios que muestran que los UAS son una alternativa viable a los métodos topográficos tradicionales más costosos. En base a estudios realizados, probaron que los UAS para realizar encuestas de vertederos con respecto a los datos se pudieron recopilar rápidamente, los resultados tenían una precisión de unos 5 cm, con menos precisión en las áreas con vegetación.

A sí mismo, recientemente se han realizado muchos estudios para utilizar vehículos aéreos no tripulados (UAV, Drones) de ala fija y de ala giratoria para levantamientos topográficos en minas a cielo abierto. Debido a que los UAV de ala fija y de ala giratoria tienen diferentes características, como la altura de vuelo, la velocidad, el tiempo y el rendimiento de las cámaras montadas, es necesario comparar los resultados del levantamiento topográfico en el mismo sitio.

Una ventaja de los UAS reconocida universalmente es el nivel de seguridad que puede aportar a la peligrosa profesión de adquisición de datos aéreos. Establecer la capacidad de la nueva tecnología topográfica para proporcionar datos exactos y precisos es solo el primer paso en el

uso generalizado de la tecnología UAS. El alto costo de sistemas como LiDAR debe compensarse con el beneficio del tiempo y el dinero ahorrados por su utilización.

El propósito de este estudio es determinar la diferencia de los resultados entre levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional, para ver si existen ventajas en cuanto a costo, tiempo y precisión.

Los resultados generados han sido expectantes, ya que las diferencias entre el levantamiento topográfico tradicional y fotogrametría con dron con relación a la prueba de muestras independientes no son muy significativas como parte de la precisión, en cambio para la dimensión del costo y tiempo empelado hay diferencias significativas, concluyendo que se ha demostrado que si existe diferencias entre ambos métodos topográficos.

La investigación se describe en capítulos, en el Capítulo I, definición del problema, formulación del problema, objetivos, justificación de la investigación, limitaciones de la investigación y viabilidad de la investigación; El capítulo II examina el marco teórico, fundamentos teóricos, definiciones teóricas, conceptos, variables y funciones de variables; El Capítulo III examina la metodología de investigación donde se centra en el tipo de investigación, población y muestra, métodos y herramientas para la recolección de datos; El capítulo IV presenta los resultados obtenidos del estudio. Los usos y conceptos de la información son un análisis más detallado de comparaciones y conceptos; Finalmente, al final del capítulo V se analizan resultados adicionales de los otros estudios citados anteriormente. Se presentan conclusiones, recomendaciones, bibliografía y apéndices.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad para llevar a cabo diferentes proyectos de ingeniería como edificación, obras viales, puentes, saneamiento, etc., se necesita conocer el modelamiento del terreno y para ello se requiere realizar el levantamiento topográfico. Esto conlleva a la necesidad de hacer uso de diversos métodos establecidos incluidos las nuevas tecnologías para obtener resultados eficientes en los levantamientos topográficos. Según Pedraza (2019) “a nivel internacional se hace uso de aplicaciones útiles de los drones en el levantamiento topográfico respecto a las técnicas convencionales, permitiendo realizar la medición de muchos puntos de apoyo y procesar las imágenes aéreas a través de un software aplicativo”.

Según Claros, Guevara, y Pacas (2016) “la ejecución de levantamientos topográficos en el país ha tenido avances significativos en estos últimos años, facilitando un análisis más exhaustivo de las superficies. El uso de equipos topográficos como la estación total cada día son más usados en la ejecución de los levantamientos topográficos; sin embargo, la aplicación de técnicas y equipos más avanzados para la obtención de datos de topografía es aún poco común en el país”.

Por otro lado observamos que la tecnología viene evolucionando a pasos agigantados, donde los profesionales tienen que actualizarse constantemente, para no perder el ritmo a la tecnología, habiendo una gama de metodologías para la obtención de información de campo que cambia día tras día, optimizando tiempo más que dinero, a disposición se tiene en un gran porcentaje el uso de la estación total que es un aparato electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica, consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico, todo esto le permite tener una precisión milimétrica (Tacca, 2015).

Así mismo la fotogrametría ha jugado un papel importante en la fase de campo, sin embargo, ha sido un tanto no accesible debido al costo de su

servicio y su posterior procesamiento, para la obtención de ortofotos. Pero, hoy en día con el uso de un dron (cuatricóptero), que tiene adaptado una cámara de video y/o fotográfica y también cuenta con la presencia de un dispositivo GPS, es posible la obtención de información gráfica a menor costo y en menor tiempo (Tacca, 2015).

En la ingeniería civil es fundamental saber sobre el levantamiento topográfico tanto teórico como práctico para ejecutar diferentes proyectos y tienen que ir al ritmo de la tecnología, tal es el caso del levantamiento topográfico con dron. Debido a que, con el método del levantamiento topográfico con dron, la recopilación de información es más amplia y rápida a diferencia del levantamiento topográfico tradicional a la hora de implementar un proyecto, el método tradicional es más eficiente y preciso, aunque no es el método perfecto de investigación, pero es muy difícil lograr un levantamiento en alto detalle. Según Sánchez (2017) el levantamiento topográfico con dron es confiable que depende de sus dimensiones que son la precisión y exactitud, ya que con ello se puede conocer si los datos obtenidos son confiables o no.

En Huánuco los drones son poco utilizados o no se utilizan como opción de trabajo para levantamientos topográficos realizados en zonas inaccesibles y de gran extensión. Con la aplicación de tecnología y conocimientos topográficos se puede lograr una mayor precisión de trabajo.

Debido a que el levantamiento topográfico se puede realizar con estación total y la fotogrametría con drones, se plantea el proyecto de investigación “Análisis comparativo en el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2020”. Con la finalidad de realizar análisis en tiempo, precisión y costo. Como apoyo a la recolección de información de ambos métodos se hará uso de un GPS diferencia y un punto de orden “C” certificada por el Instituto Geográfico Nacional.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la diferencia de los resultados entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la diferencia de precisión de trabajo en el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021?
- ¿Cuál es el tiempo de trabajo empleado en el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021?
- ¿Cuál es la diferencia de costo en el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la diferencia de los resultados entre levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir la diferencia de precisión de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito

Amarilis, 2021.

- Determinar la diferencia de tiempo de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.
- Calcular la diferencia de costo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Esta investigación se realizó con el propósito de averiguar el mejor método en cuanto a precisión, tiempo y costo entre los levantamientos topográficos tradicionales y los levantamientos topográficos mediante fotogrametría con drones y saber utilizar drones para la realización de levantamientos topográficos mediante vuelos aéreos y la toma de datos a través de imágenes fotográficas.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La investigación se basó en métodos analíticos porque tanto estos métodos analíticos y estadísticos, dicho por (Supo y Zacarías (2020) pertenecen a la siguiente metodología de investigación científica: Nivel descriptivo – explicativo, enfoque cuantitativo y un diseño sin intervención, prospectivo, longitudinal y analítico.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Se justifica esta investigación debido a que se utilizó como fundamento teórico herramientas como, artículos, libros, informes y otros estudios relacionados con enfoques y planteamiento del problema, además el levantamiento topográfico y sus alcances en el método tradicional, así como el levantamiento topográfico utilizaron la

fotogrametría con dron que permitieron utiliza técnicas aplicadas en el campo de la de la Topografía.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Esta investigación tiene una justificación social ya que dio un aporte a la comunidad Universitaria, para futuras investigaciones, también servirá de ayuda a profesionales, técnicos, ingenieros, topógrafos, empresas consultoras e instituciones involucradas en proyectos de ingeniería y afines para elegir según su interés el método más eficiente al momento de realizar un levantamiento topográfico.

1.4.5. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Al final del proyecto de investigación, se generalizarán nuevos métodos alternativos de levantamiento topográfico con efectos positivos en términos de costo, precisión y tiempo. Satisfacer las expectativas de ingenieros, profesionales y público interesado.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones para poder terminar la investigación fueron los siguientes:

- Para el levantamiento con dron se tuvo que costear la compra de los equipos (Dron Phantom 4 pro y una computadora personalizada para el procesamiento de datos).
- Se tuvo de conseguir la certificación de un punto del instituto geográfico nacional con el cual se cumplió con las especificaciones técnicas para el establecimiento de puntos de orden “C” según la norma técnica de levantamiento geodésicos publicadas por el Instituto Geográfico Nacional.
- La parte económica fue una parte limitante en el levantamiento topográfico con estación total ya que se tuvo que costear el alquiler de los equipos e instrumentos utilizados (Estación total, GPS Diferencial y otros).

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es viable por las siguientes razones:

- El trabajo fue viable ya que se tuvo con una amplia e importante disponibilidad de información sobre la temática tanto en internet, revistas, libros, etc.
- Un acceso directo y abierto al tiempo y la zona donde se llevó cabo el proyecto de investigación.
- Es viable económicamente, porque toda la ejecución de la presente investigación fue cubierto por el tesista.
- Disponibilidad de recurso humano en todo el desarrollo de la recolección de información en campo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Claros et al. (2018). En su tesis “Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados”. Universidad de el Salvador – El Salvador. La investigación se realizó con el objetivo de aplicar fotogrametría aérea a baja altura en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados con fines de ingeniería. Metodología, Los datos recogidos en campo se han obtenido de los puntos de control establecidos en el recinto de la facultad y de fotografías aéreas; mientras, la toma de fotografías aéreas se ha realizado mediante el uso de un vehículo aéreo no tripulado multimotor: el DJI Phantom 3 Professional, que ha sido un drone de 1280g de peso que contaba con una cámara de 12 megapíxeles y un sistema GLONASS+GPS para navegación y georreferenciación. Las coordenadas de los puntos de apoyo se han obtenido con un sistema cinético de navegación por satélite (RTK) en tiempo real. Los puntos de apoyo en tierra han sido puntos visibles en las fotografías captadas por los drones, cuya función era unir las coordenadas reales de un punto del terreno con las coordenadas de ese punto. Esta asociación se realizó con el fin de obtener mejores resultados en el modelado digital de la superficie y corregir los errores existentes en las coordenadas de las fotografías. Resultados: En el levantamiento fotogramétrico se obtuvo un GSD o resolución espacial por píxel de 4.34 cm o 1.71 pulgadas, curvas de nivel de la superficie en las áreas descubiertas de vegetación y un ortomosaico actualizado de los terrenos de la Facultad, cubriendo aproximadamente 100 metros en todo el perímetro. de ello. El nivel de precisión de los resultados se ha relacionado con el GSD del proyecto. Para los resultados considere el doble del GSD, que sería 8.68 porque no se podría asegurar que la representación de la superficie en un píxel

sea exacta, y se debe considerar que se podría encontrar un punto representado dentro del área de un píxel. dentro del área cubierta por uno de los píxeles continuos, ya que ha sido necesario el apoyo del terreno en el flujo de trabajo fotogramétrico para mejorar los resultados. Por tanto, la metodología estudiada no constituyó una solución definitiva a la necesidad de información topográfica ni excluyó el uso de técnicas topográficas tradicionales. Por otro lado, los levantamientos topográficos convencionales, cuando hay edificios presentes en el área de levantamiento, no fueron factibles. Obtener información sobre la ubicación exacta de las esquinas de estos edificios cuando estaban techados, ya que estos no eran visibles en el ortomosaico y en ocasiones tampoco lo eran. eran visibles en el modelo tridimensional generado. Concluyeron que esta técnica permitía manipular con mayor facilidad una cantidad considerable de información, convirtiendo la fotogrametría aérea en un instrumento útil en la elaboración de cartografía, desarrollo de sistemas de información geográfica (SIG o SIG) y la descripción de la topografía de la zona. área de interés de un proyecto.

Ávila y Franco, (2018). En su tesis: “Comparación técnica y económica del monitoreo de taludes o laderas inestables en el municipio de zetaquira – boyacá mediante técnicas tradicionales de topografía y técnica moderna de drones”. Universidad Militar Nueva Granada – Colombia. Su objetivo fue realizar la comparación técnica y económica del monitoreo de taludes o taludes inestables en el municipio de Zetaquira – Boyacá utilizando técnicas topográficas tradicionales y técnicas modernas de drones. La metodología, consistió en tomar los puntos resaltados de acuerdo al concepto de un levantamiento tradicional con el apoyo de la estación debidamente probada y calibrada, para el levantamiento indirecto a través de tomas aéreas de las imágenes sobre el área de estudio con el uso del dron Phantom 4 pro. con un sistema totalmente probado y calibrado. Con el sistema RTK se recogieron los datos de coordenadas, cuyo procesamiento se realizó manualmente. El levantamiento topográfico

indirecto se realizó mediante la toma de imágenes aéreas sobre el área de estudio con el uso del dron Phantom 4 pro. Resultados, Una vez aplicados los análisis se obtuvo que ambas estaciones han mostrado un error considerable en el eje Z. Sin embargo, también se encontró que la división jugó un papel muy importante en este tipo de estudios, comparando la precisión entre A y B respectivamente, a menor altitud se pudo analizar que los resultados de la recolección de datos mejoraron con base en el vuelo anterior. ; Esto nos demostró que, a menor altitud en la recolección de datos, eran más precisos; Entonces decidió realizar una tercera prueba a menor altitud. Para este último ejercicio tuvimos suerte, ya que el área de estudio no contenía barreras mayores a 40 m de altura, como por ejemplo edificios, árboles o colinas que dificultaran la recolección de datos. De estos resultados se notó considerablemente la precisión que tenía el sistema "B", reduciendo los errores en el eje "Z". Este ejercicio nos abrió una gran interrogante ya que a menor altitud cuando se realizó un estudio de este sistema con la factibilidad de recolectar más datos y en la creación de la nube de puntos tuvo mejor corrección hacia los puntos de referencia. Conclusión, los datos obtenidos con el dron Phantom 4 pro y las mediciones de la estación RTK se podría decir que ambos componentes tuvieron resultados similares, lo que significa que el sistema utilizado para este caso de la variable "B" fue menos costoso y su precisión fue del 96. % confianza para trabajos de cartografía.

Jiménez y Prado, (2018). El presente estudio: "Análisis técnico comparativo entre los métodos topográficos tradicionales y el método de aerofotogrametría con vehículo aéreo no tripulado". Escuela Politécnica Nacional – Ecuador. Se pretende aplicar métodos topográficos tradicionales y el método de fotogrametría aérea con UAV para obtener la topografía del parque de estudio y reflexión de 0° Latitud, comparando las técnicas antes mencionadas para determinar las desventajas y ventajas, así como la precisión que se obtuvo con la fotogrametría aérea. en el proyecto. Metodología, se realizó con estación total y GPS, además de capturar fotografías aéreas con el

UAV Phantom 4. El procesamiento de las fotografías se realizó en Agisoft Photoscan para obtener una nube de puntos para exportar y completar el levantamiento en AutoCAD civil 3D con los datos. . recolectados con métodos tradicionales para obtener un modelo digital que pueda generar curvas de nivel. Resultados, la comparación se realizó con los datos recolectados en el parque latitud 0 con métodos tradicionales, utilizando la estación total SOKKIA FX SERIES y el GPS SOKKIA GSR2700 IS en modo Rtk y con los datos recolectados con Aetofotogrametría con el UAV Phanton 4 en el mismo park, lo que permite obtener una precisión muy alta en lugares llanos; Mientras tanto, en lugares con vegetación muy densa se podrían generar errores. Concluyeron que durante el levantamiento topográfico se realizó el análisis técnico comparativo, las ventajas y desventajas que se encontraron en cada tramo del proyecto. El análisis de precisión comparativa se realizó en la zona donde se encontró una densa cantidad de puntos, comparando las superficies que se generaron con cada método. El plano topográfico se realizó utilizando los datos procesados de los métodos ya mencionados para delimitar el parque de estudio y reflexión Latitud 0° según los presentes escritos..

Settin et al. (2019). En su tesis “Comparación de resultados topográficos altimétricos en el relevamiento de una cantera, utilizando drone fotogramétrico, drone rtk/ppk y estación escáner”. Universidad de la República Uruguay – Uruguay. Su objetivo general se basó en utilizar diferentes instrumentos para medir, en este caso, una cantera y luego de procesar los datos, comparar los resultados obtenidos de los mismos. De igual forma la Metodología que se desarrolló consistió en utilizar: Drone Phantom 4 Pro, 4 vuelos a diferentes alturas: 100, 90, 75 y 50 metros, Drone Phantom RTK, un vuelo a 90 metros de altura usando modo PPK y RTK, Scan Station y Estacion total. Los resultados que obtuvieron, en primer lugar, fueron los vuelos puramente fotogramétricos: el vuelo a 50 m de altitud, en el que se tomaron como referencia frente a los otros tres vuelos a 100 m, 90 m y 75 m. A continuación, el vuelo fotogramétrico a 90m de altura realizado con el

Drone Phantom 4 Pro frente al vuelo a 90m realizado por el Drone Phantom 4 RTK, utilizando en este último el modo PPK y el modo RTK sin puntos de apoyo y finalmente, los compararon los resultados obtenidos del vuelo fotogramétrico a 50 m contra los resultados del Scanner, también analizaron y compararon las curvas con una elevación constante de +33,50 m de nivel utilizando un método lineal de control posicional de todos los modelos que se originaron en los diferentes vuelos. y con el escáner. Esta comparación se realizó de la siguiente manera: Curva generada a través del modelo de vuelo de 50 m contra las curvas generadas a partir de los modelos de vuelo de 100 m, 90 m y 75 m del Phantom 4 Pro Drone, curva generada a través del modelo de vuelo de 90 m con el Drone Phantom 4 Pro, contra las curvas que surgieron del modelo de vuelo también a 90m, pero del Drone Phantom RTK, en modo RTK y PPK, curva generada a través del modelo de vuelo a 50m con el Drone Phantom 4 Pro contra la curva generada por la Scan Station. Luego de obtener los resultados, compararlos y analizarlos, concluyeron que el Drone de bajo costo tiene un gran potencial como instrumento o herramienta de medición para la representación del lugar y levantamiento.

