



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Parámetros de Precisión en Obras Lineales con Equipos Convencionales de topografía, Carretera Tagre – Pampacolca Arequipa 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Br. Mendoza Serrano Antonio (<https://orcid.org/0000-0002-3138-9974>)

Br. Quinteros Chacaliza Ana Lucila (<https://orcid.org/0000-0001-7831-5967>)

**ASESOR:**

Mg: Muñiz Paucarmayta Marco Herber (<https://orcid.org.0000-0002-6818-6097>)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## Dedicatoria

- A mis padres, hermanos y cuñados que permanentemente me apoyan a seguir con mis objetivos y a mi esposa e hijos que son mi motivación y fortaleza diaria.

Antonio.

- A la memoria de mi madre  
Ana.

## **Agradecimiento**

- A mis colegas y docentes que me brindaron su apoyo y sus conocimientos durante mi vida universitaria, y a Víctor Hugo angelino quien siempre fue motivo de admiración e inspiración.

Antonio

- Expreso el agradecimiento sincero a nuestro asesor Mg: Muñiz Paucarmayta Marco Herber, por su valiosa guía, recomendaciones y opiniones en el desarrollo de la presente tesis.

Ana

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Índice de contenido .....	v
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	x
Resumen .....	xii
Abstract .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	28
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	28
3.3. Población, Muestra y Muestreo .....	30
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	31
3.5. Procedimientos .....	34
3.5.1. Estudios Previos. ....	35
3.5.1.1. Estudios de Campo .....	35
3.5.1.2. Estudios de Gabinete .....	42
3.6. Método de análisis de datos .....	69
3.7. Aspectos éticos .....	69
IV. RESULTADOS .....	70
4.1. Descripción de la zona de estudio .....	70
4.2. Resultados .....	71
V. DISCUSIÓN .....	99
Discusión 2: .....	101
VI. CONCLUSIONES .....	105

Conclusión 1: Sector Yato (tramo 1) .....	105
Conclusión 2: Sector Yato (tramo 1) .....	106
Conclusión 3: .....	107
VII. RECOMENDACIONES .....	109
Recomendación 1: Sector Yato (tramo 1) .....	109
Recomendación 2: sector Yato (tramo 1).....	109
Recomendación 3: .....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	111
Anexos .....	115
Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables comparación .....	115
Anexo 2. Matriz de consistencia.....	116
Anexo 3. Instrumentos de Recolección de Datos.....	118
Anexo 4. Mapas y planos.....	121
Anexo 5. Panel fotográfico .....	123
Anexo 6. Fichas técnicas de Recopilación de Datos.....	128
Anexo 7 Certificados de Calibración de Equipos .....	134
Anexo 8. Pantallazo de Turnitin .....	139

## Índice de tablas

Tabla 1. Precision en la nivelación .....	22
Tabla 2 Rangos de Validez .....	32
Tabla 3 Resultados de Evaluación de Expertos .....	33
Tabla 4 Confiabilidad de los Instrumentos .....	34
Tabla 5.Puntos exportados del GPS Diferencial en Pampacolca (tramo 2) .....	45
Tabla 6. Puntos exportados de la Estación Total sector Yato (tramo 1) .....	48
Tabla 7.Puntos exportados de la Estación Total sector Pampacolca (tramo 2) ....	51
Tabla 8.Puntos exportados con Dron sector Yato (tramo 1).....	63
Tabla 9. Puntos exportados con Dron sector Pampacolca (tramo 2) .....	65
Tabla 10: Elevaciones sector Yato tramo 1 GPS-Estación Total- Dron.....	72
Tabla 11: Variación de elevaciones sector Yato GPS-Estación Total, GPS- Dron	72
Tabla 12: Tolerancia máxima permitida y precision sector Yato (tramo 1) .....	72
Tabla 13.Prueba de normalidad elevaciones GPS – Estación Total .....	75
Tabla 14. Prueba de muestras emparejadas elevaciones GPS – Estacion Total..	76
Tabla 15. Prueba de normalidad elevaciones GPS – Dron .....	77
Tabla 16. Prueba de muestras emparejadas elevaciones GPS – Dron .....	78
Tabla 17: Elevaciones sector Pampacolca tramo 2 GPS-Estacion Total- Dron ....	79
Tabla 18: Elevaciones sector Pampacolca GPS-Estación Total, GPS - Dron.....	79
Tabla 19: Tolerancia máxima permitida y precision, sector Pampacolca (tramo 2) .....	79
Tabla 20. Prueba de normalidad elevaciones GPS – Estacion Total .....	81
Tabla 21. Prueba de muestras emparejadas elevaciones GPS – Estación Total..	82

Tabla 22. Prueba de normalidad elevaciones GPS – Dron .....	83
Tabla 23. Prueba de muestras emparejadas elevaciones GPS – Dron .....	84
Tabla 24: Coordenadas rectangulares sector Yato tramo 1 GPS-Estación Total- Dron .....	85
Tabla 25. Variación de coordenadas rectangulares sector Yato GPS-Estación, GPS - Dron.....	86
Tabla 26: Error relativo sector Yato (tramo 1) .....	86
Tabla 27. Prueba de normalidad GPS – Estación Total (Diferencia de Coordenadas Norte).....	87
Tabla 28. Prueba de normalidad GPS – Estación Total (Diferencia de Coordenadas Este) .....	88
Tabla 29. Prueba de muestras emparejadas diferencia de coordenadas GPS – Estación Total.....	88
Tabla 30. prueba de normalidad GPS – Dron (Diferencia de Coordenadas Norte) .....	90
Tabla 31. prueba de normalidad GPS – Dron (Diferencia de Coordenadas Este)	90
Tabla 32. prueba de muestras emparejadas diferencia de coordenadas GPS – Dron .....	91
Tabla 33.coordenadas rectangulares sector Pampacolca tramo 2 obtenidos con GPS-Estación Total- Dron .....	92
Tabla 34. Variación de coordenadas rectangulares sector Pampacolca (tramo 2) obtenidos con (GPS-Estación Total), (GPS- Dron) .....	92
Tabla 35:Error relativo sector Pampacolca (tramo 2) .....	92
Tabla 36. Prueba de normalidad GPS – Estación Total (Diferencia de coordenadas Norte).....	94

Tabla 37. Prueba de normalidad GPS – Estación Total (Diferencia de coordenadas Este).....	94
Tabla 38. Prueba de muestras emparejadas de diferencia de coordenadas GPS – Estación Total.....	95
Tabla 39. Prueba de normalidad GPS – Dron (Diferencia de coordenadas Norte) .....	96
Tabla 40. Prueba de normalidad GPS – Dron (Diferencia de coordenadas Este)..	96
Tabla 41. Prueba de muestras emparejadas diferencia de coordenadas Norte GPS – Dron .....	97
Tabla 42. Prueba de Wilcoxon (Coordenada Este) .....	98



## Índice de figuras

Figura 1.Imagen Fotográfica Inicio de Proyecto .....	4
Figura 2.Imagen Fotográfica Tramo intermedio de Vía .....	4
Figura 3.Equipos Convencionales de Topografía.....	12
Figura 4.Equipos Convencionales de Topografía.....	14
Figura 5.Software de Procesamiento de Datos Civil 3D.....	16
Figura 6. Vuelo de un Dron con Cámara Incorporada.....	17
Figura 7. Imágenes de Precisión y Exactitud .....	19
Figura 8. Imagen de Nivelación Vertical.....	20
Figura 9. Red de Triangulación .....	23
Figura 10. Poligonal Abierta .....	25
Figura 11.Procedimiento de Aplicación .....	35
Figura 13. Punto base en BM de control .....	39
Figura 14. Levantamiento topografico con ROVER de BM a nivel de eje de vía .	39
Figura 15. Modelo de colectora de datos GPS Trimble.....	40
Figura 16. Levantamiento con Estación Total de eje de vía.....	40
Figura 17. Levantamiento con Estación Total a nivel de eje de vía.....	41
Figura 18. Levantamiento con Dron .....	41
Figura 19. Levantamiento con Dron y Estación Total.....	42
Figura 20. Conversión de coordenadas geográficas a rectangulares al sistema (WGS 84) .....	56
Figura 21. Orientación de fotos en base al sistema (WGS 84).....	57
Figura 22. Identificación de fotos en base al sistema (WGS 84) .....	57

Figura 23. Coordenadas rectangulares, mayor proyecciones y mayor precisión ..	58
Figura 24. Corrección o ajuste de posición .....	58
Figura 25. Corrección o ajuste de posición .....	59
Figura 26. Clasificación de nube de puntos .....	59
Figura 27. Creación de superficie o MDT .....	60
Figura 28. Superficie de terreno o MDT .....	60
Figura 29. Generación de curvas de nivel a equidistancia de 1m .....	61
Figura 30. Curvas de nivel a equidistancia de 1m.....	61
Figura 31. Orto foto ya georreferenciada al sistema WGS 84 .....	62
Figura 32. Exportación de MDE .....	62
Figura 33. Plano de Ubicación de los dos tramos de estudio.....	70
Figura 34: Ubicación de BM en poligonal abierto sector Yato (tramo 1) .....	73
Figura 35. Ubicación de BM en poligonal abierto sector Pampacolca (tramo 2) ...	80

## Resumen

La presente investigación tiene como problema general la siguiente pregunta: ¿Cómo varían los niveles de precisión en obras lineales con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022?; como Objetivo general, Analizar la variación de los niveles de precisión en obras lineales con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022, para poder obtener los resultados de comparación. Así mismo como Hipótesis general: Los niveles de precisión alcanzados en obras lineales con equipos convencionales, de topografía no exceden los límites permisibles, carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022 presentan

La metodología empleada es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y diseño no experimental transeccional -relacional, con un nivel descriptivo la población está constituido por el Camino Vecinal Empalme. PE-1SH - Pampacolca”, encontrándose dentro de la ruta nacional en una longitud de = 18.676Km; el tamaño de la muestra será de 3.360km que se harán en dos tramos diferentes de la vía empezando en el Km 0+000 -hasta el Km 1+360 (tramo 1) y el otro tramo empezara en el Km 13+500 hasta el Km15+500. (tramo 2), empleándose el muestreo no probabilístico, y observación directa. Los resultados que se alcanzaron a nivel Altimétrico y Planimétrico, nos indican que no hubo variación significativa entre la Estación Total, GPS Diferencial, y el Dron, concluyendo que el recojo de información topográfica con equipos convencionales de topografía tienen precisión aceptable para obras lineales.

Palabras clave: Precisión horizontal, precisión vertical, BM de control,

## **Abstract**

The present investigation has as a general problem: How do the levels of precision vary in linear works with conventional road surveying equipment Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022?, as a general objective To analyze the variation of the levels of precision in linear works with conventional equipment of topography highway Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022, to obtain comparison results, as a general hypothesis: The levels of precision achieved in linear works with conventional topography equipment do not exceed the permissible limits, highway Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022 present

The methodology used is of an applied type, with a quantitative approach and a non-experimental transactional-relational design, with a descriptive level, the population is constituted by the Empalme Neighborhood Road. PE-1SH - Pampacolca”, being within the national route in a length of = 18,676Km; the size of the sample will be 3,360km that will be done in two different sections of the road starting at Km 0+000 -up to Km 1+360 (section 1) and the other section will start at Km 13+500 up to Km15+500. (section 2), using non-probabilistic sampling, and direct observation. The results obtained in the investigation at the Altimetric and Planimetric level, indicate that there was no significant variation between the Total Station, Differential GPS, and the Drone, concluding that the collection of topographic information with conventional topography equipment has acceptable precision for works. linear.

Keywords: Horizontal precision, vertical precision, control BM,

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional los trabajos encomendados que tienen relevancia en el campo de la topografía han sido la de fijar límites fronterizos de cada estado, conllevando para ello el levantamiento de los diferentes accidentes geográficos como ríos, canales, lagos, montañas, costas, etc. Con la información recogida poner los puntos de referencia y fijarlos a lo largo de todo el territorio, con la finalidad de dar jurisdicción a un determinado estado. Los levantamientos topográficos que se realizan en la ingeniería civil sirven como eje principal en los proyectos que se realizan, entregándonos de manera fiel los accidentes del terreno sobre el cual se va a construir una determinada obra civil. (Conde, 2012)

En el ámbito nacional para la ejecución de diversos proyectos de ingeniería civil como edificaciones, carreteras, canales, puentes, redes de agua y alcantarillado, etc. Se hace necesario un levantamiento topográfico con equipos convencionales de topografía para el recojo de información cartográfica confiable que detalle las características morfológicas de una determinada área que servirán para el diseño de todos los mecanismos de una obra, teniendo en cuenta que el error obtenido en el recojo de información de dicho trabajo topográfico, afecta a la ejecución de algún proyecto de ingeniería, a desarrollarse. Provias Descentralizado una de sus misiones es aportar a la dirección descentralizada de infraestructura vial departamental y rural para que los gobiernos regionales y locales, impulsen el desarrollo (Jurupe, Vigo y Nuñez, 2017)

En nuestra región para realizar el levantamiento topográfico se viene haciendo uso de equipos convencionales de topografía en la mayoría de obras civiles obteniendo con ello una adecuada visión de los diversos relieves topográficos, generando un menor grado de error y mayor precisión en los diferentes trabajos a desarrollarse. Uno de los problemas que se aprecia en la topografía es el uso de sistemas de coordenadas a usarse debido a que muchos proyectos están diseñados tomando en cuenta otro sistema de coordenadas.

La falta de vías de acceso hacia los pueblos implica el retraso en el progreso del distrito de Pampacolca, esta problemática se presenta en la actualidad y desde hace mucho tiempo atrás en los pobladores que habitan esta zona, distrito que

cuenta con recursos para ser un polo de desarrollo de la Provincia Castilla pero por el mal estado de sus carreteras, muchos de los productos que cosechan y se producen no salen al mercado debido a que muchas empresas no quieren dar servicio por el mal estado y lo accidentado de la vía perjudicando de manera directa a los pobladores de la zona; dentro de las soluciones que se puede dar a esta problemática es la mejorar el sistema de transitabilidad de la vía y permitiendo que otras empresas cubran dichas rutas.

Por lo expuesto para la investigación se plantea el problema general que se ha diseñado es ¿Cómo varían los Parámetros de Precisión en Obras Lineales con Equipos Convencionales de Topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022?, De la misma manera se exponen los problemas específicos: ¿Cuánto varía el Control Altimétrico en Obras Lineales con Equipos Convencionales de Topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022?, ¿Como cambia el Control Planimétrico en Obras Lineales con Equipos Convencionales de Topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022?

La presente investigación como parte de dar una justificación teórica, se enfocará de una manera practica sobre el uso de equipos topográficos modernos y su parámetro de precisión aceptables para obras viales tomando en cuenta las diferentes especificaciones técnicas del fabricante y también considerando las especificaciones que da el manual de carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG- 2013” al plantear la investigación sobre parámetros de precisión en obras viales con instrumentos topográficos modernos se debe tener una justificación metodológica que sustente la investigación, con el intento de cumplir los objetivos planteados, para tal propósito se empleara un método sistemático en el recojo de información en base a fichas técnicas de recojo de información, colectoras electrónicas de datos de campo, de la información recogida en campo con los instrumentos topográficos convencionales GPS Diferencial, Estación Total, Dron esta información después del procesamiento respectivo con software topográfico especializado darán una afirmación positiva o negativa sobre la hipótesis que fue planteada, dentro de la justificación técnica es imprescindible que el profesional especialista en obras viales primero que conozca los errores máximo permitidos de cada equipo topográfico usado en obras viales, en cada

etapa de ejecución del proyecto, segundo que se actualicen y adecuen a nuevas tecnologías que harán más eficiente la realización de un proyecto vial, y por último que sirva como apoyo bibliográfico a los alumnos de las diferentes profesiones afines a la Ingeniería Civil y afines a que conozcan los equipos topográficos modernos su operatividad y sus rangos de precisión aceptables. El camino dentro de sus funciones está la de satisfacer anhelos y necesidades de la población en cuanto a comunicación, comercialización, defensa, integración, turismo, traslado de bienes y desarrollo de un determinado entorno, en este caso la investigación del proyecto se justifica socialmente con el aumento de la transitabilidad en la vía de penetración hacia el distrito de Pampacolca, en la mejora del traslado de los pobladores desde ciudades aledañas fomentando más el turismo en el distrito, dentro de su calendario de festividades se realizan varias actividades de carácter patronal y católica fomentando de esta manera el turismo a nivel vivencial, los cuales afectaran directamente y de manera significativa en el poblador.

Para la siguiente investigación se propuso como objetivo general: Analizar la variación de los niveles de precisión en obras lineales con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022, para obtener resultados de comparación. Siendo los objetivos específicos: Estimar los niveles de precisión en el control altimétrico con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022; Determinar los niveles de precisión en el control planimétrico con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022

Para la hipótesis general: se realizará el análisis de los niveles de precisión alcanzados en obras lineales con equipos convencionales, de topografía no exceden los límites permisibles, carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022, Los niveles de errores en el control altimétrico con equipos convencionales de topografía. cumplen con los errores máximos tolerables carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022, (1), los niveles de precisión en el control planimétrico con equipos convencionales de topografía no exceden los límites tolerables carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022, (2).



Figura 1. Imagen Fotográfica Inicio de Proyecto



Figura 2. Imagen Fotográfica Tramo intermedio de Vía



## II. MARCO TEÓRICO

Internacionalmente se han realizado diversas investigaciones aplicando diferentes metodologías de estudio y llegando a resultados comparativos que sirven de base en la realización de trabajos en distintos campos de la ingeniería civil. en este ámbito se tiene a Lalangui & Zárate (2020) en su trabajo de investigación manifiesta que el objetivo de establecer mediante un software topográfico el relieve del área denominada el Batan para lograr el modelo digital del terreno se realizó por el método cuantitativo de carácter aplicativo para el planeo del vehículo aéreo no tripulado fue importante para el recojo de información que se hizo en campo fotográficamente que después de un proceso de restitución fotogramétrica se obtuvieron resultados de mosaicos que detallaban claramente el relieve de la superficie en donde se pudo ver que el terreno era de pendiente pronunciada la precisión de error aceptables por debajo de 0.17 y 0.21 tanto a nivel planimétrico como altimétrica motivo por el cual se suscitaban o pueden suscitarse eventos como los movimientos traslacionales; el recojo de información en campo sirvió también para realizar un análisis y plantear una modificación en los diferentes estudios que se realizan en los proyectos de ingeniería.

Por otra parte, se tiene a (Jiménez, Magaña y Soriano 2019), en su investigación como objetivo principal fue la de realizar un análisis comparativo de coordenadas obtenidas del levantamiento topográfico con los distintos métodos usados, de la misma forma describe el uso y parámetros del dron empleado a la topografía así como los métodos realizando un estudio tipo cuantitativo, muestra correspondiente a 8 puntos de control que se consiguieron de forma independiente con Estación total, Dron y GPS; el muestreo fue no probabilístico, instrumento de recojo empleado fueron las fichas técnicas. Los productos finales demuestran que al comparar coordenadas de ambos equipos se obtuvo que la mayor variación fue: respecto al GPS (RTK) y estación total En  $X=0.023m.$ , en  $Y=0.020m.$  y en Elevación= $0.039m$ , y un promedio de elevación de  $0.017m$ , respecto al GPS (RTK) y Dron se obtuvo que la mayor variación fue: En  $X=0.038m.$ , en  $Y=0.041m.$  y en Elevación = $0.287m$ , y un promedio de elevación de  $-0.014m$  Para el GPS. Se concluyó que los datos obtenidos en campo con el Dron y las medidas con Estación

Total brindan resultados equivalentes, sin embargo, el segundo procedimiento resulta más factible en comparación.

Por otra parte Gómez (2020) en su tesis de investigación tiene como objetivo en contrastar la precisión y tiempo en el acopio de información. El trabajo de investigación se realizó aplicando la metodología científica tipo aplicada, la población en estudio fue en las instalaciones de la Universidad de Chiapas (UNICACH), el muestreo fue de tipo no probabilístico y los instrumentos de recolección de información fueron las fichas técnicas obteniendo como resultado los datos: en X,Y,Z de los puntos de control a una altitud de vuelo de 100m, alcanzando una precisión de 0.042,0.034,0.0028 en ese orden, se concluye que el levantamiento directo tiene más precisión y ocupa más tiempo en el recojo de información, por lo tanto, la fotogrametría con Dron la precisión es baja pero se ocupa menos tiempo en la recopilación y procesamiento de datos.

También se tiene a ( Mac Tzul 2018), en su investigación como objetivo principal fue comparar los resultados del levantamiento topografico para obtener juicios de la precisión y eficacia; se hizo el estudio de Tipo Descriptivo-Cuantitativo, la población fue un perfil topográfico emplazado en la Universidad de San Carlos de Guatemala, la muestra fueron los BM's establecidos el muestreo no probabilístico; se hizo uso de fichas técnicas; dentro de lo obtenido con respecto a nivelación altimétrica fueron los errores absolutos y porcentuales para la Estación Total de +0.007 m. y 0.0005%, nivelación diferencial de -0.02 m. y 0.001%, y para el GPS de +0.599 y 0.004%, siendo el error permisible de la Estación Total y nivelación diferencial de  $\pm 0.0207$  m. Se determinó que la mayor precisión es el que se realizó con la Estación Total por ofrecer datos que se ciñen mejor a la realidad.

A nivel nacional se tiene a Hinostroza (2021) en su tesis de investigación como principal objetivo fue comparar los logros de la valoración de los errores máximos permisibles en el recojo de información topográfico con instrumentos topográficos convencionales. La metodología que se usó fue de tipo científica con un nivel correlacional del tipo aplicada, basándose en el diseño no experimental; la población de estudio fue la Universidad Peruana de los Andes, el muestreo fue no

probabilístico o muestreo por conveniencia, los instrumentos empleados son las fichas de recopilación de información topográfica., obteniendo los resultados que fueron del GPS Diferencial con respecto al Dron obteniendo un error máximo permisible de 0.674 nivel altimétrico y de un error máximo permisible de 0.007 a nivel planimétrico; concluye que al realizar el recojo de información topográfica con el GPS Diferencial tiene una mayor exactitud con respecto al dron y 21.25% más barato.

Se tiene a Cabada (2019), como principal objetivo fue “La evaluación en la precisión y el costo en el recojo de información del relieve topografico”. Se realizo el estudio de Tipo Cuantitativo, la población es el centro poblado Cashapampa, la muestra es una zona del centro poblado que cuenta con un área de 3.24 ha, el muestreo fue no probabilístico; se usaron Fichas técnicas. Se obtuvo como resultados las variaciones de coordenadas usando estación total respecto al GNSS diferencial fue de 0.073m en el este, de 0.121m en el norte y de 0.154m una variación de 0.233m en cota; y que la variación de coordenadas con RPA Dron respecto al GNSS diferencial es de 0.007m en el este, de 0.025m en el norte y de 0.003m en la elevación. Se concluyó que el levantamiento con dron es 10 veces más preciso en las coordenadas Este, 5 veces más preciso en la coordenada Norte y 51 veces en la elevación.

Se tiene a Humani (2019) en su tesis de investigación fija como objetivo estimar la precisión de uno y otro tipo de recojo de información topográfica en base a la obtención de puntos del sistema de posicionamiento Global para proyectos de Ingeniería Civil, para tal efecto se realizó una investigación cuantitativa con un diseño de investigación no experimental descriptivo de corte transversal .la población seleccionada es el área del AA. HH Miramar distrito de San Martin de Porres la muestra que se obtuvo corresponde a la figura geométrica poligonal de 6 encadenamientos consecutivos Se obtuvo como resultado de la medición con los tres equipos convencionales GPS Diferencial Estación Total, Dron, en ese orden una precisión de: 0.0050,0.0051,0.0052; de los resultados obtenidos concluye tomando como patrón al GPS Diferencial 100% la estación tiene una precisión de

99.98% y el Dron de 99.60% la Estación Total tiene mayor precisión con respecto al Dron sobre la base patrón que es el GPS Diferencial.

Se tiene a (churacutipa Paiva 2022) en su tesis de investigación tuvo como objetivo establecer como la fotogrametría y el uso de equipos convencionales influyen en la precisión planimétrica y altimétrica. Investigación de tipo aplicada, diseño cuasi-experimental, de nivel explicativo y tipo cuantitativo. La población está compuesta por la Carretera Interoceánica Brasil – Perú y la muestra se da en el Km35 – km39, obteniendo los resultados para la precisión altimétrica con el MDT es de 0.135m y una variación de -0.306m y con la estación total de 0.167m; y una variación de -0.306m, de la misma manera los resultados obtenidos para la precisión planimétrica con el MDT es de -0.006m en el este y de 0.013m en el norte: para la estación total fue de 0.044m en el este y de 0.056m en el norte. Arribando a la conclusión que las mediciones con mayor precisión brindan los equipos convencionales.

Cano et al (2018) según los autores del artículo pertenecientes a la Red Geodésica Activa en los últimos años los sistemas globales de navegación por satélite se han observado importantes avances con la ampliación del número de satélites y algoritmos de procesamientos la publicación del artículo tiene como finalidad establecer una eficacia de posicionamiento global que tiene la red geodésica de Andalucía para la obtención de buenos resultados se tuvieron que efectuar diversas ensayos principalmente haciendo uso de tecnología moderna de posicionamiento global en el sistema RTK para ello se tuvieron que realizar estudios de todos los parámetros encontrados em base a fidelidad y exactitud donde se pudieron comprobar las efemérides lanzadas producto de este estudio; de la misma manera se tuvieron que hacer estudios del recojo de información con un instrumento topográfico que tiene incorporado una libreta electrónica de almacenamiento de información en áreas pequeñas los cuales por su dimensión son tomados para la realización de diversos proyectos de ingeniería

Jarrín (2020) indica que el uso de nuevas tecnologías en la actualidad se vuelven cada vez más necesarias debido a la versatilidad de los equipos y a la calidad en la obtención de datos Este artículo describe como el uso de tecnología que está a la vanguardia hace la diferencia en trabajos de recojo de información y sus

diferentes técnicas que sirven bastante al ramo de la ingeniería por la versatilidad y el dinamismo con el que realizan los diferentes trabajos encomendados al procesar los mosaicos obtenidos en campo con software especializado en fotogrametría digital la información proporcionada a los responsables en la ejecución de proyectos de ingeniería hace que se tome mejores decisiones y cambia la perspectiva del control de obra dinamizando la operatividad de sus procesos, cada vez más se viene haciendo uso de esta tecnología que al darnos información en tres dimensiones se puede ver y tener idea de cómo ya estaría o debería quedar cuando la obra este ejecutada en la totalidad de sus partidas permitiéndonos tener otro enfoque del proceso constructivo debido a que desde el aire se puede ver con más detalle y obtener mejores resultados.

Los deslizamientos de tierra pueden ser provocados por diversos fenómenos naturales y estos por lo general se dan en terrenos de topografía accidentada y con pendientes muy pronunciados motivo por el cual al no tener un adecuado tratamiento sobre los distintos taludes se pueden observar desplazamientos horizontales de masas de terreno causando daños a la carretera, este desplazamiento hace que influya de manera directa a las poblaciones en el desarrollo de sus diversas actividades económicas sociales. Viendo estas situaciones se hace más necesario el uso de tecnología nueva que a través de un mapeo de simulación, predicción y evaluación de peligros pueda identificar las posibles zonas de riesgo, como los relieves que tienen pendientes muy pronunciadas los cuales brinden información relevante por la facilidad en la obtención de imágenes aéreas de extensiones considerables de terreno, y con ayuda de software especializado se procese la información recogida en trabajos de campo, el avance que se tiene en Colombia para el monitoreo, seguimiento y control de obras viales se está realizando con apoyo de drones y aun menor costo que el método tradicional de control topográfico

Santecchia (2020) Argentina a nivel mundial el avance tecnológico en diferentes ramas, en el campo de la topografía también se ha visto reflejado este avance en la incorporación de nuevos instrumentos topográficos capaces de simplificar trabajo y tiempo en el recojo de información sobre un determinado área que al realizar con tecnología convencional este trabajo se hacía más tedioso y se disponía más horas

de trabajo; ambas formas y modelos de recojo de información al final nos dan como resultado la obtención de planos topográficos ya sea en un sistema de dos dimensiones o tres dimensiones , todo esto con apoyo de software topográfico especializado en la transformación de información traída directamente de campo ya sea través de mosaicos o archivos csv. Para lo cual se diseñaron y planificaron con apoyo de SIG la trayectoria para el recojo de información fotogramétrica a través de mosaicos, enlazados a un sistema de posicionamiento global considerando un datum inicial que sirvió como punto de control para el proceso de georreferenciación, con la información que se trajo de campo se pudo realizar la contrastación de resultados para dar validez a la precisión con la que se realizaron los trabajos de recojo de información en los dos métodos de levantamiento después del contraste de información se pudo apreciar que existen resultados que difieren una con respecto a la otra de forma sustancial, con respecto a la obtención de la nube de puntos de ambos métodos se aprecia que son eficaces de acuerdo a modelos tridimensionales de representación del relieve de ambos métodos en el cual se puede ver de manera clara todos los accidentes geográficos del relieve topográfico.

(geovisualización y descubrimiento de conocimiento geovisual, 2020) In the article published by the University of Michigan Massachusetts in 2020 on geo visualization and Discovery of geo visual knowledge, it indicates that geospatial technologies require a staff training methodology to accommodate the set of cybernetic learning techniques Topographical survey is a I work in high demand for both mapping and engineering geospatial applications. Knowing the terrain relief is important to any surveyor involved in collecting topographic data. For this, they must be trained in the handling of topographical instruments such as (total stations / GPS systems) in the field. Virtual Reality and Augmented Reality (VR/AR) technologies provide an opportunity to train. the research article asks us about virtual instruments that are necessary to learn by surveyors, which can be fed with data from unmanned aerial systems (SUAS) and point clouds from the terrestrial LIDAR scanner (TLS), the research was implemented based on systems independent computers. Today, mobile technologies and cloud computing give us another solution to geospatial VR

deployments that are more computationally efficient and inexpensive mobile VR can be deployed compared to stand-alone systems

Tarvo et al (Técnicas combinadas de topografía de edificios en 3D: escaneo láser terrestre (TLS) y topografía de estación total para fines de gestión de datos BIM, 2022) the article published in 2022 in London-England they indicate that. Building Information Modeling (BIM) symbolizes the process of refining and using a computer-generated model to simulate the organization, design, construction, and operation of a building. The use of these models has increased in the last decade due to their great monetary benefits in the design and construction stages and in the management of buildings. BIM is applied to construction since the importance of having a BIM model is to produce accurate information related to the building, including its physical and functional characteristics, geometry and internal spatial relationships, for this it is necessary to collect accurate topographic information using topographic instruments. high-precision conventional to carry out a study on the feasibility of a project, it is necessary to have a cloud of laser scanning points for the creation of a BIM model. In the same way, a terrestrial laser scan (TLS) should be carried out, using a total station topographic instrument, geodetic topography networks, and when processing information, it can be used within a BIM model.

