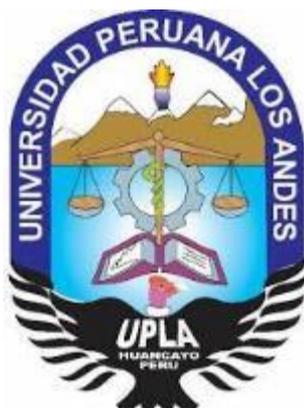


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**PARÁMETROS DE PRECISIÓN EN LEVANTAMIENTOS  
TOPOGRAFICOS CON EQUIPOS NO CONVENCIONALES EN  
TROCHAS CARROZABLES, SAPALLANGA JUNIN**

**PRESENTADO POR:**

Bach. RAMOS FLORES, LUZ ESTHEFANI

**Líneas de investigación institucional:**

Transporte urbanismo

**Líneas de investigación de la escuela Profesional de Ingeniería Civil:**

Transporte

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERA CIVIL

HUANCAYO – PERU

**2020**



## **ASESORES**

**Dr. Ing. Abel A. Muñiz Paucarmayta**

**Asesor metodológico**

**Ing. Alcides Luis Fabián Brañez**

**Asesor temático**

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres, a mi abuelita Rosalia Luz y mis docentes, por su apoyo incondicional que me brindaron durante mis estudios, para verme un profesional al servicio de la sociedad.

Ramos Flores Luz Esthefani

## AGRADECIMIENTO

A Dios, a la Virgen de la Candelaria, por iluminarme siempre por el buen camino y hacer de mí, una buena persona.

A mi familia por su apoyo incondicional, por sabias enseñanzas de la vida y no dejarme caer nunca.

A mi abuelita Rosalia Luz , gracias por todo los años juntos , desde el cielo tu siempre estarás cuidándome

A mis apreciados asesores Dr. Ing. Abel A. Muñoz Paucarmayta, Ing. Alcides Luis Fabián Brañez, gracias por su confianza, siempre apoyarme.

A las personas que siempre confiaron en mí y me apoyaron en todo momento, gracias

La autora

## **HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS**

---

**DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA**

**PRESIDENTE**

---

**ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA**

**JURADO**

---

**ING. RANDO PORRAS OLARTE**

**JURADO**

---

**ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**

**JURADO**

---

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA**

**SECRETARIO DOCENTE**

## INDICE

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>INDICE</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xiii
<b>CAPÍTULO I</b> .....	14
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	14
<b>1.1. Planeamiento del Problema</b> .....	14
<b>1.2. Formulación del Problema</b> .....	15
<b>1.2.1. Problema General</b> .....	15
<b>1.2.2. Problemas Específicos</b> .....	16
<b>1.3. Justificación</b> .....	16
<b>1.3.1. Social o práctica</b> .....	16
<b>1.3.2. Científica o teórica</b> .....	17
<b>1.3.3. Metodológica</b> .....	17
<b>1.4. Delimitación del Problema</b> .....	17
<b>1.4.1 Espacial</b> .....	17
<b>1.4.2 Temporal</b> .....	17
<b>1.4.3 Económica - Conceptual</b> .....	18
<b>1.5. Limitaciones</b> .....	18
<b>1.6. Objetivos</b> .....	18
<b>1.6.1. Objetivo General</b> .....	18
<b>1.6.2. Objetivos Específicos</b> .....	18
<b>CAPÍTULO II</b> .....	20
<b>Marco Teórico</b> .....	20
Antecedentes Nacionales .....	21
Antecedentes Internacionales .....	25
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA</b> .....	74
<b>3.1. Método de investigación</b> .....	74
<b>3.2. Tipo de investigación</b> .....	74
<b>3.3. Nivel de investigación</b> .....	74

<b>3.4. Diseño de investigación</b> .....	75
<b>3.5. Población y muestra</b> .....	75
<b>3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	75
3.6.1. Técnicas:.....	75
3.6.2. Instrumentos:.....	76
<b>3.7. Procesamiento de la información</b> .....	76
<b>3.8. Técnicas y análisis de datos</b> .....	76
<b>CAPITULO V</b> .....	108
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	108
<b>CONCLUSIONES</b> .....	110
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	111
<b>Referencias</b> .....	112

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Puntos de control: Tramo Calle Real (Barrio Castilla) al paraje Tirana Pampa, en el C.P. La Punta, distrito de Sapallanga, provincia de Huancayo - Junín.....	78
Tabla 2: Diferencia de toma de datos .....	91
Tabla 3: Diferencia de volumen .....	95
Tabla 4: Diferencia de elevación (m) .....	97
Tabla 5: Medidas estadísticas de la elevación con estación total y dron.....	98
Tabla 6: Elevación con estación total (m) .....	99
Tabla 7: Elevación con dron (m).....	99
Tabla 8: Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 1) .....	102
Tabla 9: Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 2) .....	103
Tabla 10: Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 3) .....	104
Tabla 11: Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 4) .....	105
Tabla 12: Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 5) .....	106
Tabla 13: Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 6) .....	107

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Tipos de UAV .....	38
Figura 2: Movimiento de motores en un dron.....	40
Figura 3: Cuerpos de un dron.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 4: Motores, hélices y ESC de un dron .....	42
Figura 5: Baterías de polímero de litio para un dron .....	44
Figura 6: Gimbal para drones .....	45
Figura 7: Baterías de polímero de litio para un dron .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8: Emisora e instrumentación para el manejo de un dron.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9: Instrumentación para la conexión del GPS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 10: Instrumentación para el manejo de un dron mediante FPV .....	48
Figura 11: Controladores de Velocidad (ESC) .....	50
Figura 12: Giro de hélices de los drones.....	52
Figura 13: Guía de resumen de operaciones con drones en E.E.U.U .....	56
Figura 14: Microdrones sobre la palma de una mano .....	63
Figura 15: Plano de ubicación y localización.....	77
Figura 16: Estación total Leica tc 407 .....	79
Figura 17: Características del equipo topográfico .....	80
Figura 18: Prisma Topcon.....	81
Figura 19: Bastón marca Topcon.....	81
Figura 20: Dron marca DJI Phantom 4 pro.....	82
Figura 21: GPS Sumetrico Mobilemapper 120 Dgps Gis Data Collector – marca Ashtech ...	83
Figura 22: Colocacion de dianas –puntos de fotocontrol.....	86
Figura 23: Trabajo de campo de la lectura de puntos de dianas – puntos de fotocontrol.....	86
Figura 24: Visualización de los panes de vuelo.....	87
Figura 25: Transferencia de informacion al software Pix 4D.....	87
Figura 26: Orientacion de fotos para obtener la densidad de puntos.....	88
Figura 27: Visualización de los puntos de fotocontrol. ....	88
Figura 28: Ajuste de los puntos de control .....	89
Figura 29: Visualización de la nube de puntos – densidad de puntos .....	89
Figura 30: Levantamiento topográfico con la estación total.....	90
Figura 31: Transferencia de datos obtenidos de la estación al software –AutoCAD Civil 3D90	
Figura 32: Procesamiento de datos obtenidos de la estación al software –AutoCAD Civil 3D .....	91
Figura 33: Superficie con mayor detalle de curvas de nivel .....	93
Figura 34: Reporte de Volumen calculado con el AutoCAD civil 3D .....	93
Figura 35: Superficie con menor detalle de curvas de nivel.....	94
Figura 36: Reporte de volumen calculado con el AutoCAD civil 3D .....	95
Figura 37: Ubicación de puntos de control BM.....	96
Figura 38: Ubicación de puntos de control BM con estación total.....	97
Figura 39: Planta del alineamiento de la superficie con dron.....	100
Figura 40: Planta del alineamiento de la superficie con estación total .....	101

## RESUMEN

La presente investigación tiene como problema general: ¿Cómo influyen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en los parámetros de precisión para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín - 2020?, como objetivo general a Determinar cómo influyen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en los parámetros de precisión para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín -2020, e hipótesis general a Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales influyen significativamente en los parámetros de precisión para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín – 2020.

La metodología empleada es científica, de tipo aplicada, 1 nivel explicativo, de diseño experimental, la conclusión viene a ser que hay muy poca la información que se encuentra sobre el levantamiento topográfico de trochas con drones y falta de información para comparaciones de toma de fotos y no se guardan las comparaciones de las estructuras , generando desconfianza al medio profesional .

*Palabras claves:* Precisión, dron, topografía, levantamientos aéreos,

## ABSTRACT

The present research has as a general problem: How do topographic surveys with unconventional equipment influence the precision parameters for carriage

Trails, Sapallanga, Junín – 2020? As a general objective to determine how topographic surveys with unconventional equipment influence on The precision parameters for the carriage trails, Sapallanga, Junín -2020, and general hypothesis a Topographic surveys with unconventional equipment significantly influence the precision parameters for the carriage trails, Sapallanga, Junín – 2020.

The methodology used is scientific, of applied type, the explanatory level, of experimental design, the conclusion comes to be that there is very little information found on the topographic survey of trails with drones and even more insufficient on comparisons between methods. of capture and comparatives of these processes for the control of structures are not documented, generating mistrust in professionals and companies that handle this type of projects.