Ganchozo y Romero. (2019). En su tesis “Implementación de un drone para la recolección de datos en levantamiento topográfico para la carrera de ingeniería forestal”. Universidad Estatal del Sur de Manabí – Ecuador. El objetivo de esta tesis fue la implementación de un dron para la recolección de información en levantamiento topográfico para la Licenciatura en Ingeniería Forestal. La metodología de esta investigación consistió en utilizar el método de observación, el método deductivo y el método estadístico. Para lo cual se utilizó una encuesta que se realizó entre 40 estudiantes del tercer semestre de la Licenciatura en Ingeniería Forestal, para determinar si es factible la implementación de un dron en la carrera antes mencionada. Como resultado pude comprobar que el proyecto fue bien recibido y que es necesario implementarlo en dicha carrera para que los estudiantes puedan realizar levantamientos topográficos con tecnología de punta

como lo es un dron. Conclusión, Las características y aplicaciones que debe tener el dron para realizar levantamientos topográficos se determinan mediante el uso de programas que se utilizaron para la obtención de información; También se utilizó la aplicación YH-FPV y los programas Agisoft PhotoScan y finalmente se implementó un dron en el Curso de Ingeniería Forestal para levantamientos topográficos.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Sánchez, (2019). En su investigación: “Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con Dron en la Plaza San Luis 2017”. Universidad Cesar Vallejo. Su objetivo es determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con un dron, mediante una ficha técnica, para recolectar datos de campo y procesarlos mediante un software. La Metodología consistió en que se ha programado la trayectoria de vuelo del dron a través de la aplicación Pix4Dcapture para reducir el mayor error posible; Asimismo, para el estudio de los datos se utilizó la hoja de cálculo Excel, aplicando estadística inferencial y descriptiva, para encontrar la media, desviación estándar y varianza. Como resultado se obtuvo los datos: Norte, Este y Elevación de todos los puntos que se necesitan (puntos de control), además se realizó un levantamiento topográfico con una estación total de los mismos puntos, en los cuales se ha estimado mediante fórmulas y Se realizó la comparación correspondiente según las tolerancias para levantamientos topográficos. Conclusión, El grado de confiabilidad de un Levantamiento Topográfico con dron depende de sus dimensiones, las cuales fueron exactitud y precisión, ya que con esto se pudo saber si los datos obtenidos eran ciertos o no. Al tener buena exactitud y precisión, concluyó que la topografía con drones es confiable.

Calderon (2019). En su tesis titulada: “Generación de cartografía básica para catastro urbano utilizando fotogrametría con Dron complementado con el levantamiento topográfico convencional en el Distrito de Chacabuyo”. Universidad Nacional Federico Villarreal. Se

planteó como objetivo obtener cartografía básica para fines catastrales urbanos, mediante la fotogrametría, también conocida como método indirecto, el levantamiento topográfico convencional, también llamado método directo, y finalmente como ambos métodos se complementan. El método fotogramétrico se basó en la realización de un plan de vuelo, georreferenciación de puntos de apoyo, generación de nubes de puntos, modelo digital del terreno, creación del plan de vuelo, ortofoto, etc. La topografía Convencional-Automatizada se basó en realizar la distribución y georreferenciación de puntos de control, determinación del factor de escala promedio combinado, procesamiento de información, levantamiento topográfico, etc. Para ello se realiza el mapeo de manzanas y frentes de lotes. Finalmente, esta información recolectada con el método convencional-Automatizado se complementó con ortofotografía y estaciones de restitución, generando así una cartografía que cumple con los estándares de calidad, en menos tiempo del que tomaría hacerlo de manera convencional. Los resultados que alcanzaron se ubicaron en el sector número 07 del distrito de Chaclacayo y abarcan un área delimitada por el Este de 306.093m a 308.695m y por el Norte de 8.674.350m a 8.675.840m para una superficie aproximada de 120 hectáreas. sobre los cuales se han establecido 25 puntos geodésicos debidamente vinculados a la Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC) oficial para el Perú, según Resolución de Sede N°086-2011-IGN/OA/DGC del Instituto Geográfico Nacional. Concluye que en el proceso fotogramétrico preparó el plan de vuelo con apoyo del software Pix4d, estableciendo un GSD de 3cm/pixel a 80 metros de altura respecto al suelo y en el proceso de lavado topográfico se realizaron inicialmente mediante calculos matematicos. el factor. Escala combinada, este valor ayuda a determinar los 8 puntos de control necesarios para el sector catastral.

Pedraza (2019). En su tesis titulada: “Análisis comparativo del levantamiento topográfico tradicional y el levantamiento topográfico con RPAS en la Huaca Aznapuquio, Los Olivos – 2019”. Universidad César

Vallejo. Tuvo como objetivo principal determinar la diferencia entre el levantamiento topográfico tradicional y el levantamiento topográfico con RPAS en la Huaca Aznapuquio. Para lo cual, en el levantamiento topográfico tradicional utilizó una Estación Total Leica Flexline TS06 5" PLUS y para el levantamiento topográfico con RPAS, utilizó el Dron DJI Phantom 4 Pro v 2.0 con puntos fotocontrol sobre el terreno. Metodología, Los datos alcanzados en el levantamiento topográfico con RPAS han sido insertados al software de Agisoft PhotoScan Professional para generar los modelados digitales y Ortofotos, en el caso del levantamiento topográfico tradicional se hará uso del programa AutoCAD Civil 3D para la elaboración de la superficie TIN y el plano topográfico con curvas de nivel. Resultados, tomó mayor importancia en establecer y certificar dos puntos de control geodésico para georreferenciar todos los trabajos involucrados y realizar una nivelación geométrica cerrada a partir de un BM oficial establecido por el Instituto Geográfico Nacional para las elevaciones correspondientes. De modo que, con los dos trabajos adicionales a este proyecto, se dió un mayor esplendor a esta investigación ya que se pareció, en escala menor, a proyectos reales del mundo laboral con los componentes que implicaron realizar un estudio topográfico en el campo de la ingeniería civil. Los trabajos realizados en esta investigación consistieron en: Medición estática de dos puntos geodésicos de orden C., Levantamiento topográfico con Estación Total, Nivelación Geométrica con nivel automático y el Levantamiento topográfico con Dron RPAS. Concluyo, que existió diferencia entre el levantamiento topográfico tradicional y el levantamiento topográfico con RPAS en la Huaca Aznapuquio, Los Olivos - 2019. Este resultado permitió afirmar que las dos metodologías alcanzaron precisiones distintas, pero se diferenciaron notablemente en el tiempo que llevó ejecutar el trabajo; así como, los costos de operaciones que implicaron realizarlas.

Cabada (2019). En su tesis denominada: "Evaluación de precisión y costo en un levantamiento topográfico con estación total y aeronave pilotada remotamente (RPA-dron) en el centro poblado

Cashapampa – Cajamarca 2018. Universidad Privada del Norte. Su objetivo fue estimar la diferencia en precisión y costo en un levantamiento topográfico con la estación total y con aeronaves pilotadas remotamente (RPADRON). El cual consistió en dos métodos directos de levantamientos topográficos con el manejo de estación total y RPA (dron), en el trabajo de campo se realizó mediante recolección de datos y el objetivo fue observar las variables dependientes de precisión y costo además de las variables independientes de conformidad con el equipo topográfico. El resultado fue que el levantamiento topográfico se realizó con la estación total obteniendo 3 puntos de control para poder referenciar el plano y así poder comparar con los puntos obtenidos con el GPS diferencial y el costo del levantamiento topográfico está relacionado con los materiales, equipos utilizados y mano de obra, donde obtuvieron el costo por hectárea que fue de 457.42 soles. Concluyó que el método de levantamiento topográfico con RPA (dron) es 10 veces más preciso o exacto en esto, 5 veces en norte y 51 veces en elevación y el costo encontrado con el RPA (dron) resultó tener un bajo costo, teniendo obtuvo una disminución del 8,59% del levantamiento topográfico con estación total.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Amaringo y Mundaca (2020). En su tesis denominado: “Evaluación y comparación de un levantamiento topográfico con estación total y Drone en la elaboración del expediente de situaciones de riesgos potenciales del km 184+400 y km 184+700 en la carretera DV. Cerro de Pasco – Huánuco”. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Tuvo como objetivo, evaluar y comparar levantamientos topográficos con estación total y dron. Confirmó dos métodos de levantamiento topográfico directo con el manejo de una estación total (Topcon ES105) y un dron (Phantom 4). El terreno del sitio de investigación son dos barrancos con material de erosión de las laderas creados que han sido activados. en invierno, presentando riesgos para la infraestructura viaria y la seguridad de los usuarios que la transitan.

Se realizó una monumentación en dos puntos a un lado de la vía para controlar el levantamiento y el otro para referenciar la orientación de la estación total, el resultado es que el levantamiento topográfico con la estación total es menos eficiente económicamente ya que cuesta S/ 456.00 y el levantamiento fotogramétrico aéreo es de S/327.50 elaborando un expediente sobre posibles situaciones de riesgo, para el análisis del tiempo empleado en cada tipo de levantamiento, se realizó el levantamiento con el dron Phamton 4 de manera más eficiente, solo requirió 45 minutos para recolectar datos de campo. por sector analizado, ya que el levantamiento topográfico con estación total demora hasta 4 horas por sector.

Olortegui y Sotelo (2017) En su tesis denominado: "Levantamiento Aerofotogramétrico, Efectos e Importancia para sus Aplicaciones en el Sector Urbano de las Moras - Huánuco 2016". Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Tuvo como objetivo, Realizar un levantamiento aerofotogramétrico en el Sector Urbano de Las Moras de la ciudad de Huánuco para evaluar sus efectos y la importancia para sus aplicaciones. El instrumentos usados fueron el drone (Phantom 4) y el GPS DIFERENCIAL (Trimble R6 Gnss). Se obtuvieron como resultados del levantamiento aerofotogramétrico de las muestras, que son imágenes fotográficas (Tomadas con Dron Phantom 4) y coordenadas de los puntos de control (Realizado en ZRP Las Moras con GPS Diferencial y Calle Tumbes con Estación Total), en el procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales mediante el programa Agisoft PhotoScan, siendo en la ZRP Las Moras 1547 imágenes y Calle Tumbes 61 Imágenes, realizando las configuraciones correspondientes dependiendo de la naturaleza de los datos. Fue necesario editar cada imagen con máscaras de no inclusión en el procesamiento de los elementos móviles que pueden generar error de correspondencia en las imágenes (Por ejemplo, Autos). La exactitud de los resultados, dependiendo de la correspondencia de imágenes, distribución y calidad puntos de control y GSD; es posible llegar a

resultados que bordean el valor de un pixel en el terreno GSD y error de reproyección menor a un pixel, siendo de exactitud centimétrica o milimétrica dependiendo de los anteriores. Según su informe de Puntos de Apoyo o Control, La ZRP las Moras llega a un Error de 8.78 cm (Escala 1/500) y la Calle Tumbes 2.29 cm (Escala 1/100).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO TRADICIONAL

Es aquel proceso que ha sido destinado para poder describir las características planimétricas y altimétricas, de una determinada zona en estudio. Los datos recolectados, podrán ser empleados para la ejecución de obras o el marcado de ciertos elementos que permiten ubicar ciertos puntos de gran importancia, en un área de terreno. (Cabada, 2019)

Los datos que suelen ser reconocidos, en un levantamiento topográfico, son: determinación de lagos, ubicación de caminos, bosques, formaciones rocosas o algún otro elemento de gran importancia o relevancia para el proyecto. Así mismo, se reconocerán las diferencias de altura, que caracterizan a los elementos evaluados, en donde suelen ser representados, por perfiles verticales. (Cabada, 2019)

Un levantamiento topográfico, radica su importancia, en la posibilidad que permite para describir el terreno. Esta descripción recae en la altimetría y la planimetría, mediante la cual se podrán conocer las cotas o coordenadas Z de cualquier punto; así como, las coordenadas X e Y de los mismos, conllevando a que se puedan realizar diseños ingenieriles, ubicación de puntos en el espacio, entre otros usos (Cabada, 2019).

Dentro de los instrumentos más comunes, empleados en el levantamiento topográfico, podemos encontrar a: teodolito, estación total, miras, jalones, GPS y estacas. Estos suelen ser los más empleados, a nivel de campo, alcanzando a tener la utilidad suficiente, como para poder desarrollar un levantamiento topográfico de forma

oportuna (Cabada, 2019).

- Poligonal cerrada

Es aquel conjunto de formaciones lineales, en donde los extremos de la misma, sí cuentan con una coincidencia entre los extremos que lo conforman. Esta, normalmente es empleada para alcanzar una mayor precisión, en la caracterización de la superficie de un suelo (Flores, 2016).

Cabe señalar que toda poligonal cerrada, va acompañada de una red adicional, en la que se adicionen ciertos puntos que permitan una mejora caracterización del objeto de estudio. Lo mencionado, se le denomina: Redes de apoyo, pudiendo ser considerados como: altimétricos o planimétricos (Flores, 2016).

- Medición RTK para puntos de control

Es aquel medio de navegación, en el que se requiere de la navegación satelital, para poder realizar una descripción del terreno de forma más precisa y eficiente. Esta suele ser empleada para trabajos topográficos de gran precisión y de navegación marina. Así mismo, recurre a ciertas medidas de referencia, tales como, señales GPS, señales Galileo y/o señales GLONASS. En base a las expuestas, es que se realizan las correcciones en tiempo real (Vizcarra y Vizcarra, 2019).

Cabe señalar que el nivel de error que sea alcanzado, depende mucho, de la misma capacidad del equipo electrónico. En base a lo mencionado, es que se podrán alinear distintas señales, para poder llegar a un margen máximo del 1% (Vizcarra y Vizcarra, 2019).

- Marca de equipos

Dentro de las marcas más conocidas de equipos topográficos, podemos encontrar a las siguientes: South, Leica, Topcon, Pentax, Sokkia y Trimble. Estas marcas son las más empleadas a nivel internacional, debido a su diversidad de productos y/o la alta calidad de

los equipos con los que cuentan (Paz, 2018).

- Cuadrillas

Es aquel grupo de personas que cuentan con un tipo de desempeño, en específico. Así mismo, su denominación suele estar relacionada con el valor de cuatro, debido a la denominación del latín que la caracteriza, siendo quadrum (Ccorahua, 2016).

Así mismo, es pertinente señalar que la cuadrilla de trabajo, conlleva a conformar un grupo de trabajadores que son especialistas en una determinada actividad, pudiendo ser, cuadrillas de obreros, cuadrilla de carpinteros, cuadrilla de topógrafos, etc (Ccorahua, 2016).

- Clima

El clima es aquel estado característico de las condiciones atmosféricas, en relación a una determinada zona. Este término, normalmente es empleado para brindar una caracterización de temperatura, y/o registro de las precipitaciones (Acuña y Ceras, 2019).

Así mismo, este término aborda a una mayor cantidad de factores atmosféricos, mediante el cual se pueden apreciar a generación de tormentas, humedad específica, calor, entre otros elementos (Acuña y Ceras, 2019).

- Tin

El valor de TIN, es aquel indicador porcentual que es fijado por ambas partes, con respecto a la cantidad de dinero que tiene que ser pagada por la cedencia de un dinero. Se diferencia del TAE, debido a que los intereses que los caracterizan, dependen netamente del costo o del rendimiento de carácter efectivo, de un determinado producto (Vega, 2019).

En otras palabras, se puede decir que el valor de TIN, es un porcentaje tentativo que el banco, una entidad u alguna otra institución, impone un porcentaje diferencial, que le corresponde, por realizar la prestación de su dinero (Vega, 2019).

- Modelo DTM

Denominado como Modelo Digital del Terreno, es aquella descripción que se realiza de este, recurriendo a la planimetría y altimetría, en el cual se pueden obtener imágenes tridimensionales, expresadas en coordenadas X, Y y Z, las cuales suelen ser guardadas en formato digital (Trigoso, 2018).

Mediante este tipo de modelos, se pueden obtener imágenes precisas del relieve de una determinada superficie. En base a esta, se le puede adicionar elementos hidrográficos o naturales de cobertura vegetal (Trigoso, 2018).

- Plano de curvas de nivel

Una curva de nivel, se caracteriza por estar expresada en planimetría, pero que tiene un valor de altitud específica, orientada en base a protecciones en el plano (Ticona y Choque, 2016).

Este tipo de líneas suelen ser empleadas, en gran medida, por la geodesia, debido a que se buscan alcanzar valoraciones, como la magnitud, el nivel, la sección o fallas geográficas que describen a un determinado relieve (Ticona y Choque, 2016).

2.2.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO FOTOGRAMETRÍA CON DRON

- El Dron

Es aquel equipo de características caudricópteras, sexacópteras u octacópteras, que se encarga de realizar de realizar actividades específicas. Este puede ser manipulado por una persona desde otra posición geográfica (Chávez, 2018).

Este dron, suele tener de forma incorporada un controlador remoto y un sistema GPS, que brinda la posibilidad de que este pueda posicionarse, en coordinación con la ubicación satelital. Además de ello, cabe señalar que puede ser adicionado una cámara, mediante la cual se podrá emplear para funciones más específicas, aparte de las

de identificación (Chávez, 2018).

- Historia de la tecnología con dron

Los drones fueron creados como elementos que tenían como fin, la inspección de ciertas zonas geográficas, teniendo que ser empleados por militares, que formaban parte de la armada de aviación de Strigfellow. El primer modelo de desarrollo ha datado del siglo XIX (Santana, 2017).

En Estados Unidos, llegó a tener una alta demanda, al considerarse como un vehículo no tripulado, que era empleado por la fuerza militar. Para el año 2010, estos empezaron a ser empleados para una función totalmente distinta, viendo centradas, sus funciones, en el reconocimiento del terreno (Santana, 2017).

- Características principales de los Drones

Se puede establecer lo siguiente: goza de una autonomía aproximada, de 30 minutos; el método de vuelo característico, es por medio de un controlador incorporado que se conecta con algún dispositivo electrónico (Chávez, 2018).

Además de lo dicho, cabe señalar que podrá ser dotado de cámara de vídeo o cámara fotográfica, la cual puede brindar un reconocimiento más preciso, teniendo que estar dotado de un soporte técnico que garantice la captación de la altimetría, facilidad de uso y ubicación por GPS (Chávez, 2018).

- Clasificación de los DRONES

Se puede encontrar a aquella que hace referencia a la cantidad de motores que lo conforman, pudiendo ser: tricóptero, quadcopter, hexacóptero y octocóptero (Santana, 2017).

Los drones que tienen tres motores, son los denominados tricóptero. Los drones que cuentan con un total de cuatro motores, se les denomina quadcopter. Aquellos con seis motores, son los denominados hexacóptero; mientras que, los octocóptero, son aquellos que se

caracterizan por tener un total de ocho motores y hélices (Santana, 2017).

- Ventajas y desventajas de los DRONES

Dentro de los beneficios, que caracterizan a los drones, se pueden encontrar a lo siguiente: reduce los tiempos de trabajo, reduce el nivel de riesgo humano, generan una menor contaminación en su operación, pueden ser empleados a grandes distancias, tienden a ser precisos y se caracterizan por tener una alta versatilidad (Chávez, 2018).