(Samara, 2019) According to an article published BY IOPSCIENCE at the international conference on civil, architectural and environmental sciences and technologies, the year 2019 indicates that many new geodetic instruments and technologies are created today, which are different from conventional or traditional ones. Before, each measurement was made with its own type of instrument: for the angular ones, the theodolite, to find differences in height, the level and the linear ones, with a tape measure and a telemeter. Each instrument had its own precision characteristics. Currently. A modern geodetic instrument comes with new technology that incorporates the latest achievements in modern satellite optics and methods.

Geodetic topography is useful and very important for the construction of land routes and airfields; They also allow us to monitor the deformation, subsidence

of other roads, the collection of topographic information is used for the creation and preparation of topographic plans.

En base a literatura existente en libros, investigaciones se procede con el desarrollo de las bases teóricas, conceptos que están relacionados a las variables que forman parte de la investigación (WOLF R & BRINKER .C, 1997) cita que los equipos convencionales de topografía realizan la medición de distancias de manera directa e indirecta a la vez los ángulos horizontales y verticales con gran precisión, como características los equipos convencionales (Ayala .M.R, 2018) el equipo topográfico convencional dice que es el pilar en todo proyecto de ingeniería civil, porque es el inicio de todo trabajo y nos brinda información de primera mano.



Figura 3. Equipos Convencionales de Topografía

Fuente: Geo Perú equipos de topografía

(McCormac, 2004) indica que los levantamientos geodésicos son mediciones de vastas extensiones del relieve terrestre que se encarga de la obtención del tamaño y la figura de la misma en forma plana correlacionando el factor de curvatura y refracción terrestre con el radio en el ecuador; de manera practica realiza la medición y procesamiento de datos necesarios para la determinación de las ejes en el este y el norte de puntos fijos con el propósito de suministrar el soporte para el recojo de información topográfica del relieve, también indica que los instrumentos topográficos usados en la planimetría son usados en la altimetría (AGUERO CORSO, MONTILLA PACHECO, & VALERO SEGOVIA, 2018) el uso del GPS se da a nivel mundial y nos permite el posicionamiento y georreferenciación de puntos u objetos, también nos habla de realizar trabajos



con más precisión. En si el GPS diferencial es un aparato que usa una técnica de posicionamiento relativo que usa algoritmos avanzados cuyos receptores serian, la base es el que estacionas y se queda en un punto fijo y el que vamos agarrando que sería el Rover, los cuales recepcionan los datos que nos dan los satélites GNSS; El GPS Diferencial establece una máxima precisión en el sistema. Este tipo de receptor, además de recibir y elaborar la información de los satélites, recibe y procesa paralelamente, otra información agregado originaria de una estación terrestre, situada en un punto cercano y reconocido por el receptor. (Peñafiel & Zayas, 2001) Se hace uso de dos receptores que captan las señales de los satélites, de tal manera que llega a eliminar errores de datos que son casos inexorables y así poder obtener datos con mayor exactitud. Es de vital uso un ordenador para poder rectificar los puntos de dichas estaciones.

Según (FERRECCIO, 2006) La tecnología Real Time Kinematic o Cinemático en Tiempo Real (técnica RTK) es la consecuencia de la evolución que han tenido los equipos GPS. Esta tecnología ofrece algo extraordinario: que el posicionamiento es preciso y este se da en tiempo real, ósea, la obtención de coordenadas planialtimétricas se da en el instante que se realiza la medición; esta posibilidad se da en la introducción de un enlace de comunicaciones entre los receptores GPS y a la incorporación de software de procesamiento en los propios equipos. La característica que diferencia a un equipo GPS convencional de uno RTK que este último tiene capacidad de replanteo, y permite obtener una colocación semejante de datos en la obtención de coordenadas relativas sobre la superficie terrestre, y así controlar con exactitud en trabajos de ingeniería civil, etc. Por lo expuesto líneas arriba la tecnología RTK será la que ofrezca la información a tomar como referencia para el desarrollo y análisis de la investigación.

(Alcaraz, pág. 22) indica que el margen de error de un receptor GPS normal estaría entre los 6 y los 10 metros de discrepancia con el punto de vista que indica en la pantalla; en un movimiento normal por tierra 100m de discrepancia esto no debería causar ninguna dificultad, por lo tanto, el GPS Diferencial disminuye el margen de error a menos de 1/2 cm de discrepancia, con la posición indicada. Para realizar un levantamiento topográfico se hace uso de las

constelaciones satelitales que están conformados por un grupo de satélites los cuales proporcionan datos para el cálculo de un punto u objeto en la tierra realizando el proceso de distintas medidas para esto la distribución de los satélites debe ser la más adecuada abarcando todo la superficie terrestre, dentro de las constelaciones satelitales tenemos a NAVTAR GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, y los receptores satelitales o conocidos como GPS, receptor satelital diferencial conocido como GNSS, para que el proceso de recojo de información sea validado en el Perú se debe enlazar a la red Geodésica Nacional; la categorización de los puntos geodésicos están dados según el (IGN, 2016) en las paginas 28,29 se indica el propósito de unificar los levantamientos estos deben estar referidos a la red geodésica geocéntrica nacional (REGGEN) clasificando los puntos de orden 0,A,B,C.

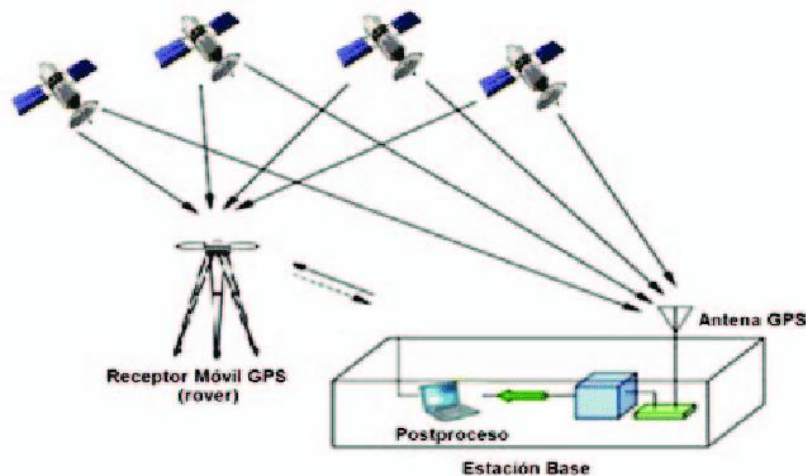


Figura 4. Equipos Convencionales de Topografía

Fuente: <https://www.google.com/search?q>

El rendimiento esperado que se tiene con este equipo en razón al tiempo es bueno y con respecto al costo es relativamente alta con respecto a otros equipos convencionales, el procesamiento de datos se hará con el software topográfico Trimble Business Center (TBC), permite a los profesionales de topografía poder obtener los datos GNSS con una alta exactitud y a la vez generar entregables Cad.

La estación total es un equipo topográfico la cual es indispensable en cualquier proyecto de ingeniería. Según el tamaño del proyecto se realizara el requerimiento de los equipos y ver también el grado de precisión con el que se quiera trabajar según Rincon (2017) indican la realización del recojo de información con un enfoque que determine el área y sus características plasmadas en un plano a través de curvas de nivel a una escala conveniente, proceso que se realiza en gran parte de proyectos de ingeniería civil, la estación total es un teodolito que viene incorporado un Distanciómetro (EDM) y una unidad de procesamiento con la que se puede realizar la medición con más precisión de ángulos y distancias de manera electrónica y procesar trigonómicamente obteniendo como resultado coordenadas de posición en el espacio vienen incorporado un Prisma que permite el reflejo de luz que emite (laser) la información de obtención de puntos topográficos es almacenada en el equipo y se puede ser extraída mediante un USB a un ordenador para el procesamiento de la información, en la actualidad se tiene en el mercado estaciones totales de tecnología avanzada como las robóticas las cuales recogen información más detallada y realista, dentro de los trabajos de campo que se pueden realizar son variadas en distintos campos de la ingeniería civil como poligonación, medición de puntos de detalle, replanteo, líneas de referencia, cálculo de volumen de tierra. Para Hernández (2011) la mejor opción para determinar el enfoque de calidad, precisión eficiencia es la estación total solo con una restricción en el tema económico, las características que posee la Estación total están determinada por el fabricante y esto va de acuerdo al trabajo a realizarse, con respecto a la precisión horizontal y vertical dependerá mucho del trabajo que se quiera realizar para lo cual se empleará los equipos adecuados. Ya que no será lo mismo hacer un trabajo de montaje a un trabajo referente a movimiento de tierras. En el mercado existe variedad de equipos y de todas las gamas, dependerá del profesional qué equipos utilizar.

Para realizar el procesamiento de la data recogida en campo se usará el software Civil 3D que básicamente es un software de diseño para la ingeniería civil siendo un programa muy dinámico y versátil.



Figura 5. Software de Procesamiento de Datos Civil 3D

Fuente: <https://www.google.com/search?q>

Un Dron es un equipo aéreo no tripulado, que está dirigido a control remoto. En el mundo de la topografía es sorprendente como se consigue ahorrar tiempo y trabajo, y que con solo 40 minutos de uso de este equipo aéreo, se cubre el trabajo de alrededor de un mes de topografía convencional. (Drone Services, 2020).

Puerta (2015) nos menciona los drones son dispositivos de particularidad similar al avión, el nombre inicial para el dron fue de UAV, el cual traducido al idioma español significa equipo aéreo no tripulado, el dron se le dan diversos usos en el mercado se ve drones de ala fija y de hélices. (Tacca.H, 2015) lo define como equipo UAV, como vehículo aéreo no tripulado este no necesita de la asistencia de un individuo para realizar un vuelo suficiente con un control remoto, el individuo lo maniobra desde la tierra y el aparato realiza el vuelo desarrollando lo encomendado. Al comienzo los drones fueron utilizados por el ejército, tenían la apariencia de un avión, pero evolucionan constantemente, realizar su plan de vuelo también sobre un determinado proyecto establecido, los drones en la actualidad el uso y manejo son más sencillas. (Barrio, 2017)

Los drones poseen una placa que los identifica y un registro de fabricación según Barrio (2017) Los aparatos no tripulados (tipo 2 y 3), drones que son navegados por un control deben tener identificación donde este la serie datos de empresa y contacto, esta tiene que estar visible

El UAV superior a 25 kg tienen que tener matrícula, certificado de poder navegar en el país la entidad encargada de entregar la licencia de operatividad es la

Dirección General de aeronáutica Civil entidad que regula el uso de los drones. La mecánica y composición de un dron es particular para cada modelo va depender el uso que se le va a dar; para el funcionamiento de un dron, lo estándar es que cuenten con 4 hélices, dichas hélices giran en distintos sentidos dos hacia el lado derecho y dos hacia el lado izquierdo, donde las hélices le dan estabilidad y apropiado vuelo; los drones son especiales para poder soportar alturas mayores a los 20 metros.(Barrio, 2017)



*Figura 6. Vuelo de un Dron con Cámara Incorporada*

Fuente: <https://www.comprardrones.online/>

Según Grupo ACRE Perú (2021). En cuanto a la precisión con drones para los levantamientos topográficos dependen mucho del proyecto que se va realizar. Por ejemplo, para un proyecto de cultivos o de construcción se necesitan precisiones relativas y para otras será necesario drones equipados con cinemática en tiempo real RTK, de precisión absoluta; El dron DJI Phantom 4RTK tiene una precisión vertical y horizontal relativa de 2 cm y 1.20 cm respectivamente.

Según (DJI Enterprise, 2022). Normalmente al utilizar los métodos tradicionales de topografía se requiere de mayor tiempo para la preparación y organización, sin embargo, los drones ofrecen resultados similares en menor tiempo. Por ejemplo, STRABAG, una empresa a la vanguardia de la construcción con sede en Austria, cuantifica que el tiempo necesario para establecer GCP disminuye en un 75 % al utilizar drones para el reconocimiento topográfico, pero el recojo de datos topográficos en cualquier tipo de terreno e incluso si son inaccesibles para el ser humano. Estos trabajos con dron hacen que un trabajo de

levantamiento topográfico se minimice hasta en un 75% de topografía convencional con instrumentos topográficos convencionales.

Ferreira y Aira (2017) indican que los cuadros que se consiguen con un dron poseen una resolución mayor de lo convenido. Al realizar un vuelo a menor altura que las convencionales hace que la escala de trabajo sea mayor, esto en los vuelos fotogramétricos. obteniéndose ortofotografías con un tamaño de píxel entre 1 y 5 cm. Para el procesamiento de información y obtener los modelos digitales de elevación. Superficie, terreno se hace con la nube de puntos en las figuras que han sido capturadas por RPAS, a través de una proyección de vuelo y la obtención de fotografías digitales según Quiroz 2014 sugiere que la fotogrametría mide con precisión en base a convenciones establecidas en el plan de vuelo sobre capturas aéreas esto tiene que ver bastante con la habilidad y pericia en los levantamientos con dron, para luego mediante el proceso de restitución fotogramétrica se obtendrán resultado de modelado para esto se hará uso del software PIX4D.

Foote, (1997) en su libro de tratado de topografía nos dice que al realizar mediciones topográficas se tiene que distinguir entre exactitud y precisión, la sociedad Americana de Ingenieros Civiles define exactitud como la aproximación absoluta a la verdad, con un patrón o modelo, mientras que precisión define como la aproximación relativa o aparente de la verdad, o que puede ser el grado de perfección con que se ejecuta una operación o se establece un resultado.

(Mendoza Dueñas, 2020) Todo lo que se realiza en topografía quedan sujetas a los defectos convenientes de los aparatos o dispositivos, falta de pericia del operador y a las situaciones atmosféricas; en tal sentido, ninguna medida en topografía es exacta los errores permanecen siempre al realizar una medición, sin embargo, el equivocarse es una falta grave ocasionada por descuido, distracción, desconocimiento y agotamiento. Los errores deben situarse dentro del rango de lo permisible, garantizando de esta manera los resultados que deben cumplir un grado de precisión.

Pantigoso (2014) cita que la precisión se encuentra sujeta a un instrumento o procedimiento de medición que nos da una sensibilidad o mínima variación de la magnitud, estos tienen una precisión finita, entonces, en cada instrumento de

manera individual siempre exhibirá una desviación mínima de la magnitud capaz de detectar.

Asimismo, explica que la exactitud de un instrumento o procedimiento de medición está en función a la calidad de la calibración de este. Se define como medida de la calidad de calibración para dicho instrumento con relación a estándares de medida aprobados internacionalmente. (Pantigoso, 2014)

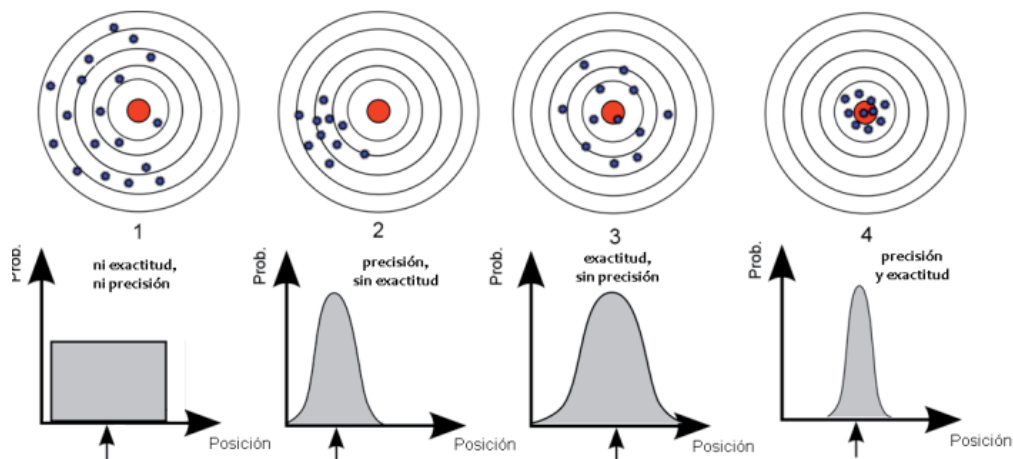


Figura 7. Imágenes de Precisión y Exactitud

Fuente: estadística en topografía/

Russell, Brinker y Wolf, (1982) citan el error sistemático va directamente relacionado a las condiciones medioambientales, instrumentales y la del observador perenemente que las situaciones del sistema se conserven invariables por lo tanto los errores también se mantendrán invariables, y si cambian las magnitudes de los errores sistemáticos también cambian, debido a que estos tienden a acumularse.

(Conde 2012) cita los errores sistemáticos proceden de una causa constante y variable que en un determinado tiempo afectan los resultados de las observaciones, pero siempre se dan en un solo sentido y tienen un signo positivo o negativo

Con respecto a los errores accidentales (Conde, 2012) nos dice proceden por causa fortuitas por imperfección de nuestros sentidos o por irregularidades de la atmosfera o relieve del terreno a medir dándonos un comportamiento irregular sobre el

resultado de las medidas de ángulos y distancias, siguiendo las leyes de la matemática, estadística del cálculo de probabilidad.

Según (WOLF R, y otros, 1997) los errores son causados por elementos que están fuera del control por parte del topógrafo obedeciendo a las leyes de la matemática y la probabilidad y se encuentran presentes en todas las mediciones que se realicen de cualquier tipo.

Según Navarro (2008) la planimetría, es el estudio haciendo uso de un método y procedimientos que representaran a escala los detalles más significativos de un determinado espacio sobre un plano de referencia, excluyendo su relieve y representándose en una proyección horizontal.

Navarro (2008) define a la altimetría que es el fragmento de la topografía que estudia en base a técnicas y metodologías con el objeto de establecer y simbolizar la altitud, o “cota”, de todos los puntos, respecto de un Datum la altimetría nos ayuda simbolizar la topografía de un determinado espacio.

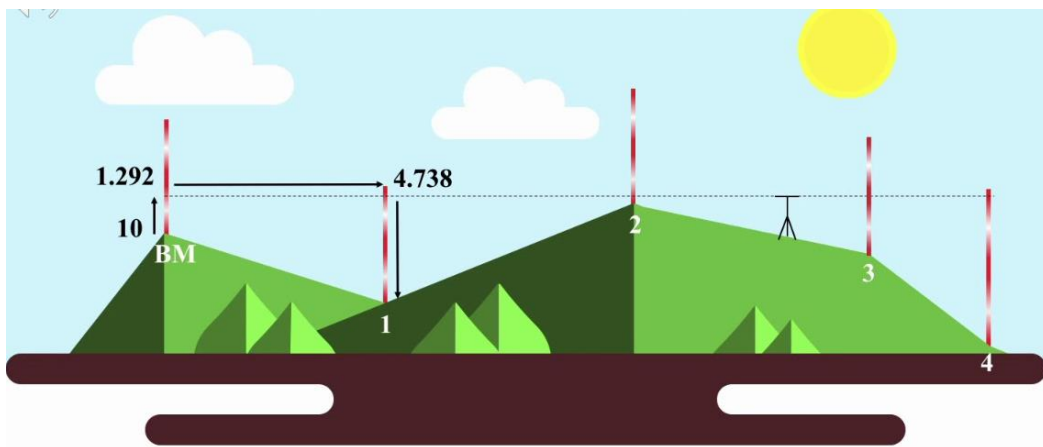


Figura 8. Imagen de Nivelación Vertical

Fuente: estadística en topografía/

Para poder realizar un adecuado control topográfico en una obra de ingeniería civil cualquiera sea la especialidad en la que se esté trabajando se tiene que realizar el control horizontal y el control vertical que garanticen la correcta ejecución de obra de acuerdo a planos ya establecidos en el diseño (Quispe, 2015) indica que El control vertical es un proceso para establecer elevaciones con respecto a un Datum



vertical. En posicionamiento terrestre referidas al geoide. Para realizar el ajuste se usa técnicas geodésicas avanzadas y complejas. La red básica de control vertical se establece usando nivelaciones geodésicas. El nivel medio del mar se usa como referencia (datum vertical) en todos los métodos. Este nivel se determina obteniendo el promedio horario de las variaciones del agua durante un año o más en una estación mareo gráfica. Existiendo diversas técnicas de nivelación: geométrica o diferencial, trigonométrica y barométrica, independientemente nos dan resultados y precisiones diferentes.

(mendoza dueñas, 2010) para la precisión a nivel altimétrico es necesario conocer los bancos de nivel los cuales se utilizan cuando el objetivo es determinar la configuración altimétrica de un determinado relieve a lo largo de una línea definida planimétricamente y que enlaza los puntos dados, para ello es necesario realizar la nivelación o la toma de datos de ida solamente, teóricamente la cota final calculada, debe ser exactamente igual a la cota final conocida, dado que viene hacer el mismo punto; pero en la práctica , siempre existe una diferencia de dichas lecturas esta diferencia viene hacer el error de cierre altimétrico y su aceptación dependerá de la precisión que se busca. Para la siguiente investigación al realizar el control vertical con los equipos convencionales de topografía se verificará si está dentro de los márgenes de tolerancia máxima permisible, que tiene el manual de carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG – 2013” para lo cual se tomara en cuenta la tabla para determinar la precisión altimétrica,

Tabla 1. Precision en la nivelación

Precision		Lectura	Error Relativo (tolerancia máxima permisible)	Descripción
Nivelación de Precision	1er orden	mm	$Er = \pm 0.004\sqrt{M}$	Redes principales de un país
Nivelación Excelente	2do orden	mm	$Er = \pm 0.008\sqrt{M}$	Trabajos grandes y medianos, obras de ingeniería topografía y cartografía en áreas urbanas
Nivelación Ordinaria	3er orden	mm	$Er = \pm 0.024\sqrt{M}$	Para trabajos de ingeniería, irrigaciones, caminos, menores en área rural
Nivelación Aproximada	4to orden	mm	$Er = \pm 0.096\sqrt{M}$	Trabajos de ingeniería temporales

**Fuente:** (Mendoza Dueñas, 2010)

Quispe (2015) indica para realizar un control topográfico a nivel horizontal se puede realizar haciendo levantamientos horizontales por el método de triangulación, trilateración, poligonación.

Una triangulación radica en realizar medidas de los ángulos de una cantidad de triángulos; este principio está basado en operaciones trigonométricos: si la distancia medida del lado de un triángulo y los ángulos extremos del lado son medidos con exactitud, por lo tanto se podrán obtener los otros dos lados y el ángulo restante (Quispe, 2015)

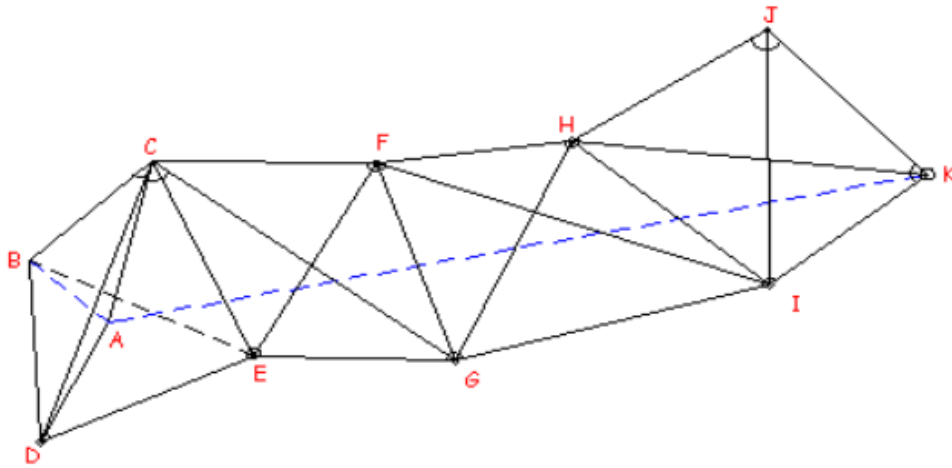


Figura 9. Red de Triangulación

Fuente: procedimientos topográficos y geodésicos

Las redes de triangulación geodésicas hacen posible la unión de levantamientos en islas o en continentes apartados por magnas extensiones de mares. En trilateración sólo se miden distancias, y se hacen observaciones reiterativas para garantizar una adecuada precisión. Adaptamos la red para desaparecer las discrepancias, luego se calculan los ángulos haciendo que las posiciones geodésicas obtengan de manera similar al procedimiento de triangulación, La trilateración esencialmente no necesita de una base se realiza desde un punto para establecer las coordenadas en base a tres puntos predeterminados. (Quispe, 2015)

El método de poligonación ya sea abierta o cerrada se usan mayormente para determinar puntos de inspección y de apoyo para el levantamiento de detalles y confección de planos. En una poligonación, se inicia el recojo de información en un sitio con coordenadas polares o rectangulares conocidas con relación a un nuevo punto acreditado, y se miden ángulos y distancias a lo largo del itinerario establecido, la dirección de cada línea se determina por las medidas angulares. Las mediciones de distancia sirven para obtener la ubicación de los puntos de la poligonal. Cuando termina en otro punto con valor conocido, se dice que es una poligonal amarrada porque se puede realizar el control respectivo. Cuando la poligonal vuelve al punto de inicio, entonces es una poligonal cerrada. De lo contrario, se dice que es abierta. (Quispe, 2015)

(mendoza dueñas, 2010) La poligonal abierta viene hacer un conjunto de líneas consecutivas, en el cual el punto de partida y de llegada son diferentes existiendo dos particularidades en este método que uno de ellos no posee coordenadas conocidas (poligonal abierta sin control), por tal razón no es posible establecer el cierre lineal y la otra tiene coordenadas conocidas (poligonal abierta enlazada o con control), en la que sí se puede realizar el cierre lineal. En la siguiente investigación para realizar el control horizontal con los equipos convencionales de topografía se hará uso del “método de coordenadas”, en la cual los valores que nos muestran la pantalla digital corresponden a coordenadas de cada punto de estación en base a puntos de cambio realizados o los ejecutados desde un mismo punto de estación (radiación), si bien es cierto que no hay forma de verificar la precisión del trabajo como en una poligonal cerrada (gabinete), se puede realizar la verificación en situ de la precisión obtenida; verificando en gabinete.

Para aceptar la precisión planimétrica en la siguiente investigación se verificará el error de cierre lineal de las coordenadas este ( $\sum\Delta X$ ), norte ( $\sum\Delta N$ ), con el promedio de errores, con respecto a la tecnología RTK que será la base referencial

$$\varepsilon = \sqrt{(\sum\Delta X)^2 + (\sum\Delta N)^2}$$

para luego efectuar el cálculo del error relativo mediante la siguiente fórmula

$$Er = \frac{1}{\frac{\text{perímetro de poligonal}}{\text{cierre lineal}}}$$

si estos datos obtenidos se encuentran dentro de los márgenes de tolerancia máxima permisible, que tiene el manual de carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG – 2013” que se encuentran en la tabla 4

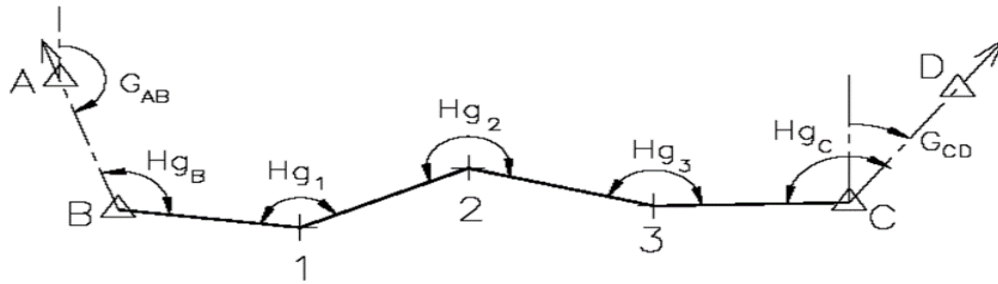


Figura 10. Poligonal Abierta

Fuente: procedimientos topográficos y geodésico

Forma parte del enfoque conceptual de esta investigación el trabajo de Espinoza Freire (2019) En esta investigación la variable independiente está dada por Equipos convencionales de topografía y la primera dimensión de la variable independiente es: GPS Diferencial, cuando se habla de sistema de posicionamiento global nos estamos refiriendo a la ubicación sobre la superficie en cualquier punto de la tierra viene a estar constituido por un sistema de radio navegación, formado por una agrupación de satélites, estaciones de mando y receptores (Deza, 2019). Este sistema está siendo usado a lo largo y ancho del planeta tierra muchas veces en situaciones adversas del clima y medio ambiente tecnología que en la actualidad nos está permitiendo la ubicación de cualquier persona y/o objeto que tenga insertado un sistema GPS de rastreo en el mundo, al realizar la triangulación de la latitud, altitud y longitud de cualquier punto u objeto, cuenta con una constelación de 24 satélites orbitando de manera normal, cinco estaciones de reconocimiento repartidas en lo extenso que comprende el globo terráqueo también cuenta con una red de ordenadores; en el ámbito civil las aplicaciones son casi ilimitadas pero su uso se encuentra con una restricción que por diversos motivos de cobertura libre de todo daño que afecte a la población en general solo se permite el uso de un grupo reducido separado de caracteres GPS, y por esta razón se hace extensivo el uso de técnicas diferenciales haciendo de esto un mercado para la fabricación de receptores GPS.

La segunda dimensión de la variable independiente es: Estación Total; en topografía plana se hace uso de coordenadas cartesianas para precisar la posición de puntos en el plano precisando para ello los ejes cartesianos que en topografía vendrían hacer las direcciones norte y este con referencia a un meridiano

verdadero, norte magnético, norte de cuadrícula, al establecer los puntos primarios y secundarios por el método que se use (triangulación, poligonación), en una obra lineal para realizar el control topográfico se debe poner puntos de control alejados del eje central de trabajo; la Estación Total es un instrumento topográfico que se ajusta para la realización de dichos controles a lo largo de la vía con el objetivo de controlar la información obtenida por medio de software especializado en el proceso de replanteo de ejes a nivel horizontal y control de BMS a nivel vertical.

La tercera dimensión de la variable independiente es: Dron, para el modelamiento de una superficie y la obtención posterior de información que sirva como base en la planificación, ejecución o a nivel de perfil de cualquier proyecto de ingeniería, es de suma importancia la entrega de los planos topográficos a cargo del profesional competente el cual refleje las características de la superficie, si no fuera el caso nos conlleva a generar deficiencias en los proyectos viales notándose estas al momento de realizar trabajos topográficos como (replanteo topográfico), el dron es un equipo topográfico que durante el proceso de recolección de información (levantamiento topográfico) abarca distancias topográficas considerables, tomando imágenes y nube de puntos de manera densificada para obtener información precisa del relieve de un determinado espacio.