*Keywords:* precision, drone, topography, aerial surveys

## INTRODUCCIÓN

La tesis de investigación titulada: Parámetros de precisión en levantamientos topográficos con equipos no convencionales en trochas carrozables, distrito Sapallanga región junin,2020, tiene como finalidad de determinar de qué manera influyen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en los parámetros de medición, para un mejor desarrollo de la investigación, se ha estructurado el estudio en 5 capítulos:

**Capítulo I:** Problema de investigación : Aquí se analiza el planteamiento de problema , formulación del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones y objetivos de la investigación.

**Capítulo II:** Marco teórico: En este capítulo desarrollamos los antecedentes, marco conceptual, definición de términos, hipótesis y variables.

**Capítulo III:** Metodología de investigación: Donde se desarrolla el método de investigación, tipo, nivel y diseño de investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos de recopilación de datos, técnicas y análisis de datos.

**Capítulo IV:** Resultados: Aquí desarrollamos la comparación entre el dron y la estación total en trochas carrozables, Sapallanga, Junín.

**Capítulo V:** Discusión de resultados: en este acápite se trata de las discusiones de los resultados obtenidos en la investigación.

Finalmente, se formulan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planeamiento del Problema

Corredor, (2015), menciona, los planos de topografía actúan dentro del campo de la ingeniería trabajo de modificación , el croquis o arreglo de trabajos de ingeniería ,traslado de piso firme, la calculación de masa , uso de terreno , tramite de cavidad hidrográficos , otros . el estudio de toma de fotos con dron. en países de Sudamérica simbolizan un asombroso pilar , por que se baja el periodo y precio de trabajos de reconocimiento de campo , para tener novedad espacial importante para evaluar tareas en áreas de la ingeniería , dando beneficios diferenciando a lo que es cotidiano , también nos da mas ayuda en lugares donde es más difícil, por que no es necesario recorrer todo el lugar ,solo será necesario poner puntos de apoyo .

Villarreal y Zárate (2015), da a conocer que ahora los drones o equipos aéreos, más conocidos como drones, ah aumentado para distintos tipos de trabajo , porque la tecnología avanza cada vez más y más, lo utilizamos en todo tipo de levantamiento topográfico, por que tiene un a tecnología de vuelo , u una tecnología de fotos que son programadas para llegar a alturas y tomar fotos

Quiroz (2015),nos da a conocer que los que somos a lo largo de esta carrera de ingenieros tenemos datos cartográficos ,obtenida por la toma de fotos , el curso de toma de fotos inicia cuando el dron toma las fotos y finaliza con

la con las coordenadas tridimensionales. Los ejes que nos dieron a conocer nos ayudan a tener modelos en elevación, modelos con alta tecnología, ortofotos, etc.

En nuestro país actualmente el uso de drones con fines de levantamiento fotogramétrico se viene usando para la obtención de cartografía, pero no para levantamiento de vías, ya que en esto se utiliza el levantamiento topográfico de manera convencional.

En nuestra región, hoy en día se realiza el levantamiento topográfico convencional para los estudios de obras viales se realiza a través de equipos topográficos electrónicos, como las estaciones totales, de donde se obtienen datos cuantitativos, que limitan a tener una visión más certera del relieve topográfico donde se realizará el estudio de las obras viales; en tal sentido la metodología para poder realizar el levantamiento topográfico en la mayoría de veces no resulta suficiente para conseguir los datos que sean necesarios para la mejora del estudio de obras como caminos, trochas carrozables antes de ser ejecutadas en favor de una población beneficiaria de este tipo de obras como lo es la población de Sapallanga de la provincia de Huancayo.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo influyen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en los parámetros de precisión para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

¿Qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la densidad de puntos para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín?

¿Qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión volumétrica para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín?

¿Qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión en elevación para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín?

¿Qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión en planta para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Social o práctica**

Esta investigación se realizará porque existe la necesidad de aplicar la ingeniería de manera más precisa al momento de elaborar estudios definitivos o expedientes técnicos adecuados para que al momento de ejecutar una obra no surjan inconvenientes.

### **1.3.2. Científica o teórica**

La presente investigación se realizará con el propósito es aportar al conocimiento existente sobre el uso de la toma de fotos con drones respecto al uso de una estación total, tomando en cuenta las normatividades ya existentes.

### **1.3.3. Metodológica**

La elaboración y empleo de los mecanismos de recopilación de información para levantamiento topográficos con drones respecto al uso de la estación total la investigación podrá ser utilizada por otro alumno que requiera ayuda sobre método científico, actos analizados por la ciencia , cuando se expone su veracidad y veracidad puede ser utilizado en otras investigaciones .

## **1.4. Delimitación del Problema**

### **1.4.1 Espacial**

La investigación se realizó en el tramo calle Real (Barrio Castilla) al paraje Tirana Pampa, en el Centro Poblado La Punta del Distrito de Sapallanga, provincia de Huancayo, Departamento de Junín.

### **1.4.2 Temporal**

El desarrollo del presenta proyecto de investigación se desarrolló durante los meses comprendidos entre junio a octubre del año 2020.

### **1.4.3 Económica - Conceptual**

En la investigación se basa en determinar una propuesta fotogramétrica para el levantamiento topográfico, aplicada en estudios de proyectos viales.

## **1.5. Limitaciones**

Las limitaciones en la presenta investigación se centra en los costos de adquisición o alquiler del equipo fotogramétrico como es el dron.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo General**

Determinar cómo influyen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en los parámetros de precisión para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

Establecer qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la densidad de puntos para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.

Establecer qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión volumétrica para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.

Establecer qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión en elevación para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.

Establecer qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión en planta para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.

## **CAPÍTULO II**

### **Marco Teórico**

La ciencia esta en la vida cotidiana de una persona y nos sirve para la evolución de la humanidad , nos ayuda para recolectar información, calculo , etc , la rama de la ingeniería va teniendo avance tecnológico , por ejemplo el uso de los drones ,equipos que sirven de vuelo ,que al inicio se utilizaba en el ejercito , como por ejemplo para trabajos de observación contra enemigos , pero ahora se utiliza para muchas cosas , claro ejemplo la rama de la ingeniería . (Cerro, 2007).

Villarreal y Zarate (2015), nos da a conocer que en estos tiempos el DRON es altamente utilizado , por que con un dron es mas fácil realizar un levantamiento topográfico que con los equipos convencionales , además reduce el tiempo en el trabajo que debemos realizar , para trabajos grandes es un ahorro de dinero y tiempo ,tenemos dos clases de drones de ala fija y de alas rotativas las de alas rotativas son mas comunes en el uso de levantamientos topográficos son más fáciles de utilizar también .

En el mundo el dron fue muy utilizado en años anteriores, claro ejemplo el dron se utilizó para la primera guerra mundial ,el dron fue construido muchos años anteriores primero lo utilizaban el ejército para las luchas constantes que tenían, a lo largo de los años los drones tuvieron más tecnología, en resumen los drones al inicio se utilizaba en el ejercito en la actualidad los el dron tiene mucho avance tecnológico especialmente

para la rama de ingeniería el dron es productivo , ya que con la fotometría los levantamientos topográficos son cada vez más sencillos , los drones quieren satisfacer lo que los profesionales de ahora necesitan para un mejor trabajo (Ayala, 2018).

Las maneras de llamar al dron son distintas depende del lugar del país que lo fabrica , denominan de distintos nombre alas equipos aéreos (Ayala, 2018):

- Drone ( zángano en español):le ponen el nombre de naves que no necesitan un operador , los militares le colocaron ese nombre , como recalcamos eran muy utilizados para las guerras .
- UAV (Unmanned Aerial Vehicle): palabra que ya no se utiliza , para dar a conocer al equipo .
- RPA (Remotely Piloted Aircraft): le dan el nombre al equipo , el equipo es utilizado con control , la tecnología va avanzando .
- Aeronaves autónomas UAV: son únicas ya no necesitan la ayuda humana son programados para poder realizar el trabajo solo ,son modernos innovadores únicos

## **2.1 Antecedentes**

### **Antecedentes Nacionales**

Sánchez, (2017) utilizada en la investigación denominada *Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la plaza San Luis - 2017* sustentada en la Universidad César Vallejo; Nuevo Chimbote, Perú, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. La exactitud es la igualdad de distinta respuesta que alcanza de una misma lugar de estudio con un mismo instrumento, eso también se puede interpretar por medio de la fórmula de precisión. Los resultados obtenidos aplicando la fórmula de precisión se visualiza en la tabla de Precisiones de los Puntos de Control”, donde la precisión promedio de los puntos de control son: en el norte  $1/128788378562$ , en el este  $1/10802906988$  y en la cota  $1/311843$ ; los cuales superan la tolerancia de  $1/20000$  por el Instituto de Estadística y Geografía de México, por lo que se concluye que tiene una buena precisión.
2. La precisión es la proximidad o semejanza al beneficio actual , aquí se examina y se da valor real o referencial los datos obtenidos por la estación total, es decir la diferencia entre el resultado obtenido y el valor real o referencial. Por ello en la “Tabla 7. Promedio de los Puntos de Control del Dron y Diferencias con respecto a los Puntos de la Estación Total” el rango en el que se encuentra las diferencias entre los datos obtenidos de la estación total con respecto al promedio de los valores obtenidos de los 3 vuelos, son como máximo de  $-4$  mm y de  $3$  mm no supera de  $5$  mm de diferencia: los que se encuentra establecido en el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones del Perú, por lo cual se considera que tiene una buena exactitud.
3. Los nivel de veracidad para el Levantamiento Topográfico con equipo aéreo, depende de sus dimensiones que son la precisión y exactitud, ya que con ello se puede conocer si los datos obtenidos son confiables o no. Al tener una buena precisión y exactitud, se concluye que el levantamiento topográfico con dron es confiable.