Mientras que, las desventajas de estos, son: cuentan con una autonomía más que limitada, cada país tiene una determinada normativa para el empleo de los mismos; así como, pueden emplearse para motivos terroristas (Chávez, 2018).

- Usos principales

Los drones, suelen ser empleados para distintas tareas, relacionadas con la ingeniería civil, tales como: levantamientos topográficos, generación de algunos modelos en versión digital, determinación de volúmenes, movimiento de tierras, actualización de catastro, generación de cartografías digitales; así como, el monitoreo de las obras o inventarios (Santana, 2017).

- Tecnología lidar y drones

La tecnología lidar es aquel reconocimiento y análisis del terreno, por medio de la detección de luz y distancia. Este sistema, el cual suele ser láser, toma como referencia a un objeto de estudio o a una determinada superficie, en donde se podrá determinar la distancia y los datos de medida, en base al tiempo que se tarda el rayo de luz, en volver (Mora, 2019).

Así mismo, mediante este tipo de estudios, se tiende a la capacidad de generar mapas 3D de alta calidad. Estos datos pueden ser empleados en la ingeniería, para la caracterización de superficies,

diseño de ejes, reconocimiento de capas, entre otros elementos de diseño requeridos (Mora, 2019).

- Nube de punto

Son aquel conjunto de vértices, los cuales tienen una representatividad tridimensional. Estos son expresados en las coordenadas X, Y y Z, alcanzando una representación más precisa (Santana, 2017).

La estrategia más idónea para la creación de una sábana de datos, es el escáner láser tridimensional. Este instrumento tiene la capacidad de poder reconocer una cantidad muy amplia de puntos, de una determinada superficie, mediante la cual se puede representar a un objeto de estudio (Santana, 2017).

- Puntos de control

Son aquellas marcas que son realizadas en el terreno, con el objetivo de tener referencias guía, para establecer modelos 3D y creación de mapas, en base a la fotogrametría (Santana, 2017).

Este tipo de puntos de control, tiene la finalidad de evitar la generación de errores, mediante los cuales se podrán corregir, en base a una sábana de datos que es recolectada por equipos topográficos (Santana, 2017).

- Georreferenciación

Es aquel empleo de las coordenadas de un mapa determinado, con el objetivo de brindar una ubicación espacial a determinadas entidades cartográficas. Cabe señalar que toda capa de un mapa, tiende a caracterizarse por tener una ubicación geográfica (Mora, 2017).

La georreferenciación podría ser empleada para situar determinada área, en una ubicación determinada, dentro de la tierra. Se puede decir que este tipo de acciones, requiere del empleo de unidades macro, para una correcta representación gráfica de la misma

(Mora, 2017).

- Plan de vuelo

Es aquel procedimiento en el que se proyecta el desarrollo de una disposición de vuelo, de un determinado equipo o móvil. Para el caso de los drones, se puede programar la trayectoria que seguirá este elemento, con el fin de recorrer el espacio deseado y poder tomar los datos fidedignos, con respecto al suelo. Mientras que, el plan de vuelo prolongado es aquel tipo de vuelo, en el que se incrementa el tiempo de vuelo (Mora, 2017).

- Altura de vuelo

Se le denomina altura de vuelo, a toda aquella altitud, a la que recurre toda aeronave, para poder caracterizar la ubicación altimétrica a la que se encuentra. Además, se suele tomar como referencia a la presión atmosférica, la cual se le coincidir o no, con el dato de campo, recolectada (Mamani, 2017).

La altura de vuelo, es considerada dentro de toda manipulación del dron, debido a que se necesita conocer a qué altura se encuentran los elementos de condición externa, mediante los cuales, el dron podrá toparse, al momento de desarrollar de forma efectiva, las condiciones de vuelo mínimas necesarias (Mamani, 2017).

- Línea de vuelo

Es aquel conjunto de puntos que se encuentra posicionado de forma consecutiva y en conjunción de una línea de vuelo, teniendo una representatividad espacial, en base a las tres coordenadas cartesianas (Mamani, 2017).

Así mismo, cabe señalar que la línea de vuelo, corresponde a aquel procedimiento sistemático, en el que se basa un dron, con el objetivo de poder tomar a una consecución de puntos como referencia posicional (Mamani, 2017).

- Resolución de fotos

Es aquella calidad en el cual se puede analizar una fotografía. Este término, normalmente es empleado para reconocer las características que involucra una fotografía digital, debido a que existe una mayor cantidad de píxeles que tienen que ser analizados (Díaz, 2018).

Así mismo, es pertinente señalar que los mapas de bits, son aquellos responsables de brindar una definición clara y precisa, hacia una imagen determinada, en miras de que se pueda reconocer la característica que la conforma y corresponder a una ilustración clara y precisa (Díaz, 2018).

- Modelo DEM

Son aquellos que guardan relación con la representación visual de una determinada área de terreno, mediante el cual se involucran las condiciones de altura, la caracterización de las formas del relieve y los elementos presentes dentro del mismo (Murga, 2018).

Este tipo de modelos digitales, se caracteriza por contar con dos características, de forma principal: la exactitud y una calidad alta, en cuanto a la resolución horizontal. Todo lo mencionado, asumiendo que los datos serán revisados en un ordenador web o móvil (Murga, 2018).

2.2.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

➤ Precisión de trabajo

➤ Coordenadas (ENZ)

Son aquel conjunto de coordenadas cartesianas, mediante los cuales se puede enmarcar la representación de ciertos puntos en el espacio. Este tipo de coordenadas, suele tener una relación matemática, no sólo de posición, sino de movimiento y de características físicas (Díaz, 2017).

Además de ello, estas coordenadas, tienen la capacidad de poder ser representadas en un plano cartesiano, en base a las

proyecciones ortogonales que se pueden desarrollar bajo las mismas, expresadas en cualquiera de los cuatro cuadrantes que conforma una superficie en el plano (Díaz, 2017).

➤ **Tiempo de trabajo**

➤ **Trabajo de campo**

Es aquel procedimiento en el que las acciones que forman parte de las labores diarias de un trabajador, son desarrolladas en el área de estudio u objeto de estudio, en el cual consiste el proceso a desarrollar (Díaz, 2017).

Este tipo de labores, suele estar conformada por diferentes tipos de actividades físicas, mediante los cuales, las personas involucradas tendrán que buscar la toma de datos de recolección o el transporte, hasta el lugar donde se ubica el objeto de estudio (Díaz, 2017).

Cuando se hace referencia al trabajo topográfico en una habilitación urbana, se tienen que tomar en cuenta a diversos parámetros que deberán de ser recolectados. Para poder describir estos parámetros de campo, se procederá a exponer la utilidad y aquellas características básicas que conforma a toda habilitación urbana (Vergara, 2019).

Las habilitaciones urbanas, son aquellas áreas, en donde las personas pueden proceder a construir sus viviendas, en miras de que se viva en comunidad. Estas no son simplemente áreas en donde se puede construir, sino que tienen que estar conformadas por áreas verdes, área de uso público, área de otros fines y área de educación (Vergara, 2019).

Estas áreas complementarias, son impuestos por la normativa vigente de habilitaciones urbanas, mediante las cuales se podrá brindar unas condiciones mínimas, dirigidas a las personas que optan por vivir en la misma (Vergara, 2019).

Para el caso del trabajo de recolección de datos en campo, se tienen que tomar medidas no sólo el perímetro de la habilitación

urbana, sino que tendrá que estar conformado por los puntos que delimitan a cada lote que conforma dicha área; así como, las áreas de otros usos, las cuales deberán de estar correctamente delimitadas (Vergara, 2019).

El tipo de topografía que normalmente es tomada en cuenta en este tipo de superficies, es la planimetría, debido a que previamente, se procede a la conformación del terreno, mediante el cual, se podrá proceder al desarrollo de distintas áreas, en cuanto a su perímetro y superficie de terreno involucrada (Vergara, 2019).

Sin embargo, en la etapa de operación o construcción, se tienen distintos trabajos de movimiento de tierras, que involucran a un trabajo de campo, bastante rico, en cuanto a la topografía. Esto se debe a que toda habilitación urbana, deberá de contar con los servicios mínimos necesarios para permitir el desarrollo de la vida, en condiciones de calidad. El tipo de obras que son desarrollados, son las siguientes: instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, movimiento de tierras para la conformación del terreno, movimiento de tierras para la construcción de pistas y el mismo procedimiento, para la construcción de la carretera (Vergara, 2019).

➤ **Trabajo de gabinete**

Es aquel que conforma a las diferentes etapas de una investigación, mediante las cuales se incluyen la realización de documentos de recolección de datos, transcripción e interpretación de datos orales y/o visuales (Vergara, 2019).

Cabe señalar que este tipo de labores, es posible, debido a que se ha recurrido a un trabajo de campo determinado, que se ha encargado de recolectar la información mínima necesaria requerida para el procesamiento y el análisis de información fidedigna, brindando una solución técnica, hacia un problema determinado (Vergara, 2019).

➤ **Costo de operación**

Pueden distribuirse en dos grandes grupos, el costo del trabajo de campo y el costo del trabajo en gabinete, siendo uno más relevante que otro. Mientras que el trabajo de campo, involucra a gastos que están más relacionados con la inversión, en base al desgaste físico de una cuadrilla de trabajo. El costo por el trabajo en gabinete, está relacionado directamente, con los gastos del pensamiento crítico y toma de decisiones técnicas, de un staff determinado (Vergara, 2019).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

➤ **Levantamiento topográfico tradicional**

Es aquel proceso que ha sido destinado para poder describir las características planimétricas y altimétricas, de una determinada zona en estudio (Murga, 2018).

➤ **Levantamiento topográfico con dron**

Los levantamientos topográficos con drones posibilitan conseguir modelos digitales del terreno o la caracterización del suelo detallados y precisos. Tomando como instrumento de recolección de datos, al dron (Mamani, 2017).

➤ **Poligonal cerrada**

Es aquel conjunto de formaciones lineales, en donde los extremos de la misma, sí cuentan con una coincidencia entre los extremos que lo conforman (Mamani, 2017).

➤ **Puntos de control**

Tiene la finalidad de evitar la generación de errores, mediante los cuales se podrán corregir, en base a una sábana de datos que es recolectada por equipos topográficos (Santana, 2017).

➤ **Plan de vuelo**

Es aquel procedimiento en el que se proyecta el desarrollo de una disposición de vuelo, de un determinado equipo o móvil (Vergara, 2019).

➤**Costo de operación**

Los costos de operación, pueden distribuirse en dos grandes grupos, el costo del trabajo de campo y el costo del trabajo en gabinete, siendo uno más relevante que otro (Díaz, 2017).

➤**Tiempo de operación**

El tiempo de operación, corresponde a la disposición de tiempo que involucra el desarrollo de una determinada actividad (Díaz, 2017).

➤**Precisión de operación**

Corresponde a la reducción del error máximo, al momento de desarrollar alguna actividad en campo (Vergara, 2019).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ho: No existe diferencia de los resultados entre levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Hi: Existe diferencia de los resultados entre levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Ho.1: No existe diferencia de precisión de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Hi.1: Existe diferencia de precisión de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Ho.2: No existe diferencia de tiempo de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Hi.2: Existe diferencia de tiempo de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Ho.3: No existe diferencia de costo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Hi.3: Existe diferencia de costo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLES

- Levantamiento topográfico utilizando fotogrametría con dron.
- Levantamiento topográfico tradicional.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“Análisis comparativo del levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, Distrito Amarilis, 2021”

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición
Levantamiento topográfico tradicional	Precisión de trabajo	Poligonal cerrada	Estación total
		Medición RTK para puntos de control	GPS Diferencial
	Tiempo de trabajo	Marca de Equipos Cuadrillas Clima TIN	Estación total Formato control SENAMHI
	Costo de operación	Modelo DTM Plano curvas de nivel	AutoCAD Civil 3D
Levantamiento topográfico utilizando fotogrametría con dron	Precisión de trabajo	Pan de vuelo	Pix4Dcapture
			Sotware Agisoft metashape profesional
	Tiempo de trabajo	Nube de punto	GPS Diferencial
		Puntos de control	GPS Diferencial
		Georreferenciación	Pix4Dcapture
		Plan de vuelo	Pix4Dcapture
		Plan de vuelo	Pix4Dcapture
		Resolución de fotos	Pix4Dcapture
	Costo de operación	<i>Plan de vuelo</i>	<i>Pix4Dcapture</i>
		<i>Modelo DTM</i>	<i>Sotware Agisoft metashape</i>
		<i>Modelo DEM</i>	<i>Sotware Agisoft metashape</i>
		<i>Plano Curvas de nivel</i>	<i>AutoCAD Civil 3D</i>

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio presenta la siguiente la tipología: Según la intervención, el estudio es de tipo observacional (sin intervención), porque no se manipularon ninguna variable. Respecto a la configuración de los variables de medición será de tipo prospectivo, debido a que las mediciones han sido planeadas y la información se registró durante la recolección de datos en campo con el uso de los instrumentos de medición dron y estación total. Según el número de mediciones de las variables, es de tipo longitudinal, porque las variables fueron medidas varias veces por cada punto de monitoreo. Y por último según el número de variables de interés fueron del tipo descriptivo, debido a que la variable analítica es sólo uno (levantamiento topográfico) donde se comparó el levantamiento topográfico con dos instrumentos de medición. (Supo, 2020).

3.1.1. ENFOQUE

Según Supo (2020) la investigación se encontrará comprendida en el enfoque cuantitativo, ya que este enfoque prueba la hipótesis con el uso de los datos recogidos. En esta investigación los datos recolectados de campo son numéricos y que fueron sometidos a análisis estadístico para contrarrestar las hipótesis planteadas.

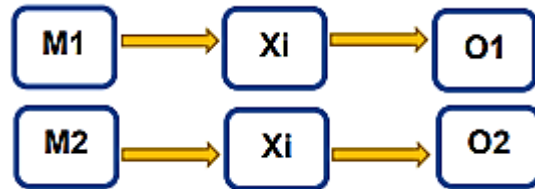
3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Según Supo (2020), el trabajo realizado se encuentra dentro del contexto de nivel descriptivo, ya que la investigación sólo se enfocó en recopilar información a través de un instrumento sobre una característica particular de acuerdo a su comportamiento basado en resultados sobre el levantamiento topográfico usando el método tradicional y dron.

3.1.3. DISEÑO

Según Supo (2020) para el desarrollo de esta investigación se seleccionaron un diseño sin intervención, prospectivo, longitudinal y analítico de una sola variable.

El diseño empleado responde al siguiente esquema:



Dónde:

M1: Fotogrametría con dron.

M2: Método tradicional

Xi: Levantamiento topográfico

Xi: Levantamiento topográfico

O1 y O2: Observaciones.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población del estudio está conformada por el levantamiento topográfico con GPS diferencial, levantamiento topográfico tradicional (Estación total) y el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones (30 diferentes planes de vuelos) en la Urbanización Buena Vista del distrito de Amarilis y Provincia de Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

Según Hernández et. al (2014) “Una muestra se refiere a una porción de la población de estudio que recolecta datos, y se establece como un subgrupo representativo de la población con características similares.”, por ello la muestra a analizar estará conformado por 99 puntos topográficos en la Av. Miraflores de la Urbanización Buena Vista.

El muestreo es no probabilística o dirigida debido a que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino a un muestreo intencional, de conveniencia (Hernández et. al, 2014).

Tabla 2

Coordenadas de ubicación

P	Ubicación	Distrito	Coordenadas	
			X	Y
1	Inicio Av. Miraflores	Amarilis	365602.89 m E	8904757.31 m S
2	Fin Av. Miraflores	Amarilis	366055.45 m E	8904515.30 m S

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para recolectar la información in situ se tiene que realizar una visita previa del lugar de estudio, para verificar que no exista inconvenientes al momento de realizar el levantamiento topográfico.

Tabla 3

Técnicas e instrumentos de medición de variables

Variables	Técnica	Equipos	Instrumento de medición
Levantamiento topográfico por fotogrametría con dron. Levantamiento topográfico tradicional	Observacional	Estación total	Ficha técnica
		GPS diferencial	Ficha de control
		Dron	AutoCAD Civil 3D
			Software Agisoft metashape profesional
			Pix4Dcapture

a) Método directo (Levantamiento topográfico con Estación total)

Los materiales y equipos a emplearse son:

- Estación total
- Trípode
- Prisma y porta prisma
- GPS Diferencial
- Ficha técnica.
- Pines

Lo primero que se hizo fue hacer el control del equipo que se llevó al campo, considerando las siguientes pautas:

- Los accesorios de los equipos deben estar en buen estado.
- Los aparatos y dispositivos han estado en buen funcionamiento y en buenas condiciones.
- Las baterías de los dispositivos electrónicos estuvieron cargados.

Se realizó una adecuada selección de los puntos de control para la eficiencia en la recolección de información en campo, también una adecuada señalización que conformó el punto inicial para la obtención de la información. La ubicación de los puntos de control se seleccionó de acuerdo a la experiencia del operador, siguiendo recomendaciones de visibilidad de vegetación en la zona y vértices de terreno.

El levantamiento topográfico se realizará utilizando el GPS diferencial para ubicar los puntos de control y la estación total y obtener las coordenadas (ENZ). Los datos obtenidos han sido anotados en la ficha técnica. Durante la operación de recolección de datos de campo fueron importantes el apoyo de dos personas de apoyo.

El procedimiento para el levantamiento topográfico con estación total es lo siguiente:

Plantar y calibrar la estación total: En cada ubicación de punto de control plantar la estación en el mismo, considerando los siguientes pasos:

- Ubicar el trípode en el punto geodésico monumento.
- Colocar el trípode a una altura adecuada.
- Nivelar y orientar la estación total.

Una vez orientada y nivelada el equipo, se crea un archivo con el nombre del tesista, en este caso Brayer Vasquez, y luego se inserta las coordenadas establecidas por el GPS diferencial en el punto geodésico, así mismo se calibra el Norte con un punto de control conocido.

b) Método indirecto (levantamiento topográfico con drones)

Materiales y equipos

- Dron
- GPS Diferencial
- Ficha técnica

El objetivo del levantamiento topográfico con dron es la obtención de fotografías que posteriormente serán procesadas con el programa Agisoft metashape, para realizar el los vuelos se planificaron 30 diferentes tipos de planes de vuelo, teniendo en consideración la altura, velocidad y superposición de imágenes. Se utilizaron tres drones debidamente calibrados para la toma de fotografías, con puntos de control colocados a cada 20 metros de distancia, los vuelos con dron se realizaron con diferentes parámetros para que posteriormente sean procesadas y analizadas en gabinete. Los principales factores a tomar en cuenta fueron los parámetros de vuelo:

- La altura del proyecto.
- Área del proyecto.
- Ubicación del proyecto.
- Condiciones climáticas.
- Superposición de imágenes.
- Velocidad de vuelo.