La variable dependiente de la investigación viene a estar dado por los parámetros de precisión en obras lineales y su primera dimensión es: Errores Sistemáticos; todas las medidas topográficas se reducen a las medidas de ángulos horizontales, verticales y distancias horizontales y verticales, la vista humana con relación a las medidas posee como un tope porque no es capaz de percibir sobre una proyección que no se encuentra dentro del alcance visual motivo por el cual no se logra reconocer las dimensiones lineales y angulares por lo tanto las medidas que se realicen con ayuda de la vista no podrán ser sino aproximadas. Error viene a estar dado por la distribución y compensación de la inexactitud de una medida u observación la teoría de la estadística y la probabilidad como resultado de la compensación proporcionan calidad de las medidas efectuadas (Montes, 2012). El error sistemático es afecto al medio ambiente, los instrumentos topográficos usados y el observador y los diferentes factores de realizar una medición, los errores acumulativos se conservaran invariables mientras las circunstancias y condiciones

del sistema se mantienen constantes, si las condiciones cambiasen entonces la magnitud de los errores sistemáticos cambiaran, estos cambios afectarían por un tiempo determinado pero con un condicionante que se da en un solo sentido y conservando su signo ya sea positivo o negativo

la segunda dimensión de la variable dependiente es: errores aleatorios o accidentales al realizar mediciones topográficas de hacerse con el equipo que se haga por más simple que este sea en su uso y obtención de resultados siempre se generara un error aleatorio cuyos resultados escapan a la pericia o inexpertitud del observador; estos errores están dentro del campo de lo probabilístico donde las magnitudes y los signos algebraicos son consecuencia del azar o explicado de otra manera que un error accidental podría ser lo mismo positivo que negativo, por lo tanto no existe una forma en la que se pueda realizar los cálculos respectivos y demostrar que los resultados son absolutos, por otra parte no se puede por completo prescindir de ese error (Foote, 1997). El error accidental tienden a cancelarse de manera parcial por un proceso de compensación para este tipo de errores se tiene que tener en cuenta la precisión con la que se debe realizar una medida cuando se hace topografía entonces se puede decir que precisión es la categoría con la que se puede medir la delicadeza o firmeza de un conjunto de medidas, la cual será estimada con base en el tamaño de las divergencias al realizar la operación de medir de un universo poblacional en varias ocasiones de una idéntica cantidad y de este proceso surgiesen discrepancias este resultado estaría reflejando dentro de un valor significativo de precisión, donde el valor de precisión será medido en base a factores muy sensibles que tiene que ver directamente con el instrumento empleado para realizar el proceso de medición, también se tiene que tomar en cuenta habilidad del operador del instrumento topográfico que en este caso estaría considerado como el observador (Russell, Brinker y Wolf, 1982)

### **III. METODOLOGIA**

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

##### **Tipo de investigación:** “Aplicada”

Según Ñaupas, et al. (2013) califica que el tipo aplicado se sustenta en las conclusiones de la investigación básica, pura o fundamental está encaminado a solucionar problemas de manera objetiva en relación a producción, circulación, distribución, especialmente de tipo industrial y comercial, en toda acción humana. Para la comparación de resultados de los errores máximos permitidos en obras lineales en este caso la variable independiente equipos convencionales de topografía será maniobrada de manera conveniente en base a sus dimensiones e indicadores. En el actual estudio el tipo de investigación es explicativo debido a que se busca un resultado y dar una solución al problema en base a métodos y a determinadas técnicas descritas

##### **Enfoque de investigación:** Cuantitativo

Para este criterio manifiestan que se debe utilizar procesos y técnicas cuantitativas la cuales tienen que ver con la medición, y el uso de magnitudes El enfoque cuantitativo utiliza el recojo de datos y su posterior análisis para responder interrogantes de investigación y analizar hipótesis formuladas, primeramente, así mismo confía de la medición de variables e instrumentos de investigación. En la investigación se hará la comparación de resultados de los datos numéricos obtenidos en el recojo de información en campo, con los equipos convencionales de topografía. (Ñaupas, Mejía y Villagomez, 2013)

##### **El diseño de la investigación:** No Experimental Transeccional -relacional

Para este concepto Fideas (FIDIAS G,2012 indica que el recojo de información de datos se da de forma directa del lugar donde se suscitan los hechos, los datos obtenidos ninguna variable será manipulada ni controlada, es decir el investigador adquiere la información, pero no manipula la situación que ya existe. Hernández et al (HERNANDEZ Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014) indican que el recojo de datos se da en un solo momento y tiempo único, se indica que es una



imagen de algo que ocurre. Su intención es referir variables y analizar su acontecimiento e interrelación en un instante dado

### **El nivel de la investigación:** Descriptiva

Según (Arias, 2012) se caracteriza un hecho, fenómeno, individuo o grupo para que se establezca su estructura y se ve su conducta el producto de esta investigación se sitúan en un nivel intermedio concerniente a sus conocimientos; en la investigación propuesta el nivel es descriptivo para determinar los parámetros de precisión en obras lineales se observara y cuantificara la alteración de una o más peculiaridades en un grupo y se comprobara el grado de igualdad entre dos o más variables.

### **3.2. Variables y operacionalización:**

#### **Variables de estudio:**

**Variable Independiente:** Equipos Convencionales de Topografía

**Definición Conceptual:** Según Russell et al (1982) precisan que Los equipos convencionales de topografía realizan la medición de distancias y ángulos horizontales y verticales de manera directa e indirecta con gran precisión.

**Definición Operacional:** la variable Equipos Convencionales de Topografía se operacionalizarán mediante sus:

**Dimensiones:** GPS diferencial (marca Trimble 5800-R8, precisión 2mm+0.1ppm), Estación Total (Marca Leica Ts 06 plus, precisión lectura 1.5mm +2ppm, 1"), Dron (Phanton 4 pro v.2 resolución de cámara 20 megapíxeles de 1 pulgada)

**Indicadores:** precisión, rendimiento, software TBC;

**Escala de medición:** de razón

**Variable dependiente:** Parámetros de Precisión en Obras Lineales

**Definición Conceptual:** según Conde (2012) define Instrumento topográfico que da mismos resultados en mediciones diferentes, bajo las mismas condiciones

**Definición operacional:** Los Parámetros de Precisión en Obras Lineales se operacionalizarán mediante sus:

Dimensiones: Control Altimétrico, Control Planimétrico

**Indicadores:** ml (error máximo permisible:0.004-0.012, ml, (tolerancia máxima permisible:0.040-0.020)

**Escala de Medición:** Razón

### **3.3. Población, Muestra y Muestreo**

#### **Población:**

La población consigue ser descrita como el total de los equipos de estudio, que comprenden las peculiaridades requeridas, para ser apreciadas como tales. Estos equipos o unidades de estudio pueden ser individuos, objetos, compuestos, que exhiben las características solicitadas para la investigación. (Ñaupas, Mejía y Villagomez, 2013). En esta investigación la población investigada está constituido por el Camino Vecinal Empalme. PE-1SH - Pampacolca”, encontrándose dentro de la ruta nacional en una longitud de = 18.676Km.

#### **Muestra:**

La muestra está determinada por un subgrupo de la población con características valiosas para la investigación, la cual es concisa y no existe desconcierto alguno. (Ñaupas, Mejía y Villagomez, 2013) Para la investigación el tamaño de la muestra será de 3.360km que se harán en dos tramos diferentes de la vía empezando en el Km 0+000 -hasta el Km 1+360 (tramo 1) y el otro tramo empezara en el Km 13+500 hasta el Km15+500. (tramo 2)

**Muestreo:**

Es un método que accede a la selección de las unidades de estudio que van a integrar la muestra, con el propósito de acopiar los datos pedidos en la investigación que se realizara. (Ñaupas, Mejía y Villagomez, 2013) Para el siguiente estudio se empleó el muestreo no probabilístico, Por lo que se nos da la posibilidad de escoger las progresivas o puntos de control a analizar. Para la investigación el muestreo son los parametros de precision de errores residuales de medicion en metodos de control topografico con el gps diferencial,estacion total y dron,equipos convencionales de topografia validando dichas diferencias entre cada equipo topografico a nivel altimetrico y planimetrico.

**Unidad de análisis:**

Se refiere a las diferentes operaciones que son sometidos los datos obtenidos haciendo uso de técnicas lógicas, estadísticas, los cuales se usaran para interpretar lo que revelan los datos recogidos (Arias, 2012). La unidad de análisis de la investigación está comprendida por los 3.360 km de carretera, después de realizar el recojo de información de campo se procederá hacer uso de los softwares especializados para realizar el procesamiento de información y obtener resultados de comparación

**3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos****Técnicas:**

Procedimiento de investigación el cual se realiza en forma particular en el acopio de información para la obtención de datos, dichas técnicas se hallan de manera específica, en base a la elaboración de algún plan detallado. (Arias, 2012) En el presente estudio se empleará la observación directa debido a que el diseño es de carácter descriptivo, para determinar los parámetros de precisión con los equipos convencionales de topografía.

### **Instrumentos de recolección de datos:** Ficha de recopilación de información

Arias (2006) cita que un instrumento de recolección de datos es un medio que se emplea para conseguir, anotar o acopiar la información, mediante un formato, dicha información puede ser recobrada, procesada, desarrollado, descifrado posteriormente.

En el presente estudio se utilizará como instrumento la ficha de recopilación de información, el diseño se encuentra en el anexo (1) matriz de operacionalización de variables

### **Validez:**

Según Arias (2012) se debe probar si el instrumento mide lo que se quiere medir, y se compara con los objetivos específicos y variables de la investigación este trabajo debe de realizarse por medio del juicio de expertos. cuyo diseño se muestra en el anexo 3

Tabla 2 Rangos de Validez

---

0.53 a menos	Validez Nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

---

Fuente: (Katherina ruiz, 2014)

Validez del contenido del instrumento de la variable V1 equipos convencionales de topografía y la variable V2 parámetros de precisión en obras lineales

Tabla 3 Resultados de Evaluación de Expertos

N°	Grado Académico	Apellidos y Nombres	CIP	Validez
1	Ing. Topógrafo	Avendaño Mayta Daniel	77043	0.7
2	Ing. Civil	Miranda León Edwin Ismael	134446	0.73
3	Ing. Topógrafo	Velásquez Calderón Félix Mildward	84718	0.756
Promedio				0.756

Fuente: Elaboración propia

Los instrumentos de investigación se validaron mediante el juicio de expertos, el promedio de la validez es de 0.756 que según la tabla se considera de una validez excelente.

#### **Confiabilidad de los instrumentos:**

Ñaupas et al (2013) indica que la confiabilidad de los instrumentos radica cuando las medidas que se realizan no sufren cambios significativos, con respecto al tiempo ni por que se hayan realizado por otras personas que no tengan el mismo grado de instrucción. Para obtener la credibilidad de la información presentada para el estudio de investigación se anexan los respectivos certificados de calibración de los equipos usados con un tiempo de emisión menor de un año.

- GPS Diferencial
- Estación Total

Tabla 4 Confiabilidad de los Instrumentos

---

0.53	a	
menos	=	nula confiabilidad
0.54 a 0.59	=	baja confiabilidad
0.60 a 0.65	=	confiable
0.66 a 0.71	=	muy confiable
0.72 a 0.99	=	excelente confiabilidad
1	=	perfecta confiabilidad

---

Fuente: (Mendoza Dueñas, 2010)

### 3.5. Procedimientos

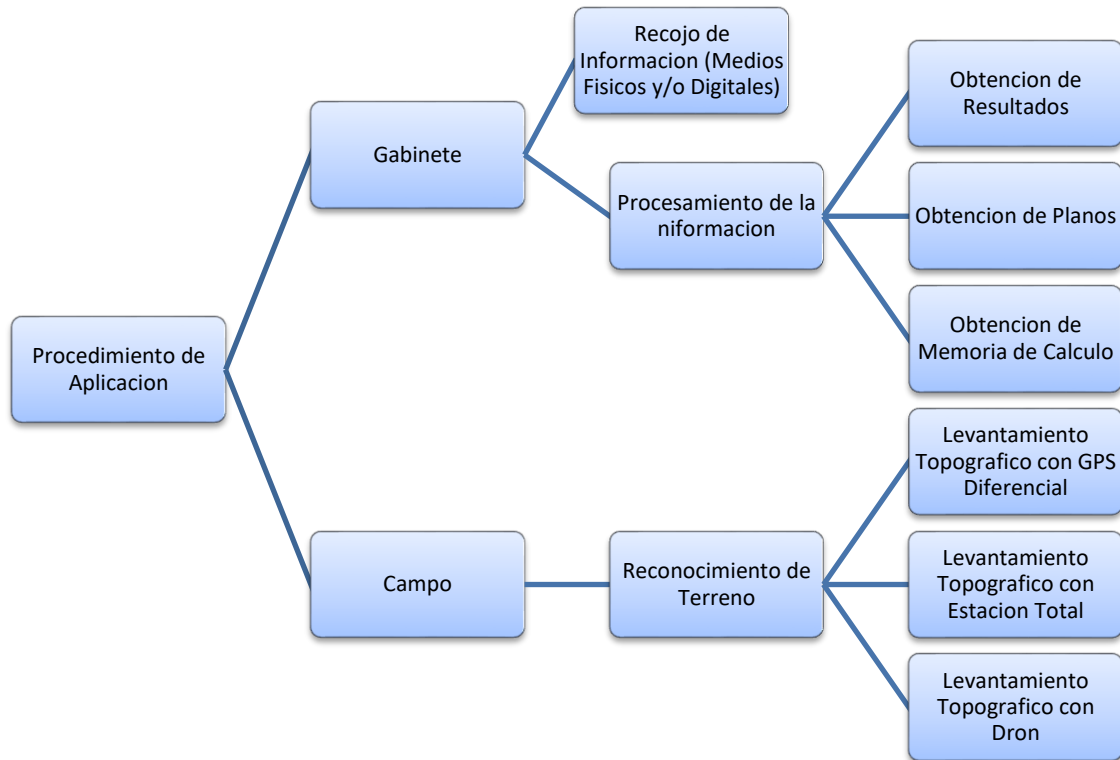
Cumplido los análisis de confiabilidad y validez se empezó con la planificación y preparación de los instrumentos topográficos para el recojo de información, a la vez se diseñó una estrategia de trabajo, también se capacito al personal sobre el uso de instrumentos de observación fichas técnicas, libretas de recojo de información, también se indicó que los equipos deben ser usados de manera adecuada y correcta siguiendo una secuencia correcta en el recojo de información.

Para el primer tramo de estudio sector Yato se tomó desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 1+360 que tiene una orografía tipo 3 (accidentado y pendientes pronunciadas) y con abundante vegetación; Para el segundo tramo de estudio sector Pampacolca se tomó desde la progresiva 13+500 hasta la progresiva 15+500 que tiene una orografía tipo 2 ondulada con tramos homogéneos y vegetación controlada, según el Manual de Carreteras diseño geométrico DG - 2018

El trabajo en campo se hizo de manera secuencial y ordenada empezando con un reconocimiento previo de la zona de interés, tomándose las coordenadas del punto de inicio y punto final de las zonas de interés empezando con el levantamiento topográfico con los tres equipos GPS Diferencial, Estación Total, Dron, culminado

el trabajo se procedió a descargar la información de los equipos en un USB para su posterior procesamiento de datos en gabinete con los diferentes softwares topográficos, para determinar más adelante los resultados de comparación de los tres equipos

Figura 11. Procedimiento de Aplicación



**Fuente:** *Elaboración Propia*

### 3.5.1. Estudios Previos.

#### 3.5.1.1. Estudios de Campo.

En esta etapa antes de empezar con la recolección de información topográfica se coordinó con la cuadrilla de técnicos para realizar el trabajo como la medición de las progresivas a nivel de eje para su posterior levantamiento, colocación de puntos de control cada cierta distancia el marcado En el eje y costado de la carretera de las placas de color rojo, en los hitos de la poligonal, para una mejor búsqueda de

estos en la imagen restituida con el dron puntos que fueron amarrados con el GPS diferencial haciendo uso del modo RTK obteniendo lecturas con una precisión milimétrica, siendo esta información la base para analizar la precisión con los otros equipos convencionales de topografía, y que a la vez cada BM fue levantado mediante la Estación Total, y el vuelo del Dron en los dos tramos en una distancia de 3.360km. En el recojo de información en campo se tuvo en cuenta las tolerancias y los errores máximos permisibles que dan los diferentes manuales

Para la siguiente investigación se tendrá como apoyo el

**Manual de Carreteras** “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG- 2013” forma parte de los Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC y forma parte de las normas técnicas que se establece en el territorio peruano, tiene el objetivo de uniformar los requisitos, condiciones y procedimientos con respecto a la infraestructura vial.

Tabla 4 Especificaciones técnicas para tolerancias de trabajo

TOLERANCIA FASE DE TRABAJO	TOLERANCIA FASE DE TRABAJO	
	HORIZONTAL	VERTICAL
Georreferenciación	1:100.000	± 5mm
Puntos de control	1:10.000	± 5mm
Puntos del eje (PC), (P,T), puntos en curva y referencias	1:5.000	± 10mm
Otros puntos del eje	± 50mm	± 100mm
Sección transversal y estacas de talud	± 50mm	± 100mm
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50mm	± 20mm
Muros de contención	± 20mm	± 10mm
Límites para roce y limpieza	± 500mm	--
Estacas de subrasante	± 50mm	± 10mm



Estacas de rasante	± 50mm	± 10mm
--------------------	--------	--------

Fuente: Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG- 2013”

**Norma Técnica Geodésica** - para Levantamientos Geodésicos Verticales” (IGN, 2016)

**Objeto:** tiene como finalidad recalcar y establecer propiedades a considerar en los trabajos de nivelación y gabinete, realizados con nivel digital en las etapas de Nivelación, planificación y post - procesamiento.

**Descripción:** Dicha norma confecciona un gráfico para determinar referencias altimétricas de alta precisión, para lo cual es importante tener un mínimo de información

“Norma Técnica Geodésica – Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global” (IGN, 2016)

**Objeto:** tiene la finalidad de precisar y contemplar características y propiedades a tomar en cuenta en los levantamientos y procesamientos de datos obtenidos con receptor satelital GNSS, en las diversas etapas de planificación, nivelación y post procesamiento.

**Descripción:** Dicha norma confecciona una secuencia de referencia espacial por coordenadas con datos mínimos necesarios para determinar referencias de coordenadas de dos y tres dimensiones.

Los equipos con los cuales se recogió la información de campo tienen la siguiente precisión GPS diferencial (marca Trimble 5800-R8, precisión 2mm+0.2ppm, Estación Total (Marca Leica Ts 06 plus, precisión lectura 1.5mm +2ppm,1”), Dron (Phanton 4 pro v.2 resolución de cámara 20 megapíxeles de 1 pulgada) teniendo para ello el certificado de calibración que se encuentra en el anexo(07), también se adjunta la ficha técnica de recopilación de datos de los diferentes equipos topográficos los cuales se encuentran en el anexo (6), el trabajo de campo se realizó en dos tramos que corresponden a las progresivas 0+000 – 1+1360, y 13+500 – 15+500 los planos de ubicación y planta se encuentran en el anexo (5)

➤ **Levantamiento topografico con GPS Diferencial**

Levantamiento topografico con GPS Diferencial sector Yato (tramo 1)



Figura 13. Punto Base control

Fuente: Elaboración Propia

Levantamiento topográfico con GPS Diferencial sector Pampacolca (tramo 2)



Figura 12. Punto base en BM de control

Fuente: Elaboración Propia



Figura 13. Levantamiento topografico con ROVER de BM a nivel de eje de vía

Fuente: Elaboración Propia

a. Colectora de datos de GPS Trimble



Figura 14. Modelo de colectora de datos GPS Trimble

Fuente: Elaboración Propia

- Levantamiento topográfico con estación total



Figura 15. Levantamiento con Estación Total de eje de vía.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 16. Levantamiento con Estación Total a nivel de eje de vía

Fuente: Elaboración Propia

➤ Levantamiento topografico con Dron



Figura 17. Levantamiento con Dron

Fuente: Elaboración Propia



Figura 18. Levantamiento con Dron y Estación Total

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.1.2. Estudios de Gabinete

En esta etapa se realiza el procesamiento de la información recolectada en campo de los dos tramos, con los tres equipos topográficos usados para el proyecto de investigación haciendo uso softwares y hojas de cálculo especializados.

#### Procesamiento de datos generados por GPS Diferencial

Para poder analizar los parámetros de precisión en Obras Lineales con Equipos Convencionales de topografía, a nivel altimétrico y planimétrico se toma como base la DATA obtenida con el equipo topográfico GPS Diferencial presentando en la siguiente tabla las coordenadas obtenidas a nivel de todo el eje y los puntos de control establecidos para el estudio en cada uno de los sectores.

Tabla 5. Puntos exportados del GPS Diferencial sector Yato (tramo 1)

DATOS DE LEVANTAMIENTO CON GPS DIFERENCIAL				
PROGRESIVAS	COORD.ESTE	COOR.NORTE	ELEVACION	DESC.
0+000	766939.581	8261298.802	2084.464	BM-1

<b>0+020</b>	766914.747	8261307.118	2085.986	EJE
<b>0+040</b>	766897.362	8261316.996	2086.943	EJE
<b>0+060</b>	766880.001	8261326.914	2088.011	EJE
<b>0+070</b>	766872.777	8261333.829	2089.065	EJE
<b>0+080</b>	766865.607	8261340.801	2090.065	EJE
<b>0+090</b>	766860.880	8261349.613	2090.210	EJE
<b>0+100</b>	766857.752	8261359.111	2090.614	EJE
<b>0+120</b>	766851.734	8261378.228	2091.417	EJE
<b>0+140</b>	766846.229	8261397.456	2091.021	EJE
<b>0+160</b>	766841.078	8261416.781	2093.213	EJE
<b>0+180</b>	766837.818	8261436.513	2093.736	EJE
<b>0+200</b>	766835.806	8261456.412	2093.736	EJE
<b>0+220</b>	766834.211	8261476.348	2094.965	EJE
<b>0+240</b>	766833.571	8261496.338	2095.665	EJE
<b>0+260</b>	766832.929	8261516.354	2094.895	EJE
<b>0+280</b>	766832.289	8261536.343	2095.754	EJE
<b>0+300</b>	766831.778	8261556.337	2097.884	EJE
<b>0+320</b>	766831.894	8261576.336	2098.560	EJE
<b>0+340</b>	766832.433	8261596.329	2099.182	EJE
<b>0+360</b>	766833.651	8261616.292	2100.181	EJE
<b>0+380</b>	766834.363	8261636.278	2100.431	EJE
<b>0+400</b>	766835.032	8261656.267	2100.677	EJE
<b>0+420</b>	<b>766833.545</b>	<b>8261671.170</b>	<b>2100.898</b>	<b>BM-2</b>
<b>0+440</b>	766841.675	8261695.241	2101.450	EJE
<b>0+460</b>	766854.680	8261710.435	2102.142	EJE
<b>0+480</b>	766865.524	8261727.241	2103.073	EJE
<b>0+500</b>	766872.824	8261745.861	2104.038	EJE
<b>0+520</b>	766879.553	8261764.695	2105.120	EJE
<b>0+540</b>	766884.636	8261784.038	2105.676	EJE
<b>0+560</b>	766880.494	8261803.594	2105.835	EJE
<b>0+580</b>	766875.948	8261823.071	2106.885	EJE
<b>0+600</b>	766870.977	8261842.521	2107.455	EJE
<b>0+620</b>	766868.137	8261862.243	2107.808	EJE

<b>0+640</b>	766865.410	8261882.056	2108.282	EJE
<b>0+660</b>	766862.329	8261901.818	2108.819	EJE
<b>0+680</b>	766852.240	8261918.889	2108.845	EJE
<b>0+700</b>	766842.151	8261935.961	2108.748	EJE
<b>0+720</b>	766827.638	8261951.431	2108.784	EJE
<b>0+740</b>	766814.903	8261965.245	2108.584	EJE
<b>0+760</b>	766801.347	8261979.949	2108.449	EJE
<b>0+780</b>	766785.379	8261991.772	2108.549	EJE
<b>0+800</b>	766767.782	8262001.276	2108.629	EJE
<b>0+810</b>	766758.518	8262005.043	2108.837	EJE
<b>0+820</b>	<b>766729.353</b>	<b>8262000.465</b>	<b>2109.191</b>	<b>BM-3</b>
<b>0+830</b>	766740.053	8262004.897	2109.096	EJE
<b>0+840</b>	766730.850	8262000.983	2109.890	EJE
<b>0+850</b>	766724.735	8261993.071	2109.200	EJE
<b>0+860</b>	766720.745	8261984.112	2109.342	EJE
<b>0+880</b>	766723.234	8261964.317	2109.440	EJE
<b>0+900</b>	766728.420	8261945.001	2109.744	EJE
<b>0+920</b>	766736.832	8261926.857	2110.038	EJE
<b>0+930</b>	766741.511	8261918.019	2110.450	EJE
<b>0+940</b>	766745.941	8261909.054	2110.848	EJE
<b>0+950</b>	766749.975	8261899.904	2111.693	EJE
<b>0+960</b>	766753.980	8261890.739	2112.125	EJE
<b>0+980</b>	766757.690	8261871.108	2113.590	EJE
<b>1+000</b>	766756.567	8261851.117	2115.081	EJE
<b>1+020</b>	766749.831	8261832.286	2116.556	EJE
<b>1+040</b>	766740.999	8261814.342	2117.556	EJE
<b>1+060</b>	766730.016	8261797.627	2118.422	EJE
<b>1+080</b>	766717.185	8261782.286	2119.875	EJE
<b>1+100</b>	766708.877	8261764.093	2120.485	EJE
<b>1+120</b>	766700.582	8261745.894	2121.895	EJE
<b>1+140</b>	766692.626	8261727.545	2122.259	EJE
<b>1+160</b>	766678.861	8261713.036	2123.359	EJE
<b>1+180</b>	766665.095	8261698.527	2124.425	EJE



<b>1+200</b>	766651.114	8261684.226	2125.525	EJE
<b>1+220</b>	766637.133	8261669.924	2126.659	EJE
<b>1+240</b>	766624.483	8261654.432	2127.141	EJE
<b>1+260</b>	766611.850	8261638.959	2127.942	EJE
<b>1+280</b>	766607.603	8261619.583	2128.931	EJE
<b>1+300</b>	766604.476	8261599.829	2129.122	EJE
<b>1+320</b>	766603.865	8261579.838	2130.379	EJE
<b>1+340</b>	766601.786	8261559.947	2130.751	EJE
<b>1+360</b>	<b>766591.585</b>	<b>8261540.076</b>	<b>2131.378</b>	<b>BM-4</b>
<b>1+380</b>	766579.767	8261528.698	2131.773	EJE

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 5. Puntos exportados del GPS Diferencial en Pampacolca (tramo 2)

DATOS DE LEVANTAMIENTO GPS PAMPACOLCA				
PROGRESIVAS	COORDENADAESTE	COORDENADA NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
13+500	763824.699	8259325.126	2829.248	EJE
<b>13+520</b>	<b>763810.981</b>	<b>8259328.701</b>	<b>2829.533</b>	<b>BM-1</b>
13+540	763791.643	8259334.241	2830.929	EJE
13+560	763772.759	8259327.654	2832.015	EJE
13+580	763755.603	8259316.599	2833.141	EJE
13+600	763738.444	8259306.354	2834.239	EJE
13+620	763722.695	8259298.020	2835.430	EJE
13+640	763704.558	8259296.614	2836.302	EJE
13+660	763685.903	8259303.733	2837.201	EJE
13+680	763668.316	8259313.015	2838.125	EJE
13+700	763651.304	8259323.721	2839.162	EJE
13+720	763635.093	8259335.435	2840.346	EJE
13+740	763618.883	8259347.152	2842.148	EJE
13+760	763605.035	8259361.558	2843.124	EJE
13+780	763590.529	8259375.326	2843.968	EJE
13+800	763573.425	8259384.017	2844.757	EJE

13+810	763563.836	8259386.855	2845.692	EJE
13+820	763554.193	8259389.502	2846.050	EJE
13+840	763534.621	8259393.609	2846.591	EJE
13+860	763514.989	8259396.945	2847.061	EJE
13+880	763495.110	8259399.839	2847.506	EJE
13+900	763475.366	8259403.027	2848.085	EJE
13+920	763448.329	8259407.671	2847.717	EJE
13+940	763423.297	8259411.864	2849.165	EJE
13+960	763403.560	8259414.992	2849.563	EJE
13+980	763383.849	8259418.287	2849.975	EJE
<b>14+000</b>	<b>763364.069</b>	<b>8259421.307</b>	<b>2850.338</b>	<b>BM2</b>
14+000	763344.293	8259424.289	2850.338	EJE
14+020	763324.552	8259427.558	2851.282	EJE
14+040	763304.764	8259430.564	2851.852	EJE
14+060	763284.967	8259433.406	2851.852	EJE
14+080	763265.431	8259436.538	2853.203	EJE
14+100	763245.638	8259439.405	2853.203	EJE
14+120	763222.923	8259443.023	2854.730	EJE
14+140	763208.202	8259451.375	2855.211	EJE
14+160	763193.129	8259464.743	2855.562	EJE
14+180	763178.274	8259478.054	2856.058	EJE
14+200	763163.373	8259491.809	2856.295	EJE
14+220	763148.457	8259504.909	2856.348	EJE
14+240	763133.567	8259518.064	2856.518	EJE
14+260	763118.614	8259531.367	2856.546	EJE
14+280	763103.241	8259544.282	2856.230	EJE
14+300	763087.740	8259557.762	2855.958	EJE
14+320	763078.052	8259566.140	2855.826	EJE
14+340	763061.585	8259581.091	2855.818	EJE
14+360	763045.912	8259595.501	2855.754	EJE
14+380	763030.007	8259610.218	2855.866	EJE
14+400	763013.069	8259620.885	2856.167	EJE
14+420	762993.633	8259629.775	2856.240	EJE

14+440	762974.864	8259637.616	2856.323	EJE
14+460	762958.730	8259644.260	2856.584	EJE
14+480	762938.772	8259652.673	2857.295	EJE
<b>14+500</b>	<b>762925.437</b>	<b>8259658.136</b>	<b>2857.887</b>	<b>BM-3</b>
14+520	762928.858	8259658.109	2857.776	EJE
14+540	762902.044	8259666.433	2858.419	EJE
14+560	762881.656	8259670.747	2858.396	EJE
14+580	762862.362	8259674.343	2858.608	EJE
14+600	762841.504	8259678.701	2858.423	EJE
14+620	762823.991	8259683.152	2858.294	EJE
14+640	762804.657	8259688.269	2858.294	EJE
14+660	762785.025	8259692.090	2858.294	EJE
14+680	762765.592	8259694.128	2858.433	EJE
14+700	762745.152	8259695.813	2858.560	EJE
14+720	762723.112	8259698.513	2858.769	EJE
14+740	762704.765	8259703.763	2858.909	EJE
14+760	762687.748	8259711.031	2858.864	EJE
14+780	762668.452	8259719.299	2859.028	EJE
14+800	762650.867	8259726.438	2859.121	EJE
14+820	762631.683	8259733.917	2859.468	EJE
14+840	762613.818	8259742.801	2859.558	EJE
14+860	762595.562	8259750.742	2859.686	EJE
14+880	762577.327	8259758.221	2859.859	EJE
14+900	762559.229	8259768.019	2860.024	EJE
14+920	762540.761	8259775.502	2860.344	EJE
14+940	762520.042	8259778.509	2860.551	EJE
14+960	762500.822	8259777.398	2860.655	EJE
14+980	762481.748	8259770.517	2860.594	EJE
<b>15+000</b>	<b>762463.819</b>	<b>8259764.473</b>	<b>2860.815</b>	<b>BM-4</b>
15+020	762444.387	8259761.466	2860.894	EJE
15+040	762424.402	8259757.779	2861.087	EJE
15+060	762403.980	8259756.094	2861.436	EJE
15+080	762384.011	8259760.774	2861.978	EJE

15+100	762365.749	8259768.848	2862.525	EJE
15+120	762349.653	8259780.282	2863.113	EJE
15+140	762335.938	8259792.334	2863.648	EJE
15+160	762318.189	8259807.573	2864.223	EJE
15+180	762298.914	8259821.153	2865.050	EJE
15+200	762277.418	8259828.654	2865.764	EJE
15+220	762254.553	8259826.158	2866.614	EJE
15+240	762234.718	8259817.623	2866.818	EJE
15+260	762232.155	8259795.938	2866.757	EJE
15+280	762237.355	8259773.310	2866.687	EJE
15+300	762242.857	8259750.297	2866.536	EJE
15+320	762249.442	8259728.585	2866.444	EJE
15+340	762259.771	8259707.694	2866.474	EJE
15+360	762262.273	8259690.326	2866.572	EJE
15+380	762256.314	8259675.066	2866.683	EJE
15+400	762242.789	8259665.863	2866.770	EJE
15+420	762225.365	8259657.114	2866.991	EJE
15+440	762215.621	8259653.726	2867.423	EJE
15+460	762201.453	8259648.799	2867.423	EJE
15+480	762187.175	8259644.221	2867.423	EJE
<b>15+500</b>	<b>762168.191</b>	<b>8259638.134</b>	<b>2867.717</b>	<b>BM-5</b>

*Fuente: elaboración propia*

### **Procesamiento de datos generados por Estación Total**

Etapa en la que se realiza la descarga de información de la Estación Total a través de un puerto USB incorporado en el equipo hacia un USV en la extensión “CSV delimitado por comas” en una hoja de cálculo “Excel” se ordena y se obtiene como resultado las coordenadas rectangulares y las coordenadas de elevación sin ser manipuladas las que se muestran en la siguiente tabla correspondiente a los dos tramos de estudio escogidos.