La actual investigación se halla encuentra en la clasificación de investigación cuantitativa, de diseño no experimental, descriptiva de corte transversal. Cuantitativa por que utilizamos la recolección de datos para probar hipótesis en base a la medición numérica y el análisis estadístico. No Experimental, la tesis se realiza en el estudio sin la manipulación de las variables, observándolas en su ambiente natural. Descriptiva porque tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades de la variable en estudio. Transversal los datos solo se tomaran una vez y las variables no serán afectadas en el transcurso del estudio .

Tacca, (2015) da a conocer en la investigación denominada *Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional* sustentada en la Universidad Nacional del Altiplano; Puno, Perú, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Los resultados calculados en el proceso con dron Phantom 2 Visión + y la medición con la estación total, ambos equipos georeferenciados, nos dan respuesta casi iguales , pero, el uso del dron es mas económico en tiempo y gastos.
2. El resultado de volúmenes y excavaciones utilizando la toma de fotos y el dron , nos da resultados en corto tiempo que coa diferencia de un equipo convencional , también se podría decir qu las personas que se requiere para el trabajo es mínimo .
3. En base a los costos al utilizar el dron el costo es menor, ya que no se necesita muchas cosas como la utilización de los quipos convencionales .

Ayala, (2018) en su tesis denominada *Evaluación de levantamientos topográficos con drone (DJI Phantom 4 pro) y estación total, Quebrada Señor de Quinuapata del distrito de Ayacucho* sustentada en la Universidad Privada de Trujillo; Trujillo, Perú, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Concluimos que ambos equipos de topografía como el equipo aéreo , y el equipo convencional , resultan iguales en un levantamiento topográfico con un 95% de confianza estadística, lo que resulta un equipo de dron apropiado para trabajos topográficos en fotogrametría, lo que esto afianza a aceptar sus especificaciones propias del fabricante.
2. Se concluye también que es mejor y más conveniente el uso de dron, para trabajos topográficos porque este realiza el trabajo en mención en menor tiempo, aunque los procesos de obtención de datos de gabinete sean los mismos.
3. El levantamiento topográfico con dron es más barato y eficiente en tiempo que con estación total.

Postigo, (2018) en su tesis denominada *Vehículo aéreo no tripulado para vigilancia en ambientes cerrados con detección de personas y obstáculos a su alrededor* sustentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú; Lima, Perú, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Cuando el dron desarrolla su labor de vigilancia en sus rondas de observación , se utilizaba la cámara que filmara lo que pasaba y mandaba la evidencia a un sitio estable que es controlada por el operario . el método se logró añadiendo al dron el método de filmación

, que esta adecuada para la noche y el emisor donde la señal no tiene problemas para poder trasladarse .la persona tiene acceso a los videos a través de distintas plataformas de comunicación . en lo mencionado el dron cumple con varias funciones es bien utili , gracias a la tecnología que va avanzando .

2. La aeronave tiene que ser fuertes ya que los trabajos que sele asignara a realizar con fuertes , contando con el clima los arboles , la naturaleza , paredes , otros . otro cosa que se les pide a los drones es que sus baterías duren mas tiempo ya que el dron debería durar la batería 15 minutos pero lo normal que dura es 10 minutos que para un plan de vuelo es muy poco , ya que tenemos trabajos fuertes de campo para levantamientos topográficos , entre otros .

### **Antecedentes Internacionales**

Del Barrio, (2017) en su tesis denominada: *Uso de drones en la inspección para la rehabilitación del patrimonio Iglesia de La Merced*, sustentada en la Universidad de Burgos; Burgos, España, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Lo que se pretende con los drones o equipos aéreos es tener información precisa ayudado con las fotos que dan más veracidad al trabajo de drones, tanto a nivel de legislación vigente como en revistas y libros especializados, estudio que se ha llevado a cabo atendiendo a publicaciones nacionales e internacionales. En segundo lugar, nos hemos centrado en el informe de evaluación de edificios monumentales a través de drones o RPAS. Se ha desarrollado una propuesta para complementar la evaluación de edificios patrimoniales, por considerar que poseen características peculiares.
2. También proponen tener mas eficiencia en el trabajo en el modo de uso de equipo aéreo conocido con el nombre de drones, realizando reflexiones sobre su uso y manejo. Exponer

las oportunidades de la implementación de los drones en el campo de la Arquitectura, Rehabilitación e Ingeniería, ha sido otro de los objetivos que se marcaron al inicio del mismo. La posibilidad de la aplicación en un caso concreto de rehabilitación de patrimonio ha permitido lograr la meta propuesta.

3. El quipo aéreo no convencional llamado dron cumple con la requerido en el campo laboral que se necesita utilizar Por otra parte, las propuestas de futuro que realizamos, basándonos en este trabajo, se pueden dividir en tres. La primera y prioritaria es concienciar a la Administración, a las Universidades y Centros e Instituciones Tecnológicas de la revolución industrial 4.0 en la que estamos imbuidos, de lo cual no somos conscientes. Debemos priorizar en acercar al alumnado, tanto universitario como de formación profesional, y hacerles ver que lo nuevos perfiles de empleo que se pueden crear, basándose en esta tecnología son enormes.
  
4. Se propone hacer cursos a nivel mundial donde cualquier persona no utilice el dron sin conocerlo bien , que para utilizar el dron sean personas con certificación especial para el manejo de este equipo , las nuevas premisas legales que desde el 1 de diciembre de 2016 los Estados Miembros de la Unión Europea quieren homologar, para desarrollar una legislación única. Asimismo, dentro de la formación, se quiere preparar a especialistas en diferentes materias como en Agricultura de Precisión, Arquitectura e Ingeniería, Prototipado de drones, Manejo y Pilotaje, Emergencias y Salvamento, Seguridad, Ingeniería 4.0 y otras especialidades que conformarían una adecuada formación para nuestros futuros jóvenes, siendo pioneros en la Unión Europea al respecto.

5. Al final es tener en cuenta el conocimiento para cuando se extiende objetivos de Mantenimiento en todas las Infraestructuras y Edificios Monumentales, es posible reducir los costes de rehabilitación de grandes construcciones con la programación robótica, a través de la tecnología dron. Se ha constatado la importancia de tener conocimiento sobre la tecnología de la rehabilitación y de la legislación del Patrimonio. La revisión de esta normativa nos ha permitido pensar que es una legislación con un articulado arduo, que conlleva la realización laboriosa de gestiones que pueden motivar que las obras de rehabilitación se estanquen y, en consecuencia, se promueva que el Patrimonio se degrade aún más.
  
6. Los errores se den cuenta lo mas temprano posible y darle solución si conseguimos saber el origen de estas, por lo que resaltamos la importancia de conocer, con la máxima previsión posible, el origen y la causa de las patologías. Es indudable la ayuda que prestan las nuevas tecnologías, para llevar a cabo tareas de precisión y rapidez, y más concretamente, con lo expuesto respecto a los Drones.
  
7. Ven los tipo de equipos aéreos que existen , sus partes que tiene para su prototipo y manejo. Al mismo tiempo, se ha tratado tanto de las aplicaciones existentes y la legislación vigente nacional e internacional, concretamente en Gran Bretaña e Italia y, en especial, Estados Unidos, por ser un referente en el uso de las nuevas tecnologías en el campo de los vehículos no tripulados o drones. Es preciso destacar y especificar los componentes y electrónica de los drones, desde una visión global, su desarrollo y los procedimientos de su uso, convirtiéndoles en un instrumento indispensable en el campo de la arquitectura, la ingeniería y la rehabilitación.

8. Debemos tener información que ya paso de sitios o personas conocidas, en el que se pueda seguir todo el proceso de aplicación de estos aparatos, especificando y desarrollando un plan de mantenimiento de un edificio Patrimonial con el uso de RPAS o drones. Un aspecto a destacar es que es preciso conservar, en lugares adecuados, planos, esquemas y otros documentos, ya que es necesario realizar diferentes consultas, antes de iniciar todo el procedimiento o plan.
  
9. Vemos que el dron o quipo no convencional aérea , es muy útil para la rama de la ingeniería , arquitectura , pero debemos tener en cuenta que los equipos lo deben utilizar personas preparadas , con conocimientos de vuelos del equipo de la fotometría , personas con certificado de uso para un mejor manejo y una buena presentación del trabajo
  
10. Los equipos aerios deben tener reglas fijas , que ya se conozcan y faciliten su uso en España con una legislación innovadora, actualizada, realista y no restrictiva. En relación con la legislación nacional para el uso de Drones, se debe trabajar hacia una normativa que permita desarrollar la investigación a través de drones, pudiéndose realizar inspecciones de toda clase de edificaciones por control remoto o GPS. La mejora en el diagnóstico de las patologías de las construcciones de Arquitectura e Ingeniería pasan por desarrollar una inspección donde las imágenes sean fotogramétricamente lo más perfectas posibles para conocer, sin lugar a dudas, las diferentes patologías que se puedan presentar.
  