Se realizaron 30 levantamientos topográficos utilizando la fotogrametría con dron y las aplicaciones Dji Go 4, Control+Dji y Pix4Dcapture. Antes de la realización del vuelo se verificaron y revisaron los instrumentos a utilizar, teniendo en cuenta las pautas siguientes:

- Baterías al 100% .
- Aplicaciones instaladas correctamente y en funcionamiento.
- Dron operativo y calibrado.
- Accesorios completos y en su caja (Radio control, hélices, baterías y cal para marcar el terreno.

Tabla 4*Plan de vuelo de Dron*

Plan de vuelo	Altura de vuelo	Parámetros				Resultado
		Velocidad de vuelo	Superposición de imágenes	Angulo de cámara	Procesamiento	
1	50	Media	70%	90°	alta	Lev. Top.
2	75	Media	70%	90°	alta	Lev. Top.
3	100	Media	70%	90°	alta	Lev. Top.
4	125	Media	70%	90°	alta	Lev. Top.
5	150	Media	70%	90°	alta	Lev. Top.
6	50	Media	80%	90°	alta	Lev. Top.
7	75	Media	80%	90°	alta	Lev. Top.
8	100	Media	80%	90°	alta	Lev. Top.
9	125	Media	80%	90°	alta	Lev. Top.
10	150	Media	80%	90°	alta	Lev. Top.
11	50	Media	90%	90°	alta	Lev. Top.
12	75	Media	90%	90°	alta	Lev. Top.
13	100	Media	90%	90°	alta	Lev. Top.
14	125	Media	90%	90°	alta	Lev. Top.
15	150	Media	90%	90°	alta	Lev. Top.
16	50	Alta	70%	90°	alta	Lev. Top.
17	75	Alta	70%	90°	alta	Lev. Top.
18	100	Alta	70%	90°	alta	Lev. Top.
19	125	Alta	70%	90°	alta	Lev. Top.
20	150	Alta	70%	90°	alta	Lev. Top.
21	50	Alta	80%	90°	alta	Lev. Top.
22	75	Alta	80%	90°	alta	Lev. Top.
23	100	Alta	80%	90°	alta	Lev. Top.
24	125	Alta	80%	90°	alta	Lev. Top.
25	150	Alta	80%	90°	alta	Lev. Top.
26	50	Alta	90%	90°	alta	Lev. Top.
27	75	Alta	90%	90°	alta	Lev. Top.
28	100	Alta	90%	90°	alta	Lev. Top.
29	125	Alta	90%	90°	alta	Lev. Top.
30	150	Alta	90%	90°	alta	Lev. Top.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Las herramientas utilizadas para cuantificar, ordenar y analizar los datos numéricos fueron las tablas, con su respectiva convergencia, por otro lado también se usaron herramientas de gráficas para representar algunas variables en estudio y luego ser procesadas y analizadas para su interpretación.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Aquellos datos de campo obtenidos de forma numérica fueron ordenados, procesados y analizados mediante el software SPSS, mediante los siguientes pasos: Lo primero para corroborar la normalidad de aquellos datos numéricos se tuvo que emplear una herramienta estadística, correspondiente a la prueba de Shapiro – Wilk. En base a ello se procedió a relacionar un análisis estadístico. Con referente a estos datos obtenidos, tienen un comportamiento no paramétrico, con lo cual la prueba estadística seleccionada fué la de H de Kruskal-Wallis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. PRECISIÓN

Resultados sobre la dimensión de la precisión

Se muestran los datos de la variación de elevación para los 99 puntos de referencia utilizando el GPS diferencial.

Tabla 5

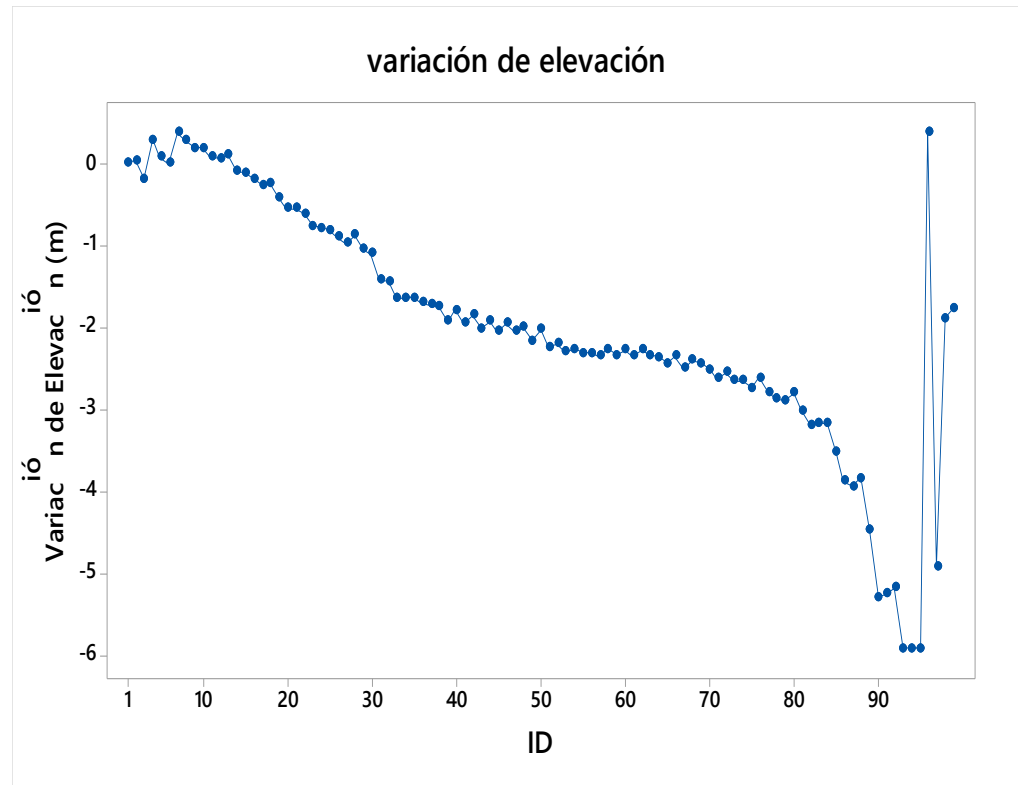
Variación de la elevación mediante el levantamiento de GPS diferencial

GPS DIFERENCIAL									
ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)
1	0	21	-0,55	41	-1,953	61	-2,345	81	-3,018
2	0,039	22	-0,612	42	-1,851	62	-2,273	82	-3,194
3	-0,182	23	-0,766	43	-2,012	63	-2,338	83	-3,168
4	0,288	24	-0,782	44	-1,92	64	-2,361	84	-3,18
5	0,08	25	-0,807	45	-2,049	65	-2,442	85	-3,53
6	0	26	-0,894	46	-1,956	66	-2,356	86	-3,877
7	0,38	27	-0,97	47	-2,048	67	-2,505	87	-3,937
8	0,278	28	-0,876	48	-2,006	68	-2,395	88	-3,845
9	0,183	29	-1,044	49	-2,161	69	-2,432	89	-4,474
10	0,195	30	-1,102	50	-2,02	70	-2,513	90	-5,287
11	0,071	31	-1,423	51	-2,236	71	-2,625	91	-5,249
12	0,068	32	-1,435	52	-2,203	72	-2,55	92	-5,174
13	0,102	33	-1,646	53	-2,298	73	-2,653	93	-5,915
14	-0,098	34	-1,643	54	-2,263	74	-2,653	94	-5,913
15	-0,109	35	-1,643	55	-2,31	75	-2,734	95	-5,919
16	-0,191	36	-1,699	56	-2,317	76	-2,612	96	0,379
17	-0,261	37	-1,723	57	-2,346	77	-2,793	97	-4,915
18	-0,251	38	-1,75	58	-2,269	78	-2,87	98	-1,886
19	-0,429	39	-1,927	59	-2,336	79	-2,885	99	-1,759
20	-0,548	40	-1,785	60	-2,276	80	-2,798		

Nota. En la tabla 5, se muestran las variaciones de elevaciones para los 99 puntos tomados mediante el GPS diferencial.

Figura 1

Variación de elevación para GPS diferencial



Nota. Los puntos conectados representan la variación de la elevación en la calle estudiada.

Análisis e interpretación

La figura 1 muestra, los datos recogidos de la variación de la elevación sobre un punto de referencia, correspondientes para los 99 puntos colocados a lo largo de espacio estudiado, observándose claramente que el área estudiada tiene una pendiente de inclinación y en los últimos puntos se observa una variación de la elevación, a sí mismo la máxima variación se encuentra en el punto 95 correspondiente a 5,919 m.

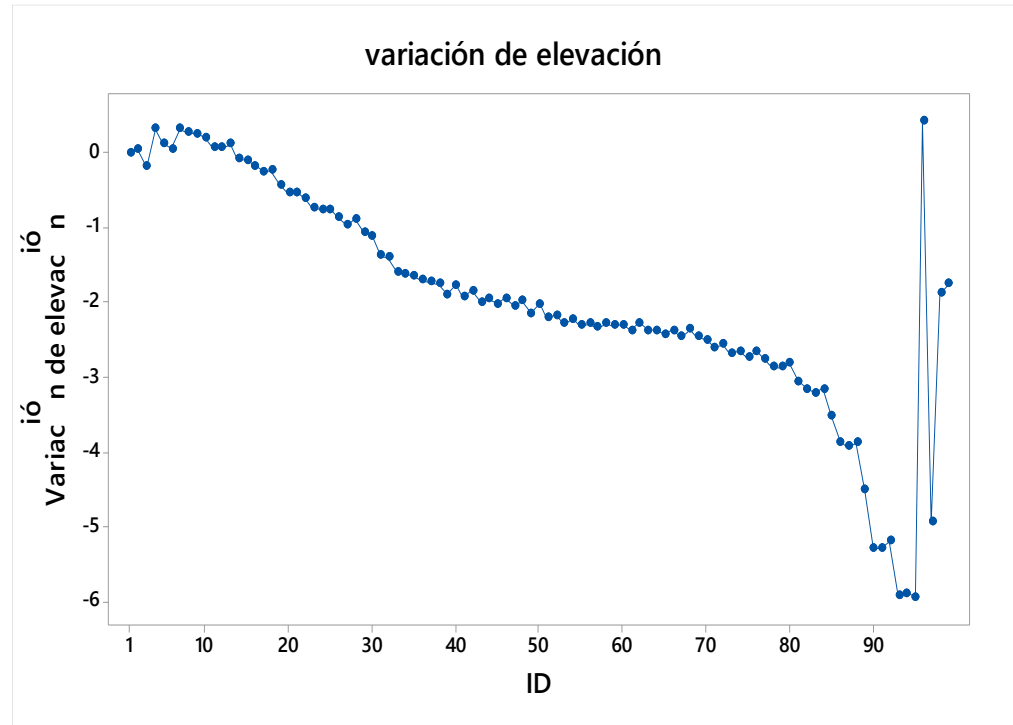
Tabla 6*Variación de elevación para la Estación total*

ESTACIÓN TOTAL									
ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)
1	0	21	-0,536	41	-1,928	61	-2,375	81	-3,059
2	0,031	22	-0,623	42	-1,849	62	-2,279	82	-3,155
3	-0,193	23	-0,751	43	-2	63	-2,37	83	-3,212
4	0,312	24	-0,759	44	-1,956	64	-2,38	84	-3,154
5	0,127	25	-0,764	45	-2,026	65	-2,427	85	-3,517
6	0,043	26	-0,872	46	-1,946	66	-2,374	86	-3,862
7	0,312	27	-0,978	47	-2,047	67	-2,458	87	-3,928
8	0,259	28	-0,889	48	-1,985	68	-2,359	88	-3,881
9	0,247	29	-1,062	49	-2,142	69	-2,465	89	-4,505
10	0,206	30	-1,11	50	-2,017	70	-2,507	90	-5,292
11	0,061	31	-1,382	51	-2,215	71	-2,602	91	-5,272
12	0,061	32	-1,405	52	-2,176	72	-2,566	92	-5,191
13	0,114	33	-1,598	53	-2,28	73	-2,689	93	-5,907
14	-0,086	34	-1,621	54	-2,223	74	-2,646	94	-5,885
15	-0,1	35	-1,661	55	-2,312	75	-2,741	95	-5,937
16	-0,18	36	-1,708	56	-2,281	76	-2,648	96	0,418
17	-0,259	37	-1,725	57	-2,332	77	-2,77	97	-4,932
18	-0,245	38	-1,757	58	-2,28	78	-2,868	98	-1,878
19	-0,427	39	-1,899	59	-2,317	79	-2,866	99	-1,761
20	-0,541	40	-1,771	60	-2,297	80	-2,812		

Nota. En la tabla 6, se muestran las variaciones de elevaciones para los 99 puntos tomados mediante la Estación Total.

Figura 2

Variación de elevación para la Estación total



Nota. Los puntos conectados representan la variación de la elevación en la calle estudiada.

Análisis e interpretación

La figura 2 muestra, los datos recogidos de la variación de la elevación sobre un punto de referencia, correspondientes para los 99 puntos colocados a lo largo del espacio estudiado, observándose claramente que el área estudiada tiene una pendiente de inclinación y en los últimos puntos se observa una variación de la elevación, a sí mismo la máxima variación se encuentra en el punto 95 correspondiente a 5,937m.

Tabla 7

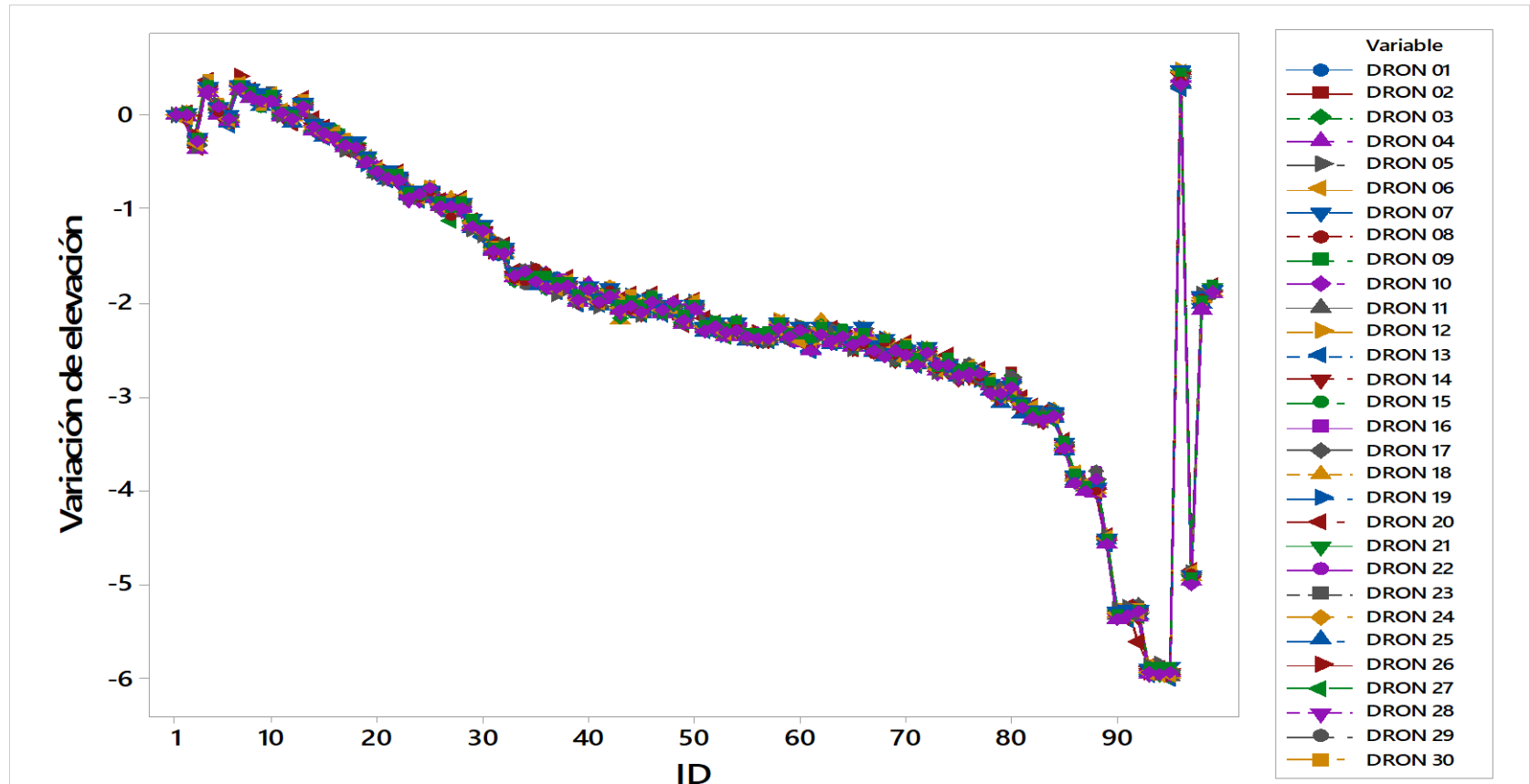
Variación de elevación para datos recogidos con dron 01

DATOS TOPOGRÁFICOS CON DRON 01									
ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)	ID	Variación de Elevación (m)
1	0	21	-0,6503	41	-1,9988	61	-2,4453	81	-3,1208
2	0,0048	22	-0,649	42	-1,8883	62	-2,2715	82	-3,1827
3	-0,2511	23	-0,8209	43	-2,0719	63	-2,3833	83	-3,2508
4	0,2931	24	-0,8486	44	-2,037	64	-2,3111	84	-3,228
5	0,0977	25	-0,8097	45	-2,0891	65	-2,4322	85	-3,5472
6	-0,0177	26	-0,9453	46	-1,9767	66	-2,2734	86	-3,8491
7	0,3035	27	-1,004	47	-2,0937	67	-2,4526	87	-3,9717
8	0,2305	28	-0,9433	48	-2,0618	68	-2,543	88	-3,9046
9	0,1834	29	-1,1462	49	-2,196	69	-2,557	89	-4,541
10	0,1987	30	-1,2121	50	-2,0296	70	-2,5173	90	-5,3135
11	0,0296	31	-1,4335	51	-2,254	71	-2,6435	91	-5,3242
12	-0,0156	32	-1,456	52	-2,237	72	-2,5215	92	-5,2629
13	0,0929	33	-1,7034	53	-2,3203	73	-2,7345	93	-5,9512
14	-0,125	34	-1,7012	54	-2,2358	74	-2,6732	94	-5,9349
15	-0,1881	35	-1,7154	55	-2,3354	75	-2,7798	95	-5,9526
16	-0,2103	36	-1,7901	56	-2,3348	76	-2,7177	96	0,4262
17	-0,319	37	-1,717	57	-2,3492	77	-2,8049	97	-4,9282
18	-0,3307	38	-1,7993	58	-2,223	78	-2,8869	98	-1,9909
19	-0,4671	39	-1,9744	59	-2,3494	79	-3,0079	99	-1,8004
20	-0,5985	40	-1,8688	60	-2,3811	80	-2,9265		

Nota. En la tabla 7, se muestran las variaciones de elevaciones para los 99 puntos tomados mediante Fotogrametría con dron.