Tabla 6. Puntos exportados de la Estación Total sector Yato (tramo 1)

<b>DATOS DE LEVANTAMIENTO CON ESTACION TOTAL</b>				
<b>PROGRESIVAS</b>	<b>COORD.ESTE</b>	<b>COORD.NORTE</b>	<b>ELEVACION</b>	<b>DESC.</b>
<b>0+000</b>	<b>766939.577</b>	<b>8261298.796</b>	<b>2084.464</b>	<b>BM-1</b>
<b>0+020</b>	766914.741	8261307.115	2085.984	EJE
<b>0+040</b>	766897.359	8261316.994	2086.942	EJE
<b>0+060</b>	766879.992	8261326.891	2088.022	EJE
<b>0+070</b>	766872.769	8261333.821	2089.064	EJE
<b>0+080</b>	766865.605	8261340.796	2090.083	EJE
<b>0+090</b>	766860.876	8261349.609	2090.143	EJE
<b>0+100</b>	766857.746	8261359.113	2090.612	EJE
<b>0+120</b>	766851.731	8261378.205	2091.514	EJE
<b>0+140</b>	766846.226	8261397.448	2090.971	EJE
<b>0+160</b>	766841.072	8261416.765	2093.215	EJE
<b>0+180</b>	766837.813	8261436.452	2093.629	EJE
<b>0+200</b>	766835.801	8261456.408	2093.699	EJE
<b>0+220</b>	766834.210	8261476.341	2094.897	EJE
<b>0+240</b>	766833.569	8261496.342	2095.634	EJE
<b>0+260</b>	766832.923	8261516.362	2094.889	EJE
<b>0+280</b>	766832.224	8261536.347	2095.856	EJE
<b>0+300</b>	766831.771	8261556.333	2097.870	EJE
<b>0+320</b>	766831.855	8261576.328	2099.456	EJE
<b>0+340</b>	766832.368	8261596.326	2098.860	EJE
<b>0+360</b>	766833.584	8261616.289	2100.191	EJE
<b>0+380</b>	766834.358	8261636.272	2100.401	EJE
<b>0+400</b>	766835.030	8261656.262	2100.657	EJE
<b>0+420</b>	<b>766833.510</b>	<b>8261671.141</b>	<b>2100.857</b>	<b>BM-2</b>
<b>0+440</b>	766841.668	8261695.233	2101.548	EJE
<b>0+460</b>	766854.675	8261710.431	2102.141	EJE
<b>0+480</b>	766865.528	8261727.234	2103.070	EJE
<b>0+500</b>	766872.809	8261745.857	2104.037	EJE
<b>0+520</b>	766879.534	8261764.673	2105.127	EJE
<b>0+540</b>	766884.622	8261784.027	2105.693	EJE
<b>0+560</b>	766880.482	8261803.589	2105.845	EJE

<b>0+580</b>	766875.922	8261823.067	2106.867	EJE
<b>0+600</b>	766870.963	8261842.523	2107.428	EJE
<b>0+620</b>	766868.120	8261862.231	2107.736	EJE
<b>0+640</b>	766865.393	8261882.033	2108.299	EJE
<b>0+660</b>	766862.308	8261901.811	2108.828	EJE
<b>0+680</b>	766852.224	8261918.882	2108.855	EJE
<b>0+700</b>	766842.140	8261935.941	2108.749	EJE
<b>0+720</b>	766827.636	8261951.531	2108.712	EJE
<b>0+740</b>	766814.894	8261965.131	2108.505	EJE
<b>0+760</b>	766801.340	8261979.942	2108.466	EJE
<b>0+780</b>	766785.375	8261991.766	2108.504	EJE
<b>0+800</b>	766767.796	8262001.224	2108.561	EJE
<b>0+810</b>	766758.507	8262004.932	2108.773	EJE
<b>0+820</b>	<b>766729.263</b>	<b>8262000.395</b>	<b>2109.141</b>	<b>BM-3</b>
<b>0+830</b>	766740.047	8262004.908	2109.086	EJE
<b>0+840</b>	766730.852	8262001.064	2109.819	EJE
<b>0+850</b>	766724.731	8261993.075	2109.204	EJE
<b>0+860</b>	766720.739	8261984.108	2109.234	EJE
<b>0+880</b>	766723.185	8261964.203	2109.507	EJE
<b>0+900</b>	766728.384	8261944.885	2109.646	EJE
<b>0+920</b>	766736.756	8261926.863	2109.978	EJE
<b>0+930</b>	766741.494	8261918.017	2110.470	EJE
<b>0+940</b>	766745.938	8261909.041	2110.846	EJE
<b>0+950</b>	766749.973	8261899.895	2111.694	EJE
<b>0+960</b>	766753.964	8261890.730	2112.104	EJE
<b>0+980</b>	766757.672	8261871.092	2113.629	EJE
<b>1+000</b>	766756.560	8261851.107	2115.174	EJE
<b>1+020</b>	766749.787	8261832.269	2116.484	EJE
<b>1+040</b>	766740.972	8261814.273	2117.579	EJE
<b>1+060</b>	766730.013	8261797.600	2118.331	EJE
<b>1+080</b>	766717.183	8261782.229	2119.896	EJE
<b>1+100</b>	766708.767	8261764.073	2120.425	EJE
<b>1+120</b>	766700.518	8261745.881	2121.946	EJE

<b>1+140</b>	766692.621	8261727.538	2122.268	EJE
<b>1+160</b>	766678.850	8261713.018	2123.346	EJE
<b>1+180</b>	766665.081	8261698.522	2124.575	EJE
<b>1+200</b>	766651.088	8261684.218	2125.492	EJE
<b>1+220</b>	766637.125	8261669.901	2126.670	EJE
<b>1+240</b>	766624.418	8261654.405	2127.160	EJE
<b>1+260</b>	766611.792	8261638.933	2127.863	EJE
<b>1+280</b>	766607.589	8261619.563	2129.015	EJE
<b>1+300</b>	766604.468	8261599.929	2129.097	EJE
<b>1+320</b>	766603.853	8261579.724	2130.311	EJE
<b>1+340</b>	766601.729	8261559.831	2130.720	EJE
<b>1+360</b>	<b>766591.571</b>	<b>8261540.053</b>	<b>2131.364</b>	<b>BM-4</b>
<b>1+380</b>	766579.762	8261528.625	2131.726	EJE

**Fuente:** elaboración propia

Tabla 7. Puntos exportados de la Estación Total sector Pampacolca (tramo 2)

DATOS DELEVANTAMIENTO ESTACION TOTAL PAMPACOLCA				
PROGRESIVAS	COORDENADAESTE	COORDENADA NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
13+500	763810.969	8259328.688	2829.256	EJE
<b>13+520</b>	<b>763810.975</b>	<b>8259328.699</b>	<b>2829.533</b>	<b>BM-1</b>
13+540	763791.601	8259334.203	2830.879	EJE
13+560	763772.714	8259327.602	2832.112	EJE
13+580	763755.587	8259316.478	2833.139	EJE
13+600	763738.414	8259306.278	2834.249	EJE

13+620	763722.634	8259298.000	2835.397	EJE
13+640	763704.537	8259296.584	2836.452	EJE
13+660	763685.889	8259303.679	2837.324	EJE
13+680	763668.301	8259313.000	2838.148	EJE
13+700	763651.297	8259323.674	2839.062	EJE
13+720	763635.021	8259335.378	2840.439	EJE
13+740	763618.817	8259347.089	2842.147	EJE
13+760	763605.005	8259361.504	2843.135	EJE
13+780	763590.504	8259375.296	2843.867	EJE
13+800	763573.404	8259384.001	2844.767	EJE
13+810	763563.804	8259386.802	2845.701	EJE
13+820	763554.123	8259389.435	2846.147	EJE
13+840	763534.548	8259393.574	2846.632	EJE
13+860	763514.904	8259396.887	2847.145	EJE
13+880	763495.075	8259399.804	2847.506	EJE
13+900	763475.297	8259403.000	2848.195	EJE
13+920	763448.274	8259407.634	2847.728	EJE
13+940	763423.210	8259411.842	2849.165	EJE
13+960	763403.478	8259414.964	2849.574	EJE
13+980	763383.831	8259418.271	2849.975	EJE
<b>14+000</b>	763364.060	<b>8259421.300</b>	<b>2850.340</b>	<b>BM2</b>
14+000	763344.217	8259424.213	2850.307	EJE



14+020	763324.479	8259427.447	2851.214	EJE
14+040	763304.659	8259430.512	2851.852	EJE
14+060	763284.857	8259433.392	2851.817	EJE
14+080	763265.421	8259436.512	2853.203	EJE
14+100	763245.589	8259439.378	2853.123	EJE
14+120	763222.879	8259443.000	2854.730	EJE
14+140	763208.194	8259451.317	2855.219	EJE
14+160	763193.113	8259464.679	2855.589	EJE
14+180	763178.265	8259478.031	2856.045	EJE
14+200	763163.362	8259491.797	2856.304	EJE
14+220	763148.447	8259504.901	2856.399	EJE
14+240	763133.541	8259518.047	2856.458	EJE
14+260	763118.601	8259531.337	2856.567	EJE
14+280	763103.221	8259544.279	2856.139	EJE
14+300	763087.683	8259557.747	2855.878	EJE
14+320	763078.047	8259566.758	2855.846	EJE
14+340	763061.576	8259581.047	2855.765	EJE
14+360	763045.894	8259595.432	2855.793	EJE
14+380	763030.001	8259610.201	2855.845	EJE
14+400	763013.042	8259620.875	2856.267	EJE
14+420	762993.623	8259629.768	2856.138	EJE
14+440	762974.854	8259637.607	2856.335	EJE

14+460	762958.714	8259644.247	2856.684	EJE
14+480	762938.768	8259652.670	2857.197	EJE
<b>14+500</b>	<b>762925.434</b>	<b>8259658.132</b>	<b>2857.987</b>	<b>BM-3</b>
14+520	762928.860	8259658.113	2857.668	EJE
14+540	762902.063	8259666.441	2858.423	EJE
14+560	762881.667	8259670.758	2858.225	EJE
14+580	762862.371	8259674.357	2858.598	EJE
14+600	762841.510	8259678.699	2858.435	EJE
14+620	762823.875	8259683.141	2858.194	EJE
14+640	762804.543	8259688.257	2858.194	EJE
14+660	762785.125	8259692.080	2858.194	EJE
14+680	762765.572	8259694.117	2858.450	EJE
14+700	762745.144	8259695.806	2858.481	EJE
14+720	762723.107	8259698.501	2858.697	EJE
14+740	762704.747	8259703.754	2858.910	EJE
14+760	762687.741	8259711.024	2858.752	EJE
14+780	762668.427	8259719.290	2859.132	EJE
14+800	762650.854	8259726.427	2859.138	EJE
14+820	762631.677	8259733.905	2859.396	EJE
14+840	762613.810	8259742.791	2859.431	EJE
14+860	762595.539	8259750.726	2859.686	EJE
14+880	762577.317	8259758.207	2859.869	EJE

14+900	762559.212	8259768.005	2860.124	EJE
14+920	762540.750	8259775.497	2860.351	EJE
14+940	762520.020	8259778.505	2860.550	EJE
14+960	762500.818	8259777.391	2860.652	EJE
14+980	762481.740	8259770.510	2860.593	EJE
<b>15+000</b>	<b>762463.821</b>	<b>8259764.477</b>	<b>2860.913</b>	<b>BM-4</b>
15+020	762444.383	8259761.460	2860.797	EJE
15+040	762424.397	8259757.772	2861.067	EJE
15+060	762403.973	8259756.087	2861.134	EJE
15+080	762384.007	8259760.770	2861.988	EJE
15+100	762365.744	8259768.841	2862.203	EJE
15+120	762349.650	8259780.280	2864.009	EJE
15+140	762335.930	8259792.330	2863.648	EJE
15+160	762318.180	8259807.512	2864.325	EJE
15+180	762298.909	8259821.137	2865.050	EJE
15+200	762277.411	8259828.634	2865.692	EJE
15+220	762254.547	8259826.152	2867.518	EJE
15+240	762234.712	8259817.620	2866.911	EJE
15+260	762232.150	8259795.931	2866.650	EJE
15+280	762237.350	8259773.292	2866.689	EJE
15+300	762242.843	8259750.287	2866.501	EJE
15+320	762249.438	8259728.581	2866.389	EJE

15+340	762259.768	8259707.691	2866.400	EJE
15+360	762262.270	8259690.321	2866.572	EJE
15+380	762256.310	8259675.060	2866.701	EJE
15+400	762242.784	8259665.860	2866.771	EJE
15+420	762225.360	8259657.110	2866.989	EJE
15+440	762215.621	8259653.726	2867.423	EJE
15+460	762201.446	8259648.791	2867.422	EJE
15+480	762187.170	8259644.218	2867.422	EJE
<b>15+000</b>	762168.161	8259638.117	<b>2867.654</b>	<b>BM-5</b>

*Fuente: elaboración propia*

### Procesamiento de datos generados por Dron

Con respecto al levantamiento topográfico realizado con el Dron, para la entrega de DATOS se usó el programa Agisoft Metashape Professional siguiendo los pasos que a continuación detallaremos y que se realizaron para cada uno de los tramos.

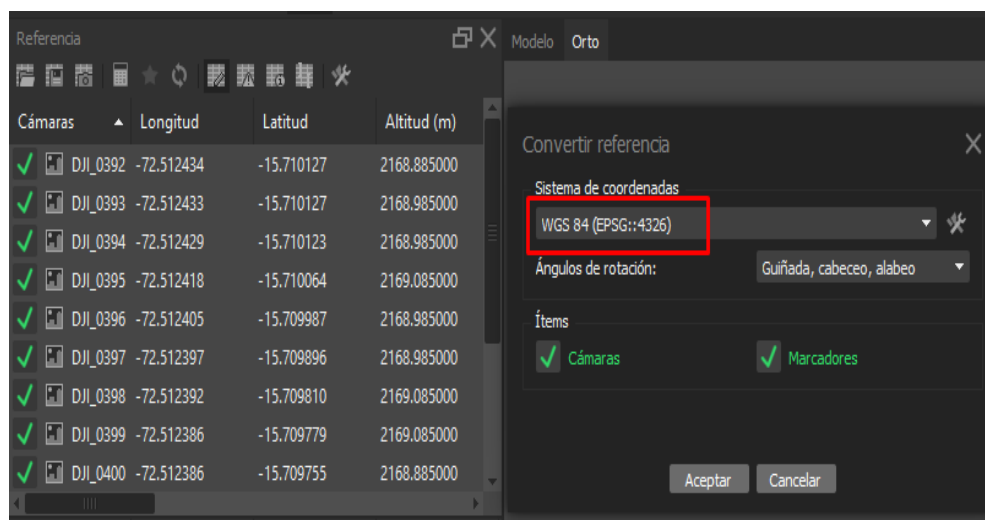


Figura 19. Conversión de coordenadas geográficas a rectangulares al sistema (WGS 84) Fuente: elaboración propia

- Orientación de fotos de acuerdo a coordenadas convertidas

Cámaras	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)
✓ DJI_0392	766600.935091	8261560.573752	2168.885000
✓ DJI_0393	766600.988417	8261560.548521	2168.985000
✓ DJI_0394	766601.437408	8261560.983029	2168.985000
✓ DJI_0395	766602.697160	8261567.534308	2169.085000
✓ DJI_0396	766604.129031	8261576.054930	2168.985000
✓ DJI_0397	766605.187991	8261586.050006	2168.985000
✓ DJI_0398	766605.846051	8261595.646913	2169.085000
✓ DJI_0399	766606.502168	8261599.000668	2169.085000
✓ DJI_0400	766606.524956	8261601.697575	2168.885000

Figura 20. Orientación de fotos en base al sistema (WGS 84)

Fuente: elaboración propia

- Identificación de BMS marcados en los puntos de control

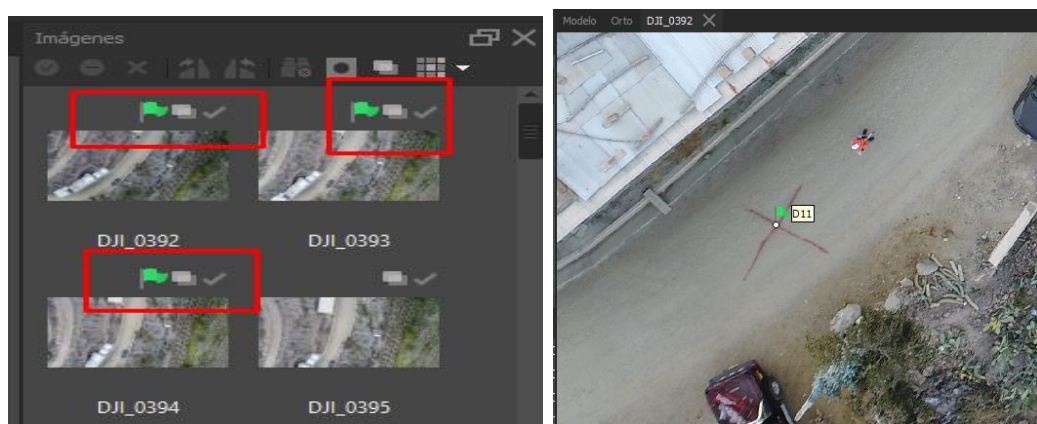


Figura 21. Identificación de fotos en base al sistema (WGS 84)

Fuente: elaboración propia

- Conociendo las coordenadas de los BM's, se procede a marcar todas las fotos anteriormente identificadas, según el Punto que contengan, mayores proyecciones y mayor su precisión.

Marcadores	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)	Proyecciones	Precisión (m)
✓ D11	766591.585000	8261540.076000	2131.378000	10	0.005000
✓ D12	766729.353000	8262000.465000	2109.191000	14	0.005000
✓ D13	766833.545000	8261671.170000	2100.898000	19	0.005000
✓ D15	766939.586000	8261298.799000	2084.463000	11	0.005000

Figura 22. Coordenadas rectangulares, mayor proyecciones y mayor precisión

Fuente: Elaboración propia

- Corrección o ajuste de posición con BM's bien definidos

The screenshot shows a software interface with a table of camera data and a dialog box for camera orientation optimization.

Cámaras	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)	Precisión (m)	Error (m)
DJI_0602	766608.896314	8261585.744969	2206.285000	10.000000	14.454802
DJI_0603	766605.808553	8261561.309890	2205.885000	10.000000	15.060102
DJI_0604	766602.743199	8261546.629894	2205.785000	10.000000	15.735485
DJI_0605	766596.929254	8261535.586664	2205.785000	10.000000	15.800370
DJI_0606	766595.338325	8261533.550974	2205.785000	10.000000	16.020473
DJI_0607	766595.338204	8261533.793937	2205.885000	10.000000	16.147992
DJI_0608	766598.220217	8261540.486056	2206.085000	10.000000	16.102208
DJI_0609	766604.468602	8261557.564370	2206.285000	10.000000	15.756590

**Optimizar orientación de cámaras**

Generales

- Ajustar f
- Ajustar k1
- Ajustar k2
- Ajustar k3
- Ajustar k4
- Ajustar cx, cy
- Ajustar p1
- Ajustar p2
- Ajustar b1
- Ajustar b2

Avanzado

- Ajuste adaptativo del modelo de cámara
- Estimar covarianza de los puntos de paso
- Ajustar correcciones adicionales

Aceptar Cancelar

Figura 23. Corrección o ajuste de posición

Fuente: Elaboración propia

- Creación de la nube de puntos:



Figura 24. Corrección o ajuste de posición

Fuente: Elaboración Propia

- Procedemos a clasificar los puntos: De “nunca clasificado” (blanco) a nuestros intereses, como “terreno” (marrón). Y así eliminar Arboles, edificios, autos, entre otros.

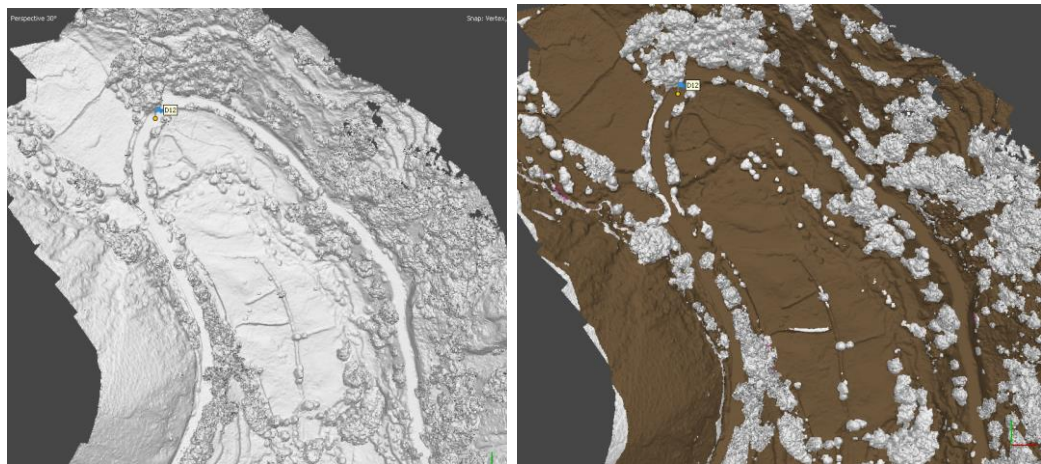


Figura 25. Clasificación de nube de puntos

Fuente: Elaboración propia

- Una vez clasificado los puntos de forma necesaria. Procedemos a Crear la superficie, o Modelo Digital de Elevaciones (MDE), según cierta categoría de la nube de puntos; como esta vez el “terreno”.

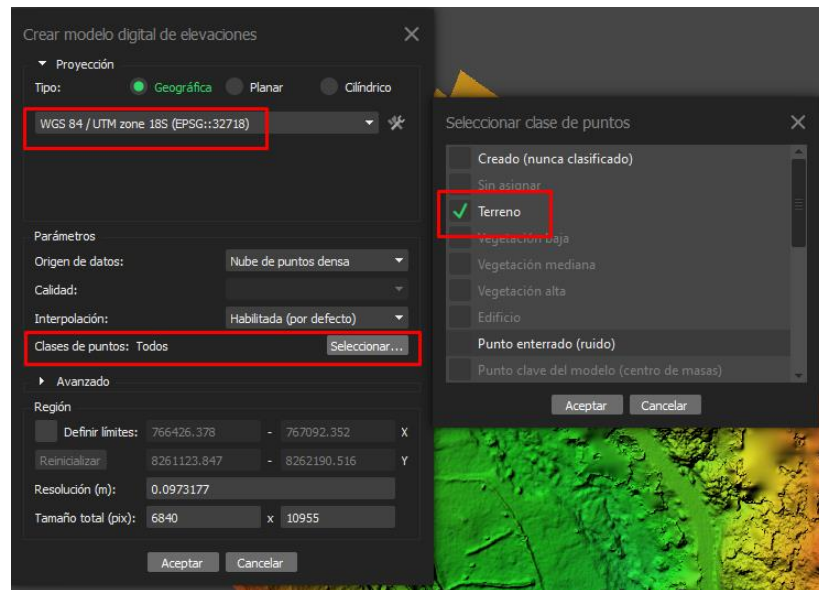


Figura 26. Creación de superficie o MDT

Fuente: Elaboración propia

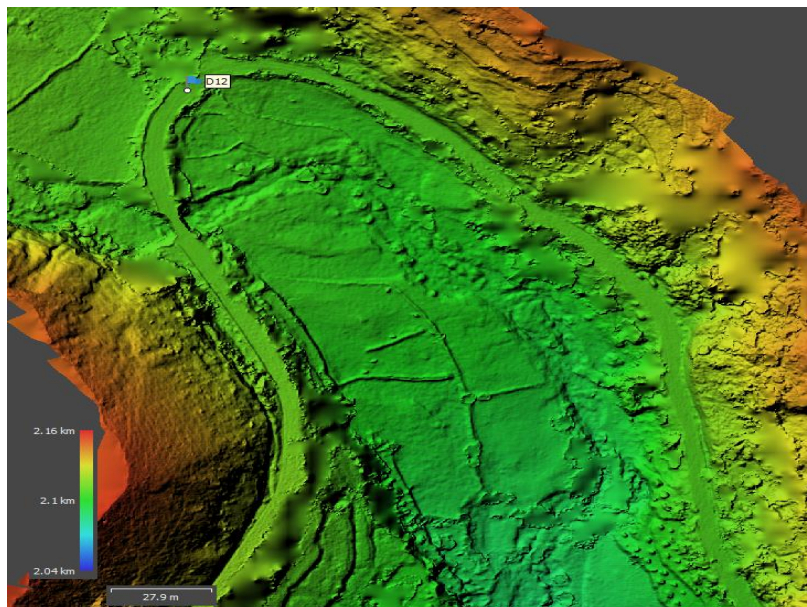


Figura 27. Superficie de terreno o MDT

Fuente: Elaboración propia



- Se generan las curvas de nivel a partir del Modelo Digital de Elevaciones, a una equidistancia requerida.

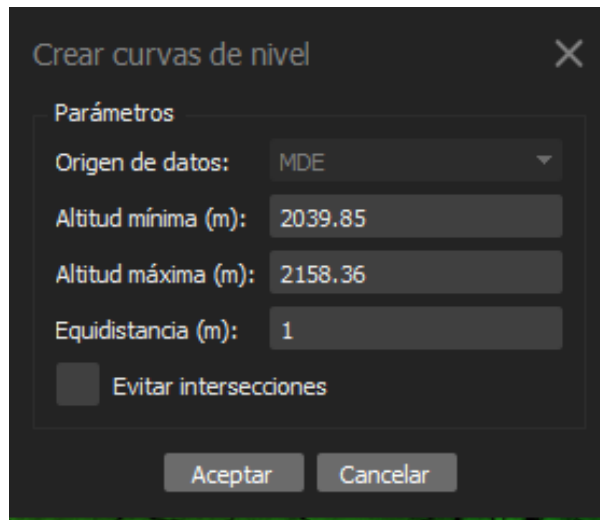


Figura 28. Generación de curvas de nivel a equidistancia de 1m  
Fuente: Elaboración Propia

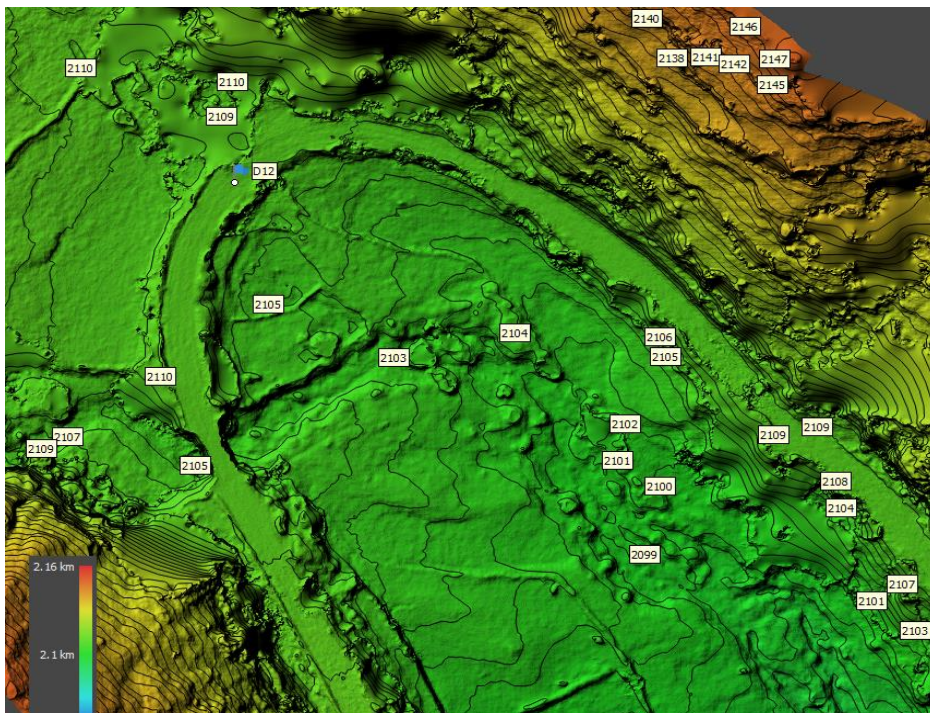


Figura 29. Curvas de nivel a equidistancia de 1m  
Fuente: Elaboración propia

- Se procede a generar la Ortofoto. Que es una sola foto para todo el terreno, acopla las fotos individuales en una sola. A mayor resolución de la cámara, a menor altura de vuelo del Dron, mejor resolución de la Ortofoto.