11. Información de derrumbe de obras civiles nos dan una información nos dan a conocer nueva etapa para el desarrollo de las inspecciones técnicas. Las tecnologías que existen

pueden dar una visión general y exhaustiva del estado de nuestras edificaciones y haría que los propietarios de las viviendas fuesen conscientes de que la rehabilitación y el mantenimiento de sus edificios tienen una importancia vital. Es preocupante que sólo se actúe en edificios cuando la patología es muy grave o haya desembocado en un accidente como la caída o desprendimiento de aleros, petos, cornisas o parte de mampostería.

12. Lo realizado se debe de analizar , enviárselo a los expertos y a los dueños de la construcción , porque paso el problema y tomar decisión desde el principio con lo que se debe utilizar para que todo salgue bien
13. Para el beneficio de los equipos no convencionales los usuarios que desarrollen trabajos con esta tecnología, deben cumplir con lo establecido en el Real Decreto-Ley 8/2014 entre lo que destacamos contar con pólizas de seguro y garantía financiera que cubra la responsabilidad civil frente a terceros, según los límites de cobertura establecidos por RD 377/2001 de 19 de enero, de navegación aérea y los establecidos en el Reglamento de la Comunidad Europea 785/2004 de 21 de abril.
14. Tenemos problemas de importancia , si se nos daña el equipo sí. A tal efecto, está claro que para aquel usuario que no tenga licencia de vuelo como piloto, el seguro le será inválido, pues sin la licencia no se podrá volar, salvo con drones de prácticas con un mentor específico que posea licencia de vuelo y que tenga las dimensiones y peso específico indicado en el RD 377/2001 de 19 de enero sobre la navegación aérea, siempre y cuando la nave pese menos de 25kg; o los establecidos en el Reglamento europeo

785/2004 de 21 de abril, si la nave pesa más de 25kg.

15. Los equipos aéreos no tripulados deberían tener seguros , de preferencia con el volumen del equipo vehículos tripulados remotamente, deben ser contratadas a través de empresas que aseguren la Responsabilidad Civil y su explotación. Con este seguro se cumple el Real Decreto-Ley 8/2914, dada su obligatoriedad, se está a cubierto ante reclamaciones por la actividad de vuelo con drones/RPAS frente a posibles daños materiales o personales de los que se pueda ser responsables.
  
16. La póliza de seguro contempla, capitales básicos, que se dividen según el peso del aparato, siendo 300.000 €, el límite por siniestro y año, para equipos de hasta 25 kg y para equipos por encima de los 25 kg, el límite por siniestro y año es de 900.000€. Por otra parte, se estima que el límite por víctima es de 90.000€ con una franquicia de 150€. El precio del seguro de responsabilidad civil de drones hasta 25 kg es de 200€; y el de drones de más de 25 kg, es de 350€.
  
17. Una empresa aseguradora debe tener certificados que acrediten que se puede utilizar el equipo no convencional llamado dron sin ningún problema para diversos trabajos que se realiza como el claro ejemplo los levantamientos topográficos, dando certificado que el equipo puede ser utilizado cumple con lo que se le pide y también cosas que el que manipula , ejemplo :
  - a. Para indagar , inovacion en la industria, la rama de la ingenieria , para rarama de arquitectura , como otros

- b. Cosas que incluyan utilizar el dron para lanzamiento desde lo más alto , para evitar incendios en campos grandes
  
- c. Todo el tema de fotos , videos , levantamiento como por ejemplo en la rama de la topografía , el dron o equipo no convencional es muy bueno para el tema de ingeniería es de mucha ayuda para la ramas de ingeniería un dron en la actualidad va mejorando la calidad de levantamientos que requieren en dicha carrera, nos cortan el tiempo de realizar un trabajo , no utilizar mucho personal , los costos también bajan , el dron trata de mejorar los levantamientos topográficos convencionales , hay cosa que aun no lo pueden hacer ala perfección como una estación total pero van mejorando en el tema de ingeniería
  
- d. El dron es muy útil para el tema de investigación , un dron en la actualidad nos sirve mucho para el tema de investigación ,en tema mundial el dron esta siendo utilizado de forma mas cotidiana en trabajos , estudios personales de universidad
  
- e. El dron son equipos que nos sirven para la vigilancia toma de fotos , videos , para casos extremos por ejemplo incendios .
  
- f. Tema de información visual
  
- g. También nos sirve si personas que se perdieron para poder buscarlos ubicarlos , donde hay lugares de poco acceso y personas que se perdieron , y necesita ser ubicadas, ya que como se sabe el tiempo de vida de una persona perdida es muy corto por el tema de donde se pueda encontrar y el dron puede llegar a lugares donde el hombre se demoraría en llegar

18. Las empresas de seguros deben tener un forma que les ayude a tener visualización o observen que la contratación de un seguro para trabajar en el campo de los RPAS/drones tiene unas variables difíciles de cuantificar actualmente, por lo que, en este campo, los seguros deberían tener como finalidad la seguridad, que debe primar frente a la economía. Si se pudiera contratar un seguro asequible y económico que cubra el 100% de las posibilidades de trabajo, mediante RPAS/drones, veríamos como, conjuntamente a la compra de un dron, se contrataría una póliza para su manejo y uso.
19. Las desventaja de los equipos aéreos no tripulados llamados drones es que la batería no dura mucho tiempo un promedio de la duración de una batería es 10 minutos lo que es muy poco para un trabajo, ya que tienes que regresar al dron es peligroso no sabes donde puede caer , y por los costos del equipo es peligroso
20. Por que el dron es un equipo que no es fácil de manejar nos piden que debemos tener conocimientos en el uso sed los drones , para facilitar el uso de equipo ya que sin conocimientos podemos malograr el dron

Corredor, (2015) en su tesis denominada: *Uso de Implementación de modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el diseño geométrico de una vía en rehabilitación sector Tulua – rio Frío*, sustentada en la Universidad Militar Nueva Granada; Bogotá, Colombia, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. La investigación se realiza en un adecuado sitio de estudios donde tiene buen lugar de trabajo para realizar el estudio .

2. Lo que se realizó está georreferenciado, el trabajo fue bien elaborado, tiene buenos sustentos, dado que está en un sistema geodésico
3. El proyecto realizado con drones, equipos aéreos nos ahorran tiempo y costo, son rápidos de utilizar un dron está siendo más eficiente en la actualidad, los drones se están volviendo un equipo importante en lo que son levantamientos topográficos, porque se realizan más rápidos, en corto tiempo, y menos costos
4. En el diseño de vías es recomendable utilizar los dos tipos de levantamientos los equipos convencionales, con los equipos aéreos ya que hay sitios donde los equipos aéreos no pueden llegar y necesitan del dron el dron ayuda a que el levantamiento topográfico tenga más evidencias por que utiliza la fotogrametría y la estación llega a esquinas donde el dron por la altura que tiene que ser volado no llega y no nos puede dar esos puntos.
5. Se dio a conocer la diferencia de un rango entre 0.003 mts y 0.09 mst, en este estudio se da la diferencia entre un levantamiento con dron y otro con estación total vemos la diferencia entre el equipo aereo y la estación total.

Puerta, (2015) en su tesis denominada: *Tecnología dron en levantamientos topográficos*, sustentada en la Escuela de Ingenieros Militares; Bogotá, Colombia, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Al utilizar la toma de fotos videos levantamiento topográfico con dron y la ayuda en la rama de ingeniería especialmente en los levantamientos topográficos con drones, nos ayudan a tener un

mejor trabajo en el tema de levantamientos topográficos ya que suma aun levantamiento topográfico convencional , ayuda a tener mayor información, como vemos la tecnología esta en avance y eso es muy bueno para el tema de ingeniería

2. Como la tecnología va en avance al elegir el tema del dron equipo aéreo se reducen mucho costos , tiempo , estadía en el lugar , procesamiento , como vamos explicando la tecnología es muy buena , va avanzando eso es muy bueno en la rama de la ingeniería , el avance tecnológico es bueno intenta darnos mas precisión el os levantamientos topográficos , a diferencia de los levantamientos topográficos convencionales donde se gasta mas tiempo , costo de mano de obra , procesar información , y ahora en la actualidad necesitamos hacer las cosas más rápidas
3. Para el tema de replanteo , propuesta de proyectos información , edificaciones , proyectos , en especial el tema de levantamientos topográficos de carreteras el dron es muy bueno nos ayuda demasiado , las actividades relacionadas , es donde el dron puede sustituir con el avance de la tecnología en el tema de los levantamientos topográfico .