Figura 3

Variación de elevación para los datos topográficos utilizando Dron para los 30 vuelos



Nota. La gráfica representa los 30 vuelos que se hicieron con el dron, con sus respectivos puntos de variación de elevación.

Análisis e interpretación

La figura 3 muestra, los datos recogidos de la variación de la elevación sobre un punto de referencia con respecto a los 30 vuelos que se hicieron empleando el dron, observándose claramente que el área estudiada tiene una pendiente de inclinación para los 30 vuelos y en los últimos puntos se observa una variación de la elevación, a sí mismo la máxima variación se encuentra para el punto 95.

4.1.2. TIEMPO

Resultados sobre la dimensión del tiempo

Tabla 8

Tiempo de trabajo para GPS diferencial

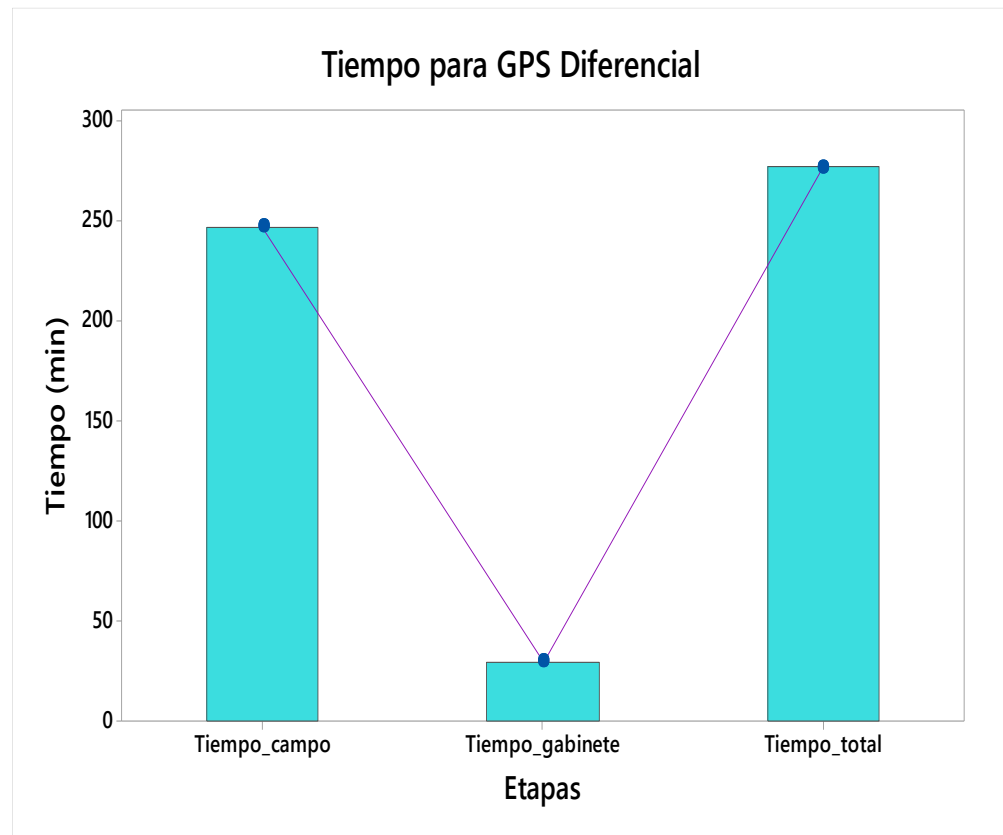
TIEMPO DE TRABAJO EN CAMPO			
	Tiempo Prom. (min)	N# Puntos	Tiempo Total (min)
Tiempo de armado de la base	10	1	10
Tiempo de armado Rover	0,25	99	24,75
Tiempo de visado	2	99	198
Tiempo de desplazamiento del operador (en 960m)	15	-	15
Total (min)			247,75
TIEMPO DE TRABAJO EN GABINETE			
Tiempo de descarga de puntos			30
Tiempo de trabajo total (min)			277,75
Tiempo de trabajo total (hr)			4,6

Nota 1. Los trabajos con el GPS diferencial se iniciaron con los Puntos Geodésicos y Bench Mark ya monumentados.

Nota 2: No se consideró el tiempo de llegada al proyecto debido a que este puede variar considerablemente dependiendo a la distancia.

Figura 4

Tiempo de trabajo para GPS Diferencial



Nota. Las barras representan el tiempo usado en el levantamiento topográfico mediante GPS diferencial.

Análisis e interpretación

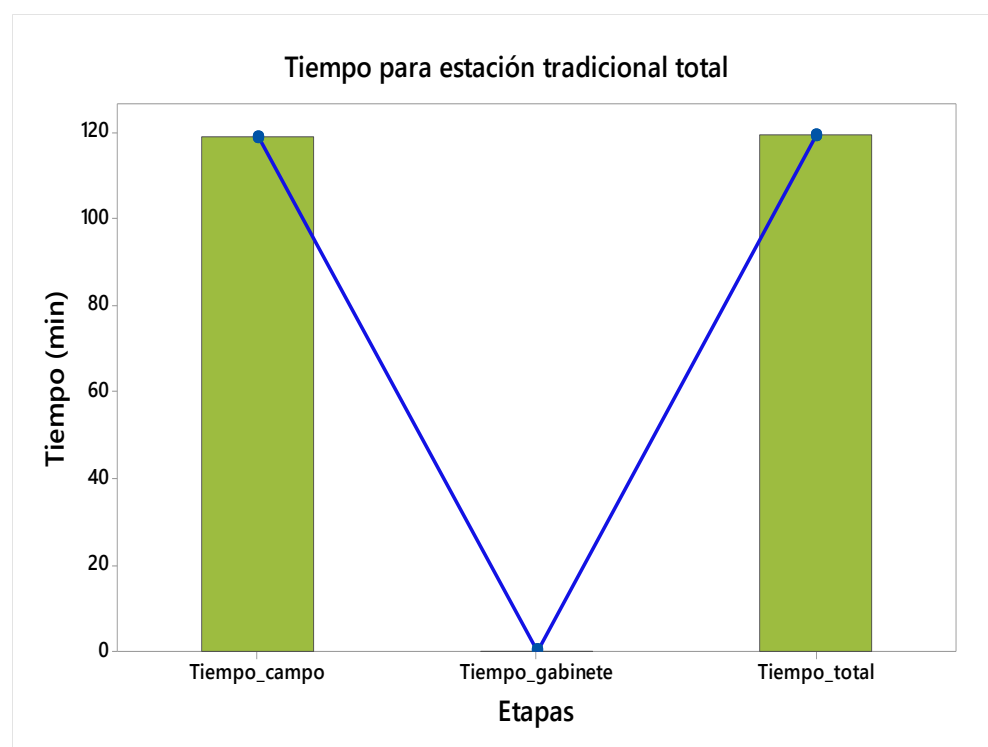
En la figura 4 se aprecian los datos obtenidos del tiempo de uso para el levantamiento topográfico para las etapas de campo y del gabinete, la diferencia del tiempo de campo sobre el gabinete es mucho más extenso, mediante estas barras, el tiempo de campo está en un promedio de 247.75 minutos, en cambio el tiempo del gabinete se encuentra en el valor de 30 minutos.

Tabla 9*Tiempo de trabajo para la Estación total*

TIEMPO DE TRABAJO EN CAMPO			
	Tiempo Prom (min)	N# Puntos	Tiempo Total (mim)
Tiempo de armado de Estación total	5	1	5
Tiempo de Visado del Prisma	1	99	99
Tiempo de desplazamiento del Operador (En 960m)	15	-	15
Total (mim)			119
TIEMPO DE TRABAJO EN GABINETE			
Tiempo de descarga de puntos			30
Tiempo de trabajo total (min)			149
Tiempo de trabajo total (hr)			2,5

Nota 1. Los trabajos con la estación Total se iniciaron con los Puntos Geodésicos y Bench Mark ya monumentados.

Nota 2: No se consideró el tiempo de llegada al proyecto debido a que este puede variar considerablemente dependiendo a la distancia.

Figura 5*Tiempo de trabajo para el levantamiento de Estación total*

Nota. Las barras representan el tiempo usado en el levantamiento topográfico mediante la Estación total.

Análisis e interpretación

En la figura 5 se aprecian los datos obtenidos del tiempo de uso para el levantamiento topográfico para las etapas de campo y del gabinete, la diferencia del tiempo de campo sobre el gabinete al igual que en el levantamiento mediante el GPS diferencial es significativamente grande, el tiempo de campo está en un promedio de 149.0 minutos, en cambio el tiempo del gabinete se encuentra en el valor de 30 minutos.

Tabla 10

Tiempo de trabajo con drones para los 30 vuelos

VUELO_DRON	TIEMPO_TRABAJO_GABINETE											TIEMPO_TRABAJO_CAMPO	TOTAL
	TIEMPO DE BUSQUEDA DE EMPAREJAMIENTO (SEG)	TIEMPO DE ORIENTACION (SEG)	MAPA DE PROFUNDIDAD 1 (SEG)	COLOCACION DE PUNTOS DE CONTROL	MANUALIZACION DE ORIENTACION DE CAMARAS	MÓDELO DIGITAL DE ELEVACIONES (SEG)	#VECES	ORTOMOSAICO (SEG)	MAPA DE PROFUNDIDAD 2 (SEG)	GENERACION DE LA NUBE Densa PROCESAMIENTO DE SUPERFICIE (SEG)	TIEMPO (Minutos)	TIEMPO (Minutos)	TIEMPO (Minutos)
VUELO 1	25	35	122	600	60,00	130,00	298	362	431	3600	102,100	10,04	112,142
VUELO 2	14	26	449	600	60,00	103,00	157	449	328	3600	101,200	6,28	107,476
VUELO 3	10	17	222	600	60,00	76,00	101	222	150	3600	87,533	5,17	92,702
VUELO 4	8	11	163	600	60,00	65,00	78	163	113	3600	83,583	4,39	87,969
VUELO 5	8	10	57	600	60,00	53,00	74	57	118	3600	79,567	5,49	85,061
VUELO 6	41	59	931	600	60,00	153,00	396	931	1028	3600	140,117	11,96	152,075
VUELO 7	69	169	270	600	60,00	88,00	226	270	397	3600	103,867	9,47	113,340
VUELO 8	55	110	176	600	60,00	65,00	150	176	311	3600	93,800	6,50	100,298
VUELO 9	24	21	321	600	60,00	64,00	103	321	158	3600	91,000	5,48	96,482
VUELO 10	10	14	95	600	60,00	48,00	92	95	135	3600	81,717	5,68	87,396
VUELO 11	97	232	4980	600	60,00	221,00	893	4980	4320	3600	355,483	23,04	378,525
VUELO 12	43	54	3900	600	60,00	108,00	335	3900	1436	3600	242,217	10,04	252,260
VUELO 13	79	54	2646	600	60,00	103,00	244	2646	843	3600	187,933	8,83	196,767
VUELO 14	23	43	1401	600	60,00	62,00	160	1401	605	3600	137,000	7,14	144,135
VUELO 15	21	25	354	600	60,00	54,00	129	354	385	3600	96,500	7,13	103,628
VUELO 16	26	29	683	600	60,00	193,00	338	683	368	3600	119,000	6,70	125,700

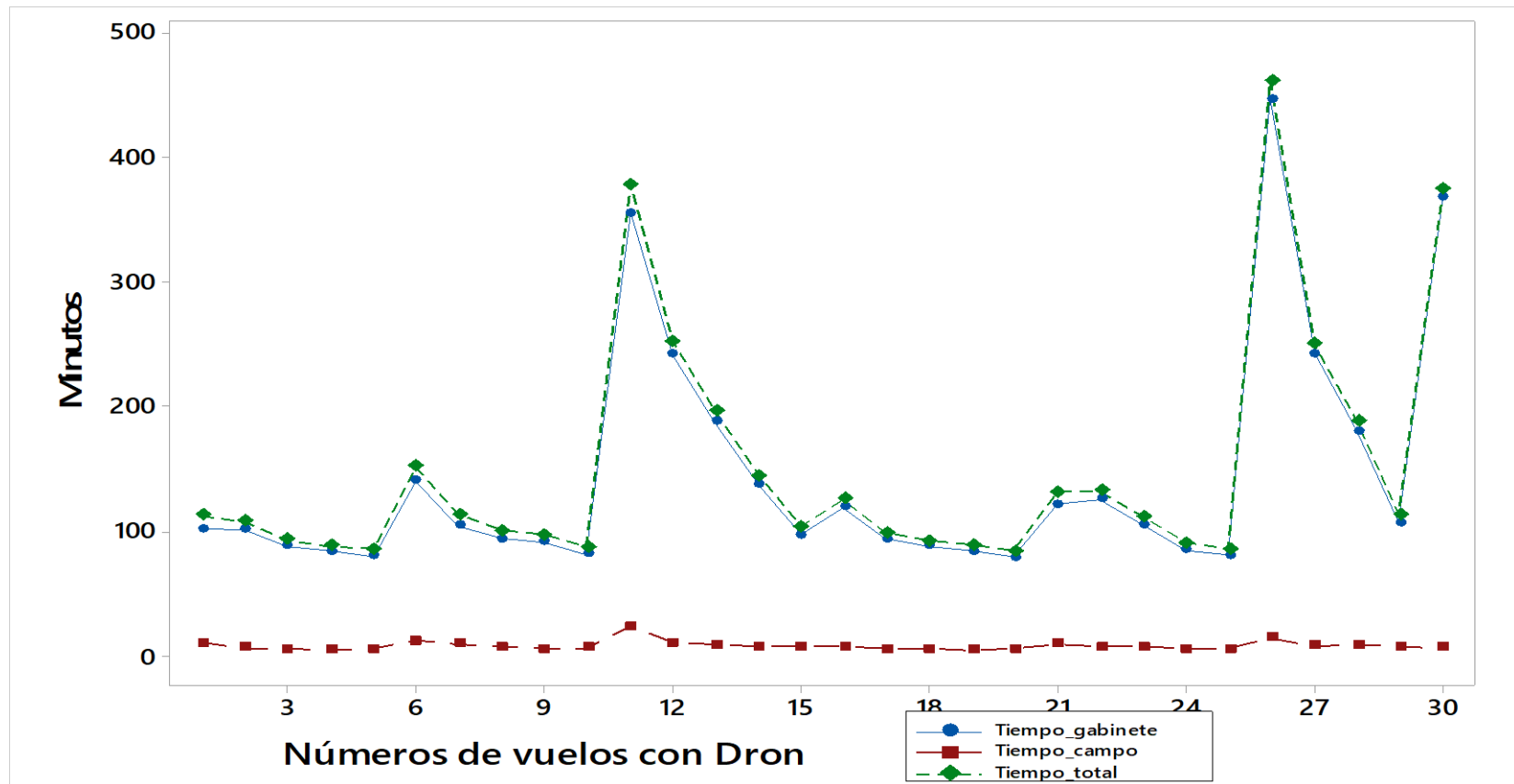
VUELO 17	30	21	302	600	60,00	90,00	123	302	251	3600	93,550	5,12	98,666
VUELO 18	21	20	208	600	60,00	77,00	100	208	159	3600	87,500	4,87	92,370
VUELO 19	15	11	165	600	60,00	56,00	84	165	114	3600	83,683	4,77	88,449
VUELO 20	9	9	59	600	60,00	45,00	65	59	106	3600	78,850	4,91	83,757
VUELO 21	40	46	449	600	60,00	224,00	460	449	650	3600	121,800	9,23	131,026
VUELO 22	53	51	1013	600	60,00	106,00	218	1013	444	3600	125,550	6,60	132,148
VUELO 23	39	33	592	600	60,00	104,00	140	592	263	3600	105,000	6,85	111,845
VUELO 24	11	20	134	600	60,00	54,00	105	134	179	3600	84,600	5,42	90,021
VUELO 25	10	12	80	600	60,00	45,00	78	80	130	3600	80,500	5,32	85,825
VUELO 26	90	100	8700	600	60,00	235,00	864	8700	2702	3600	447,500	14,50	461,998
VUELO 27	124	74	3900	600	60,00	117,00	352	3900	1273	3600	242,383	7,32	249,703
VUELO 28	76	56	2442	600	60,00	96,00	244	2442	789	3600	180,017	8,37	188,387
VUELO 29	23	45	531	600	60,00	68,00	170	531	492	3600	106,717	6,78	113,502
VUELO 30	18	26	520	600	60,00	54,00	129	520	16380	3600	368,600	6,23	374,834

Nota 1. Los trabajos de levantamiento topográfico con dron se iniciaron con los Puntos Geodésicos y Bench Mark ya monumentados.

Nota 2. No se consideró el tiempo de llegada al proyecto debido a que este puede variar considerablemente dependiendo a la distancia.

Figura 6

Tiempo de trabajo con respecto al levantamiento con drones para los 30 vuelos



Nota. Los puntos representan el tiempo usado en el levantamiento topográfico (tiempo de gabinete y tiempo de campo) para los 30 vuelos con drones.

Análisis e interpretación

En la figura 6, se aprecian los datos obtenidos del tiempo de uso para el levantamiento topográfico para las etapas de campo y del gabinete para los 30 vuelos con drones, observándose para este caso, que el tiempo de gabinete es más que el tiempo de campo, además el tiempo máximo usado para el campo es de 14.5 minutos, en cambio el tiempo de gabinete máximo es de 447.5 minutos.