Figura 30. Orto foto ya georreferenciada al sistema WGS 84

Fuente: Elaboración propia

- Por último, se procede a Exportar los Archivos requeridos en los Formatos requeridos, en este caso: TIFF para la Ortofoto y el Modelo Digital de Elevaciones, DXF para las curvas de Nivel.

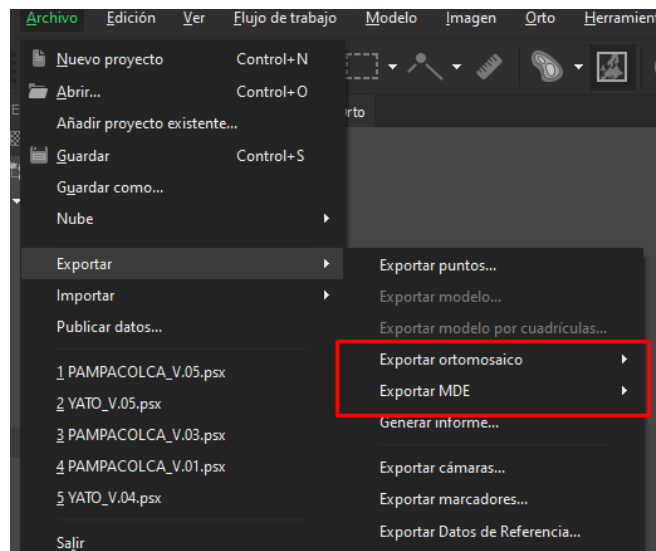


Figura 31. Exportación de MDE

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo los siguientes resultados que se muestran en las siguientes tablas para los dos tramos en estudio a lo largo de todo su eje

Tabla 8. Puntos exportados con Dron sector Yato (tramo 1)

<b>DATOS DE LEVANTAMIENTO CON DRON</b>				
<b>PROGRESIVAS</b>	<b>COORD.ESTE</b>	<b>COOR.NORTE</b>	<b>ELEVACION</b>	<b>DESC.</b>
<b>0+00</b>	<b>766939.648</b>	<b>8261298.677</b>	<b>2084.568</b>	<b>BM-1</b>
<b>0+020</b>	766914.743	8261307.122	2085.996	EJE
<b>0+040</b>	766897.295	8261316.976	2086.933	EJE
<b>0+060</b>	766879.881	8261326.809	2087.941	EJE
<b>0+070</b>	766872.877	8261333.733	2089.485	EJE
<b>0+080</b>	766865.407	8261340.704	2090.195	EJE
<b>0+090</b>	766860.740	8261349.216	2090.570	EJE
<b>0+100</b>	766857.652	8261359.415	2090.874	EJE
<b>0+120</b>	766851.834	8261377.842	2091.447	EJE
<b>0+140</b>	766846.211	8261397.161	2091.561	EJE
<b>0+160</b>	766841.048	8261416.656	2093.333	EJE
<b>0+180</b>	766837.800	8261435.819	2094.196	EJE
<b>0+200</b>	766835.906	8261456.218	2094.126	EJE
<b>0+220</b>	766834.251	8261476.365	2094.845	EJE
<b>0+240</b>	766833.557	8261496.355	2095.765	EJE
<b>0+260</b>	766832.918	8261516.463	2094.965	EJE
<b>0+280</b>	766832.269	8261536.370	2096.304	EJE
<b>0+300</b>	766831.766	8261556.355	2098.304	EJE
<b>0+320</b>	766831.913	8261576.361	2098.970	EJE
<b>0+340</b>	766832.451	8261596.346	2099.372	EJE
<b>0+360</b>	766833.662	8261616.316	2100.261	EJE
<b>0+380</b>	766834.379	8261636.309	2100.751	EJE
<b>0+400</b>	766835.053	8261656.281	2100.387	EJE
<b>0+420</b>	<b>766833.657</b>	<b>8261671.215</b>	<b>2101.024</b>	<b>BM-2</b>
<b>0+440</b>	766841.660	8261695.226	2101.670	EJE
<b>0+460</b>	766854.656	8261710.428	2102.402	EJE

<b>0+480</b>	766865.515	8261727.399	2103.133	EJE
<b>0+500</b>	766872.926	8261745.825	2104.238	EJE
<b>0+520</b>	766879.654	8261764.725	2104.890	EJE
<b>0+540</b>	766884.628	8261784.034	2105.926	EJE
<b>0+560</b>	766880.468	8261803.597	2106.055	EJE
<b>0+580</b>	766875.942	8261823.062	2107.005	EJE
<b>0+600</b>	766870.962	8261842.515	2107.575	EJE
<b>0+620</b>	766868.118	8261862.237	2108.118	EJE
<b>0+640</b>	766865.509	8261882.141	2108.852	EJE
<b>0+660</b>	766862.422	8261901.934	2109.459	EJE
<b>0+680</b>	766852.322	8261918.984	2109.075	EJE
<b>0+700</b>	766842.283	8261936.088	2108.308	EJE
<b>0+720</b>	766827.699	8261951.628	2108.744	EJE
<b>0+740</b>	766814.960	8261965.351	2108.604	EJE
<b>0+760</b>	766801.361	8261979.951	2108.569	EJE
<b>0+780</b>	766785.184	8261992.762	2108.539	EJE
<b>0+800</b>	766767.590	8262000.518	2108.549	EJE
<b>0+810</b>	766758.495	8262005.029	2108.897	EJE
<b>0+820</b>	<b>766729.476</b>	<b>8262000.325</b>	<b>2109.164</b>	<b>BM-3</b>
<b>0+830</b>	766740.018	8262004.846	2109.116	EJE
<b>0+840</b>	766730.821	8262000.932	2110.010	EJE
<b>0+850</b>	766724.730	8261993.046	2109.830	EJE
<b>0+860</b>	766720.741	8261984.107	2109.552	EJE
<b>0+880</b>	766723.211	8261964.303	2109.490	EJE
<b>0+900</b>	766728.338	8261944.999	2109.654	EJE
<b>0+920</b>	766736.805	8261926.829	2110.098	EJE
<b>0+930</b>	766741.449	8261918.001	2110.330	EJE
<b>0+940</b>	766745.871	8261909.026	2110.638	EJE
<b>0+950</b>	766749.944	8261899.917	2111.793	EJE
<b>0+960</b>	766753.954	8261890.699	2112.215	EJE
<b>0+980</b>	766757.619	8261871.045	2113.690	EJE
<b>1+000</b>	766756.522	8261851.083	2115.331	EJE
<b>1+020</b>	766749.770	8261832.297	2116.786	EJE

<b>1+040</b>	766740.978	8261814.319	2118.176	EJE
<b>1+060</b>	766729.946	8261797.613	2118.622	EJE
<b>1+080</b>	766717.125	8261782.270	2119.895	EJE
<b>1+100</b>	766708.822	8261764.063	2120.605	EJE
<b>1+120</b>	766700.515	8261745.856	2122.525	EJE
<b>1+140</b>	766692.572	8261727.523	2122.469	EJE
<b>1+160</b>	766678.793	8261713.028	2123.409	EJE
<b>1+180</b>	766665.065	8261698.508	2124.335	EJE
<b>1+200</b>	766651.122	8261684.248	2125.585	EJE
<b>1+220</b>	766637.173	8261669.936	2126.539	EJE
<b>1+240</b>	766624.524	8261654.386	2126.931	EJE
<b>1+260</b>	766611.940	8261638.943	2128.042	EJE
<b>1+280</b>	766607.654	8261619.503	2129.021	EJE
<b>1+300</b>	766604.522	8261599.828	2129.222	EJE
<b>1+320</b>	766603.901	8261579.823	2130.629	EJE
<b>1+340</b>	766601.780	8261559.956	2130.981	EJE
<b>1+360</b>	<b>766591.057</b>	<b>8261539.996</b>	<b>2131.548</b>	<b>BM-4</b>
<b>1+380</b>	766579.691	8261528.811	2131.973	EJE

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 9. Puntos exportados con Dron sector Pampacolca (tramo 2)

DATOS DE LEVANTAMIENTO DRON PAMPACOLCA				
PROGRESIVAS	COORDENADAESTE	COORDENADA NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
13+500	763824.643	8259325.241	2830.418	EJE
<b>13+520</b>	<b>763810.704</b>	<b>8259328.634</b>	<b>2830.146</b>	<b>BM-1</b>
13+540	763791.564	8259334.586	2832.146	EJE
13+560	763772.603	8259327.599	2833.134	EJE
13+580	763755.961	8259316.628	2834.378	EJE
13+600	763738.695	8259306.020	2835.012	EJE
13+620	763722.558	8259298.614	2836.000	EJE

13+640	763704.903	8259296.733	2836.980	EJE
13+660	763685.316	8259303.015	2836.756	EJE
13+680	763668.304	8259313.721	2839.004	EJE
13+700	763651.988	8259323.511	2840.120	EJE
13+720	763635.024	8259335.249	2841.147	EJE
13+740	763618.843	8259347.072	2842.757	EJE
13+760	763605.553	8259361.099	2843.487	EJE
13+780	763590.319	8259375.523	2844.267	EJE
13+800	763573.374	8259384.140	2845.478	EJE
13+810	763563.785	8259386.795	2847.152	EJE
13+820	763554.103	8259389.416	2847.187	EJE
13+840	763534.574	8259393.573	2847.145	EJE
13+860	763514.954	8259396.807	2847.230	EJE
13+880	763495.101	8259399.784	2848.135	EJE
13+900	763475.335	8259403.000	2849.026	EJE
13+920	763448.305	8259407.612	2848.533	EJE
13+940	763423.324	8259411.798	2850.451	EJE
13+960	763403.591	8259414.916	2851.001	EJE
13+980	763383.801	8259418.205	2851.045	EJE
<b>14+000</b>	<b>763364.097</b>	<b>8259421.504</b>	<b>2851.325</b>	<b>BM2</b>
14+000	763344.202	8259424.325	2851.265	EJE
14+020	763324.478	8259427.604	2852.150	EJE
14+040	763304.579	8259430.615	2852.470	EJE
14+060	763284.841	8259433.496	2852.805	EJE
14+080	763265.375	8259436.579	2854.002	EJE
14+100	763245.601	8259439.445	2854.156	EJE
14+120	763222.901	8259443.031	2855.150	EJE
14+140	763208.175	8259451.245	2855.871	EJE
14+160	763193.105	8259464.675	2855.997	EJE
14+180	763178.243	8259478.000	2856.850	EJE
14+200	763163.324	8259491.742	2857.000	EJE
14+220	763148.417	8259504.854	2857.000	EJE
14+240	763133.525	8259518.004	2857.000	EJE

14+260	763118.587	8259531.297	2857.000	EJE
14+280	763103.198	8259544.261	2857.000	EJE
14+300	763087.694	8259557.701	2856.502	EJE
14+320	763078.013	8259566.095	2856.127	EJE
14+340	763061.513	8259581.020	2856.457	EJE
14+360	763045.854	8259595.475	2856.481	EJE
14+380	763030.014	8259610.187	2856.110	EJE
14+400	763013.014	8259620.815	2856.000	EJE
14+420	762993.605	8259629.713	2857.000	EJE
14+440	762974.826	8259637.589	2856.894	EJE
14+460	762958.712	8259644.178	2856.973	EJE
14+480	762938.754	8259652.650	2857.852	EJE
<b>14+500</b>	<b>762925.402</b>	<b>8259658.153</b>	<b>2858.151</b>	<b>BM-3</b>
14+520	762928.835	8259658.104	2858.000	EJE
14+540	762902.012	8259666.404	2858.674	EJE
14+560	762881.616	8259670.712	2858.000	EJE
14+580	762862.325	8259674.297	2858.504	EJE
14+600	762841.496	8259678.678	2858.000	EJE
14+620	762823.117	8259682.160	2858.000	EJE
14+640	762805.533	8259687.974	2858.000	EJE
14+660	762785.127	8259692.104	2858.000	EJE
14+680	762765.678	8259694.185	2858.641	EJE
14+700	762745.341	8259695.874	2858.600	EJE
14+720	762723.234	8259698.645	2858.444	EJE
14+740	762704.842	8259703.845	2858.257	EJE
14+760	762687.857	8259711.124	2858.153	EJE
14+780	762668.512	8259719.398	2858.651	EJE
14+800	762650.848	8259726.419	2858.542	EJE
14+820	762631.671	8259733.902	2858.988	EJE
14+840	762613.801	8259742.795	2859.009	EJE
14+860	762595.542	8259750.716	2859.009	EJE
14+880	762577.313	8259758.213	2858.952	EJE
14+900	762559.242	8259768.120	2859.459	EJE

14+920	762540.714	8259775.604	2859.732	EJE
14+940	762520.178	8259778.500	2859.789	EJE
14+960	762500.811	8259777.374	2859.987	EJE
14+980	762481.725	8259770.502	2860.000	EJE
<b>15+000</b>	<b>762463.801</b>	<b>8259764.438</b>	<b>2860.131</b>	<b>BM-4</b>
15+020	762444.397	8259761.487	2860.251	EJE
15+040	762424.428	8259757.795	2860.750	EJE
15+060	762403.997	8259756.105	2861.000	EJE
15+080	762384.024	8259760.792	2861.680	EJE
15+100	762365.769	8259768.867	2861.834	EJE
15+120	762349.668	8259780.294	2862.852	EJE
15+140	762335.957	8259792.354	2863.000	EJE
15+160	762318.289	8259807.584	2863.951	EJE
15+180	762298.926	8259821.167	2864.963	EJE
15+200	762277.428	8259828.694	2865.211	EJE
15+220	762254.353	8259826.258	2866.134	EJE
15+240	762234.018	8259817.605	2866.253	EJE
15+260	762232.025	8259795.908	2866.150	EJE
15+280	762237.055	8259773.328	2866.443	EJE
15+300	762242.457	8259750.397	2866.891	EJE
15+320	762249.742	8259728.685	2867.000	EJE
15+340	762259.371	8259707.294	2866.000	EJE
15+360	762262.173	8259690.126	2866.000	EJE
15+380	762256.214	8259675.166	2866.976	EJE
15+400	762242.679	8259665.663	2866.585	EJE
15+420	762225.360	8259656.947	2867.180	EJE
15+440	762215.621	8259653.726	2867.423	EJE
15+460	762201.450	8259648.795	2867.000	EJE
15+480	762187.173	8259644.219	2867.626	EJE
<b>15+000</b>	<b>762168.227</b>	<b>8259638.117</b>	<b>2867.565</b>	<b>BM-5</b>

**Fuente:** Elaboración propia



### **3.6. Método de análisis de datos**

Según Fidias (FIDIAS G, 2012) se describen las diferentes operaciones a las que estarán sometidos los datos que se consigan por registro, tabulación, codificación; nos dice que en el análisis se definirán las diferentes técnicas lógicas que habrán usado para interpretar lo que descubren los datos recogidos.

Para este estudio se usa como método de análisis la estadística descriptiva. La representación de la información recogida será procesada con el software civil 3d. El procesamiento de la información recogida en campo y su posterior presentación de planos se realizará con softwares específicos Civil 3d, Agisoft Meta Shape, Excel, SPSS. El software topográfico civil 3d es un software de diseño de ingeniería que nos permite la optimización en el diseño, el programa Agisoft Meta Shape es un software de fotogrametría avanzada, Meta Shape utiliza las imágenes capturadas por los drones para generar modelos y mapas 3D, como orto mosaicos profesionales, nubes de puntos, modelos 3D; mediante el software Excel. Se realizará el proceso de calcular los datos obtenidos en campo y permitirá realizar el análisis de los errores y precisión resumiendo dicha información en tablas, figuras o gráficos de manera puntual, sobre los trabajos realizados con los tres equipos, para la contratación de las hipótesis planteadas en el estudio se hará uso del software SPSS que es de carácter estadístico propiedad de la empresa IBM.

### **3.7. Aspectos éticos**

En la realización de la presente investigación se respetó las citas acordes a las hipótesis redactadas y conceptos que están bien precisadas en la referencia bibliográfica, se respetaran la confiabilidad de la información obtenida y la validez de los resultados que serán de pertenencia intelectual del autor, el trabajo que se realizara en campo y sus posibles resultados solo serán para el empleo en el presente estudio.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la zona de estudio

Parámetros de Precisión en Obras Lineales con Equipos Convencionales de topografía, Carretera Tagre – Pampacolca Arequipa 2022

#### Ubicación política

La presente investigación se realizó en “la carretera Tagre - Pampacolca”, en el distrito de Tipan y Pampacolca, Provincia de Castilla en el Departamento de Arequipa.

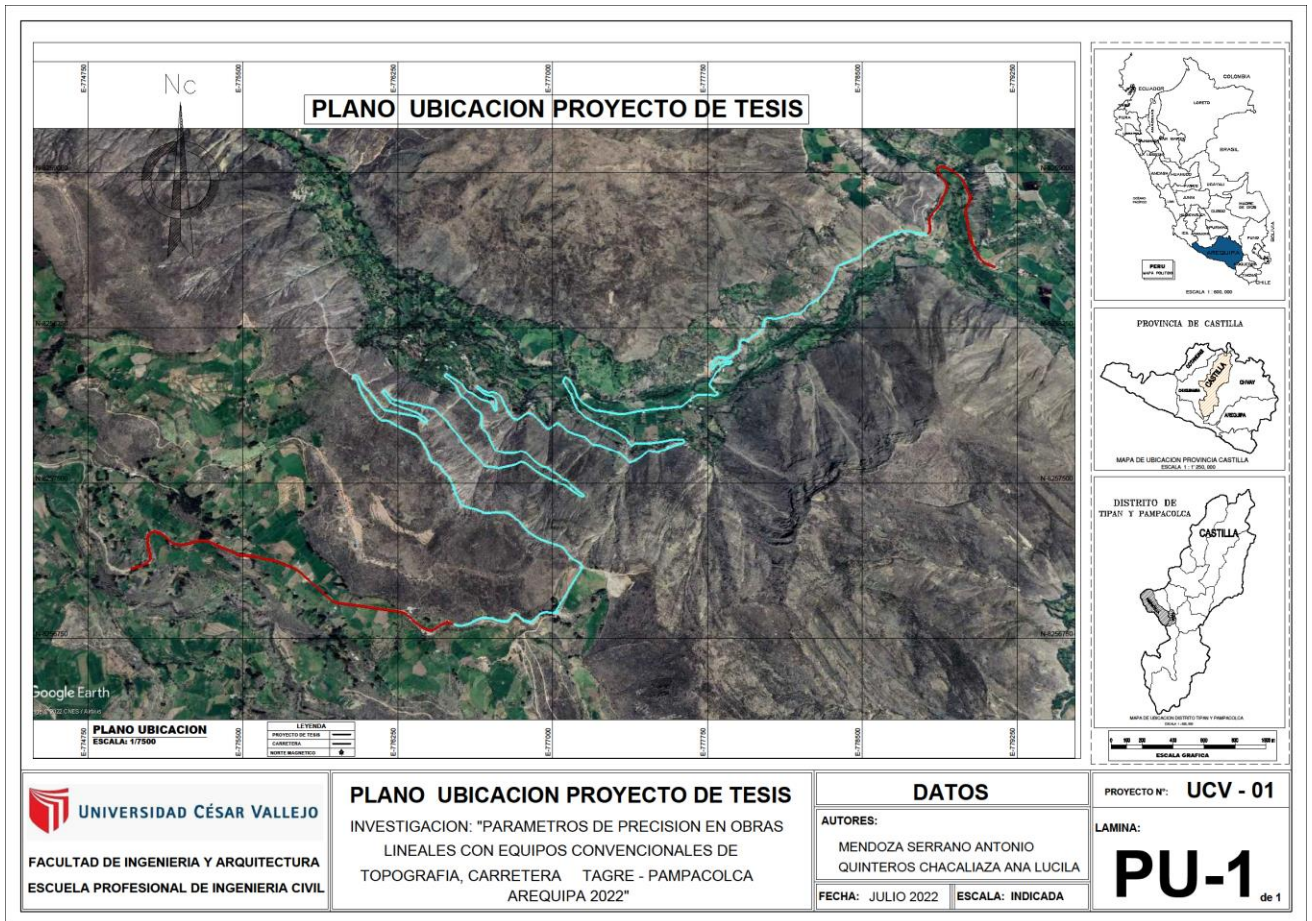


Figura 32. Plano de Ubicación de los dos tramos de estudio

**Fuente:** Elaboración Propia

## LIMITES

- Norte: con las estibaciones del macizo Coropuna hito morro de rata comunidad campesina de Rio Blanco
- Sur: con el Distrito de Aplao
- Este: con los Distritos de Viraco y Tipan
- Oeste: con la Provincia de Condesuyos

## Ubicación Geográfica

El Distrito de Pampacolca presenta las siguientes coordenadas geográficas latitud 15.7131 longitud 72.5731 15°42'47" sur 72°34'23" oeste

## Clima

El distrito de Pampacolca posee veranos cortos y los inviernos son cortos fríos secos y nublados con una temperatura media de 16°C y una humedad de 22%

## 4.2. Resultados

### **4.2.1. Estimar los niveles de precisión en el control altimétrico con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022**

culminado la recolección de datos en campo en el proceso de levantamiento topográfico con los equipos convencionales de topografía estación total, dron y su posterior procesamiento en gabinete de toda la información obtenida se observa en las diferentes tablas presentadas las elevaciones obtenidas y su respectiva variación en base al promedio de errores, error relativo y precisión realizadas en los puntos de control de la poligonal abierta en el sector de Yato (tramo 1) en una distancia de 1360 metros y sector de Pampacolca (tramo 2) en una distancia de 2000 metros. Información que tiene como base referencial los datos obtenidos en campo con el instrumento topográfico GPS diferencial (GNSS), haciendo uso de la tecnología RTK que servirá cuando se realice el análisis de comparación para determinar los parámetros de precisión y si se encuentran dentro de los márgenes de tolerancias máxima permisible que tiene el manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG – 2013".

## SECTOR DE YATO:

Tabla 10: Elevaciones sector Yato tramo 1 GPS-Estación Total- Dron

ELEVACIONES SECTOR YATO (TRAMO 1)				
BM	PROGRESIVA	GPS	ESTACION TOTAL	DRON
BM-1	0+000	2084.464	2084.464	2084.568
BM-2	0+420	2100.898	2100.857	2101.024
BM-3	0+820	2109.191	2109.141	2109.164
BM-4	1+360	2131.378	2131.364	2131.548

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 11: Variación de elevaciones sector Yato GPS-Estación Total, GPS- Dron

VARIACION DE ELEVACIONES SECTOR YATO (TRAMO 1)			
BM	PROGRESIVA	GPS - ESTACION TOTAL	GPS- DRON
BM-1	0+000	0.000	-0.104
BM-2	0+420	0.041	-0.126
BM-3	0+820	0.050	0.027
BM-4	1+360	0.014	-0.170
<b>PROMEDIO DE ERRORES</b>		<b>0.026</b>	<b>-0.093</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 12: Tolerancia máxima permitida y precision sector Yato (tramo 1)

ERROR RELATIVO Y PRECISION			
GPS - ESTACION TOTAL		GPS - DRON	
<b>ERROR RELATIVO</b>	±0.00933	<b>ERROR RELATIVO</b>	±0.00933
<b>PRECISION</b>	NIVELACION EXCELENTE PRECISION DE 2DO ORDEN	<b>PRECISION</b>	NIVELACION EXCELENTE PRECISION DE 2DO ORDEN

*Fuente: Elaboración Propia*



Figura 33: Poligonal abierta y ubicación de BM's sector Yato (tramo 1)

*Fuente: Elaboración Propia*

### **INTERPRETACIÓN 1:**

Según tabla 11 se registra que la máxima variación de elevaciones en los puntos de control es de 0.050m y se encuentra en el BM-3 en la progresiva (0+820), donde la elevación obtenida por la Estación Total se encuentra por debajo de la elevación obtenida con GPS Diferencial, también se puede observar una precisión altimétrica de 0.014m que se encuentra en el BM-4 en la progresiva (1+360), valor que se encuentra dentro de lo aceptable; de la misma forma la tabla 12 nos muestra que la tolerancia máxima permisible es de  $\pm 0.009\text{m}$  y tiene una precisión de 2do orden, que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel vertical nos muestra los valores de  $\pm 0.005\text{m}$  y  $\pm 0.010\text{m}$ .

### **CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS:**

Se considerará un nivel de confianza de 95% ó 0.95 y un porcentaje o margen de error de 5% equivalente a ( $\alpha=0.05$ ), al ser el estudio de carácter longitudinal con la medida de dos muestras relacionadas y ser una prueba paramétrica (numérica) se opta por la prueba "T de Student" que es la apropiada para la hipótesis propuesta.

- Para determinar la normalidad se procederá a utilizar la prueba Shapiro Wilk que es la adecuada para muestras pequeñas de (<50 individuos)

- Para determinar la normalidad se planteará la siguiente hipótesis

P- valor  $\geq$  a 0.05 = los datos provienen de una distribución normal

P- valor < a 0.05 = Los datos NO provienen de una distribución normal

- La conclusión de la hipótesis se dará de acuerdo a los siguientes criterios

Si la probabilidad obtenida P- valor  $\leq \alpha$ , se rechaza **H<sub>0</sub>** (Se acepta **H<sub>1</sub>**)

Si la probabilidad obtenida P- valor  $> \alpha$ , no se rechaza **H<sub>0</sub>** (Se acepta **H<sub>0</sub>**)

### **Los niveles de errores en el Control Altimétrico con Equipos Convencionales de Topografía. Cumplen con los errores máximos tolerables carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022**

Planteamiento de las hipótesis de normalidad:

H<sub>1</sub>: Existe diferencia significativa de valores en las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total

H<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa de valores en las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total

## Prueba de Normalidad

Para la obtención de la normalidad la información se procesó en el software SPSS, brindándonos la siguiente información

Tabla 13. Prueba de normalidad elevaciones GPS – Estación Total

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ELEVACION (GPS)	,195	4	.	,989	4	,952
ELEVACION (ESTACION TOTAL)	,195	4	.	,989	4	,951

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración Propia

Siendo la cantidad de individuos (BM) < de 50 se hará uso de la prueba Shapiro Wilk comparando los niveles de significancia obtendremos:

- P- valor (GPS) = 0.952 >  $\alpha = 0.05$
- P- valor (Estación Total) = 0.951 >  $\alpha = 0.05$

Al observar que el valor de la significancia mayor que 0.05 se concluye que los datos de elevaciones obtenidas por el GPS diferencial y la Estación Total provienen de una distribución normal.

Una vez ya determinado la normalidad se procederá con la obtención de resultados, para lo cual se hará uso del software SPSS el cual nos brinda la siguiente tabla

Tabla 14. Prueba de muestras emparejadas elevaciones GPS – Estacion Total

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral )	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	ELEVACION (GPS) - ELEVACION (ESTACION TOTAL)	26,250000	23,243279	11,621639	-10,735243	63,235243	2,259	3	,109

**Fuente:** Elaboración Propia

Según tabla 14 determinamos:

P- valor = 0.109 >  $\alpha = 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$  No existe diferencia significativa de valores en las cotas obtenidas

Concluimos que Cumplen con los errores máximos tolerables en las medidas de las elevaciones entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total.

### INTERPRETACION 2:

De acuerdo a la tabla 11 se observa que la máxima variación de cotas se da en los puntos de control y tiene un valor de -0.170m. y se encuentra en el BM-4 en la progresiva (1+360), donde la cota obtenida por el dron se encuentra por debajo de la obtenida con GPS diferencial, también nos muestra una precisión altimétrica de 0.027m que se encuentra en el BM-4; en la progresiva (1+360) valor que es aceptable. De la misma forma la tabla 12 nos muestra que la tolerancia máxima permisible es de  $\pm 0.009m$  y tiene una precisión de 2do orden, que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel vertical nos muestra los valores de  $\pm 0.005m$  y  $\pm 0.010m$ .



## CONTRASTACION DE HIPOTESIS:

Planteamiento de las hipótesis de normalidad:

H1: Existe diferencia significativa de valores en las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total

Ho: No existe diferencia significativa de valores en las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total

### Prueba de Normalidad

Para la obtención de la normalidad la información se procesó en el software SPSS, brindándonos la siguiente información.

Tabla 15. Prueba de normalidad elevaciones GPS – Dron

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ELEVACION (GPS)	,195	4	.	,989	4	,952
ELEVACION (DRON)	,197	4	.	,988	4	,947

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** *Elaboración propia*

Siendo la cantidad de individuos (BM) < de 50 se hará uso de la prueba Shapiro Wilk comparando los niveles de significancia obtendremos:

- P- valor (GPS) = 0.952 >  $\alpha = 0.05$
- P- valor (GPS) = 0.947 >  $\alpha = 0.05$

Al observar que el valor de la significancia mayor que 0.05 se concluye que los datos de elevaciones obtenidas por el GPS diferencial y el Dron provienen de una distribución normal.

Para la obtención de resultados se hará uso del software SPSS el cual nos brinda la siguiente tabla.

Tabla 16. Prueba de muestras emparejadas elevaciones GPS – Dron

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	ELEVACION (GPS) - ELEVACION (DRON)	-93,250000	84,732422	42,366211	-228,078192	41,578192	-2,201	3	,115

**Fuente:** *Elaboración propia*

De la tabla (16) obtenemos que:

P- valor = 0.115 >  $\alpha = 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$  No existe diferencia significativa de valores en las cotas obtenidas

Concluimos que Cumplen con los errores máximos tolerables en las medidas de las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Dron.