Ruales, (2018) en su tesis denominada: *Pertinencia del uso de drones en la caracterización geoespacial del Módulo Dos junta de agua de riego de la comuna Morlán, Imbabura*, sustentada en la Universidad Técnica del Norte; Ibarra, Ecuador, llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Al realizar el tema de investigación el autor se dio cuenta que para el tema de levantamientos topográficos con el método convencional no es tan bueno es as costoso , entre otras cosas a diferencia del uso del dron para el autor el dron es un método mar

eficiente y mas rápido de realizar los levantamientos topográfico

2. La prueba de T de student al 1% que comparó 20 puntos en planimetría y en altimetría (curvas de nivel) dio a conocer que hay diferencias entre coordenadas de tipo Z, donde la investigación esta en metros , y esto es muy relevante en el tema de ingeniería , sedimento, desconfianza en peligro , disponer del procedimiento topográfico para utilizar el DRONE donde el trazo de registro GPS de dos frecuencias precisas .
3. El resultado obtenido con el dron es mas relevante , nos da a conocer mayor información , en la calidad de trabajo como mención al e autor el prefiere e el dron ya que su modelo de uso a ido evolucionando , siempre se necesita un equipo convencional , pero el dron esta tratando de la mano con la tecnología de avanzar , y ser mas eficaz en el tema de levantamientos topográficos .
4. Al utilizar el dron nos ayuda a no solo a hacer un levantamiento convencional sino que el dron nos da fotos , que nos ayuda a tener la ortofoto un levantamiento topográfico más fácil , más útil para un levantamiento topográfico , ya que en la actualidad en procesos de levantamiento topográfico nos piden más información en levantamientos topográficos
5. Al utilizar las ortofotos en la rama de la ingeniería nos ayuda tener un mejor trabajo , en la actualidad la tipografía con drones es más útil más detallada más completa que un levantamiento tipográfico con equipo convencional como la estación total , la estación total es buena pero la tecnología va avanzando y el dron cada vez mejorando mas .

## 2.2. Bases teóricas y científicas

### Drones O RPAS (Remotly pilot aircraft system)

Puerta (2015), nos da a conocer que los drones son dispositivos de característica igual al avión , el nombre inicial para el dron fue de UAV, donde en el idioma español tiene el significado de equipo aéreo no tripulado , el dron se distingue por como lo van a utilizar : por que se utiliza para el tema de ejercito , a de averiguar , para filmaciones , tenemos dron de 8 hélices y dron de ala fija

También llamado equipo UAV , cuya traducción es vehículo aéreo no tripulado, ya que un equipo UAV es un equipo que no necesita tanto de la ayuda de una persona para ser volado suficiente con un control remoto que ayuda a su fácil manipulación de la persona lo maneja desde la tierra y el equipo esta en pleno vuelo realizando la labor encomendada ,antes también conocido ROA (Remotely Piloted Aircraf), o UA (unmanned aircraf), en la actualidad los UAV son utilizados para distintas funciones , distintos trabajos , su desplazamiento es muy fácil y si estudias un por el vuelo del dron es mucho mejor (Tacca, 2015).

El equipo aéreo llamado dron es controlado con un control remoto donde por el control se manipula al dron para realizar el vuelo , con ayuda de programas se realiza los vuelos de drones para realizar diversos trabajos de forma mas conocedor de llamar al dron lleva el nombre de RPAS, el dron es un equipo muy utilizado , los drones de 8 hélices son los mas utilizados para el tema de topografía , cuenta con su motor su hélices , sus batería, su control es de mucha ayuda para realizar trabajos , (Del Barrio, 2017).

Dando a conocer un poco de la historia del dron , es un equipo que al principio era utilizado para el tema del ejercito militar para las primera guerra mundia , el dron fue avanzando con la actualidad de manera profesional se le puede llamar al dron RPAS, el dron dos tipos de ala fija y el más utilizado para distintos trabajos el de 8 hélices el cual no solo se utiliza en la topografía sino como por ejemplo reuniones sócales filmar , grabar ayuda que el trabajo del ser humano cada fecha sea más fácil como vemos la tecnología va avanzando y de la par los trabajo de ingeniería , los drones tratan de adaptarse a lo que los seres humanos necesitamos en la actualidad (Del Barrio, 2017).

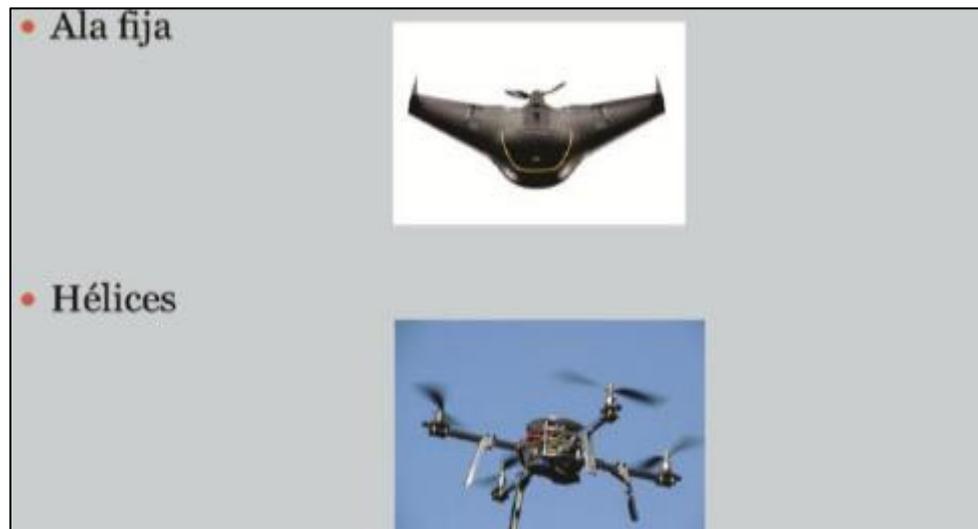
Al principio los drones fueron utilizados para el tema del ejército , porque son equipos que los utilizaban los militares , se parecían mucho a un avión pero en la actualidad ya los modelos de los drones fueron evolucionando , se les puede llamar robos , ya que su forma de uso cada fecha es más sencilla , realizar su plan de vuelo también cada fecha es más sencilla , los drones en la actualidad cada fecha son más sencillas (Del Barrio, 2017).

### **Tipos de drones**

Los tipos de drones son de ala fija y de hélices. (Tacca, 2015)

**Figura 1**

Tipos de UAV



*Fuente:* Tacca, 2015.

Los equipos aéreos no tripulados se clasifican en 3 categorías, también se separan por su peso . (Chen, Wang y Li, 2009) y (Dougherty, 2015):

1. máximo dos kilogramos.
2. Menor a veinticinco kilogramos
3. Superior a veinticinco kilogramos.

Los equipos aéreos con peso menor a los dos kilogramos, equipos aéreos con pesos de dos kilogramos y veinticinco kilogramos , y los equipos aéreos no tripulados con peso superior a veinticinco kilogramos , donde los últimos mencionados 2 y 3 se debe de contar con un carnet de pilotaje para operar los dores de países de Europa .

Debe darse a conocer de manera obligatoria la placa que identifica donde se dé a conocer el fabricante del equipo aéreo, también datos fiscales de la compañía que llevo el plan de vuelo el equipo aéreo no tripulado menor a dos kilogramos no necesita que este registrado donde se encuentre toda las aeronaves, tampoco necesitan certificado para su.(Bellver,2015).

### **Placa identificativa y registro.**

Los equipos 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 ,la identificación se debe de ver

El equipo aéreo no tripulado superior a veinticinco kilogramos tienen que tener matricula , certificado de poder navegar con el (Del Barrio, 2017).

### **Mecánica y composición de un dron**

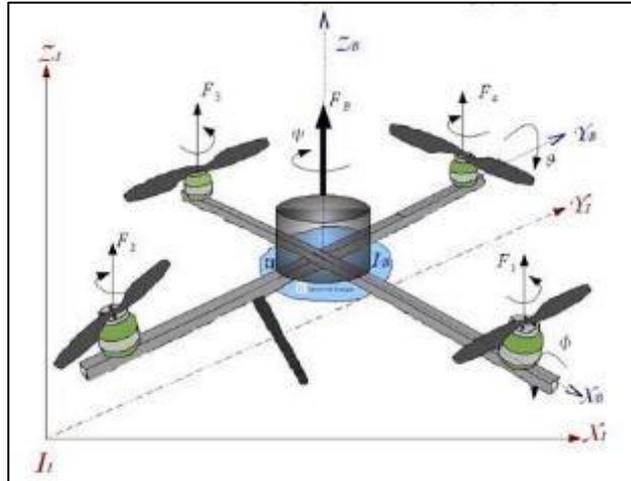
Los equipos aéreos no tripulados tienen una mecánica y su composición distinta según cada modelo de dron , depende de lo que se necesite para ser armados y tener su prototipo ,para cada uso (Del Barrio, 2017).

### **Funcionamiento de un Dron.**

El equipo aéreo para un buen funcionamiento , lo normal es que tenga 4 hélices , de las cuales sus hélices giran en sentidos distintos dos hacia el lado derecho y dos hacia el lado izquierdo , donde los hélices le dan quietud al dron un correcto vuelo , los drones son especiales para poder aguantar altura más mayores a las 20 metros .(Del Barrio, 2017):

- Yaw: (Rotación) variación al lado contrario de dos ejes con otros dos ejes.
- Roll: (Inclinación). Desplazamiento para el lado recto al lado zurdo .
- Pitch: (Cabeceo) lo que realiza el quipo no convencional a atrás o delantera
- Altitud: la elevación del dron .