4.1.3. COSTOS

Resultados sobre la dimensión del costo

Tabla 11

Costo de trabajo para levantamiento mediante GPS diferencial

COSTO EN GPS DIFERENCIAL				
	CANTIDAD	PRECIO S/.	DIAS	PROMEDIO (S/.)
Alquiler de GPS diferencial incluido operador	1	600	1	600
Ayudante de operador	1	60	1	60
Total (S/.)				660

Nota. No se incluyen los precios de monumentación del punto IGN y Bench Mark ya que estos serán utilizados en todos los levantamientos topográficos.

Tabla 12

Costo de trabajo para levantamiento mediante Estación total

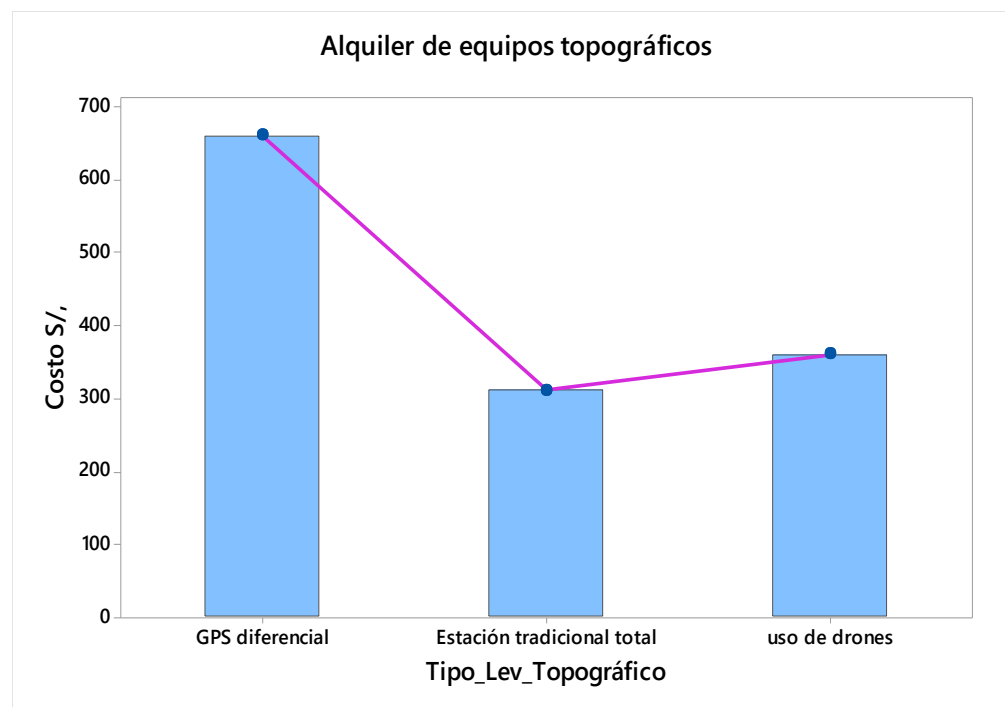
COSTO EN TRADICIONAL TOTAL				
	CANTIDAD	PRECIO S/.	DIAS	PROMEDIO (S/.)
Alquiler de estación total incluido operador	1	250	1	250
Ayudante de operador	1	60	1	60
Total (S/.)				310

Nota. No se incluyen los precios de monumentación del punto IGN y Bench Mark ya que estos serán utilizados en todos los levantamientos topográficos.

Tabla 13*Costo de trabajo para levantamiento mediante estación drones*

COSTO PARA DRONES				
	CANTIDAD	PRECIO S/.	DIAS	PROMEDIO (S/.)
Alquiler de Dron incluido operador	1	300	1	300
Ayudante de operador	1	60	1	60
Total (S/.)				360

Nota. No se incluyen los precios de monumentación del punto IGN y Bench Mark ya que estos serán utilizados en todos los levantamientos topográficos.

Figura 7*Costos comparativos para levantamiento topográfico*

Nota. Las barras representan el costo del levantamiento topográfico para el GPS diferencial, tradicional y drones.

Análisis e interpretación

En la figura 7, se muestran los datos de los costos empleados para el levantamiento topográfico para los tres métodos, observándose un mayor costo para el empleo del GPS diferencial, llegando a 660 soles, seguido del empleo de los drones hasta 360 soles y por último a un bajo costo empleando con el levantamiento tradicional llegando a 310 soles.

Análisis descriptivo para la dimensión de la precisión

Tabla 14

Análisis para la variación de elevación empelando GPS diferencial

Tipo de levantamiento	N	95% del intervalo de confianza para la media						
	Estadíst	Media	Error estándar	Límite inferior	Límite superior	Varianza	Moda	Mediana
GPS dif.	99	-1,952	0,1499	-2,24631	-1,65846	2,226	-2,653	-2,02
Trad. Total	99	-1,947	0,1504	-2,24281	-1,65315	2,24	-2,28	-2,017
Dron 01	99	-1,992	0,1501	-2,286724	-1,698163	2,232	-5,953	-2,0719
Dron 02	99	-1,975	0,1497	-2,269131	-1,682041	2,221	-5,952	-2,0533
Dron 03	99	-1,999	0,1491	-2,29153	-1,706753	2,203	-2,468	-2,1194
Dron 04	99	-2,025	0,1498	-2,318766	-1,731232	2,224	-5,971	-2,093
Dron 05	99	-1,988	0,1486	-2,280098	-1,697416	2,187	-5,92	-2,0438
Dron 06	99	-1,992	0,1498	-2,286008	-1,69841	2,224	-1,844	-2,073
Dron 07	99	-1,967	0,1500	-2,261807	-1,673498	2,23	-5,915	-2,0314
Dron 08	99	-2,001	0,1493	-2,294734	-1,709237	2,209	-5,925	-2,0778
Dron 09	99	-1,970	0,1493	-2,263298	-1,677721	2,209	-5,889	-2,0209
Dron 10	99	-2,020	0,1499	-2,314466	-1,72657	2,227	-5,963	-2,0805
Dron 11	99	-2,009	0,1497	-2,303142	-1,716193	2,22	-5,984	-2,0914
Dron 12	99	-1,981	0,1502	-2,276318	-1,687381	2,235	-5,954	-2,0627
Dron 13	99	-2,031	0,1496	-2,325105	-1,73858	2,216	-6,015	-2,1118
Dron 14	99	-2,022	0,1503	-2,317143	-1,727876	2,237	-5,97	-2,1024
Dron 15	99	-1,988	0,1501	-2,283315	-1,694639	2,233	-5,914	-2,0404
Dron 16	99	-1,987	0,1497	-2,281387	-1,69432	2,22	-5,958	-2,0522
Dron 17	99	-1,989	0,1495	-2,282947	-1,696801	2,213	-5,958	-2,0522
Dron 18	99	-1,989	0,1499	-2,283635	-1,695783	2,226	-5,96	-2,1062
Dron 19	99	-1,990	0,1496	-2,284119	-1,69732	2,218	-5,96	-2,0843
Dron 20	99	-1,981	0,1501	-2,2757	-1,68709	2,232	-5,923	-2,0643
Dron 21	99	-2,008	0,1503	-2,303534	-1,714256	2,237	-5,998	-2,0801
Dron 22	99	-1,976	0,1499	-2,269975	-1,682174	2,226	-5,943	-2,0315
Dron 23	99	-1,979	0,1499	-2,273032	-1,685356	2,225	-5,954	-2,0589
Dron 24	99	-1,989	0,148	-2,281856	-1,697971	2,196	-5,91	-2,05
Dron 25	99	-2,033	0,1496	-2,327044	-1,740423	2,217	-5,956	-2,103
Dron 26	99	-1,989	0,1506	-2,284338	-1,693826	2,247	-2,515	-2,0474
Dron 27	99	-2,00	0,1498	-2,299716	-1,712162	2,224	-5,972	-2,0796
Dron 28	99	-2,0215	0,1493	-2,31425	-1,728871	2,208	-5,968	-2,1037
Dron 29	99	-2,023	0,1500	-2,318139	-1,729807	2,23	-5,981	-2,0933
Dron 30	99	-1,975	0,1491	-2,263103	-1,6786	2,201	-5,901	-2,0137

Nota. Se observa el análisis descriptivo de los tres tipos de levantamiento topográfico.

Análisis e interpretación

La tabla 14 nos muestra los valores de los análisis estadísticos para los 3 tipos de levantamiento topográfico, observándose que el valor media utilizando el GPS diferencial es de -1.95238m, en cambio utilizando el dron, el valor media más cercano posible se llegó a -1.96765m de diferencias de alturas, en cambio utilizando el levantamiento con el tradicional se llegó a una media de -1.94798m, con lo cual se puede decir que hay mayor variabilidad de altura utilizando el dron a diferencia del levantamiento tradicional, a sí mismo con referente a la moda utilizando GPS diferencial se tiene un valor de -2.653m, para levantamiento con el dron se tiene -5.915m y para el levantamiento con el tradicional se obtuvo en -2.28m, bajo estos valores se puede decir que el valor de la moda que está muy cerca al valor de la moda utilizando el GPS diferencial es utilizando el tradicional, además son muy cercanos al valor de cero. Por otra parte el valor de la desviación estándar utilizando el GPS diferencial es de 0.29392m, en cambio la desviación estándar utilizando el levantamiento tradicional es de 0.29482 y usando el dron la desviación estándar es de 0.29415m, estos nos demuestran que los datos que tienen mayor desviación con respecto a la media es usando el levantamiento tradicional y lo datos que tienen menor desviación con respecto a la media es usando el dron.

Prueba de normalidad para los datos de precisión:

Tabla 15

Prueba de Kolmogorov - Smirnov para evaluar la normalidad de la variación de la elevación

Tipos de levantamiento topográfico	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
GPS_DIFERENCIAL_STANDAR	0,107	99	0,007
ESTACIÓN_TRADICIONAL	0,108	99	0,006
EST_DRON_01	0,101	99	0,014
EST_DRON_02	0,117	99	0,002
EST_DRON_03	0,114	99	0,003
EST_DRON_04	0,112	99	0,004
EST_DRON_05	0,111	99	0,004
EST_DRON_06	0,107	99	0,007
EST_DRON_07	0,102	99	0,013
EST_DRON_08	0,104	99	0,011
EST_DRON_09	0,108	99	0,006
EST_DRON_10	0,112	99	0,004
EST_DRON_11	0,106	99	0,008
EST_DRON_12	0,107	99	0,007
EST_DRON_13	0,108	99	0,006
EST_DRON_14	0,104	99	0,011
EST_DRON_15	0,107	99	0,008
EST_DRON_16	0,105	99	0,009
EST_DRON_17	0,105	99	0,009
EST_DRON_18	0,108	99	0,006
EST_DRON_19	0,108	99	0,006
EST_DRON_20	0,103	99	0,011
EST_DRON_21	0,103	99	0,012
EST_DRON_22	0,109	99	0,005
EST_DRON_23	0,106	99	0,008
EST_DRON_24	0,107	99	0,007
EST_DRON_25	0,111	99	0,004
EST_DRON_26	0,103	99	0,011
EST_DRON_27	0,110	99	0,005
EST_DRON_28	0,107	99	0,007
EST_DRON_29	0,104	99	0,011
EST_DRON_30	0,109	99	0,006

Nota. Se muestran los datos de la variación de elevación que han sido evaluados según la prueba de normalidad por Kolmogorov-Smirnov.

Análisis e interpretación

En la tabla15, La Tabla 15 muestra el comportamiento de los datos sobre precisión, donde se puede ver la sig. asintótica bilateral (p-valor) obtenida de la prueba de normalidad de que ninguno de los datos coincide con el supuesto de normalidad. Por tanto, es suficiente utilizar procedimientos estadísticos no paramétricos para el análisis de datos, para lo cual se considerará la prueba H de Kruskal-Wallis.

Correlación lineal sobre los datos de precisión:

a) Para el Análisis del GPS diferencial:

Tabla 16

Resultados del resumen del modelo, ANOVA y coeficientes de la regresión lineal

Resumen del modelo					
R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación		
0,863	0,744	0,741	0,759		
ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	162,321	1	162,321	281,833	0,000
Residuo	55,867	97	0,576		
Total	218,188	98			
Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
Número de datos	-0,04480	0,003	-0,863	-16,788	0,000
(Constante)	0,28797	0,154		1,873	0,064
Y = -0,045X + 0,28797					

Nota. Datos procesados mediante el software estadístico SPSS – Resumen de modelo, ANOVA y coeficiente.

Análisis e interpretación

Según la tabla 16, al hacer la regresión lineal, sobre los datos de variación de elevación, se observa que tiene un valor de 0.863 que representa al coeficiente de correlación de Pearson, significando que existe una correlación alta de forma lineal, así mismo los valores de R^2 , R^2_{ajust} . Y el error estándar tiene un valor casi igual lo que significa que el modelo lineal es muy significativo y puede ser usado para predecir en un 74.4%. Por otro lado, también se demostró que utilizando estos datos se puede construir un modelo de regresión lineal y esto se ve mediante la prueba de ANOVA, en la tabla se aprecia que la significancia asintótica (p-valor) obtenida es menor al 5% ($p = <.0001$) con lo cual se puede decir que se puede construir dicho modelo lineal. Teniendo en cuenta sobre el modelo lineal construido, la tabla también muestra los valores de la constante correspondiente a 0.288 y el coeficiente de (-0.045), con lo cual se forma la ecuación lineal representativa, también se demostró que el valor de ($p = <.0001$) saliente para el coeficiente lineal es muy significativo, en cambio para la constante no es muy significativo ($p = 0.064$).

B) Para el Análisis de la Estación total:

Tabla 17

Resultados del resumen del modelo, ANOVA y coeficientes de la regresión lineal

Resumen del modelo					
R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación		
0,863	0,744	0,742	0,761		
ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	163,368	1	163,368	282,187	0,000
Residuo	56,157	97	0,579		
Total	219,525	98			
Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
Número de datos	-0,04495	0,003	-0,863	-16,788	0,000
(Constante)	0,29959	0,154		1,944	0,055
Y = -0,045X + 0,29959					

Nota. Datos procesados mediante el software estadístico SPSS – Resumen de modelo, ANOVA y coeficiente.

Análisis e interpretación

Según la tabla 17, al hacer la regresión lineal, sobre los datos de variación de elevación, se observa que tiene un valor de 0.863 que representa al coeficiente de correlación de Pearson, significando que existe una correlación alta de forma lineal, así mismo los valores de R^2 , R^2_{ajust} . Y el error estándar tiene un valor casi igual lo que significa que el modelo lineal es muy significativo y puede ser usado para predecir en un 74.4%. Por otro lado, también se demostró que utilizando estos datos se puede construir un modelo de regresión lineal y esto se ve mediante la prueba de ANOVA, en la tabla se aprecia que la significancia asintótica (p-valor) obtenida es menor al 5% ($p = <.0001$) con lo cual se puede decir que se puede construir dicho modelo lineal. Teniendo en cuenta sobre el modelo lineal construido, la tabla también muestra los valores de la constante correspondiente a 0.29959 y el coeficiente de (-0.045), con lo cual se forma la ecuación lineal representativa, también se demostró que el valor de ($p = <.0001$)

saliente para el coeficiente lineal es muy significativo, en cambio para la constante no es muy significativo ($p = 0.055$).

C) Para el análisis *del uso de drones*:

Tabla 18

Resultados del modelo, ANOVA y coeficientes de la regresión lineal

Vuelo_Dron	Resumen del modelo				ANOVA		Coeficientes			
	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	R cuadrado estandarizado	F	Sig.	Coeficiente	Constante	Sig. Coef.	Sig. Const.
1	0,861	0,742	0,739	0,763	278,513	0,0	-0,044	0,247	0,000	0,113
2	0,858	0,737	0,734	0,768	271,485	0,0	-0,044	0,251	0,000	0,11
3	0,857	0,735	0,732	0,768	269,289	0,0	-0,044	0,216	0,000	0,167
4	0,862	0,743	0,741	0,759	281,087	0,0	-0,044	0,213	0,000	0,168
5	0,860	0,739	0,737	0,759	275,255	0,0	-0,044	0,225	0,000	0,146
6	0,859	0,737	0,735	0,768	272,336	0,0	-0,044	0,237	0,000	0,131
7	0,861	0,742	0,739	0,763	278,688	0,0	-0,044	0,271	0,000	0,082
8	0,862	0,743	0,740	0,757	280,585	0,0	-0,044	0,228	0,000	0,14
9	0,860	0,740	0,737	0,762	276,159	0,0	-0,044	0,255	0,000	0,101
10	0,864	0,746	0,743	0,756	285,050	0,0	-0,044	0,223	0,000	0,148
11	0,861	0,741	0,739	0,761	278,159	0,0	-0,044	0,223	0,000	0,151
12	0,861	0,741	0,738	0,765	277,025	0,0	-0,044	0,257	0,000	0,1
13	0,862	0,743	0,741	0,758	281,047	0,0	-0,044	0,202	0,000	0,19
14	0,861	0,742	0,739	0,764	278,467	0,0	-0,044	0,219	0,000	0,159
15	0,862	0,743	0,740	0,762	279,791	0,0	-0,044	0,252	0,000	0,105
16	0,860	0,739	0,736	0,765	274,593	0,0	-0,044	0,241	0,000	0,122
17	0,862	0,742	0,740	0,759	279,309	0,0	-0,044	0,241	0,000	0,12
18	0,859	0,738	0,736	0,767	273,634	0,0	-0,044	0,242	0,000	0,123
19	0,860	0,740	0,737	0,764	275,658	0,0	-0,044	0,239	0,000	0,125
20	0,858	0,736	0,734	0,771	270,979	0,0	-0,044	0,250	0,000	0,112
21	0,859	0,739	0,736	0,769	273,970	0,0	-0,044	0,228	0,000	0,145
22	0,860	0,739	0,737	0,765	275,328	0,0	-0,044	0,257	0,000	0,1
23	0,862	0,743	0,741	0,760	280,765	0,0	-0,044	0,259	0,000	0,095
24	0,862	0,743	0,740	0,755	280,116	0,0	-0,044	0,233	0,000	0,13
25	0,863	0,746	0,743	0,755	284,331	0,0	-0,044	0,204	0,000	0,184
26	0,862	0,742	0,740	0,765	279,621	0,0	-0,044	0,259	0,000	0,097
27	0,860	0,740	0,737	0,765	275,704	0,0	-0,044	0,226	0,000	0,146
28	0,861	0,742	0,739	0,759	278,690	0,0	-0,044	0,206	0,000	0,183
29	0,864	0,747	0,744	0,756	285,835	0,0	-0,044	0,222	0,000	0,150
30	0,863	0,745	0,742	0,753	283,555	0,0	-0,044	0,258	0,000	0,093

Nota. Datos procesados mediante el software estadístico SPSS – Resumen de modelo, ANOVA y coeficiente, para los 30 vuelos con dron.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Procedimiento estadístico: H de Kruskal-Wallis

La siguiente hipótesis general se planteó para esta investigación

Hipótesis general

La indagación inferencial que considera la hipótesis principal:

Existe diferencia de los resultados entre levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional .

El propósito es implantar diferencias entre los grupos con la hipótesis planteada:

Hi: Existe diferencia de los resultados entre levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional frente al levantamiento GPS diferencial.

Ho: No existe diferencia de los resultados entre levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional frente al levantamiento GPS diferencial.

Nivel de significancia: 5%

Tabla 19

Análisis de H de Kruskal-Wallis

	Constante de la regresión lineal
Chi -cuadrado	31
GI	31
Sig. asintótica	0,466
a. Prueba de Kruskal -Wallis	
b. Variable de agrupación: Grupo	

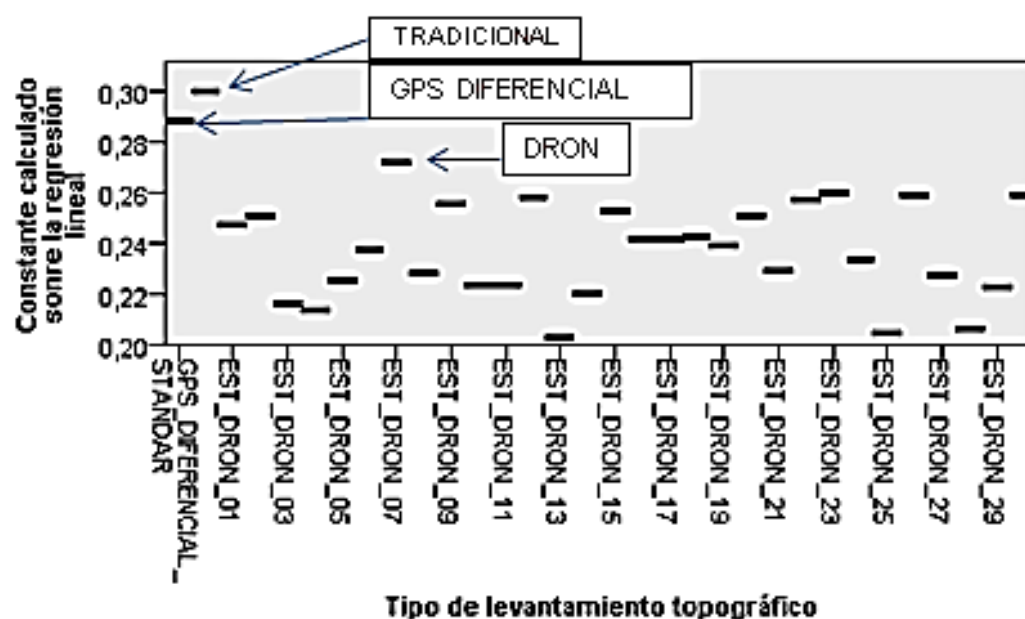
Nota. Datos procesados en el programa estadístico SPSS – Prueba H de Kruskal – Wallis.

Análisis e interpretación

Considerando el nivel de significancia del 5%, la significancia asintótica (p-valor) obtenida, que se muestra en la Tabla 17, con base en esto, no hay diferencia, porque el valor excede el nivel de significancia, lo que significa que hay mucho error como para poder indicar una diferencia entre los grupos. Sin embargo en la figura 8 de vista de pruebas de muestras independientes se observa unas diferencias mínimas entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional frente al levantamiento con GPS diferencial.

Figura 8

Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes



Nota. Los puntos ubicados representan las constantes de las regresiones lineales formadas para la variación de la elevación para el levantamiento topográfico tradicional, GPS diferencial y los 30 vuelos con drones.

Análisis e interpretación

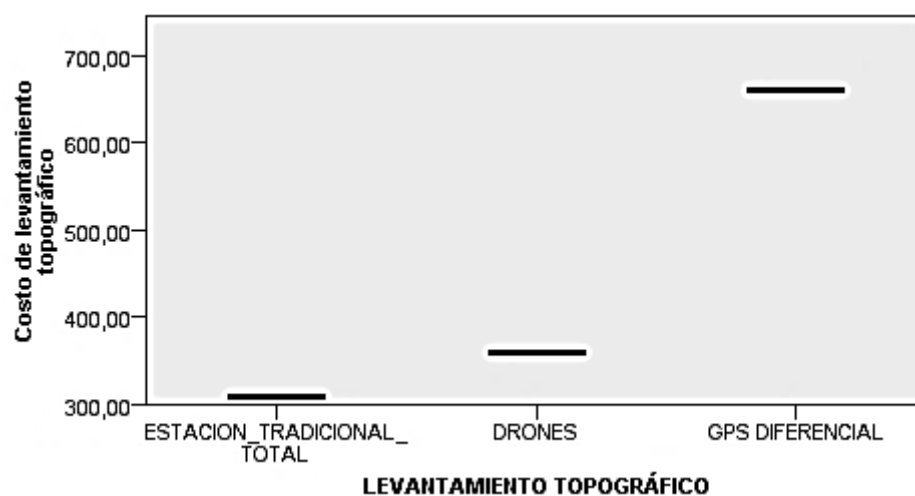
Considerando la constante de regresión lineal para el GPS diferencial (0,28797m) como valor referencial para demostrar la diferencia de la precisión frente a las dos técnicas empleadas, se interpreta que la precisión al emplear la Estación total corresponde a 0,29959 m, en cambio para el uso de drones la precisión es de 0,27120 m, esto quiere decir que la técnica que

logró llegar con mayor precisión es empleando la Estación total, ya que la diferencia en metros que los separa del GPS diferencial es 0.01162 m a diferencia de la técnica con drones llegando a una diferencia de 0.01677 m. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna.

Con relación a los costos, en la siguiente figura se muestra las diferencias entre los costos:

Figura 9

Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes



Nota. Los puntos de barra representan los valores de los costos empelados para el levantamiento topográfico tradicional, GPS diferencial y los 30 vuelos con drones.

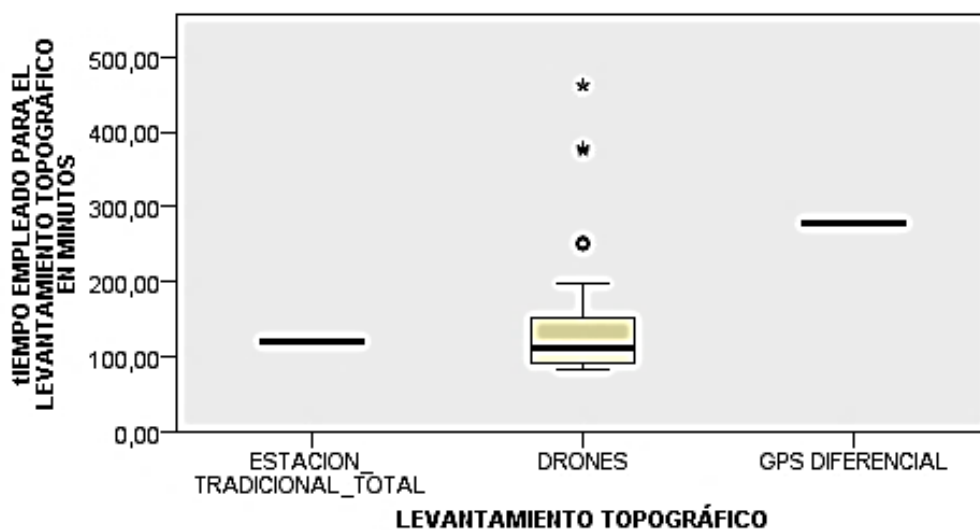
Análisis e interpretación

En la figura 9 de Prueba de H Kruskal-Wallis, se muestran las diferencias de costos que existen al emplearse los levantamientos de tradicional y drones frente a la técnica evaluativa de GPS diferencial, por otro lado, el costo más alto es empleando el GPS diferencial, seguido del empleo de drones y el costo invertido mínimo es empelando el levantamiento tradicional, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

Con relación a los tiempos empleados, en la siguiente figura se muestra las diferencias entre los tiempos en minutos:

Figura 10

Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes



Nota. Los puntos de barra representan los valores de los tiempos empleados para el levantamiento topográfico tradicional, GPS diferencial y los 30 vuelos con drones.

Análisis e interpretación

En la figura 10 de Prueba de H Kruskal-Wallis, se muestran las diferencias de levantamiento topográfico de dron y tradicional frente a la técnica evaluativa de GPS diferencial, claramente se observa que el tiempo empleado mediante la estación tradicional es el más corta a diferencia de las dos técnicas, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

Prueba de Hipótesis Específica 1

Se formuló lo siguiente:

Hi.1: Existe diferencia de precisión de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Ho.1: No existe diferencia de precisión de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Nivel de significancia: 5%

Tabla 20*Análisis de H de Kruskal-Wallis*

	Constante de la regresión lineal
Chi-cuadrado	31
Gl	31
Sig. asintótica	0,466
a. Prueba de Kruskal-Wallis	
b. Variable de agrupación: Grupo	

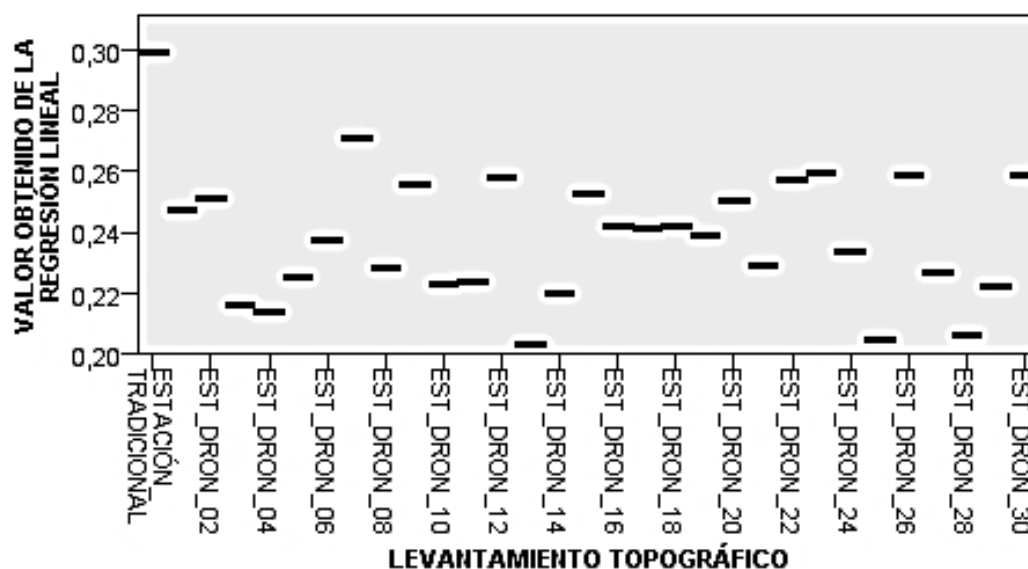
Nota. Datos procesados en el programa estadístico SPSS – Prueba H de Kruskal – Wallis.

Análisis e interpretación

Considerando el nivel de significancia del 5%, la significancia asintótica resultante (p-valor) que se puede ver en la Tabla 18, no hay diferencia en base a esto porque excede el valor del nivel de significancia, es decir, es demasiado el error como para poder indicar diferencias en los grupos. Sin embargo en la figura 11 de vista de pruebas de muestras independientes se observa unas diferencias mínimas entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y el levantamiento topográfico tradicional.

Figura 11

Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes



Nota. Los puntos ubicados representan las constantes de las regresiones lineales formadas para la variación de la elevación para el tradicional y los 30 vuelos con drones.

Análisis e interpretación

En la figura 11, se aprecia los valores de las constantes de las regresiones lineales formadas para la variación de la elevación para las dos técnicas, observándose diferencias tanto para levantamiento topográfico tradicional y para los 30 vuelos realizados con el dron. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna.

Prueba de Hipótesis Específica 2

Se formuló lo siguiente:

Hi.2: Existe diferencia de tiempo de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Ho.2: No existe diferencia de tiempo de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Figura 12

Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes



Nota. Los puntos ubicados representan los valores de los tiempos empleados para el levantamiento topográfico tradicional y los 30 vuelos con drones.

Análisis e interpretación

En la figura 12, se observa que hay una diferencia entre los tiempos empleados para hacer el levantamiento topográfico para cada técnica, así mismo el tiempo empleado usando el vuelo de los drones es muy variado, esto es debido a que hay factores influyentes donde se emplea más tiempo que otros, como tiempo de búsqueda, orientación, mapa de profundidad, etc. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna.

Prueba de Hipótesis Específica 3

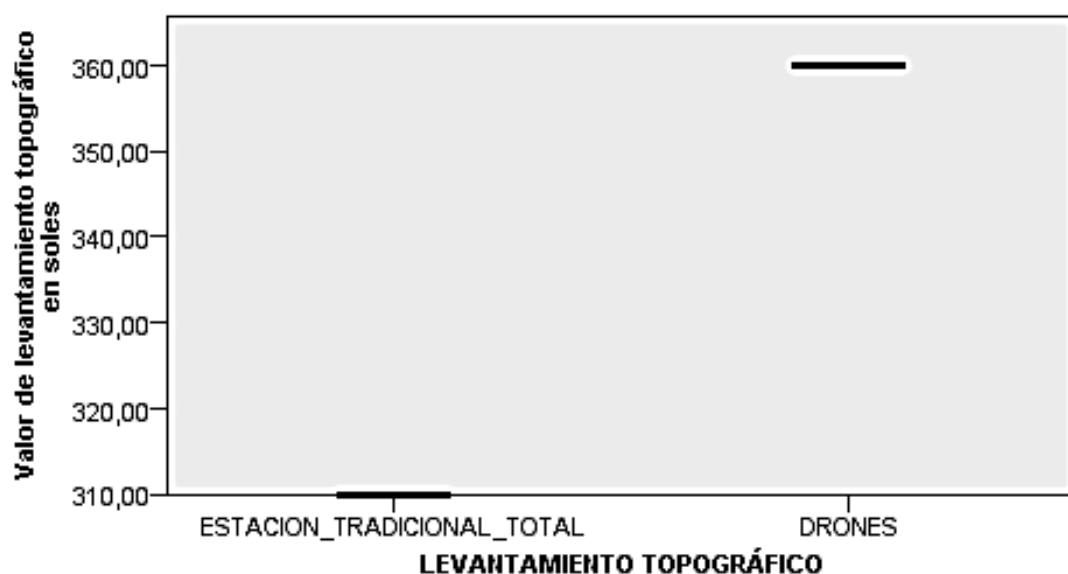
Se formuló lo siguiente:

Hi.3: Existe diferencia de costo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Ho.3: No existe diferencia de costo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.

Figura 13

Prueba de H Kruskal-Wallis para muestras independientes



Nota. Los puntos de barra representan los valores de los costos empleados para el

levantamiento topográfico tradicional y los drones.

Análisis e interpretación

En la figura 13 mediante la prueba de H Kruskal-Wallis, se muestran las diferencias que existen entre la técnica evaluativa de tradicional y el levantamiento topográfico con drones, observándose que el costo más alto se da cuando se emplea la técnica de drones, en cambio el costo mínimo es empleando el levantamiento topográfico con estación tradicional, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para la investigación realiza por Jiménez y Prado, (2018), en su trabajo de investigación de Análisis técnico comparativo entre los métodos topográficos tradicionales y el método de aerofotogrametría con vehículo aéreo no tripulado, como resultado llegaron a la conclusión de que utilizando el aerofotogrametría para zonas donde no hay mucha vegetación lograron llegar a una precisión de 0,0647 metros y para zonas donde hay vegetación la precisión es de 0,4863 metros, en cambio para el estudio realizado la precisión se llegó utilizando el dron aun valor de 0.27120 metros, sin embargo si esta precisión lo comparamos con el levantamiento de GPS diferencial, la diferencia de la precisión que los separa es de 0.01677 metros, en cambio la diferencia de la precisión entre el tradicional y el GPS diferencial es de 0.01162 metros, con lo cual sobre la variabilidad de altura podemos decir que la técnica de mayor precisión se llegó empleando el tradicional.

Según Nikolakopoulos et al. (2017), en su trabajo de investigación de UAVs fotogrametría aérea clásica para estudios arqueológicos, demostraron que el modelo 3D creado por las imágenes de UAVs podrían sustituir de forma fiable a los levantamientos topográficos convencionales. Además mencionaron que las cámaras o incluso los UAVs simples como DJI Phantom 3 pueden proporcionar resultados más fiables que las fotografías aéreas analógicas o digitales. Por lo tanto la precisión de los resultados depende de la precisión de los GCP utilizados para la reconstrucción del modelo 3D. Las ortofotos se validaron en términos de precisión de georreferenciación y los DSM en términos de precisión de altura, el cual la precisión de los productos derivados de UAV alcanza el 99,6 % en comparación con las mediciones topográficas clásicas, por lo tanto, los modelos 3D creados por imágenes de UAV son lo suficientemente precisos para realizar mediciones precisas. Comparando estos resultados con los valores obtenidos podemos decir que hablando de la precisión el método

más preciso es empleando el levantamiento tradicional a diferencia de los drones, estos resultados puede que hayan salido de esta forma por la influencia de algunos factores al momento de manejar el levantamiento con drones.

La investigación realizada por Pedraza (2019), mediante su tesis titulada: “Análisis comparativo del levantamiento topográfico tradicional y el levantamiento topográfico con RPAS en la Huaca Aznapuquio, Los Olivos – 2019, se evaluaron dos tipos de levantamiento topográfico, logrando llegar a la conclusión de que si existe diferencias en la dimensión de la precisión, a sí mismo obtuvieron diferencias significativas tanto en el costo y tiempo de levantamiento para ambos técnicas, los valores de precisión tanto para el levantamiento tradicional y topográfico con RPAS son 0.014 metros y 0.03 metros respectivamente. Con respecto al tiempo empleado, para el levantamiento topográfico con RPAS sobrepasa al tradicional, en cambio con respecto al costo de operación, el levantamiento con topográfico con RPAS es mayor a diferencia del tradicional, con una diferencia entre S/. 802.0 soles. En cambio sobre la investigación que realicé, también encontré diferencias tanto en la precisión, tiempo y costo empleado para ambas técnicas de levantamiento.