## SECTOR PAMPACOLCA

Tabla 17: Elevaciones sector Pampacolca tramo 2 GPS-Estacion Total- Dron

ELEVACIONES SECTOR PAMPACOLCA (TRAMO 2)				
BM	PROGRESIVA	GPS	ESTACION TOTAL	DRON
BM-1	13+520	2829.533	2829.533	<b>2830.146</b>
BM-2	14+000	2850.338	2850.340	2851.325
BM-3	14+500	2857.887	2857.987	2858.151
BM-4	15+000	2860.815	2860.913	2860.131
BM-5	15+500	2867.717	2867.654	2867.565

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 18: Elevaciones sector Pampacolca GPS-Estación Total, GPS - Dron

VARIACION DE ELEVACIONES			
BM	PROGRESIVA	GPS- ESTACION TOTAL	GPS- DRON
BM-1	13+520	0.000	-0.613
BM-2	14+000	-0.002	-0.987
BM-3	14+500	-0.100	-0.264
BM-4	15+000	-0.098	0.684
BM-5	15+500	0.063	0.152
<b>PROMEDIO DE ERRORES</b>		<b>-0.027</b>	<b>-0.206</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 19: Tolerancia máxima permitida y precision, sector Pampacolca (tramo 2)

ERROR RELATIVO Y PRECISION			
GPS - ESTACION TOTAL		GPS - DRON	
<b>ERROR RELATIVO</b>	±0.011	<b>ERROR RELATIVO</b>	±0.011
<b>PRECISION</b>	NIVELACION EXCELENTE PRECISION DE 2DO ORDEN	<b>PRECISION</b>	NIVELACION EXCELENTE PRECISION DE 2DO ORDEN

**Fuente:** Elaboración propia

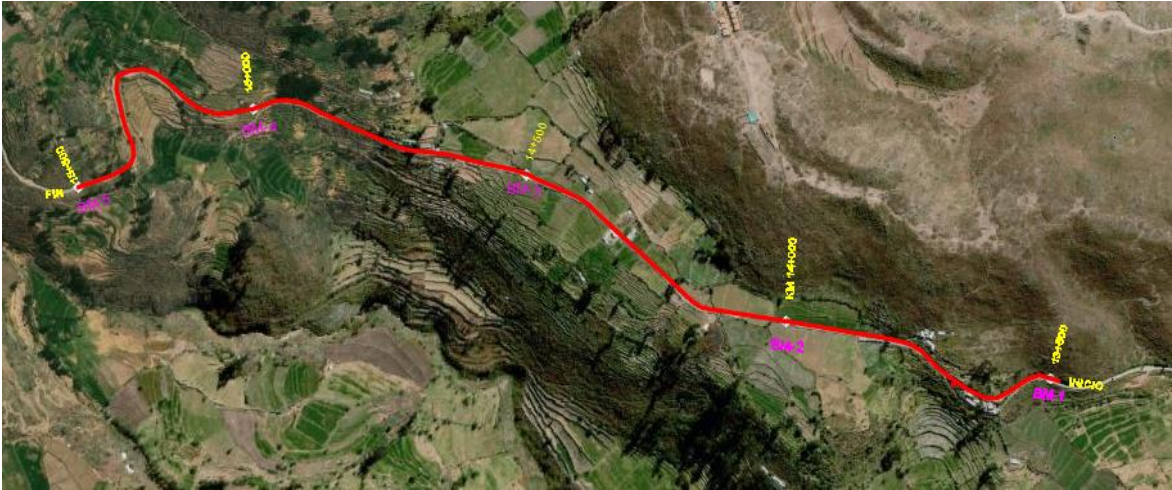


Figura 34. Ubicación de BM en poligonal abierto sector Pampacolca (tramo 2)

**Fuente:** Elaboración Propia

### **INTERPRETACION 1:**

De acuerdo a la tabla (18) se puede observar que la máxima variación de cotas en los puntos de control es de  $-0.100\text{m}$ . que se encuentra en el BM-3 en la progresiva (14+500), donde la cota obtenida por la Estación Total se encuentra por debajo de la obtenida con GPS Diferencial, nos muestra una precisión altimétrica que es aceptable de hasta  $-0.002\text{m}$  que corresponde al BM-2 en la progresiva (14+000). De la misma forma la tabla 19 nos muestra que la tolerancia máxima permisible es de  $\pm 0.011\text{m}$  y tiene una precisión de 2do orden, que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel vertical nos muestra los valores de  $\pm 0.005\text{m}$  y  $\pm 0.010\text{m}$ .

### **CONTRASTACION DE HIPOTESIS:**

Planteamiento de las hipótesis de normalidad:

Ha: Existe diferencia significativa de valores en las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con estación total

Ho: No existe diferencia significativa de valores en las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con estación total

### Prueba de Normalidad

Para la obtención de la normalidad la información se procesó en el software SPSS, brindándonos la siguiente información.

Tabla 20. Prueba de normalidad elevaciones GPS – Estacion Total

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ELEVACION (GPS)	,224	5	,200 <sup>*</sup>	,907	5	,448
ELEVACION (ESTACION TOTAL)	,226	5	,200 <sup>*</sup>	,904	5	,435

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia

Siendo la cantidad de individuos (BM) < de 50 se hará uso de la prueba Shapiro Wilk comparando los niveles de significancia obtendremos:

- P- valor (GPS) = 0.448 >  $\alpha = 0.05$
- P- valor (GPS) = 0.435 >  $\alpha = 0.05$

Al observar que el valor de la significancia es mayor que 0.05 se concluye que los datos de elevaciones obtenidas por el GPS diferencial y la Estación Total provienen de una distribución normal.

Para la obtención de resultados se hará uso del software SPSS el cual nos brinda la siguiente tabla.

Tabla 21. Prueba de muestras emparejadas elevaciones GPS – Estación Total

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Mediana	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	ELEVACION (GPS) - ELEVACION (ESTACION TOTAL)	-21,200000	80,927128	36,191712	-121,684301	79,284301	-,586	4	,589

**Fuente:** Elaboración propia

De la tabla 21 obtenemos que:

P- valor = 0.589 >  $\alpha = 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$  No existe diferencia significativa de valores en las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con estación total

**Concluimos** que Cumplen con los errores máximos tolerables en las medidas de las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estacion Total.

## INTERPRETACION 2:

De acuerdo a la tabla (17) se observa que la máxima diferencia de cotas en los puntos de control es de -0.987m. que se encuentra en el BM- 2 en la progresiva (14+000), donde la cota obtenida por el Dron se encuentra por debajo de la obtenida con GPS Diferencial, el grafico además nos muestra una precisión altimétrica que es aceptable de hasta 0.152m que corresponde al BM-3 en la progresiva (15+500). De la misma forma la tabla 19 nos muestra que la tolerancia máxima permisible es de  $\pm 0.011$ m y tiene una precisión de 2do orden, que al comparar con los valores de

la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel vertical nos muestra los valores de  $\pm 0.005\text{m}$  y  $\pm 0.010\text{m}$ .

### CONTRASTACION DE HIPOTESIS:

Planteamiento de las hipótesis de normalidad:

Ha: Existe diferencia significativa de valores en las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Dron

Ho: No existe diferencia significativa de valores en las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Dron

### Prueba de Normalidad

Para la obtención de la normalidad la información se procesó en el software SPSS, brindándonos la siguiente información.

Tabla 22. Prueba de normalidad elevaciones GPS – Dron

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ELEVACION (GPS)	,224	5	,200*	,907	5	,448
ELEVACION (DRON)	,238	5	,200*	,898	5	,398

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** *Elaboración propia*

Siendo la cantidad de individuos (BM) < de 50 se hará uso de la prueba Shapiro Wilk comparando los niveles de significancia obtendremos:

- P- valor (GPS) = 0.448 >  $\alpha = 0.05$
- P- valor (Dron) = 0.398 >  $\alpha = 0.05$

Al observar que el valor de la significancia mayor que 0.05 se concluye que los datos de elevaciones obtenidas por el GPS diferencial y el Dron provienen de una distribución normal.

Para la obtención de resultados se hará uso del software SPSS el cual nos brinda la siguiente tabla

Tabla 23. Prueba de muestras emparejadas elevaciones GPS – Dron

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilat eral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	ELEVACION (GPS) - ELEVACION (DRON)	-260,00000	703,57124	314,64662	-1133,59908	613,59908	-4,826	4,455	

**Fuente:** Elaboración propia

De la tabla 23 obtenemos que:

P- valor = 0.455 >  $\alpha = 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$  No existe diferencia significativa de valores en las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Dron

Concluimos que Cumplen con los errores máximos tolerables en las medidas de las cotas entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Dron



#### 4.2.2. Determinar los niveles de precision en el control planimétrico con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022

culminado la recolección de datos en campo en el proceso de levantamiento topográfico con los equipos convencionales de topografía estación total, dron y su posterior procesamiento en gabinete de toda la información obtenida se observa en las diferentes tablas presentadas las coordenadas (Este, Norte) obtenidas y su respectiva variación en base al promedio de errores, realizadas en los puntos de control de la poligonal abierta en el sector de Yato (tramo 1) en una distancia de 1360 metros y sector de Pampacolca (tramo 2) en una distancia de 2000 metros. Información que tiene como base referencial los datos obtenidos en campo con el instrumento topografico GPS diferencial (GNSS), haciendo uso de la tecnología RTK al realizar el análisis de comparación. Para aceptar la precision planimétrica en la siguiente investigación se verificará el error de cierre lineal de las coordenadas este ( $\sum \Delta X$ ), norte ( $\sum \Delta N$ ), luego se efectuará el cálculo del error relativo si estos datos obtenidos se encuentran dentro de los márgenes de tolerancia máxima permisible, que tiene el manual de carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG – 2013” que se encuentran en la tabla 4.

#### SECTOR DE YATO:

Tabla 24: Coordenadas rectangulares sector Yato tramo 1 GPS-Estación Total-Dron

COORDENADAS EN PUNTOS DE CONTROL SECTOR YATO (TRAMO 1)							
BM	PROGRESIVA	GPS DIFERENCIAL		ESTACION TOTAL		DRON	
		COORD. NORTE	COORD. ESTE	COORD. NORTE	COORD. ESTE	COORD. NORTE	COORD. ESTE
BM-1	0+000	8261298.802	766939.581	8261298.796	766939.577	8261298.677	766939.648
BM-2	0+420	8261671.170	766833.545	8261671.141	766833.510	8261671.215	766833.657
BM-3	0+820	8262000.465	766729.353	8262000.395	766729.263	8262000.325	766729.476
BM-4	1+360	8261540.076	766591.585	8261540.053	766591.571	8261539.996	766591.057

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 25. Variación de coordenadas rectangulares sector Yato GPS-Estación, GPS - Dron

VARIACION DE COORDENADAS EN PUNTOS DE CONTROL SECTOR YATO (TRAMO 1)					
BM	PROGRESIVA	GPS - ESTACION TOTAL		GPS - DRON	
		COORD.NORTE	COORD.ESTE	COORD.NORTE	COORD.ESTE
BM-1	0+000	0.006	0.004	0.125	-0.067
BM-2	0+420	0.029	0.035	-0.045	-0.112
BM-3	0+820	0.070	0.090	0.140	-0.123
BM-4	1+360	0.023	0.014	0.080	0.528
<b>ERROR PROMEDIO</b>		<b>0.032</b>	<b>0.036</b>	<b>0.075</b>	<b>0.056</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 26: Error relativo sector Yato (tramo 1)

ERROR RELATIVO (PRECISION) SECTOR YATO (TRAMO 1)	
ESTACION TOTAL	DRON
$Er = \frac{1}{5000} = 0.0002m$	$Er = \frac{1}{2500} = 0.0004m$

*Fuente: Elaboración propia*

### INTERPRETACION 1:

De acuerdo a la tabla (25) el punto de control BM-3 en la progresiva (0+820) muestra máxima diferencia con respecto a las coordenadas Norte en un valor de (0.070), con respecto a las coordenadas Este con un valor de (0.090) también se puede identificar una diferencia mínima de 0.006 m en el norte y de 0.004 m en el Este, datos aceptables. De la misma forma la tabla (26) nos muestra que la precisión es de 0.0002m, que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel planimétrico nos muestra los valores están entre 0.0001m y 0.0002m.

## CONTRASTACION DE HIPOTESIS:

Los niveles de precisión en el control planimétrico con equipos convencionales de topografía no exceden los límites tolerables carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022.

Planteamiento de las hipótesis de normalidad:

**H1:** Existe variación significativa de valores en las coordenadas rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total

**Ho:** No existe variación significativa de valores en las coordenadas rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total

### Prueba de Normalidad

Para la obtención de la normalidad la información se procesó en el software SPSS, brindándonos la siguiente información.

Tabla 27. Prueba de normalidad GPS – Estación Total (Diferencia de Coordenadas Norte)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF.NORTE	,294	4	.	,916	4	,513

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 28. Prueba de normalidad GPS – Estación Total (Diferencia de Coordenadas Este)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF.ESTE	,258	4	.	,886	4	,363

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia

Siendo la cantidad de individuos (BM) < de 50 se hará uso de la prueba Shapiro Wilk comparando los niveles de significancia obtendremos:

- P- valor (Coordenadas Norte) = 0.513 >  $\alpha = 0.05$
- P- valor (Coordenadas Este) = 0.363 >  $\alpha = 0.05$

Al observar que el valor de la significancia mayor que 0.05 se concluye que los datos de Coordenadas obtenidas por el GPS diferencial y la Estación Total provienen de una distribución normal.

Para la obtención de resultados se hará uso del software SPSS el cual nos brinda la siguiente tabla

Tabla 29. Prueba de muestras emparejadas diferencia de coordenadas GPS – Estación Total

Prueba de muestras relacionadas									
	Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1 DIF.NOR TE - DIF.EST E	- 3,75000	12,44655	6,22328	-23,55524	16,05524	-.603	3	,589	

**Fuente:** Elaboración propia

De la tabla 29, obtenemos que:

P- valor = 0.589 >  $\alpha = 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$  No existe variación significativa de valores en las coordenadas rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total

**Concluimos** que No exceden los límites tolerables de valores en las medidas de las Coordenadas rectangulares a nivel planimétrico, entre el levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total.

## **INTERPRETACION 2:**

De acuerdo a la tabla (25) el punto de control BM-3 (0+820) muestra máxima diferencia con respecto a las coordenadas Norte en un valor de (0.140), y el punto de control BM-4 (1+360) muestra mayor diferencia con respecto a las coordenadas Este con un valor de (0.528) también se puede identificar una diferencia mínima de -0.045 m en el norte y de -0.067 en el Este. De la misma forma la tabla (26) nos muestra que la precisión es de 0.0004m, que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel planimétrico nos muestra los valores están entre 0.0001m y 0.0002m. el valor obtenido es menos preciso en relación a los valores mostrados en la tabla 4.

## **CONTRASTACION DE HIPOTESIS:**

Planteamiento de las hipótesis de normalidad:

**H1:** Existe variación significativa de valores en las coordenadas rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Dron

**H0:** No existe variación significativa de valores en las coordenadas rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Dron

## Prueba de Normalidad

Para la obtención de la normalidad la información se procesó en el software SPSS, brindándonos la siguiente información.

Tabla 30. prueba de normalidad GPS – Dron (Diferencia de Coordenadas Norte)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF.NORTE	,233	4	.	,945	4	,688

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** *Elaboración propia*

Tabla 31. prueba de normalidad GPS – Dron (Diferencia de Coordenadas Este)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF.ESTE	,251	4	.	,866	4	,281

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** *Elaboración propia*

Siendo la cantidad de individuos (BM) < de 50 se hará uso de la prueba Shapiro Wilk comparando los niveles de significancia obtendremos:

- P- valor (GPS) = 0.688 >  $\alpha = 0.05$

- P- valor (GPS) = 0.281 >  $\alpha = 0.05$

Al observar que el valor de la significancia mayor que 0.05 se concluye que los datos de Coordenadas obtenidas por el GPS diferencial y el Dron provienen de una distribución normal.

Para la obtención de resultados se hará uso del software SPSS el cual nos brinda la siguiente tabla

Tabla 32. prueba de muestras emparejadas diferencia de coordenadas GPS – Dron

**Prueba de muestras relacionadas**

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 DIF.NOR TE - DIF.ESTE	66,7500 0	94,73604	47,36802	-83,99618	217,49618	1,409	3	,254

**Fuente:** *Elaboración propia*

De la tabla (32) obtenemos que:

P- valor = 0.254 >  $\alpha = 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$  y No existe variación significativa de valores en las coordenadas rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Dron

**Concluimos** que No exceden los límites tolerables de valores en las medidas de las Coordenadas rectangulares a nivel planimétrico, entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Dron

## SECTOR DE PAMPACOLCA:

Tabla 33.coordenadas rectangulares sector Pampacolca tramo 2 obtenidos con GPS-Estación Total- Dron

COORDENADAS EN PUNTOS DE CONTROL SECTOR DE PAMPACOLCA							
BM	PROGRESIVA	GPS- DIFERENCIAL		ESTACION TOTAL		DRON	
		COORD.NORTE	COORD.ESTE	COORD.NORTE	COORD.ESTE	COORD.NORTE	COORD.ESTE
BM-1	13+520	8259328.701	763810.981	8259328.699	763810.975	8259328.634	763810.704
BM-2	14+000	8259421.307	763364.069	8259421.300	763364.060	8259421.504	763364.097
BM-3	14+500	8259658.136	762925.437	8259658.132	762925.434	8259658.153	762925.402
BM-4	15+000	8259764.473	762463.819	8259764.477	762463.821	8259764.438	762463.801
BM-5	15+500	8259638.134	762168.191	8259638.117	762168.161	8259638.117	762168.227

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 34. Variación de coordenadas rectangulares sector Pampacolca (tramo 2) obtenidos con (GPS-Estación Total), (GPS- Dron)

VARIACION DE COORDENADAS EN PUNTOS DE CONTROL SECTOR PAMPACOLCA					
BM	PROGRESIVA	GPS- ESTACION TOTAL		GPS- DRON	
		COORD.NORTE	COORD.ESTE	COORD.NORTE	COORD.ESTE
BM-1	13+520	0.002	0.006	0.067	0.277
BM-2	14+000	0.007	0.009	-0.197	-0.028
BM-3	14+500	0.004	0.003	-0.017	0.035
BM-4	15+000	-0.004	-0.002	0.035	0.018
BM-5	15+500	0.017	0.030	0.017	-0.036
<b>ERROR PROMEDIO</b>		<b>0.005</b>	<b>0.008</b>	<b>-0.019</b>	<b>0.053</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 35:Error relativo sector Pampacolca (tramo 2)

ERROR RELATIVO (PRECISION) SECTOR PAMPACOLCA (TRAMO 2)	
ESTACION TOTAL	DRON
$Er = \frac{1}{15000} = 0.00007m$	$Er = \frac{1}{7500} = 0.00013m$

*Fuente: Elaboración propia*



## **INTERPRETACION 1:**

De acuerdo a la tabla (34), GPS – Estación Total; el punto de control BM-5 en la progresiva (15+500) muestra máxima variación con respecto a las coordenadas Norte en (0.017), y con respecto a las coordenadas Este en (0.030), también se puede identificar una diferencia mínima de 0.002m. en el norte y de -0.002 en el Este. De la misma forma la tabla (35) nos muestra que la precisión es de 0.00007m, que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel planimétrico sus valores están entre 0.0001m y 0.0002m. superando ampliamente en la presente investigación.

## **CONTRASTACION DE HIPOTESIS:**

Planteamiento de las hipótesis de normalidad:

**H1:** Existe variación significativa de valores en las Coordenadas Rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total

**H0:** No existe variación significativa de valores en las Coordenadas Rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total

## **Prueba de Normalidad**

Para la obtención de la normalidad la información se procesó en el software SPSS, brindándonos la siguiente información.

Tabla 36. Prueba de normalidad GPS – Estación Total (Diferencia de coordenadas Norte)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF NORTE	,208	5	,200*	,963	5	,828

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** *Elaboración propia*

Tabla 37. Prueba de normalidad GPS – Estación Total (Diferencia de coordenadas Este)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF (ESTE)	,321	5	,100	,837	5	,157

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** *Elaboración propia*

Siendo la cantidad de individuos (BM) < de 30 se hará uso de la prueba Shapiro Wilk comparando los niveles de significancia obtendremos:

- P- valor (Coordenadas Rectangulares Norte) = 0.828 >  $\alpha = 0.05$
- P- valor (Coordenadas Rectangulares Este) = 0.157 >  $\alpha = 0.05$

Al observar que el valor de la significancia mayor que 0.05 se concluye que los datos de elevaciones obtenidas por el GPS diferencial y la Estación Total provienen de una distribución normal.

Para la obtención de resultados se hará uso del software SPSS el cual nos brinda la siguiente tabla

Tabla 38. Prueba de muestras emparejadas de diferencia de coordenadas GPS – Estación Total

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	DIF (NORTE) - DIF (ESTE)	- 12,0000 0	15,60449	6,97854	-31,37553	7,37553	-1,720	4	,161

**Fuente:** Elaboración propia

De la tabla 38 obtenemos que:

P- valor = 0.161 >  $\alpha = 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , por lo tanto, No existe variación significativa de valores en las Coordenadas Rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total.

**Concluimos** que No exceden los límites tolerables de valores en las medidas de las Coordenadas rectangulares a nivel planimétrico, entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total.

## INTERPRETACION 2:

De acuerdo a la tabla (31) correspondiente a GPS-Dron el punto de control BM-2 (14+000) muestra mayor diferencia con respecto a las coordenadas Norte, con un valor de -0.197 y el punto de control BM-1 (13+520) muestra mayor diferencia con respecto a las coordenadas Este, con un valor de 0.277 también se puede identificar una diferencia mínima de 0.017 en el norte y de 0.018 en el Este. De la misma forma la tabla (35) nos muestra que la precisión es de 0.00013m, que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel planimétrico sus valores están entre

0.0001m y 0. 0002m. La presente investigación tiene una precisión aceptable dentro de los márgenes de tolerancia.

### CONTRASTACION DE HIPOTESIS:

Planteamiento de las hipótesis de normalidad:

**H1:** Existe variación significativa de valores en las Coordenadas Rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total

**Ho:** No existe variación significativa de valores en las Coordenadas Rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con Estación Total

### Prueba de Normalidad

Para la obtención de la normalidad la información se procesó en el software SPSS, brindándonos la siguiente información.

Tabla 39. Prueba de normalidad GPS – Dron (Diferencia de coordenadas Norte)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF NORTE	,308	5	,137	,816	5	,110

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 40. Prueba de normalidad GPS – Dron (Diferencia de coordenadas Este)

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIF.ESTE	,356	5	,037	,753	5	,032

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia

Siendo la cantidad de individuos (BM) < de 50 se hará uso de la prueba Shapiro Wilk comparando los niveles de significancia obtendremos:

- P- valor (coordenada norte) = 0.110 >  $\alpha = 0.05$
- P- valor (coordenada este) = 0.032 <  $\alpha = 0.05$

Al observar que el valor de la significancia mayor que 0.05 se concluye que las diferencias de Coordenadas Norte obtenidas por el GPS diferencial - Dron provienen de una distribución normal. Por lo tanto, se optará por una prueba T Student para muestras relacionadas. Para el caso de la diferencia en la coordenada Este no presenta normalidad entonces decimos que los datos no provienen de una distribución normal por tal motivo se hará uso de la prueba de Wilcoxon.

Para la obtención de resultados se hará uso del software SPSS el cual nos brinda la siguiente tabla:

Tabla 41. Prueba de muestras emparejadas diferencia de coordenadas Norte GPS – Dron

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	NORTE(GPS) - NORTE (DRON)	- 19,000000	104,038454	46,527411	- 148,180803	110,180803	- ,408	4 ,704	

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 42. Prueba de Wilcoxon (Coordenada Este)

Estadísticos de contraste	
	ESTE- DRON - ESTE.GPS
Z	-,405 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	,686

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Basado en los rangos positivos.

**Fuente:** *Elaboración propia*

P- valor = 0.686 >  $\alpha = 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$  y por lo tanto No existe variación significativa de valores en las Coordenadas Rectangulares entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con dron.

Concluimos que No exceden los límites tolerables de valores en las medidas de las Coordenadas rectangulares a nivel planimétrico, entre el método de levantamiento con GPS Diferencial (modo RTK) en relación con el levantamiento con dron.

## V. DISCUSION

### **Discusión 1: Estimar los niveles de precision en el control altimétrico con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022**

#### **Sector Yato (tramo 1)**

En la presente Investigación al procesar en gabinete los datos obtenidos en campo con los equipos convencionales de topografía, luego de obtener la media del levantamiento con (GPS - estación total) se obtuvo como resultado un valor de 0.026m, y una variación máxima de 0.050m de la misma forma al promediar la diferencia de elevaciones del levantamiento con (GPS – Dron) se obtuvo la media de -0.093m y una variación máxima de -0.170m. se obtuvo una precision de 2do orden y una tolerancia máxima permisible de  $\pm 0.009m$ , para todo el tramo en estudio.

Para (Jiménez Magaña y Soriano 2019) en su investigación análisis comparativo entre levantamientos topográficos con Estación Total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos. Obtuvo los resultados en el levantamiento del GPS con respecto al levantamiento con Estacion Total la media de 0.017m y una variación máxima de 0.039m y del levantamiento GPS con respecto al levantamiento con Dron se obtuvo la media de (-0.014m) y una variación máxima de 0.287m

Para (churacutipa Paiva 2022) en su investigación Precisión planimétrica y altimétrica aplicando fotogrametría y equipos convencionales, obtuvo los resultados en el levantamiento del GPS con respecto al levantamiento con Estacion Total la media de 0.167m y una variación máxima de -0.322m y en el levantamiento del GPS con respecto al levantamiento con Dron la media de 0.135m y una variación máxima de -0.306m.

Según los valores obtenidos en la investigación y los valores que se muestran de las investigaciones referenciales citadas al realizar la comparación en la diferencia entre los dos resultados obtenidos de los promedios de elevación nos da la media

de 0.009m y 0.141m para el levantamiento con GPS y estación total, y para el levantamiento con GPS y Dron nos da la media de 0.107m y -0.228m; de la misma manera en la tabla 19 la tolerancia máxima permisible es de  $\pm 0.009\text{m}$  y tiene una precisión de 2do orden, que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel vertical nos muestra los valores de  $\pm 0.005\text{m}$  y  $\pm 0.010\text{m}$ . valores que están dentro de la tolerancia y precisión, concordando con los resultados de valores obtenidos de referencias citadas.

### **Sector Pampacolca (tramo 2)**

Luego de obtener el promedio de la diferencia de elevación del levantamiento topografico con (GPS - estación total) se obtuvo la media de 0.027m, y una variación máxima de -0.100m de la misma forma al promediar la diferencia de elevaciones del levantamiento topografico con (GPS – Dron) se obtuvo la media de -0.206m y una variación máxima de -0.987m. Se consiguió una precisión de 2do orden y una tolerancia máxima permisible de  $\pm 0.011\text{m}$ , para todo el tramo en estudio.

Para (Jiménez Magaña y Soriano 2019) en su investigación análisis comparativo entre levantamientos topográficos con Estación Total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos. Obtuvo los resultados en el levantamiento topografico con (GPS - estación total) la media de 0.017m y una variación máxima de 0.039m y del levantamiento GPS con respecto al levantamiento con Dron se obtuvo la media de -0.014m y una variación máxima de 0.287m

Para (churacutipa Paiva 2022) en su investigación Precisión planimétrica y altimétrica aplicando fotogrametría y equipos convencionales, obtuvo los resultados en el levantamiento topografico con (GPS - estación total) la media de 0.167m y una variación máxima de -0.322m y en el levantamiento del GPS con respecto al levantamiento con Dron la media de 0.135m y una variación máxima de -0.306m.

Según los valores obtenidos en la investigación y los valores que se muestran de las investigaciones referenciales citadas al realizar la comparación en la diferencia



entre los dos resultados obtenidos de los promedios de elevación nos da la media de 0.010m y 0.140m para el levantamiento topografico con (GPS - estación total), y para el levantamiento topografico con (GPS – dron) nos da la media de -0.192m y -0.071m. De la misma manera en las tablas (12,19) la tolerancia máxima permisible es de  $\pm 0.009\text{m}$  y  $\pm 0.011\text{m}$  y tiene una precisión de 2do orden, que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel vertical nos muestra los valores de  $\pm 0.005\text{m}$  y  $\pm 0.010\text{m}$ . valores que están dentro del promedio en tolerancia y precision, concordando con los resultados de valores obtenidos de referencias citadas.

## **Discusión 2: Determinar los niveles de precision en el control planimétrico con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022**

### **Sector Yato (tramo 1)**

Al realizar el procesamiento de información en gabinete se obtuvieron resultados favorables, luego de obtener el promedio de las desviaciones en las coordenadas Este y Norte del levantamiento topografico con (GPS - estación total) se obtuvo una media para el Este de 0.036m y para el Norte de 0.032m, del mismo modo al realizar el levantamiento topografico con (GPS - dron) se obtuvo las medias en el Este de 0.056m y Norte de 0.075m; también se consiguió una precision para el levantamiento con estación total de 0.0002m y para el levantamiento con dron se logro una precision de 0.0004m, para todo el tramo.

(churacutipa Paiva 2022) en su investigación Precisión planimetría y altimétrica aplicando fotogrametría y equipos convencionales, logró los resultados en el levantamiento topografico con (GPS - estación total) los valores que se obtuvieron del promedio de las desviaciones fueron para el Este de 0.044m y para el Norte de 0.056m. con (GPS - dron) obtuvo valores del promedio de las desviaciones fueron para el Este de 0.006m y para el Norte de 0.013m.

Para (Jiménez Magaña y Soriano 2019) en su investigación análisis comparativo entre levantamientos topográficos con Estación Total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos. en el levantamiento planímetro con (GPS - estación total) obtuvo para el Este el valor de 0.023m y para el Norte el valor de 0.020m de igual modo en cuanto a las desviaciones con respecto al levantamiento topografico con (GPS – dron) se obtuvo para el Este el valor de 0.038m y para el Norte el valor de 0.041m.

Comparando los valores obtenidos de la tesis de investigación de (churacutipa Paiva 2022) se comprueba que los valores de la presente Tesis de Investigación en estudio son menores a la Tesis Referencial en lo que concierne al levantamiento topográfico de (GPS diferencial – estación total)

Comparando los valores obtenidos de la tesis de investigación de (Jiménez Magaña y Soriano 2019) se comprueba que los valores de la presente Tesis de Investigación en estudio son mayores a la Tesis Referencial en lo que concierne al levantamiento topográfico de (GPS diferencial – dron).

Según la tabla (26) se halló una precisión de 0.0002m (para la estación total) y de 0.0004m (para el dron), al comparar con los valores de la tabla (4) especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel planimétrico nos muestra valores que se encuentran dentro de un rango de 0.00020m y 0.00010m. Los valores obtenidos en la presente investigación están dentro de la tolerancia citada, y a su vez concuerda con los resultados obtenidos por referencias citadas.