Desplazamiento que se da por los equipos aéreos no tripulados .

**Figura 2***Movimiento de motores en un dron*Fuente: Adaptado de [www.geekytheory.com](http://www.geekytheory.com)

El equipo aéreo no tripulado si necesitas echar el equipo hacia adelante debes aumentar el potencial de impulsión de la hélice y disminuir la otra hélice. la función se realiza a cada rato, el vector se divide en dos en 2 lado horizontal y vertical , donde habrá (Del Barrio, 2017):

- El equipo no convencional realiza el trabajo en sentido vertical al otro lado .
- Lo que compone el lado vertical será menor, donde se verá que bajara la energía en el vector .

El proceso proporciona disminución vertical del equipo no tripulado. donde para que no pase nada debemos aumentar la velocidad de las 4 hélices.

### **Componentes del DRON.**

En la actualidad tenemos diferentes drones , se diferencian por lo que poseen , el numero de hélices , las baterías , modelos , son muchos componentes que debemos de tener

en cuenta (Del Barrio, 2017)

**a) Hélices Del DRON.**

El equipo aéreo tripulado puede tener 3, 4,6 hasta 8 hélices, depende de ello el equilibrio del equipo . también depende del numero de brazos la denominación que se le Dara al equipo aéreo no tripulado por ejemplo cuadricoptero , el equipo aéreo no tripulado tiene muchas funciones donde puede ser utilizado influye mucho la cantidad de brazos que puedan tener , los trabajos que realizan estos equipos aéreos también son muy importante así que ala horade escoger uno de ellos informarse bien de la cantidad de hélices que posean cada equipo aéreo para poder tener un equilibrio , ya que cuando suben a la altitud vemos el factor clima y la presión arriba es fuerte , tener en cuenta los vientos , otras cosas(Del Barrio, 2017).

**b) Marco:**

El cuerpo del equipo no convencional es donde se apoya todas las partes que lo conforman como por ejemplo la batería. la cámara donde, los hélices, de los mencionados uno delos más importantes ya que de eso depende para realizar un plan de vuelo adecuado (Del Barrio, 2017).

Figura 3

*Cuerpos de un dron*

Fuente: Adaptado de [www.droningpage.com](http://www.droningpage.com)

**c) Los motores, hélices y ESC's:**

Los impulsores cumplen un rol importante en los equipos aéreos los motores de depende de ellos los vuelos a realizar , los hélices también son parte principal del dron ellos son los que dan vuelo al equipo y el otro ESC con eso se llega a vigilar la aceleración del equipo aéreo el dron , los tres son parte fundamental del dron nos dan una calidad de vuelo única , planificar los trabajos que queremos realizar y hacerlo bien (Del Barrio, 2017).

Figura 4

*Motores, hélices y ESC de un dron*

*Fuente:* Adaptado de [www.droningpage.com](http://www.droningpage.com).

Los giros están unidos a los brazos donde el giro da un equilibrio en el aire al dron o llamado también RPAS.

**d) Las baterías.**

Son lo que dan energía al equipo lo más recomendable para cada trabajo que se desee realizar es llevar dos a tres baterías según el uso que se empleara ya que las baterías del dron tienen una duración de 20 minutos algunos casos excepcionales donde la batería del dron o equipo aéreo duran unos veinte minutos hay equipos que tienen un ciclo de vida de 100 ciclos , debemos tener cuidado con las batería de que no se inchen de que estén en buenas condiciones ya que si no podemos malograr el equipo y es lo que menos se desea ya que son equipos costosos y su malogro puede ser perjudicial pata nosotros ,las baterías del dron no pesan mucho dan una estabilidad al equipo nos ayudan a realizar el trabajo ayudan también al equilibrio del equipo en el aire , tener en cuenta también que la batería que se empleara sea compatible con el equipo , por eso siempre es bueno revisar las características del dron y de su batería antes de compra o utilizarlo en estos caso (Del Barrio, 2017).

Figura 5

*Baterías de polímero de litio para un dron*

Fuente: Adaptado de [www.droningpage.com](http://www.droningpage.com).

En el mercado de los drones vemos 1S y 2S en equipos aéreos menores, 3S para equipo aéreo regular y 4S en quipos de rango superior. Todo los modelos tiene una carga de 30 minutos a un tiempo de 2 horas, por eso es recomendable para realizar el trabajo no solo llevar una batería sino tener unas dos o tres baterías para poder realizar el trabajo , y tener buenos resultados (Freund y Xu2003).

**e) El gimbal.**

El dispositivo denominado gimbal o sistema de sujeción de la cámara es el componente más importante para las grabaciones aéreas con dron. El gimbal es la parte que proporciona estabilidad a la hora de hacer la grabación en movimiento. De ello depende obtener unas imágenes de vídeo de calidad, lo más estables y limpias posibles (Hsia, Lien y Su, 2010).

Se recomienda que el mejor gimbal debe tener motores como servos y debe ser

ligero y resistente, preferiblemente de fibra de carbono. Los gimbales pueden ser de dos o de tres ejes.

Figura 6

### Gimbal para drones



*Fuente:* Adaptado de [www.droningpage.com](http://www.droningpage.com)

### f) Controlador de Vuelo.

Este componente es el cerebro de la máquina. Controla todo lo que sucede con el dron o RPAS, y en él se conectan todos los componentes electrónicos (Del Barrio, 2017).

Figura 7

### Baterías de polímero de litio para un



*Fuente:* Adaptado de [www.droningpage.com](http://www.droningpage.com).

### g) Radio Receptor- Emisora:

Recibe señal que fue envía del control remoto donde se da cuenta de algún movimiento que se dio donde lo forman en onda radial , la señal decepcionada por el equipo aéreo no tripulado , donde se envían al que ejecuta el vuelo para que de la afirmación del vuelo , todo esto son coordinado con los generadores si se va a dar movimiento del equipo (Del Barrio, 2017).

Figura 8

Emisora e instrumentación para el manejo de un dron



*Fuente:* Adaptado de [www.droningpage.com](http://www.droningpage.com).

Estos son los elementos básicos que constituyen un dron. Con esto ya es posible volar, pero existen componentes adicionales para darle mayor estabilidad, seguridad y utilidad al equipo.

### h) G.P.S.

Nos permite saber dónde se encuentra el dron, su altitud, su zona de vuelo , porque hay casos donde el dron por que no aguantó el vuelo o el aire lo hizo caer , también vemos casos donde palomas se estrellan , pierdes contactos con el equipo aéreo como solo es

controlado por control , pero al ver que el equipo tiene un GPS se puede llegar saber dónde fue su último vuelo , y se puede reconocer el lugar, por eso que es la importancia del GPS en el equipo (Del Barrio, 2017).

Figura 9

Instrumentación para la conexión del GPS



Fuente: Adaptado de [www.droningpage.com](http://www.droningpage.com)

### i) First Person View (FPV)

es donde se puede visualizar que esta haciendo el drone n las Alturas esto nos permite conocer que trabajo está realizando el dron , si lo estamos realizando bien , lo que percibimos de la cámara que va incluido en el dron , como vemos los drones en la actualidad ya fueron evolucionando demasiado dándonos una mejor calidad de trabajos para distintas ramas que se desee estudiar investigar , realizar trabajos , porque los drones se van a altura y ahi si es de forma segura , donde se decepciona fotos y videos de en las alturas (Del Barrio, 2017).

Figura 10

## Instrumentación para el manejo de un dron



*Fuente:* Adaptado de [www.droningpage.com](http://www.droningpage.com).

### **Elección de materiales para la mejora de un dron o RPAS.**

Debemos tener en cuenta la importancia del motor ya que con eso realizaremos el trabajo , el motor depende del tamaño , velocidad y especificación , se debe tener en cuenta todo eso para la elección del motor para el dron que se utilizara en el trabajo (Del Barrio, 2017).

#### **a) Motores.**

El motor es parte fundamental en la utilización del equipo aéreo no tripulado depende de eso el vuelo que se realizara en el aire , depende de eso también la seguridad que tendrá el equipo en el aire , el tiempo de vuelo , para poder controlar el descenso vertical , también el voltaje de dicha batería , también nos ayuda disminuir el tiempo de utilizar la batería como vemos el motor es importante en la elección del dron es bueno cuidar el motos , a continuación vemos una formula del motor (Del Barrio, 2017):

*Empuje requerido por motor = (masa del equipo x dos) / cuatro motores.*

Para un equipo de cuatro motores (QuadCopter), el motor debe de equilibrar el empuje del equipo. de referencia nos guiamos con la ecuación que se planteó arriba debemos suponer que cada brazo del equipo aéreo no tripulado tiene un promedio de 100 gramos de peso, por conclusión un total de cuatrocientos gramos e total del equipo aéreo no tripulado, se debe de tener en consideración el peso del equipo para poder tener una buena planificación de vuelo, los motores son parte fundamental del equipo para la planificación del vuelo, ya que en la altura puede tener fallas, es mejor corroborar su buen funcionamiento del equipo por los pesos que poseen los motores

(Del Barrio, 2017).