Para Mallma (2020), en su tesis sustentada de Análisis comparativo del método fotogramétrico y convencional para el levantamiento topográfico de la Av. Ferrocarril – Pachacamac, con respecto a la precisión obtuvo que no hay muchas diferencias entre los tipos de levantamiento, las diferencias son pocas, es decir en centímetros correspondiente a 0.03 metros para la variación de altura, sin embargo para el trabajo que realizamos la técnica que logró llegar con mayor precisión es empleando la Estación total, ya que la diferencia en metros que los separa del GPS diferencial es 0.01162 m a diferencia de la técnica con drones llegando a una diferencia de 0.01677 m. En cambio con respecto al costo y tiempo del levantamiento topográfico, llegaron a obtener que empleando el fotogramétrico es más bajo el costo y el tiempo es también mínimo, en cambio los resultados que obtuvimos nos indicaron que el costo menor corresponde al levantamiento con tradicional, en cambio el de drones es un poco caro, con respecto al tiempo de empleo,

el uso del dron está por debajo del empleo del levantamiento con lo tradicional con respecto a la mediana.

CONCLUSIONES

Después de haber terminado la investigación se llegó a las siguientes conclusiones básicas.

- Al hacer la diferencia técnica con respecto a la precisión sobre la variación de la elevación al emplearse el levantamiento topográfico tanto del tradicional y fotogrametría con drones frente al GPS diferencial como patrón de referencia de alta precisión, la evaluación de los 99 puntos que están distribuidos equitativamente en la Urbanización de Buena Vista, luego del análisis de la regresión lineal con respecto a su coeficiente, empleando el levantamiento tradicional se llegó a una precisión de 0,29959 metros, para el levantamiento con drones se llegó a 0,27120 metros, esto quiere decir que la técnica que logró llegar con mayor precisión es empleando la Estación total, ya que la diferencia en metros que los separa del GPS diferencial es 0.01162 metros a diferencia de la técnica con drones llegando a una diferencia de 0.01677 metros, esto es porque la precisión de referencia al emplearse el GPS diferencial es de 0,28797 metros. Con respecto al costo, las levantaciones topográficas empleando el GPS diferencial se gastaron S/. 660.0 soles, para el levantamiento tradicional se gastó S/. 310.0 soles, en cambio para uso de drones se gastó S/. 360.0 soles, observándose una diferencia entre el GPS diferencial y tradicional en S/. 350.0 soles y con respecto al dron es de S/. 300.0 soles, bajo estos resultados, el más económico es usar el tradicional. Para la dimensión del tiempo, usando el GPS diferencial se necesitó 277.75 minutos, para tradicional en 119 minutos y para el vuelo con drones una mediana de 111.845 minutos.
- La diferencia con respecto a la precisión para el levantamiento topográfico utilizando el tradicional y el dron es de 0.02839 metros, llevando a que el más preciso es empleando la técnica del levantamiento tradicional a diferencia del uso de dron.

- La diferencia con respecto al tiempo empleado en el levantamiento topográfico utilizando el tradicional y el dron es de 7.155 minutos, esto quiere decir que hay una mínima diferencia entre ambas técnicas, Con esto se puede decir que empleando la técnica del levantamiento con dron se requirió menos tiempo a diferencia del uso tradicional.

- La diferencia con respecto al costo empleado en el levantamiento topográfico utilizando el tradicional y el dron es de S/. 50.0 soles, este costo de diferencia es mínimo si uno quiere escoger entre el tradicional y el dron, con esto se puede decir que empleando la técnica del levantamiento con dron se requirió más presupuesto a diferencia del uso tradicional.

RECOMENDACIONES

- Antes de decidir que técnica emplear, lo primero se recomienda hacer una buena inspección del lugar o terreno como unidad de estudio y comprobar alguna permisibilidad de fallas que permitan su aplicación de las técnicas a emplear y esto va depender directamente del tipo de proyecto a desarrollar.
- Para un buen manejo y análisis de datos, se recomienda que los procedimientos a utilizar estén dentro de las normativas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y además sobre la correspondiente a la Dirección Aeronáutica civil (DGAC) y esta forma minimizar los errores de campo.
- Al momento de emplear métodos tradicionales de levantamiento topográfico (estación tradicional y GPS), se recomienda revisar como medida de prevención las baterías de los aparatos, ya que en zonas donde no hay carga eléctrica retrasaría el desarrollo del proyecto.
- Para el empleo de método aerofotogrametría con drones se recomienda realizar antes de los vuelos un programa de previa medida de los lugares a levantar, así como indicar las alturas adecuadas para lograr resoluciones precisas.
- Para zonas con alta vegetación se recomienda el uso de otro tipo de método de levantamiento ajeno al aerofotogrametría, ya que por antecedentes y recomendaciones técnicas se emite muchos errores al ser analizados la dimensión de la precisión, por lo tanto tener cuidado al momento de analizar y evaluar los datos provenientes de zonas con mucha vegetación.
- Para los levantamientos topográficos se recomienda buscar o formar un grupo de 3 personas capacitadas en diferentes áreas, especialmente en el uso del equipo, de esa forma evitarse de errores tanto técnicos y de materiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, M. y Ceras, F. (2019). Clima organizacional y satisfacción laboral de los docentes y trabajadores de la Institución Educativa Politécnico Túpac Amaru – Chilca (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú: Huancayo. Recuperado de <https://n9.cl/zbz9>.
- Ávila, R y Franco, A. (2018). Comparación técnica y económica del monitoreo de taludes o laderas inestables en el municipio de zetaquirá – Boyacá mediante técnicas tradicionales de topografía y técnica moderna de drones (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. Recuperado de <https://n9.cl/21fxb>.
- Bejarano, A.; Cardozo, E.; Rico, N. y Romero, C. (2017). Universidad Católica de Colombia: Colombia. Recuperado de <https://n9.cl/fzcxw9>.
- Cabada, J. (2019). Evaluación de precisión y costo en un levantamiento topográfico con estación total y aeronave pilotada remotamente (padrón) en el centro poblado Cashapampa – Cajamarca 2018 (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte: Cajamarca. Recuperado de <https://n9.cl/0t62n>.
- 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. Universidad Nacional Federico Villarreal. Perú. Recuperado de <https://n9.cl/5y1r5>.
- Ccorahua, E. (2016). Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra en las partidas de asentado del muro de ladrillo, enlucido de cielo raso con yeso y tarrajeo de muros en la construcción del condominio residencial torre del sol (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco: Cusco. Recuperado de <https://n9.cl/f72ji>.
- Chávez, R. y Rodríguez, W. (2018). Diseño e implementación de un dron hexacóptero con software de geolocalización para señalar puntos de siembra en el fundo de palma aceitera witpalm (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma: Lima. Recuperado de <https://n9.cl/dtbc>.
- Claros, R; Guevara, A y Pacas, N (2016). Aplicación fotogrametría aérea en

- levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados. Tesis para optar el título profesional de ingeniero Civil. Universidad de el Salvador. <https://n9.cl/3ahk>.
- Díaz, E. (2017). Levantamiento topográfico con fines catastrales del terreno Ubicado en la comarca los Altos municipio y departamento de Masaya (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua: Managua. Recuperado de <https://n9.cl/8bze>.
- Díaz, M. (2018). Implementación y evaluación de algoritmos de superresolución para imágenes tomadas con nano satélites (Tesis de pregrado). Universidad de Chile: Chile. Recuperado de <https://n9.cl/d78re>.
- Flores, S. (2016). Evaluación de cinco métodos de ajuste en poligonales abiertas en la carretera Ayaviri – Purina (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano: Puno. Recuperado de <https://n9.cl/zke2>.
- Ganchozo, R y Romero, M. (2019). Implementación de un dron para la recolección de datos en levantamiento topográfico para la carrera de ingeniería forestal. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Ecuador. Recuperado de <https://n9.cl/zytp>.
- Goñas, E. y Zevallos, W. (2018). Determinación de un sistema de costos por procesos para mejorar la rentabilidad en la empresa Panadería Oriental S.R.L.”, de la ciudad de Iquitos, 2016 (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Perú: Iquitos. Recuperado de <https://n9.cl/3wej>.
- Guzmán, J. (2018). Pertinencia del uso de drones en la caracterización geo espacial del módulo dos juntas de agua de riego de la comuna Morlán, Imbabura (Tesis de posgrado). Universidad Técnica del Norte: Ibarra. Recuperado de <https://n9.cl/vh6x>.
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. México: Interamericana Editores, S.A. de C.V. sexta edición. 656.
- Herrera, G. (2018). Satisfacción laboral y la productividad de los trabajadores de la Municipalidad Provincial de Huaura, 2017 (Tesis de

- pregado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión: Huacho. Recuperado de <https://n9.cl/9dos>.
- Jiménez, W y Prado, J (2018). Análisis técnico comparativo entre los métodos topográficos tradicionales y el método de aerofotogrametría con vehículo aéreo no tripulado (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional. Ecuador.
- Mamani, H. (2017). Análisis y diseño de un sistema de control para la estabilidad de vuelo de un drone cuadrimotor aplicado a la topografía (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano: Puno. Recuperado de <https://n9.cl/uxr5>.
- Mallma, R. (2020). Análisis comparativo del método fotogramétrico y convencional para el levantamiento topográfico de la Av. Ferrocarril – Pachacamac . Lima: Universidad César Vallejo.
- Mora, A. (2017). Análisis de aplicaciones informáticas de georeferenciación de proveedores agrícolas para la empresa Agro cacao (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica Sede Esmeraldas: Ecuador. Recuperado de <https://n9.cl/dnka3>.
- Mora, L. (2019). Reconstrucción de imágenes 3d a partir de un sensor LIDAR de bajo costo (Tesis de pregrado). Universidad de Ibagué: Colombia. Recuperado de <https://n9.cl/m80z>.
- Murga, W. (2018). Sincronización los sistemas de investigación de la DIRINCRII con recursos móviles (smartphone) (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica del Perú: Lima. Recuperado de <https://n9.cl/jf18d>.
- Negrete, J. y Valverde, H. (2016). Propuesta de reducción del tiempo y costos para mejorar nivel de servicio en una cadena de suministros ETO (Tesis de pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola: Lima. Recuperado de <https://n9.cl/z8zhr>.
- Nikolakopoulos, K. G., Soura, K., Koukouvelas, I. K., & Argyropoulos, N. G. (2017). UAV vs classical aerial photogrammetry for archaeological studies. Journal of Archaeological Science: Reports. Volume 14, 758-773.
- Portocarrero, C. (2018). Validación de tres métodos analíticos para la

- determinación del boro por espectrofotometría visible (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa: Arequipa. Recuperado de <https://n9.cl/hx81>.
- Pedraza, I (2019). Análisis comparativo del levantamiento topográfico tradicional y el levantamiento topográfico con RPAS en la Huaca Aznapuquio, Los Olivos – 2019. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Cesar Vallejo. Lima – Perú. Pág.1. Obtenido de <https://n9.cl/l52b>.
- Sánchez, I (2017). Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la Plaza San Luis – 2017. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Cesar Vallejo. Chimbote – Perú. Pág.33. Obtenido de <https://n9.cl/x5cp6>.
- Stephenson, M. (2018). Energy and climate change: An introduction to geological controls, interventions and mitigations. Elsevier.
- Santana, E. (2017). Propuesta de sistema multi – UAV para aplicaciones de cobertura de área (Tesis de posgrado). Universidad Autónoma de Barcelona: Barcelona. Recuperado de <https://n9.cl/1l10y>.
- Settin, V, Rodriguez, F y Alvariza, G. (2019). Comparación de resultados topográficos altimétricos en el relevamiento de una cantera, utilizando drone fotogramétrico, drone rtk/ppk y estación escáner. Universidad de la República Uruguay .Uruguay. Recuperado de <https://n9.cl/xnkfd>.
- Supo, J y Zacarías, H (2020). Metodologías para la investigación científica. Seminario de investigación científica. 3ra edición. Editorial Bioestadístico. Arequipa. Perú. Obtenido de <https://n9.cl/ckf>.
- Tacca, H (2015). Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional. Tesis para optar el título profesional de ingeniero topógrafo y agrimensor. Universidad Nacional del Antiplano. Puno – Perú. Obtenido de <https://n9.cl/ariav>.
- Ticona, E. y Choque, P. (2016). Evaluación del diseño geométrico del camino de carga pesada (heavy haul road) proyecto minero las bambas - paquete 03 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano: Puno. Recuperado de <https://n9.cl/m6vx>.

- Trigoroso, B. (2018). Modelamiento hidráulico de la quebrada Calispuquio – tramo ciudad de Cajamarca – ciudad universitaria, con fines de prevención de inundaciones (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca: Cajamarca. Recuperado de <https://n9.cl/pf49>.
- Vega, E. (2019). Propuesta de un sistema de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad en la ciudad de Neuquén (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Comahue: Neuquén. Recuperado de <https://n9.cl/pvw8>.
- Vergara, L. (2019). Fotogrametría aérea para topografía en terreno irregular (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Federico Santa María: Chile. Recuperado de <https://n9.cl/x2mb>.
- Vizcarra, H. y Vizcarra, A. (2019). Comparación de control topográfico, replanteo en la construcción, presa relaves con estación total y GPS Diferencial en tiempo real (RKT), Minera Las Bambas – Apurímac (2019). Universidad Nacional del Altiplano: Puno. Recuperado de <https://n9.cl/74m5>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Vasquez Ortega, B. (2023). *Análisis comparativo del levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la urbanización Buena Vista, Distrito Amarilis, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA COMPLETA

Título: “Análisis comparativo del levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, Distrito Amarilis, 2021”

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable/Indicadores	Metodología de investigación
¿Cuál será la diferencia de los resultados entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021?	Determinar la diferencia de los resultados entre levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.	Hi: Existe diferencia de los resultados entre levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.		Enfoque: Cuantitativo Alcance o nivel: Descriptivo Diseño: sin intervención, prospectivo, longitudinal y analítico. Población: Conformada por el levantamiento topográfico con GPS diferencial, levantamiento topográfico tradicional (Estación total) y el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones (30 diferentes planes de vuelos) en la Urbanización Buena Vista. Muestra: La muestra a analizar está conformado por 99 puntos topográficos en la Av. Miraflores de la Urbanización Buena Vista
Problema específico	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable independiente	Variable dependiente
¿Cuál es la diferencia de precisión de trabajo en el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021?	Definir la diferencia de precisión de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.	Hi: Existe diferencia de precisión de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.	Levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron	Levantamiento topográfico tradicional
¿Cuál es el tiempo de trabajo empleado en el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021?	Determinar la diferencia de tiempo de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.	Hi: Existe diferencia de tiempo de trabajo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.	Levantamiento topográfico en la Urbanización Buena Vista.	
¿Cuál es la diferencia de costo en el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021?	Calcular la diferencia de costo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.	Hi: Existe diferencia de costo entre el levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, distrito Amarilis, 2021.		

ANEXO 2

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

																									
FICHA TÉCNICA																									
NOMBRE DEL PROYECTO																									
Análisis comparativo del levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con dron y levantamiento topográfico tradicional en la Urbanización Buena Vista, Distrito Amarilis, 2020																									
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">OPERADOR</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>						OPERADOR																			
OPERADOR																									
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRON																									
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">ALTURA DE VUELO</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	ALTURA DE VUELO			<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">RESOLUCIÓN GSD</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	RESOLUCIÓN GSD																				
ALTURA DE VUELO																									
RESOLUCIÓN GSD																									
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">TIEMPO DE VUELO</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	TIEMPO DE VUELO			<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">OVERLAP-TRASLAPE</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	OVERLAP-TRASLAPE																				
TIEMPO DE VUELO																									
OVERLAP-TRASLAPE																									
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS			<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">NÚMERO DE PUNTOS DE CONTROL</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	NÚMERO DE PUNTOS DE CONTROL																				
NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS																									
NÚMERO DE PUNTOS DE CONTROL																									
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">VELOCIDAD DE VUELO</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	VELOCIDAD DE VUELO			<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">ÁNGULO DE INCLINACIÓN</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	ÁNGULO DE INCLINACIÓN																				
VELOCIDAD DE VUELO																									
ÁNGULO DE INCLINACIÓN																									
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">ESTADOS DEL TIEMPO</td></tr> <tr><td>DESPEJADO</td><td> </td></tr> <tr><td>SOLEADO</td><td> </td></tr> <tr><td>NUBLADO</td><td> </td></tr> <tr><td>LLUVIOSO</td><td> </td></tr> <tr><td>OTROS</td><td> </td></tr> </table>			ESTADOS DEL TIEMPO		DESPEJADO		SOLEADO		NUBLADO		LLUVIOSO		OTROS		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">INTENSIDAD DEL VIENTO</td></tr> <tr><td>SUAVE</td><td> </td></tr> <tr><td>MODERADO</td><td> </td></tr> <tr><td>FUERTE</td><td> </td></tr> </table>			INTENSIDAD DEL VIENTO		SUAVE		MODERADO		FUERTE	
ESTADOS DEL TIEMPO																									
DESPEJADO																									
SOLEADO																									
NUBLADO																									
LLUVIOSO																									
OTROS																									
INTENSIDAD DEL VIENTO																									
SUAVE																									
MODERADO																									
FUERTE																									
DETALLES DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO																									
Nº PLAN DE VUELO	DESCRIPCIÓN	HORA	OBSERVACIONES																						

Plan de vuelo N°					
N°	ELEMENTO (LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO TRADICIONAL)	UNID.	CANT.	PRECIO UNITARIO	MONTO
Trabajo de campo					
Trabajo de gabinete					

ANEXO 3

REGISTROS FOTOGRÁFICOS DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN PARA TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE

a) Trabajos de campo

1) Se observa el levantamiento topográfico in situ utilizando la estación total.



2) Se observa el trabajo realizado in situ.



3) Se observa el levantamiento topográfico realizado in situ utilizando fotogrametría con drones.



4) Se observa la realización del plan de vuelo en el levantamiento topográfico utilizando fotogrametría con drones.



5) Se observa el levantamiento topográfico utilizando el GPS Diferencial.



6) Se observa el visado de los puntos utilizando la estación total.





7) Se observa al equipo técnico de apoyo utilizado.



8) Se observa la monumentación del punto de control in situ.



9) Se observa la monumentación con placa de acero del punto base del proyecto.