### **Sector Pampacolca (tramo 2)**

Al realizar el procesamiento de información en gabinete se obtuvieron resultados favorables, luego de obtener el promedio de las desviaciones del levantamiento topografico con (GPS - estación total) se obtuvo un valor en el Este de 0.008m y en el Norte de 0.005m de la misma manera al promediar la desviación del levantamiento topografico (GPS – dron) se obtuvo respecto al Este el valor de 0.053m y al Norte el valor de -0.019m. También se consiguió una precisión para el levantamiento con estación total de 0.00007m y para el levantamiento con dron se logró una precisión de 0.00013m, para todo el tramo en estudio.

Para (Jiménez Magaña y Soriano 2019) en su investigación análisis comparativo entre levantamientos topográficos con Estación Total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos. en el levantamiento planímetro con (GPS - estación total) obtuvo para el Este el valor de 0.023m y para el Norte el valor de 0.020m de igual modo en cuanto a las desviaciones con respecto al levantamiento topografico con (GPS – dron) se obtuvo para el Este el valor de 0.038m y para el Norte el valor de 0.041m.

Cabada (2019) en su Investigación titulada “Evaluación de precisión y costo en un levantamiento Topográfico con Estación Total y aeronave piloteada remotamente (RPA – Dron) en el centro poblado Cashapampa – Cajamarca 2018”, el resultado que obtuvo de las diferencias del promedio de las coordenadas de levantamiento topográfico usando (GPS – estación total) fue para el Este de 0.073m y para el Norte de 0.121m del mismo modo la diferencia del promedio, de las coordenadas de levantamiento topográfico GPS diferencial con respecto al levantamiento topografico con Dron es para el Este de 0.007m y para el Norte de 0.025m.

Comparando los valores obtenidos de la tesis de investigación de Jiménez, Magaña y Soriano (2019) se comprueba que los valores de la presente Tesis de Investigación en estudio son menores a la tesis referencial en lo que concierne al levantamiento topográfico de (GPS – estación total) y (GPS - Dron).

Comparando los valores obtenidos de la tesis de investigación de Cabada (2019) se comprueba que los valores de la presente tesis de investigación son menores a la tesis referencial en lo que concierne al levantamiento topográfico con (GPS - estación total), pero en los resultados obtenidos del levantamiento topográfico con (GPS – dron), al Este el valor de la tesis referencial es menor y con respecto al Norte es mayor.

Según la tabla (35) se halló una precisión de 0.00007m (para la estación total) y de 0.00013m (para el dron), al comparar con los valores de la tabla (4) especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel planimétrico nos muestra valores que se encuentran dentro de un rango de 0.00020m y 0.00010m. Los valores obtenidos en la presente investigación están

dentro de la tolerancia citada, y a su vez concuerda con los resultados obtenidos por referencias citadas.

### **Discusión 3: Analizar la variación de los niveles de precisión en obras lineales con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022**

A nivel altimétrico de los resultados conseguidos en la presente investigación y al compararlos con los resultados obtenidos de las diferencias de los promedios de elevación de las referencias citadas del levantamiento topografico con (GPS – estación total) es de 0.009m, y 0.141m y del levantamiento topografico con (GPS – Dron) es de 0.107m y -0.228m. De la misma manera las tablas (12,19) muestran la tolerancia máxima permisible de  $\pm 0.009\text{m}$  y  $\pm 0.011\text{m}$  con una precisión de 2do orden, que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel vertical nos muestra los valores de  $\pm 0.005\text{m}$  y  $\pm 0.010\text{m}$ . Los valores obtenidos en la presente investigación se hallan dentro de la tolerancia permisible y con una precisión, acorde con los resultados de valores obtenidos de referencias citadas.

A nivel planimétrico de los resultados conseguidos en la presente investigación y al compararlos con los resultados obtenidos de las diferencias de los promedios de elevación de las referencias citadas se puede apreciar que existe una tolerancia máxima permitida del levantamiento (GPS – estación total) de  $-0.008\text{m}$  y  $-0.024\text{m}$  y del levantamiento de (GPS – dron) de  $0.018\text{m}$  y  $0.034\text{m}$ . De la misma manera la tablas (26) muestra una precisión de  $0.0002\text{m}$  (para la estación) y de  $0.0004\text{m}$  (para el dron), la tabla (35) muestra una precisión de  $0.00007\text{m}$  (para la estación total) y de  $0.00013\text{m}$  (para el dron), que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel planimétrico nos muestra los valores de  $0.00020\text{m}$  y  $0.00010\text{m}$ . Los valores obtenidos en la presente investigación se hallan dentro de la tolerancia permisible y con una precisión, acorde con los resultados de valores obtenidos de referencias citadas.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión 1: Sector Yato (tramo 1)**

Del resultado obtenido en la presente investigación, del error promedio en las elevaciones sobre levantamiento con (GPS - estación, total) y el levantamiento con (GPS – Dron) según la tabla (11) fueron de 0.026m y -0.093m. Comparando los valores obtenidos de la tesis de investigación de (Jiménez Magaña y Soriano 2019) de 0.017m y -0.014m y los valores obtenidos de la tesis de investigación de (churacutipa Paiva 2022) de 0.167m y 0.135m. para la estación total y el dron, el de Jiménez Magaña es más preciso; de los resultados obtenidos en la tabla (12) que nos muestra una tolerancia máxima permisible de  $\pm 0.009\text{m}$  y una precisión de 2do orden, al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, a nivel vertical que tiene valores que están entre  $\pm 0.005\text{m}$  y  $\pm 0.010\text{m}$ . los valores obtenidos están dentro de la tolerancia y precisión que pide el manual de carreteras; resultado que se reafirma en base a la prueba estadística de valores para P de 0.109 y 0.115 concluyendo de esta manera que no existe diferencia significativa de los valores obtenidos en las elevaciones; de los resultados obtenidos en los puntos de control la precisión de la estación total es mayor con respecto al dron, Este debido a lo accidentado de la zona de estudio y vegetación abundante, el vuelo del dron se planeó a una altura de 50m y que la línea de vuelo se tomó en sentido Norte – Este

### **Sector Pampacolca (tramo 2)**

Del resultado obtenido en la presente investigación, del error promedio en las elevaciones sobre levantamiento con (GPS - estación, total) y el levantamiento con (GPS – Dron) según la tabla (18) fueron de -0.027 y -0.206. Comparando los valores obtenidos de la tesis de investigación de (Jiménez Magaña y Soriano 2019) de 0.017m y -0.014m y los valores obtenidos de la tesis de investigación de (churacutipa Paiva 2022) de 0.167m y 0.135m los valores obtenidos con respecto a las tesis referenciales resultaron ser mayores, los resultados obtenidos en la tabla (19) nos da una tolerancia máxima permisible de  $\pm 0.011\text{m}$  y tiene una precisión de

2do orden, que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, a nivel vertical nos muestra valores que están entre  $\pm 0.005\text{m}$  y  $\pm 0.010\text{m}$ . valores que están dentro de la tolerancia y precisión; este resultado se reafirma en base a la prueba estadística da valores para P que nos dan valores de 0.589 y 0.455 concluyendo de esta manera que no existe diferencia significativa de los valores obtenidos en las elevaciones; de los resultados obtenidos en los puntos de control la precisión de la estación total es mayor con respecto al dron, la zona de estudio tiene una orografía plana el cual no afecto en la toma de datos.

### **Conclusión 2: Sector Yato (tramo 1)**

En la presente investigación se ha determinado que las coordenadas planimétricas obtenidas del levantamiento con (GPS - estación, total) es de 0.032m al Norte y de 0.036m al Este y del levantamiento con (GPS – Dron), es de 0.075m al Norte y 0.056m al Este, según se muestra en la tabla (25). Comparando los valores obtenidos de la tesis de referencia del promedio de las desviaciones de (Jiménez Magaña y Soriano 2019) fueron en el Este de 0.038m y en el Norte de 0.041m, y los valores obtenidos de la tesis de investigación de (churacutipa Paiva 2022) fue para el Este de 0.044m y para el Norte de 0.056m. obtenidos con respecto. La tabla (26) muestra una precisión de 0.0002m (para la estación total) y de 0.0004m (para el dron), al comparar con los valores de la tabla (4) especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel planimétrico nos muestra valores que se encuentran dentro de un rango de 0.00020m y 0.00010m. Los valores obtenidos en la presente investigación están dentro de la tolerancia citada, y los resultados obtenidos son más precisos que las referencias citadas; tras el estudio estadístico se determinó un P – valor de 0.589 y 0.254 y que no existe variación significativa respecto a los datos referenciales con la precisión de la Estación total es mayor con respecto al Dron, debido a que a lo largo del proyecto se puede ir revisando los valores obtenidos y corrigiéndolos si es necesario en campo en cada punto de estación, lo que no sucede con el dron que recién se verifica en gabinete toda la información.

## **Sector Pampacolca (tramo 2)**

En la presente investigación se ha determinado que los valores de las coordenadas planimétricas obtenidas del levantamiento con (GPS - estación, total) son al Norte de 0.005 y al Este es de 0.008m y del levantamiento con (GPS – Dron), y -0.019m al Norte y 0.053m al Este, según se muestra en la tabla (34). Comparando los valores obtenidos por (Jiménez Magaña y Soriano 2019) en el Este de 0.023m y en el Norte de 0.020m, y para el dron en el Este de 0.038m y en el Norte de 0.041m, y los valores obtenidos por (churacutipa Paiva 2022) en el Este es de 0.044m y para el Norte de 0.056m.y para el dron al Este de 0.006m y para el Norte de 0.013m. La tabla (35) muestra una precisión de 0.00007m (para la estación total) y de 0.00013m (para el dron), al comparar con los valores de la tabla (4) especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel planimétrico nos muestra valores entre 0.00020m y 0.00010m. Los valores obtenidos en la presente investigación están dentro de la tolerancia citada, y a su vez tiene mayor precisión sobre los resultados obtenidos por referencias citadas; el estudio estadístico determinó que no existe diferencia significativa respecto a los datos referenciales con un P – valor de 0.161 y 0.686 los valores obtenidos en este tramo se realizaron de manera normal debido a que la orografía es plana y nada accidentado obteniendo buenos resultados con respecto a tesis referenciales.

### **Conclusión 3:**

Se puede concluir de los resultados conseguidos a nivel altimétrico en la presente investigación, existe una precisión del levantamiento con (GPS – Estacion Total) de 0.009m, 0.141m y del levantamiento con (GPS – Dron) de 0.107m y -0.228m. De igual modo las tablas (12,19) muestran la tolerancia máxima permisible de  $\pm 0.009m$  y  $\pm 0.011m$  con una precisión de 2do orden, que al comparar con los valores de la tabla 4 “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, EG – 2013”, a nivel vertical nos muestra los valores de  $\pm 0.005m$  y  $\pm 0.010m$ , razón por la que el instrumento topografico Estacion Total tiene mayor precisión con respecto al Dron, los valores obtenidos en la presente investigación se hallan dentro de la tolerancia permisible y con una precisión, acorde con los resultados de valores obtenidos de referencias citadas.

A nivel planimétrico de los resultados conseguidos en la presente investigación los resultados obtenidos del levantamiento con (GPS – estación total) de  $-0.008\text{m}$  y  $-0.024\text{m}$  y del levantamiento de (GPS – dron) de  $0.018\text{m}$  y  $0.034\text{m}$ . al comparar resultados (churacutipa Paiva 2022) del levantamiento con (GPS - estación total) se obtuvo los valores del promedio de las desviaciones fueron para el Este de  $0.044\text{m}$  y para el Norte de  $0.056\text{m}$ . y (Jiménez Magaña y Soriano 2019) del levantamiento con (GPS diferencial – dron) los valores que se obtuvieron fueron para el Este  $0.038\text{m}$  y para el Norte  $0.041\text{m}$ . De la misma manera la tabla (26) muestra una precisión de  $0.0002\text{m}$  (para la estación) y de  $0.0004\text{m}$  (para el dron), la tabla (35) muestra una precisión de  $0.00007\text{m}$  (para la estación total) y de  $0.00013\text{m}$  (para el dron), que al comparar con los valores de la tabla 4 especificaciones técnicas para tolerancia de trabajo, que tiene el manual de carreteras, a nivel vertical nos muestra los valores de  $0.00020\text{m}$  y  $0.00010\text{m}$ . Los valores obtenidos en la presente investigación se hallan dentro de la tolerancia permisible y con una precisión, acorde con los resultados de valores obtenidos de referencias citadas.



## **VII. RECOMENDACIONES**

### **Recomendación 1:**

Por los resultados obtenidos en la presente investigación, después de realizar la comparación con referencias citadas se pudo ver resultados satisfactorios, la precisión que se obtuvo y la tolerancia máxima permisible estuvo dentro de los parámetros que da el manual de carreteras. Se recomienda realizar la menor cantidad de puntos de cambio, ya que con esto se estaría disminuyendo la acumulación de errores en cada lectura

Se recomienda tener BM's de control al inicio y final del tramo para poder realizar un adecuado control topografico, también realizar la nivelación geométrica de ida y vuelta para realizar la compensación en cada punto de cambio y eliminar los errores acumulados.

### **Recomendación 2:**

Para un buen levantamiento con GPS diferencial por el método de coordenadas se recomienda que el equipo debe captar como mínimo cuatro satélites para hacer el cálculo y posterior corrección de información en tiempo real para el uso de la tecnología RTK, del sistema de posicionamiento global.

Para el levantamiento con Estacion Total se recomienda antes de dar por terminado la lectura de algún punto realizar disparos preliminares para comprobar que el auxiliar de topografía este agarrando lo más vertical posible el prisma, también realizar el apunte en una libreta topográfica manual.

### **Recomendación 3:**

A nivel planialtimétrico de los resultados conseguidos en la presente investigación para obtener una precisión que este dentro de los rangos dados por algún manual o institución certificada

Se recomienda verificar los instrumentos topográficos con su certificado de calibración, y que estén en buenas condiciones de uso, además realizar la visita a

campo para una adecuada planificación de trabajo y una capacitación adecuada al personal de apoyo.

Para todo levantamiento fotogramétrico mediante el dron, se recomienda considerar el clima y temperatura depende de ello la captura de buenas imágenes, apoyarse de los levantamientos terrestres (GPS diferencial, estación total) para mejorar su precisión y exactitud Para proyectos pequeños se deben poner como mínimo tres puntos de apoyo y para grandes proyectos un mínimo de cinco. También se recomienda el uso de Dron para obras viales ya que se puede obtener datos fiables y en tiempos cortos, además por la forma de recojo de información se protege a la mano de obra de posibles accidentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ARIAS, F., 2012. *El Proyecto de* (COMUNICACIONES, 2013). *Introducción a La Metodología Científica*. Sexta. Caracas: s.n.
- [2] AYALA, M., 2018. *Evaluación de levantamientos topográficos con drone (dji phantom 4 pro) y estacion total, quebrada Señor de Quinuapata del distrito de Ayacucho, Perú 2018* [en línea]. S.l.: Universidad Privada de Trujillo. Disponible en: <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/66>.
- [3] BARRIO, R., 2017. *Uso de drones en la inspección para la rehabilitación del patrimonio: la Iglesia de la Merced de Burgos* [en línea]. S.l.: Universidad de Burgos. Disponible en: <https://riubu.ubu.es/handle/10259/4804>.
- [4] CANO, E., SÁNCHEZ, M. y MESAS, J., 2018. Active geodetic network: Application in topography. *DYNA (Colombia)* [en línea], vol. 85, no. 206, pp. 114-120. ISSN 00127353. DOI 10.15446/dyna.v85n206.66427. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v85n206/0012-7353-dyna-85-206-00114.pdf>.
- [5] CONDE, D., 2012. *Topografía y aplicada*. Lima - Perú: s.n.
- [6] DÁVILA, F. y CAMACHO, E., 2012. Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de archivos y cartotecas: «propuesta metodológica». *Revista Catalana de Geografia*, vol. 17, no. 46, pp. 1-9.
- [7] DEZA, R., 2019. *Manuela de Topografía* [en línea]. 2019. Arequipa: s.n. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/481842811/Manual-de-Topografia>.
- [8] DRONE SERVICES, 2020. ¿Qué es un drone topográfico? . [en línea]. [Consulta: 7 julio 2022]. Disponible en: <https://www.droneservices.com.ar/industria-4-0/que-es-un-dron-topografico/>.
- [9] FERREIRA, M. y AIRA, V., 2017. *Aplicaciones Topográficas de los Drones* [en línea]. 2017. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/otragr/index/assoc/HA>

SHac69.dir/doc.pdf.

[10] FOOTE, K., 1997. *Tratado de Topografía*. Madrid: s.n.

[11] GOMÉZ, M., 2020. *Comparación de precisión y tiempo en levantamiento con Gps y dron* [en línea]. S.I.: Universidad de Ciencias y Artes de Chapas. Disponible en: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/2059>.

[12] GONZÁLEZ, P., 2015. *Levantamiento mediante GPS de una red de puntos establecidos para correlacionar los distintos espacios de la universidad en el mismo sistema de coordenadas* [en línea]. S.I.: Universidad Politécnica de Cartagena. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/handle/10317/4651>.

[13] GRUPO ACRE PERÚ, 2021. *Guía de topografía con drones, resultados, precisión y flujos de trabajo* . [en línea]. [Consulta: 7 julio 2022]. Disponible en: <https://grupoacre.pe/guia-de-topografia-con-drones-resultados-precision-y-flujos-de-trabajo/>.

[14] HERNÁNDEZ, L., 2011. *Manual de Operación de la Estacion total* [en línea]. 2011. Mexico: s.n. Disponible en: [https://www.abreco.com.mx/manuales\\_topografia/teodolitos\\_estaciones/Manual de Operacion de Estacion Total.pdf](https://www.abreco.com.mx/manuales_topografia/teodolitos_estaciones/Manual de Operacion de Estacion Total.pdf).

[15] HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la Investigación*. Sexta Edic. Mexico: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736. ISBN 9781456223960.

[16] HINOSTROZA, P., 2021. *Evaluación de errores máximos permisibles entre levantamiento topográfico empleando dron y sistema de posicionamiento global diferencial* [en línea]. S.I.: Universidad Peruana de los Andes. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2073>.

[17] HUAMANI, K., 2019. *Comparación de la precisión de un levantamiento topográfico convencional y no convencional para Proyectos Civiles del AA. HH Miramar – distrito de San Martín de Porres – 2019* [en línea]. S.I.: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53048>.

- [18] IGN, 2016. Especificaciones Técnicas para Levantamientos Geodesicos Verticales. [en línea]. S.l.: Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/670932/ESPECIFICACIONES-TECNICAS-PARA-LEVANTAMIENTOS-VERTICALES.pdf>.
- [19] JARRÍN, A., 2020. *Análisis de modelos digitales de terreno para la obtención de un mapa de densidad de drenaje mediante softwares fotogramétricos y sistemas de información geográfica para imágenes obtenidas con UAV, resultados aplicados a estudios morfométricos en laderas* [en línea]. S.l.: Escuela Politécnica Nacional. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21313>.
- [20] JURUPE, C., VIGO, D. y NUÑEZ, L., 2017. *Propuesta de mejora del proceso de gestión de estudios de preinversión de infraestructura vial provias descentralizado* [en línea]. S.l.: Universidad del Pacifico. Disponible en: [https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2019/Carlos\\_Tesis\\_maestria\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2019/Carlos_Tesis_maestria_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [21] KNISELY, T., 2020. Todo lo que necesitas saber sobre topografía con drones. [en línea]. [Consulta: 7 julio 2022]. Disponible en: [https://enterprise-insights.comunicaciones, 2013\).dji.com/es/blog/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-topografia-con-drones](https://enterprise-insights.comunicaciones,2013).dji.com/es/blog/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-topografia-con-drones).
- [22] LALANGUI, Y. y ZÁRATE, B., 2020. Evaluación del modelo digital de terreno obtenido mediante técnicas de fotogrametría con VANT y con técnicas GNSS aplicados a proyectos viales en zonas de mediana vegetación, 2021. *Avances Investigación En Ingeniería*, vol. 17, no. 2. DOI <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.6636>.
- [23] MCCORMAC, J., 2003. *Topografía*. 1. S.l.: s.n.
- [24] MENDOZA, J., 2020. *Topografía y Geodesia*. 2. Lima - Perú: s.n.
- [25] MONTES, M., 2012. *Topografía Aplicada*. Mexico: s.n.
- [26] ÑAUPAS, H., MEJÍA, E. y VILLAGOMEZ, A., 2013. *Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis*. 3 era. Lima: s.n.
- [27] NAVARRO, S., 2008. *Manual de Topografía - Planimetría* [en línea]. 2008. S.l.: (COMUNICACIONES, 2013) s.n. Disponible en:

- <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/apuntes-topografia-i.pdf>.
- [28] PANTIGOSO, H., 2014. *Topográfico manual práctico*. 1. S.l.: s.n.
- [29] PUERTA, C., 2015. *Tecnología Dron en Levantamientos Topograficos*. S.l.: Escuela de Ingenieros Militares.
- [30] QUISPE, J., 2015. *Control vertical y horizontal para el diseño de la urbanización Milluni Bajo de la ciudad de El Alto* [en línea]. S.l.: Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/9309>.
- [31] RINCON, M., 2017. *Topografía: Conceptos y aplicaciones*. 1. España: s.n.
- [32] RUSSELL, C., BRINKER, P. y WOLF, 1982. *Topografía moderna*. 6. S.l.: s.n. ISBN 9686034153.
- [33] SANTECCHIA, G., 2020. Comparación de dos modelos digitales de elevación generados a partir de un sistema UAV e instrumental GNSS. *Mapping* [en línea], vol. 29, no. 201, pp. 50-56. Disponible en: <http://ojs.revistamapping.com/index.php?journal=MAPPING&page=article&op=view&path%5B%5D=330>.

## Anexos

### Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables comparación

<b>Título:</b> Parámetros de Precisión en Obras Lineales con Equipos Convencionales de Topografía Carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022							
<b>Autor:</b> Mendoza Serrano Antonio, Quinteros Chacaliza Ana Lucila							
<b>VARIABLES DE ESTUDIO</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>ESCALA DE MEDICION</b>	
<b>Variable Independiente</b> Equipos Convencionales de Topografía	Los equipos convencionales de topografía realizan la medición de distancias y ángulos horizontales y verticales de manera directa e indirecta con gran precisión. (wolf/brinker, 1997)	Los Equipos Convencionales de Topografía se operacionalizarán mediante sus dimensiones, GPS Diferencial, Estación Total, Dron	<b>GPS Diferencial</b> (precisión 2mm+0.2ppm)	Precisión	Ficha técnica	Razón	
				Rendimiento	Colectora de datos portátil		
				Software Civil 3D			
			<b>Estacion Total</b> (precisión de lectura 1.5mm)	Precisión	Ficha Técnica, Colectora electrónica y libreta topográfica de campo	Razón	
				Rendimiento			
				Software Civil 3D			
<b>Dron</b> (resolución de cámara 20 megapíxeles de 1 pulgada)	Precisión	Ficha técnica de recolección de datos de campo	Razón				
	Rendimiento						
	Software Agisoft Metashape						
<b>Variable Dependiente</b> Parámetros de Precisión en Obras Lineales	Instrumento topográfico que da los mismos resultados en mediciones diferentes, bajo las mismas condiciones (Domingo Conde Ricse. 1994)	Los Parámetros de Precisión en Obras Lineales se operacionalizarán mediante sus dimensiones como Control Altimétrico, Control Planimétrico	Control Altimétrico	Error Sistemático	Ficha técnica de recolección de datos de campo	Razón	
				Error Accidental			
				Error máximo permisible			
			Control Planimétrico	Error Sistemático	Ficha técnica de recolección de datos de campo	Razón	
				Error Accidental			
				Tolerancia Máxima Permisible			

Anexo 2. Matriz de consistencia

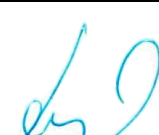
<b>Título:</b> Parámetros de Precisión en Obras Lineales con Equipos Convencionales de Topografía Carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022							
<b>Autor:</b> Mendoza Serrano Antonio, Quinteros Chacaliaza Ana Lucila							
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Metodología</b>
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable 1</b> Equipos Convencionales de Topografía	<b>GPS Diferencial</b> (precision 2mm+0.2ppm)	Posicionamiento geodésico (modo RTK Horizontal y Vertical), georreferenciación	Ficha técnica Colectora de datos portátil	Tipo de investigación aplicada Enfoque de investigación cuantitativo  El diseño de la investigación experimental  El nivel de la investigación: explicativo  Población: <del>Pampa</del>  Muestra: 01 carretera
¿Cómo varían los niveles de precisión en obras lineales con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022?	Analizar la variación de los niveles de precisión en obras lineales con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022	Los niveles de precision alcanzados en obras lineales con equipos convencionales, de topografía no exceden los límites permisibles, carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022		<b>Estacion Total</b> (precision de lectura 1.5mm)	Coordenadas planimetricas y altimétricas (software Civil 3D)	Ficha Técnica, Colectora electrónica y libreta topográfica de campo	
				<b>Dron</b> (resolución de cámara 20 megapíxeles de 1 pulgada)	Modelo digital de terreno (MDT, Software Agisoft Metashape)	Ficha técnica de recolección de datos de campo	
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>Variable 2</b> Parámetros de Precisión en Obras Lineales	Control Altimétrico	Error Sistemático	Ficha técnica de recolección de datos de campo	
¿Cómo varían los niveles de precision en el control altimétrico con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022?	Estimar los niveles de precision en el control altimétrico con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa	Los niveles de errores en el control altimétrico con equipos convencionales de topografía. cumplen con los errores máximos tolerables carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022.			Error Accidental		
			Error máximo permisible				





	2022						Muestreo: no probabilístico
¿Cómo es la variación de los niveles de precisión en el Control planimétrico con Equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022?	Determinar los niveles de precisión en el control planimétrico con equipos convencionales de topografía carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022	Los niveles de precisión en el control planimétrico con equipos convencionales de topografía no exceden los límites tolerables carretera Tagre - Pampa Colca Arequipa 2022.		Control Planimétrico	Error Sistemático	Ficha técnica de recolección de datos de campo	
					Error Accidental		
					Tolerancia Máxima Permisible		

### Anexo 3. Instrumentos de Recolección de Datos

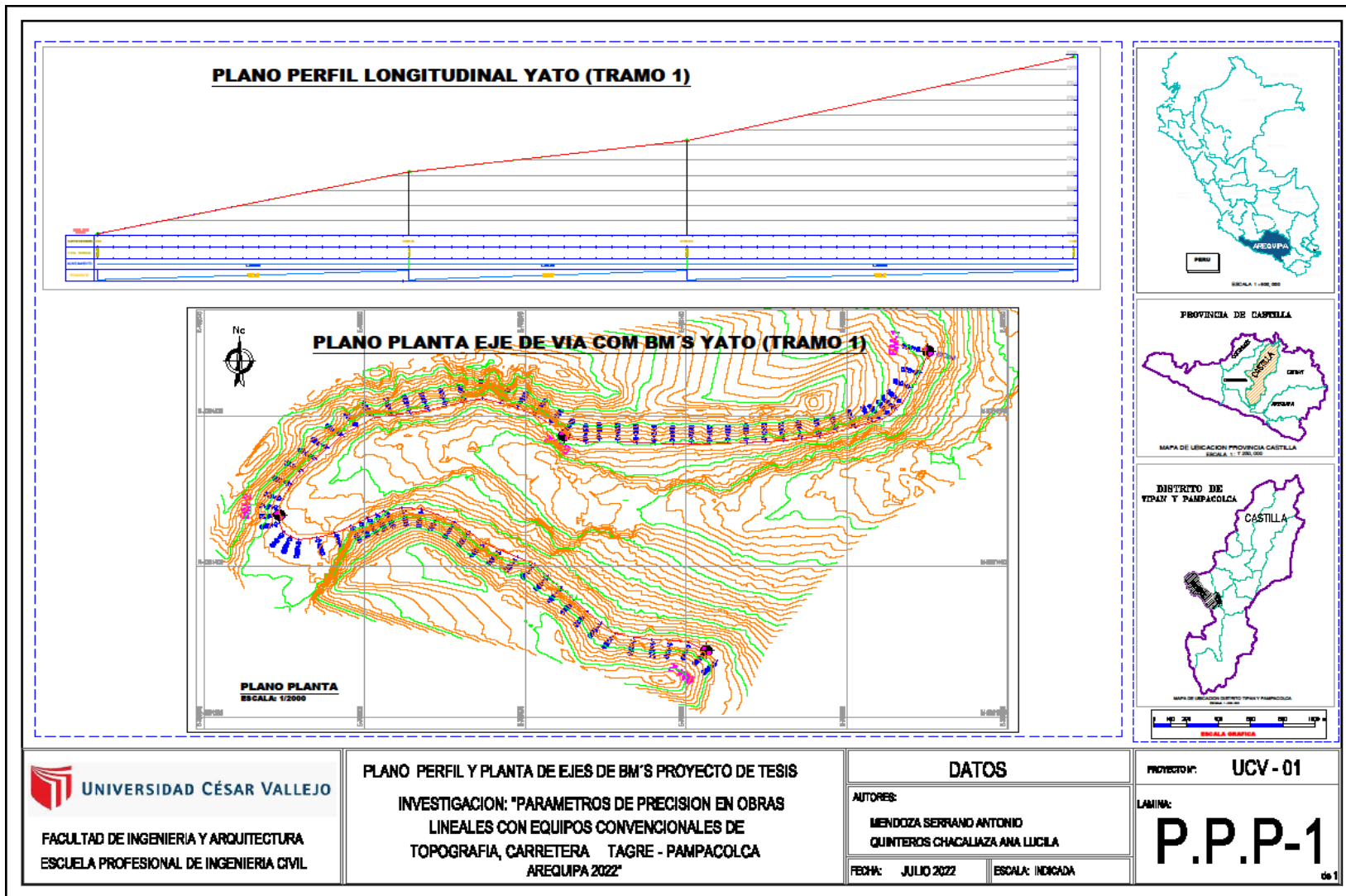
#### Análisis de Validez de Ficha de Recopilación de Datos

ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS						EXPERTO
PROYECTO: Parametros de Precision en Obras Lineales con Equipos Convencionales de Topografia Pampacolca 2022						B
<b>I INFORMACION GENERAL</b>						1
<b>UBICACIÓN:</b>						
DISTRITO:	PAMPACOLCA	ALTITUD:	2916 m.s.n.m			
PROVINCIA:	CASTILLA	LATITUD:	15°42'47.35"S			
REGION:	AREQUIPA	LONGITUD:	72°34'26.73"W			
<b>II CONTROL ALTIMETRICO</b>						0.5
Error Sistemático	Error Accidental	ml (error máximo permisible: 0.004-0.012)				
<b>III CONTROL PLANIMETRICO</b>						0.5
Error Sistemático	Error Accidental	ml, (tolerancia máxima permisible: 0.040-0.020)				
<b>IV GPS Diferencial (marca Trimble 5800-R8, precisión 2mm+0.1ppm)</b>						0.8
PRECISION	RENDIMIENTO	SOFTWARE TBC				
<b>V Estación Total (Marca Leica Ts 06 plus, precisión lectura 1.5mm +2ppm, 1")</b>						0.8
PRECISION	RENDIMIENTO	SOFTWARE CIVIL 3D				
<b>VI Dron (Phanton 4 pro v.2 resolución de cámara 20 megapíxeles de 1 pulgada)</b>						0.8
PRECISION	RENDIMIENTO	SOFTWARE PIX4D				
APELLIDOS Y NOMBRES:	Miranda Leon Edwin Ismael					
PROFESION:	Ing: civil					
REGISTRO CIP N°:	134446					
EMAIL:	<a href="mailto:edwinmleon@hotmail.com">edwinmleon@hotmail.com</a>					
TELEFONO:	958225370					
CARGO QUE OCUPA:	Docente:					
					SUB TOTAL:	4.4
					TOTAL:	0.73
 <b>Edwin I. Miranda León</b> Ingeniero Civil C.I.P. 134446						

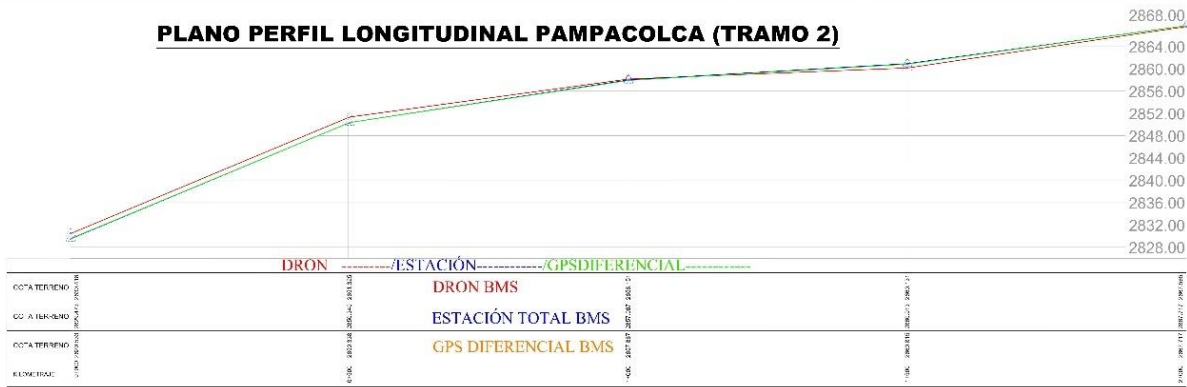
ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS						EXPERTO
PROYECTO: Parametros de Precision en Obras Lineales con Equipos Convencionales de Topografia Pampacolca 2022						A
<b>I</b>	<b>INFORMACION GENERAL</b>					1
<b>UBICACIÓN:</b>						
	<b>DISTRITO:</b>	PAMPACOLCA	<b>ALTITUD:</b>	2916 m.s.n.m		
	<b>PROVINCIA:</b>	CASTILLA	<b>LATITUD:</b>	15°42'47.35"S		
	<b>REGION:</b>	AREQUIPA	<b>LONGITUD:</b>	72°34'26.73"W		
<b>II</b>	<b>CONTROL ALTIMETRICO</b>					0.4
	Error Sistemastico	Error Accidental	ml (error máximo permisible: 0.004-0.012)			
<b>III</b>	<b>CONTROL PLANIMETRICO</b>					0.4
	Error Sistemastico	Error Accidental	ml, (tolerancia máxima permisible: 0.040-0.020)			
<b>IV</b>	<b>GPS Diferencial (marca Trimble 5800-R8, precisión 2mm+0.1ppm)</b>					0.8
	PRECISION	RENDIMIENTO	SOFTWARE TBC			
<b>V</b>	<b>Estación Total (Marca Leica Ts 06 plus, precisión lectura 1.5mm +2ppm, 1")</b>					0.8
	PRECISION	RENDIMIENTO	SOFTWARE CIVIL 3D			
<b>VI</b>	<b>Dron (Phanton 4 pro v.2 resolución de cámara 20 megapíxeles de 1 pulgada)</b>					0.8
	PRECISION	RENDIMIENTO	SOFTWARE PIX4D			
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>		Avendaño Mayta Daniel				
<b>PROFESION:</b>		Ing: topografo				
<b>REGISTRO CIP N°:</b>		77043				
<b>EMAIL:</b>		<a href="mailto:edantop29@gmail.com">edantop29@gmail.com</a>				
<b>TELEFONO:</b>		960868585				
<b>CARGO QUE OCUPA:</b>		Docente: SENCICO Arequipa, Carrera geodesia y topografia				
						<b>SUB TOTAL:</b>
						4.2
						<b>TOTAL:</b>
						0.7
 <p>Daniel Avendaño Mayta INGENIERO TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR CIP: 77043</p>						

ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS							EXPERTO
PROYECTO: Parametros de Precision en Obras Lineales con Equipos Convencionales de Topografia Pampacolca 2022							
<b>I</b>	<b>INFORMACION GENERAL</b>						1
	<b>UBICACIÓN:</b>						
	<b>DISTRITO:</b>	PAMPACOLCA	<b>ALTITUD:</b>	2916 m.s.n.m			
	<b>PROVINCIA :</b>	CASTILLA	<b>LATITUD:</b>	15°42'47.35"S			
	<b>REGION:</b>	AREQUIPA	<b>LONGITUD:</b>	72°34'26.73"W			
<b>II</b>	<b>CONTROL ALTIMETRICO</b>						0.5
	Error Sistemastico	Error Accidental	ml (error máximo permisible:0.004-0.012)				
<b>III</b>	<b>CONTROL PLANIMETRICO</b>						0.5
	Error Sistemastico	Error Accidental	ml, (tolerancia máxima permisible:0.040-0.020)				
<b>IV</b>	<b>GPS Diferencial (marca Trimble 5800-R8, precisión 2mm+0.1ppm)</b>						1
	PRECISION	RENDIMIENTO	SOFTWARE TBC				
<b>V</b>	<b>Estación Total (Marca Leica Ts 06 plus, precisión lectura 1.5mm +2ppm, 1")</b>						1
	PRECISION	RENDIMIENTO	SOFTWARE CIVIL 3D				
<b>VI</b>	<b>Dron (Phanton 4 pro v.2 resolución de cámara 20 megapíxeles de 1 pulgada)</b>						1
	PRECISION	RENDIMIENTO	SOFTWARE PIX4D				
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>		Velasquez Calderon felix mildward					
<b>PROFESION:</b>		ing: topografo					
<b>REGISTRO CIP N°:</b>		84718					
<b>EMAIL:</b>		<a href="mailto:fmvc10@yahoo.es">fmvc10@yahoo.es</a>					
<b>TELEFONO:</b>		959812516					
<b>CARGO QUE OCUPA:</b>		Doc: Geodesia y topografia (sencico)					
						<b>SUB TOTAL:</b>	5
						<b>TOTAL:</b>	0.83333
 Felix Milward Velasquez Calderon ING. TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR CIP. 84718							

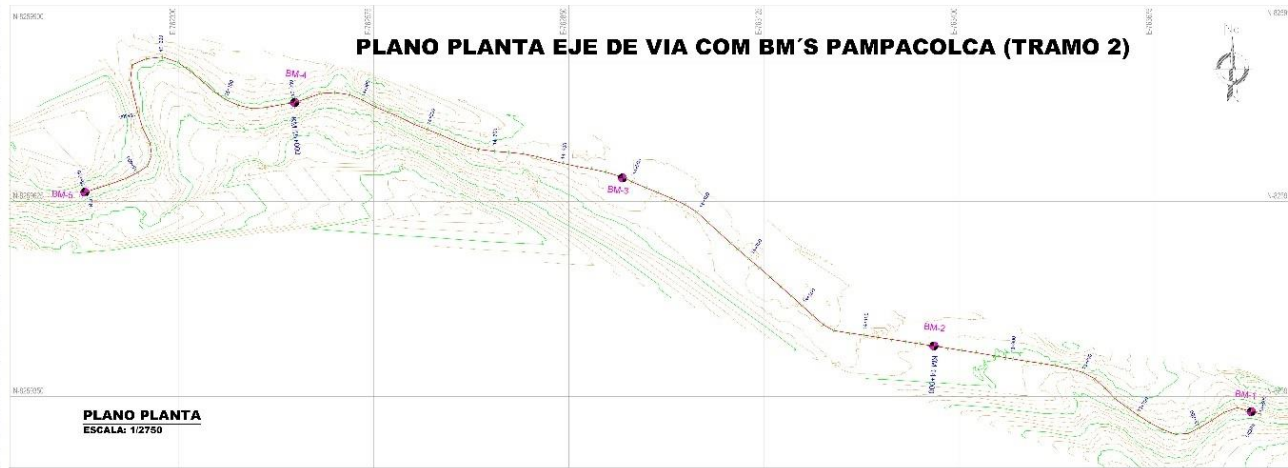
Anexo 4. Mapas y planos



### PLANO PERFIL LONGITUDINAL PAMPACOLCA (TRAMO 2)



### PLANO PLANTA EJE DE VIA COM BM'S PAMPACOLCA (TRAMO 2)



PROVINCIA DE CASTILLA



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PLANO PERFIL Y PLANTA DE EJES DE BM'S PROYECTO DE TESIS

INVESTIGACION: "PARAMETROS DE PRECISION EN OBRAS LINEALES CON EQUIPOS CONVENCIONALES DE TOPOGRAFIA, CARRETERA TAGRE - PAMPACOLCA AREQUIPA 2022"

### DATOS

AUTORES:  
MENDOZA SERRANO ANTONIO  
QUINTEROS CHACALIAZA ANA LUCILA  
FECHA: JULIO 2022 ESCALA: INDICADA

PROYECTO N: UCV - 01

LAMINA:

**P.P.P-1**

de 1

## Anexo 5. Panel fotográfico













## Anexo 6. Fichas técnicas de Recopilación de Datos

FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS					
<b>Proyecto:</b> " Parametros de precisión en obras lineales con equipos convencionales de topografía, carretera Tagre - Pampacolca Arequipa 2022"					
Objetivo Especifico 1 - Objetivo Especifico 2 : precisión en el control altimetrico y planimetrico sector Yato (Tramo 1)					
<b>1. DATOS GENERALES</b>					
<b>Tesistas:</b>	Mendoza Serrano, Antonio				
	Quinteros Chacaliza, Ana Lucila				
<b>Carrera:</b>	Escuela Profesional de Ingenieria Civil				
<b>Linea de investigación:</b>	Diseño de infraestructura vial				
	<b>2. DATOS TECNICOS</b>				
	<b>GPS Diferencial ( Trimble 5800 - R8)</b>				
	Equipo:				
	N° de fotos tomadas:				
	Fechas(s) de trabajo :				
	Hora de inicio:				
	Hora de finalización:				
Cantidad de BM's					
<b>2. DATOS DE PUNTOS GPS DIFERENCIAL</b>					
	Punto	Norte (m)	Este(m)	Elevación (m)	
	Punto de partida (BM - 01 )	8261298.802	766939.581	2084.464	
	Punto de llegada (BM - 04 )	8261540.076	766591.585	2131.378	
<b>3. CUADRO DE RECOPIACIÓN DE DATOS</b>					
PUNTO	NOMBRE	IMAGEN (PIX)	COTA (m) (MDT)	COTA (GNSS)	DIFERENCIA DE COTAS (m)
 Daniel Avendaño Mayta INGENIERO TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR CIP: 77043		 Edwin I. Miranda León Ingeniero Civil C.I.P 134446		 Felix Millward Velasquez Calderon ING. TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR CIP. 84718	

## FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

**Proyecto:** " Parametros de precisión en obras lineales con equipos convencionales de topografía, carretera Tagre - Pampacolca Arequipa 2022"

Objetivo Especifico 1- Objetivo Especifico 2 : precisión en el control altimetrico y planimetrico sector Yato (Tramo 1)

### 1. DATOS GENERALES

<b>Responsables:</b>	Mendoza Serrano, Antonio
	Quinteros Chacaliza, Ana Lucila
<b>Carrera:</b>	Escuela Profesional de Ingeniería Civil
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño de infraestructura vial



### 2. DATOS TECNICOS

<b>Equipo:</b>	Estacion Total Leica TS 06 plus
<b>N° de fotos tomadas:</b>	
<b>Fecha(s) de trabajo :</b>	
<b>Hora de inicio:</b>	
<b>Hora de finalización:</b>	
<b>Cantidad de BM's</b>	

### 2. DATOS DE PUNTOS GPS DIFERENCIAL

Punto	Norte (m)	Este(m)	Elevación (m)
Punto de partida ( BM - 01 )	8261298.796	766939.577	2084.464
Punto de llegada ( BM - 04 )	8261540.053	766591.571	2131.364

### 3. CUADRO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PUNTO	NOMBRE	IMAGEN (PIX)	COTA (m) (MDT)	COTA (GNSS)	DIFERENCIA DE

  
**Daniel Avendaño Morúa**  
 INGENIERO TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR  
 CIP: 77043

  
**Edwin I. Miranda León**  
 Ingeniero Civil  
 C.I.P 134445

  
**Félix Milward Velásquez Calderón**  
 ING. TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR  
 CIP 84716

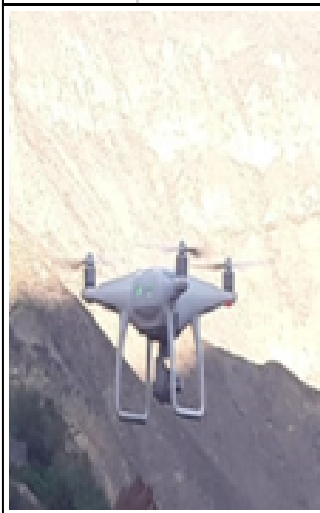
## FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS

**Proyecto:** " Parametros de precisión en obras lineales con equipos convencionales de topografía, carretera Tagre - Pampacolca Arequipa 2022"

Objetivo Especifico 1 - Objetivo Especifico 2 : precisión en el control altimetrico y planimetrico sector Yato (Tramo 1)

### 1. DATOS GENERALES

<b>Responsables:</b>	Mendoza Serrano, Antonio		
	Quinteros Chacaliza, Ana Lucila		
<b>Carrera:</b>	Escuela Profesional de Ingeniería Civil		
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño de infraestructura vial		



### 2. DATOS TECNICOS

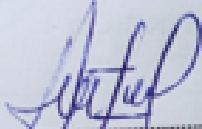

<b>Equipo:</b>	<b>Dron (Phanton 4 pro v.2 camara 20megapixel de 1")</b>		
<b>N° de fotos tomadas:</b>			
<b>Fechas(s) de trabajo :</b>			
<b>Hora de inicio:</b>			
<b>Hora de finalización:</b>			
<b>Cantidad de BM's</b>			

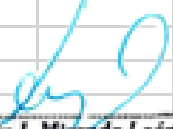
### 2. DATOS DE PUNTOS GPS DIFERENCIAL

Punto	Norte (m)	Este(m)	Levación (m)
Punto de partida ( BM - 01 )	8261298.677	766939.648	2084.568
Punto de llegada ( BM - 04 )	8261539.996	766591.057	2131.548

### 3. CUADRO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

PUNTO	NOMBRE	IMAGEN (PIX)	COTA (m) (MDT)	COTA (GNSS)	DIFERENCIA DE


  
**Daniel Avendaño Muroza**  
 INGENIERO TOPOGRAFICO Y AGRIENSOR  
 CIP: 77943

  
**Edwin I. Miranda León**  
 Ingeniero Civil  
 C.I.P. 134446

  
**Felix Milson Velozquez Calderon**  
 ING. TOPOGRAFICO Y AGRIMENSOR  
 CIP. 84718

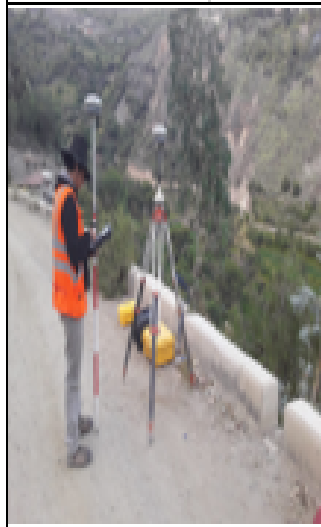
**FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS**

**Proyecto:** " Parámetros de precisión en obras lineales con equipos convencionales de topografía, carretera Tagre - Pampacolca Arequipa 2022"

**Objetivo Especifico 1 - Objetivo Especifico 2: precisión en el control altimetrico y planimetrico sector Pampacolca (Tramo 2)**

**1. DATOS GENERALES**

<b>Responsables:</b>	Mendoza Serrano, Antonio
	Quinteros Chacaliza, Ana Lucila
<b>Carrera:</b>	Escuela Profesional de Ingenieria Civil
<b>Línea de investigación:</b>	Diseño de infraestructura vial



**2. DATOS TECNICOS**

<b>Equipo:</b>	GPS Diferencial ( Trimble 5800 - R8
<b>N° de fotos tomadas:</b>	
<b>Fechas(s) de trabajo :</b>	
<b>Hora de inicio:</b>	
<b>Hora de finalización:</b>	
<b>Cantidad de BM's</b>	05

**2. DATOS DE PUNTOS GEODESICOS**

Punto	Norte (m)	Este(m)	Elevación (m)
Punto de partida (BM - 01)	8259328.701	763810.981	2829.533
Punto de llegada (BM - 05)	8259638.134	762168.191	2867.717

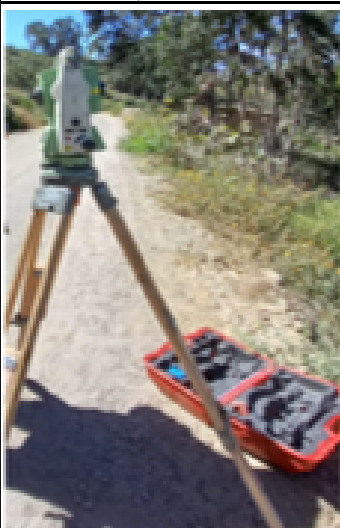
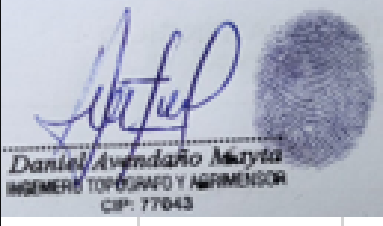

**3. CUADRO DE RECOPIACIÓN DE DATOS**

PUNTO	NOMBRE	IMAGEN (PIX)	COTA (m) (MDT)	COTA (GNSS)	DIFERENCIA DE COTAS

*Daniel Avendaño Acosta*  
**Daniel Avendaño Acosta**  
 INGENIERO TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR  
 CIP: 77643

*Eduin I. Miranda León*  
**Eduin I. Miranda León**  
 Ingeniero Civil  
 C.I.P. 136446

*Felix Milagro Velasquez Calderon*  
**Felix Milagro Velasquez Calderon**  
 ING. TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR  
 CIP: 84718

FICHA TECNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS					
<b>Proyecto:</b> " Parámetros de precisión en obras lineales con equipos convencionales de topografía, carretera Tagre - Pampacolca Arequipa 2022"					
Objetivo Especifico 1 - Objetivo Especifico 2 : precisión en el control altimétrico y planimétrico sector Pampacolca (Tramo 2)					
1. DATOS GENERALES					
<b>Responsables:</b>		Mendoza Serrano, Antonio			
		Quinteros Chacaliza, Ana Lucila			
<b>Carrera:</b>		Escuela Profesional de Ingeniería Civil			
<b>Línea de investigación:</b>		Diseño de infraestructura vial			
	2. DATOS TECNICOS				
	<b>Equipo:</b>	Estacion Total Leica TS 06 plus			
	<b>N° de fotos tomadas:</b>				
	<b>Fechas(s) de trabajo :</b>				
	<b>Hora de inicio:</b>				
	<b>Hora de finalización:</b>				
<b>Cantidad de BM's</b>		05			
	2. DATOS DE PUNTOS GEODESICOS				
	Punto	Norte (m)	Este(m)	Elevación (m)	
	Punto de partida (BM - 01 )	8259328.699	763810.975	2829.533	
	Punto de llegada (BM - 05 )	8259638.117	762168.161	2867.654	
3. CUADRO DE RECOPIACIÓN DE DATOS					
PUNTO	NOMBRE	IMAGEN (PIX)	COTA (m) (MDT)	COTA (GNSS)	DIFERENCIA DE
 Daniel Avendaño Acosta INGENIERO TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR CIP: 77043		 Edwin I. Miranda León Ingeniero Civil C.I.P. 134446		 Felix Millard Velazquez Calderon ING. TOPOGRAFO Y AGRIMENSOR CIP: 84716	





## Anexo 7 Certificados de Calibración de Equipos



### Certificado de Operatividad

Nombre Cliente:	MIRANDA LEON EDWIN ISMAEL	No. Certificado:	22-OG-0354
Equipo:	RECEPTOR GNSS R8S	Fecha de Certificado:	14/03/2022
Marca:	TRIMBLE	Fecha de Vencimiento:	14/03/2023
P.N.:	101081-60	Revisión:	1.3
Número de Serie:	6027R91256		

GEO SYSTEMS S.A.C. certifica que el equipo arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.

En las pruebas efectuadas en Tiempo Real, el equipo se encuentra dentro de las tolerancias del fabricante.

#### MEDICION CINEMATICA EN TIEMPO REAL (REAL TIME KINEMATIC)

HORIZONTAL	8 mm + 1 ppm
VERTICAL	15 mm + 1 ppm

Los resultados obtenidos en las pruebas de Post Proceso fueron realizados en el software TRIMBLE BUSINESS CENTER V.5.4

#### PRECISIÓN MODO ESTATICO DE ALTA PRECISION (POST PROCESO)

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

Cuadro de coordenadas del Punto del Orden "C", usado para la verificación de los equipos

ID	C-NORTE	C-ESTE	ELEVACION
Geo 1	8662725.493	280863.495	162.148

Sello	Fecha	Responsable de la revisión
	14.03.2022	 Martín Sulcaray Ariles Área de Servicio Técnico

- Este Certificado no atribuye al equipo otras características que las indicadas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones. Se garantiza la trazabilidad a los patrones nacionales.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa por ello.

Página 1 de 1

## Certificado de Operatividad

<b>Nombre Cliente:</b>	<b>MIRANDA LEON EDWIN ISMAEL</b>	<b>No. Certificado:</b>	<b>22-OG-0355</b>
		<b>Fecha de Certificado:</b>	<b>14/03/2022</b>
<b>Equipo:</b>	<b>RECEPTOR GNSS R8s</b>	<b>Fecha de Vencimiento:</b>	<b>14/03/2023</b>
<b>Marca:</b>	<b>TRIMBLE</b>	<b>Revisión:</b>	<b>1.3</b>
<b>P.N.:</b>	<b>97080-60</b>		
<b>Número de Serie:</b>	<b>6040R01820</b>		

GEO SYSTEMS S.A.C. certifica que el equipo arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.

En las pruebas efectuadas en Tiempo Real, el equipo se encuentra dentro de las tolerancias del fabricante.

### MEDICION CINEMATICA EN TIEMPO REAL (REAL TIME KINEMATIC)

HORIZONTAL	8 mm + 1 ppm
VERTICAL	15 mm + 1 ppm

Los resultados obtenidos en las pruebas de Post Proceso fueron realizados en el software TRIMBLE BUSINESS CENTER V.5.4

### PRECISIÓN MODO ESTATICO DE ALTA PRECISION (POST PROCESO)

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

Cuadro de coordenadas del Punto del Orden "C", usado para la verificación de los equipos

ID	C-NORTE	C-ESTE	ELEVACION
Geo 1	8662725.493	280963.495	162.148

Sello

Fecha

Responsable de la revisión



14.03.2022

  
Martín Sulcaray Arias  
Área de Servicio Técnico



- Este Certificado no atribuye al equipo otras características que las indicadas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones. Se garantiza la trazabilidad a los patrones nacionales.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa para ello.

Página 1 de 1

GEO SYSTEMS S.A.C.

Tel. +51.1 315 2910

soporte@geosystemperu.com

www.geosystemperu.com

Av. Javier Prado Este 1402, Of.201, Urb. Córpac, San Isidro, Lima 027 - Perú

## Certificado de Operatividad

<b>Nombre Cliente:</b>	MIRANDA LEON EDWIN ISMAEL	<b>No. Certificado:</b>	22-OG-0356
<b>Equipo:</b>	CONTROLADOR TSC3	<b>Fecha de Certificado:</b>	14/03/2022
<b>Marca:</b>	TRIMBLE	<b>Fecha de Vencimiento:</b>	14/03/2023
<b>P.N.:</b>	TSC3102-002	<b>Revisión:</b>	1.1
<b>Número de Serie:</b>	RS6ZD22014		

GEO SYSTEMS S.A.C. certifica que el equipo arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.

Los resultados obtenidos en el software TRIMBLE ACCESS, se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante.

<b>Sello</b>		<b>Fecha</b>	14.03.2022	<b>Responsable de la revisión</b>	 Martín Sulicaray Arias Área de Servicio Técnico	
--------------	---	--------------	------------	-----------------------------------	--	---

- Este Certificado no atribuye al equipo otras características que las indicadas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones. Se garantiza la trazabilidad a los patrones nacionales.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa para ello.

## Certificado de Operatividad

Nombre Cliente:	MIRANDA LEON EDWIN ISMAEL	No. Certificado:	21-OG-0357
Equipo:	RADIO TDL 450Hx	Fecha de Certificado:	14/03/2022
Marca:	TRIMBLE	Fecha de Vencimiento:	14/03/2023
P.N.:	74451-65-00	Revisión:	1.0
Número de Serie:	6011511219		

GEO SYSTEMS S.A.C. certifica que el equipo arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.

En las pruebas efectuadas en Tiempo Real, el equipo se encuentra dentro de las tolerancias del fabricante.

Sello	Fecha	Responsable de la revisión	
	14.03.2022	 Martin Sulcaray Arias Área de Servicio técnico	

- Este Certificado no atribuye al equipo otras características que las indicadas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones. Se garantiza la trazabilidad a los patrones nacionales.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin autorización expresa para ello.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
CTF No. 14-2022

Fecha : 11 Febrero, 2022

**NOBRE DE LA EMPRESA**  
EDWIN MIRANDA LEON  
Dirección : CALLE CORBACHO 116 - DPTO 1, CERCADO - AREQUIPA

**TIPO DE INSTRUMENTO**  
Instrumento : ESTACION TOTAL  
Marca: LEICA Modelo: POWER-TS02 Serie: 1338552  
Características: Precisión Angular 5", resolución 1", medición distancia con 1 prisma 3000 mts.  
+-(2mm +2ppm), capacidad de memoria 8000 puntos, plomada laser.

**CONDICIONES AMBIENTALES Y METODOLOGIA**  
Procedimiento : Mediciones en base, según normas ISO 17123-5  
Fecha y lugar de mediciones: 11 Febrero, 2022 EL MIRADOR D-11 MNO MELGAR - AREQUIPA  
Temperatura : 19 grados centígrados  
Presión Atmosférica : 1017 H Pa Humedad: 83%

**TRAZABILIDAD DE MEDICIONES**  
Patrón: Para contrastación de ángulos un teodolito WILD T3 y para distancias bases de calibración establecidas  
Trazabilidad: El teodolito WILD T3 de precisión décimas de segundo se encuentra debidamente calibrado. Y la base de contrastaciones establecida por mediciones con barra subtensa y verificada con una TOPCON GPT-3005W

**TEST DE ANGULOS HORIZONTALES**

ANGULOS INSTRUMENTO	ANGULOS PATRON	DESVIACION ESTÁNDAR	ERROR	INCERTIDUMBRE
(° ' ")	(° ' ")	(° ' ")	(° ' ")	(° ' ")
90 15 16.0	90 15 17.0	2.0"	1.5"	2.0"
103 47 46.0	103 47 45.0			
180 00 09.5	180 00 08.00			

**TEST DE ANGULOS VERTICALES**

ANGULOS INSTRUMENTO	ANGULOS PATRON	DESVIACION ESTÁNDAR	ERROR	INCERTIDUMBRE
(° ' ")	(° ' ")	(° ' ")	(° ' ")	(° ' ")
30 00 01.0	30 00 00	2.0"	1.5"	2.0"
45 00 01.5	45 00 00			
29 59 58.5	30 00 00			

**TEST DEL DISTANCIAMIENTO**

DISTANCIA INSTRUMENTO	DISTANCIA PATRON	DESVIACION ESTÁNDAR	ERROR	INCERTIDUMBRE
Mts. Lineales	Mts. Lineales	Mts. Lineales	Mts. Lineales	Mts. Lineales
35.740	35.741	0.001	0.001	0.001
35.742	35.741			
35.741	35.741			
35.741	35.741			

**CONCLUSIONES**

El instrumento se encuentra calibrado y operativo dentro de los estándares de fabricación.

**SH & ML S.R.L.**  
  
EDWIN S. SOTOMAYOR HUANQUI  
GERENTE TECNICO

Partida Registral N° 11017842  
Calle Corbacho 116 – Departamento 01  
RPM: #941948070

RUC N° 20498405275  
Teléfono 054 – 215479  
Celular 95-8225370 (RPC Claro)

## Anexo 8. Pantallazo de Turnitin

The screenshot shows the Turnitin Feedback Studio interface. The main document content includes the logo of Universidad César Vallejo, the faculty name 'FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA', and the school name 'ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL'. The document title is 'Parámetros de Precisión en Obras Lineales con Equipos Convencionales de topografía, Carretera Tagre – Pampacolca Arequipa 2022'. The thesis title is 'TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL'. The authors listed are Br. Mendoza Serrano Antonio and Br. Quinteros Chacaliza Ana Lucila.

On the right side, a 'Resumen de coincidencias' (Summary of similarities) panel shows a total similarity score of 22%. Below this, a table lists the sources contributing to the similarity:

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	13 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
4	idoc.pub Fuente de Internet	1 %
5	Repositorio.Ucv.Edu.Pe Fuente de Internet	<1 %

At the bottom of the interface, it shows 'Página: 1 de 138' and 'Número de palabras: 24928'. The Windows taskbar at the very bottom indicates the system time as 15:50 on 9/08/2022.