Están buscando motores que pesen mil gramos para el empuje, para emplear mínimo seiscientos cincuenta gramos de velocidad, manejando baterías de tres celdas, la importancia del motor es para que los hélices den vuelta en el aire (Del Barrio, 2017).

Para quipos grandes los motores deben ser de mayor calidad ya que son para trabajos más preciso, en la actualidad vemos que la tecnología en cuanto a motores va avanzando, según lo necesario para drones con mas precisión, (Del Barrio, 2017):

- Volúmenes de cien gr a menor .
- Voltaje: tres celdas (11.1V) normalmente lo que se necesita .
- Aceleración del motor (kV): depende a lo que se necesita .

- Datos Thrust : veracidad de empuje visto con la formula realizada .
- Tenemos motores comunes de veintiuno a treinta mm.

## b) Controlador de velocidad o ESC

Cuando tengamos el motor escogido tenemos que ver cómo ser ala velocidad para realizar los trabajos con el dron , el dron es muy útil para distintos trabajos , la velocidad en los trabajos también es importante , para poder tener una buena captura de las fotos o videos para realizar el trabajo requerido .

Figura 11

Controladores de Velocidad (ESC) mediante FPV



Fuente: Adaptado de [www.droningpage.com](http://www.droningpage.com)

El ESC se separa por el volumen de corriente que se aplica al motor. Podemos conocer la clasificación de "burst current" , por ahora no debemos de tenerle tanto en cuenta .debemos saber para poseer el ESC necesario , inicialmente se analiza constantemente al motor. El ESC son controladores de velocidad para el dron el equipo aéreo no tripulado , el ESC nos dice cuántos amperes puede soportar un motor con determinada profería , ahí se elige el controlado ,por lo general se recomienda

que sea de 5 a 1° amperes depende de lo que consumas el dron , esto también lo ven los fabricantes , pero también debemos tener en cuenta el medio ambiente , para más adelante en las pruebas de impulso el ESC es más grande y el motor se portara mejor , otra cosa que les caracteriza que tiene un BEC controlador de batería alimenta las tarjetas controladoras de vuelo , los controladores de velocidad se alimentan de la batería , el esc conmuta la salida para que el motor gire y sea más rápido (Del Barrio, 2017).

### **c) Baterías.**

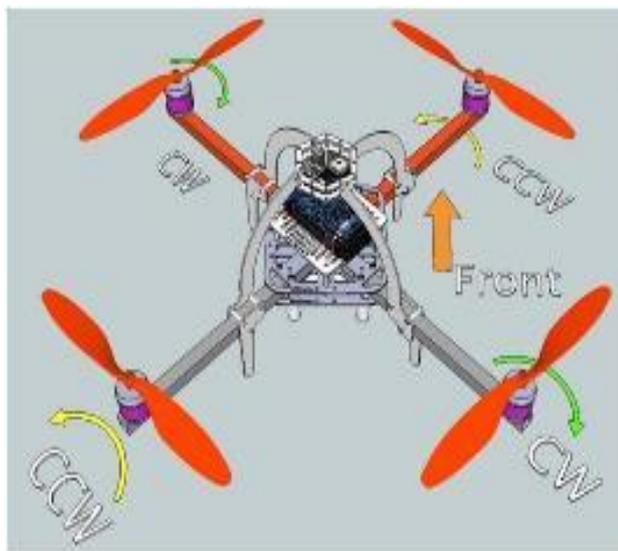
Los drones deben ser buenos para cada dron , de la batería depende que tiempo será a duración vuelo para poder realizar el trabajo , existen tipo de batería para cada modelo ,debemos saber la potencia de las baterías , depende también de las S que nos digan que tienen los drones , tenemos baterías de 4S que son baterías de mayor potencias , lo recomendable es que sean siempre de 4s , saber los amperios que tienen las baterías (Del Barrio, 2017).

Debemos de tener cuidado siempre con las baterías que las baterías se encuentren en buenas condiciones porque si no podemos malograr el equipo p, por eso siempre es bueno asesorarnos o conocer un poco de las baterías antes de comprar un equipo , depende de la batería para que el vuelo dure más tiempo , también tener en cuenta que si nos dan un tiempo que durara la batería no siempre utilizar hasta que se acabe por que no sabemos que puede pasar disminuir el tiempo de vuelo ,lo recomendable es tener mínimo dos baterías para cada trabajo , debemos tener en cuenta las celdas de las bacterias para tener tiempo de vuelos buenos (Del Barrio, 2017).

#### d) Hélices.

Los hélices son una de las partes importante de los drones tenemos medida por el largo de punta a punta por lo general se mide en pulgadas , otra medida es la inclinación ,diámetro del eje lo general es que sea eje de 5 milímetros , toda los hélices son alas que rotan de forma curveada y plana , los hélices giran en sentido de derecha y izquierda ,debemos conocer el sentido donde vuelan los hélices para un buen funcionamiento lo normal es que los hélices terminen en forma curveada , también hay tipos hélices que ayudan a mayor empuje , pero siempre debemos saber que hélices utilizar según el dron que utilizaremos, otra cosa importante es balancear los hélices , si no lo balanceamos podemos afectar a la tarjeta de control y ah podemos dañar el motor , existen métodos para balancear lo hélices (Del Barrio, 2017).

**Figura 5** Giro de hélices de los drones



Fuente: Adaptado de [www.abottravel.com](http://www.abottravel.com)

Debemos tener en cuenta que debemos poner de manera correcta los hélices en los drones por seguridad del equipolos helices bvan de forma contraria dos de lado

izquierdo , dos de lado derecho ,debemos equilibrar para realizar los vuelos , las hélices son lo que lo mantendrán al dron en vuelos de altura , las hélices son las alas móviles y giran en el eje , , esta n asociados a ala motor , las hélices son lo que determinan el movimiento de los drones , así que si miramos el dron de lo mas alto vemos que las hélices van en sentido contrario , las hélices son importantes ,s e debería tener un equilibrados de hélices , equilibra las hélices son muy importantes (Del Barrio, 2017).

Cada hélice que poseemos al estar bien calibradas podemos tener un correcto vuelo , ya que es necesario sabes si las alas pesan iguales porque si no en pleno trabajo podemos perjudicar el equipo ,, la calibración de los hélices se debe realizar cada cierto tipo pero lo normal es tener tu tu propio calibrados ya que en campo las hélices deben estar listas ya para el uso del vuelo , debemos ver que los pesos de las alas estén iguales , porque sin malogramos la tarjeta de video, todo dron es necesario que funcione con hélices es la parte del equipo que le ayuda en el vuelo del trabajo ,las hélices mueven al dron en el aire cuanto mayor aire tenga en la altura más rápido se mueve el dron , porque los drones cuentan con 4 motores , (Del Barrio, 2017).

### **Legislación Nacional e Internacional ante el manejo de drones.**

En el transcurso de la vida el estatuto es la que ha dado a conocer en el mundo todo los derecho sobre los equipos aéreos . todo lo que ah pasado con el transcurso de los años ah dado a conocer todo lo que a pasado en el manejo de los drones . donde do a conocer (FAA), a nivel nacional, en los primero meses del 2015,se dio a conocer información RPAS o drones en E.E.U.U.. Esta legislación ha hecho que muchos otros países empiecen a regular el marco legislativo sobre RPAS/drones (Bellver, 2015).

Existen vacíos en la legislación de los drones (Del Barrio, 2017):

- Para los equipos con mayor volumen como por ejemplo los de 25 kilogramos los pilotos deben tener un permiso, es para que pueden ser más seguros, los vuelos que se deben realizar ya que ahí estamos teniendo mayor seguridad en el uso del equipo aéreo
- Los motores podrán utilizar función 160 Km/h. altura 152 m. evitando conflictos aéreos que se pueden ver realizar en pleno vuelo

Los pilotos que agarren drones mayores o de gran volumen tienen obligación de cumplir ciertas reglas ya que estamos hablando de mayor responsabilidad, ya que deben tener certificación de medio de uso de los equipos porque en el vuelo pueden encontrar defectos en el dron que no evaluaron antes o tal vez choques con otras cosas que se encuentren en el espacio (Del Barrio, 2017):

- a) Cumplir con la edad requerida de 18 años.
- b) Tener vuelos cada 10 años prácticos.
- c) Obtener la autorización de vuelos, para poder pilotar un vuelo, ya que ahí podemos saber y estar seguros de manejar.
- d) Tener en cuenta el tiempo de vuelo, la altura y velocidad del vuelo

e) En la noche no puede ver vuelos .

f) La persona que maneja el equipo no convencional debe ser reconocible .

También se debe observa en tener en cuenta que las reglas de las aeronaves se deben analizar cada tres años porque se ve el aumento de los equipos aéreos llamados Drones por seguridad de los equipos de los vuelos , se debe regularizar normas conocer más cosas , analizar legislaciones , estudio de los equipos y en la mejora de los drones para realizar un mejor trabajo en cuanto al campo , como por ejemplo en la rama de la ingeniería se busca mejorar la calidad de los vuelos para el tema de levantamientos topográficos (Del Barrio, 2017):

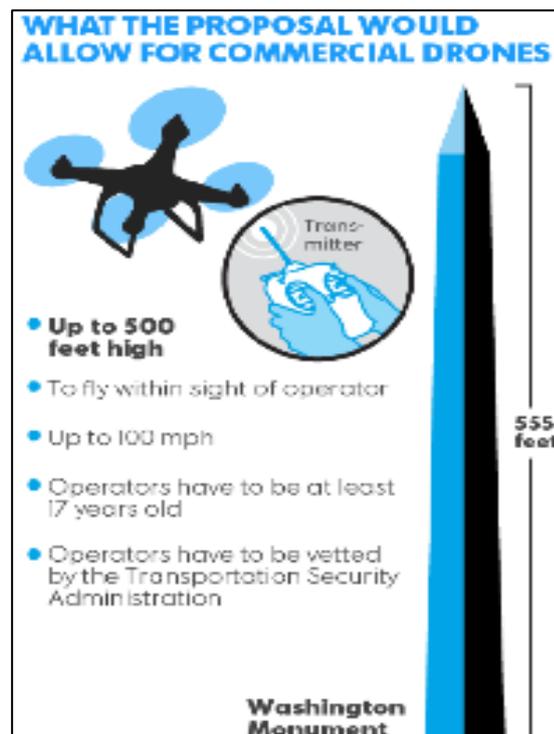
- El operador tiene que tener cuidado en el vuelo por que en el campo puede ver contratiempos que puede suceder como choque con otras cosas, el clima, choques con algunas cosas de la naturaleza el operarios debe estar consciente y saber los métodos de vuelo que debe realizar , planificar bien su vuelo ,para que el trabajo salga bien
- El operador debe interrumpir el vuelo si al continuar pudiera plantear un peligro para otras aeronaves, personas o propiedades.
- El que maniobra el equipo aéreo debe de tener cuidado de no perjudicar el equipo por temas meteorológicos debe cuidar el equipo ya que el medio ambiente siempre es incierto y la cosa es cuidarse uno mismo pero también cuidar el equipo .

- Los equipos tiene un mínimo de vuelo , siempre por seguridad de las personas también .

Los que manejan los equipos deben planificar bien sus vuelos para que no tengan contratiempo con toda las cosas que les puede pasar en el camino , monitorear bien los motores , chequear las hélices , verificar que las baterías sean buenas para el vuelo ya que los trabajos a realizar con el dron son más rápidos pero también debemos controlar las batería si aguanta para el vuelo y regrese en el punto que inicio (Del Barrio, 2017).

**Figura 6**

*Guía de resumen de operaciones con drones en E.E.U.U*



*Fuente:* Adaptado de [www.usatoday.com](http://www.usatoday.com)

## Usos y aplicaciones de drones

Los drones con el tiempo fueron evolucionando en cuanto a la tecnología ahora podemos ver que los drones también se usan mucho en el campo de ingeniería para poder realizar levantamientos topográficos de proyectos importantes , también vemos al dron en eventos sociales que sean de menor calidad para grabar videos familiares entre otros , también vemos al dron en el tema del ejército ,aun antes se utilizaba para el tema de espionaje , como vemos la evaluación del dron ha sido extraordinaria vemos que el peso del dron también evoluciono los hacen más ligero (Tacca, 2015).

Los drones en la actualidad se manejan por control remoto, se descargan programas que nos ayudan a que todo sea más fácil , los drones fueron evolucionando para todo tipo de trabajo , el tiempo de uso en comparación a equipos tradicionales es menos el uso es mas corto , utilizamos el dron para ahorrar tiempo costos , personal , días de trabajo , entre otros , los drones se están volviendo parte fundamental en varios temas mundiales y son de gran ayuda (Tacca, 2015):

### a. En eventos

Como por ejemplo en los eventos de futbol para grabar mundiales , tomar fotos , eventos sociales como cumpleaños, bodas entre otros , para eventos de información como noticias , los drones hay de varias calidades para eventos sociales los drones son mas comunes no se necesita tanta exigencia , ya que son temas sencillos de realizar los drones nos dan mejor calidad de videos y fotos desde la altura nos ayudan demasiado en la actualidad (Tacca, 2015).

**b. Como delivery**

Aunque cueste creerlo los drones fueron evolucionando con los drones se pueden llevar pedidos también como vemos en otros países son drones especiales que nos cortan el tema de pedidos son más rápidos precisos llegan a lugares donde el hombre se le dificulta la llegada y en corto tiempo como por ejemplo si te demoras una hora en entregar el pedido con el dron puedes entregarlo en 20 minutos programas el vuelo pones la entrega y el dron realiza el trabajo y por el gps sabes donde se encuentra el dron , el dron nos está dando más facilidades en el vuelo , (Tacca, 2015).

**c. En situaciones de emergencia**

Los drones nos han ayudado a buscar a personas desaparecidas ya que ellos pueden recorrer lugares donde si el hombre realiza la búsqueda se le haría más difícil de llegar o llegaría en días donde la persona ya estaría fallecida con el dron podemos llegar a visualizar a buscar personas cosas perdidas, en temas de emergencia el dron también es bueno nos ayuda demasiado para perder tener un mejor desempeño en el tema de emergencia (Tacca, 2015).

**d. búsqueda de personas**

ya que el dron vuela en un tema de una mínima altura en el tema de búsqueda de personas nos facilita poder encontrarlas vemos personas que se pierden en cuevas lugares cerrados , el dron es muy útil para poder encontrar personas ,se programa y nos va avisando por vuelo nos manda fotos , videos donde podemos ver si la persona está ahí en peligro para poder rescatarla (Tacca, 2015).

**e. Control fiscal**

En algunos países de América Latina claro ejemplo argentina ahí se fijan si hay lugares desocupados sin habitantes trafico de terrenos como vemos el dron tiene parte fundamental , es de gran ayuda en muchos temas es muy útil para la vida (Tacca, 2015).

**f. Vigilancia fronteriza**

Como vemos el tema de fronteras cada fecha son peores encontramos que personas quieren ingresar al país distintas cosas , trafico de personas , drogas , ropas (Tacca, 2015).

**g. Zonas rurales**

En el tema de agricultura los agricultores están tratan de sacar mucha ayuda en el tema de los drones :

- Les permite recorrer el tema de sus hartarías de terreno gracias a la toma de fotos proceden a tener mayor visualización de sus terrenos, como vemos el dron es eficiente , ya no recorres granes hectáreas solo basta con hacer volar el dron , para el tema de agricultura .
- Para poder controlar el rebaño visualizar donde se encuentra.
- También para poder vender terrenos de gran tamaño ya no caminar tanto si no con el vuelo del dron al toque planificar el vuelo y le enseñas al comprador el tamaño del terreno

En Asia se utiliza un promedio de 240 drones para el tema de hectáreas (Tacca, 2015).

#### **h. Control de incendios forestales**

Los incendios forestales , los drones son aliados en los incendios forestales , ven si hay personas en el incendio , animales , si es un incendio de gran magnitud , que no es mucho , ponen torres que se comunicación con los drones , como vemos gracias a las torres de comunicación telefónica se dan cuenta si hay incendios grandes se da la latitud o longitud cuando el dron recibe la señal vuela hacia donde se encuentra el incendio , con esto se quiere dar a conocer si podemos evitar mayor pedida de campo de perdida de muchas cosas, el dron nos ayuda a ver en lugares nublados , atraves del humo , el dron es muy útil .

#### **i. Investigaciones arqueológicas**

Gracias a ala toma de fotos nos permite realizar el trabajo mas rápido , es necesario que los drones vuelen a baja altura , en el terreno , nos permite reconocer la zona en menos tiempo (Tacca, 2015).

#### **j. Fines geológicos**

Vemos que el uso de los drones en la geología se va utilizando cada fechas más , ejemplo la minería o geotecnia , es más económica nos ayuda a realizar el trabajo en menos tiempo , un ejemplo es el volcán lilequea lugar Hawái donde se obtienen imágenes preciosas de donde se quier estudiar las cosas , como vemos los drones están evolucionando demasiado (Tacca, 2015).

**k. Investigaciones biológicas**

Los drones nos ayudan para poder controlar el tema biológico , animales , seres vivos , en la actualidad el dron también nos ayuda en investigaciones biológicos , para conocer nuevos seres vivos , estudiar su comportamiento su forma de vivir tomar fotos , grabar videos . (Tacca, 2015).

**l. Manipulación de materiales nocivos**

Vemos que el dron nos es muy útil para el tema de la materia de nocivos , para los humanos es peligroso pero el dron al ser ya un robot ellos silo pueden realizar el trabajo sin contratiempo En Japón, más precisamente en Fukushima, se utilizaron drones para obtener para ayudarse en el tema de limpieza purificación de la materia de nocivos así el humano se perjudica , luego panificaron como dar solución al caso al obtener respuesta del vuelo del dron (Tacca, 2015).

**m. Como satélites**

Con los drones se está intentando tener señal de internet donde es difícil encontrar señal , como vemos los drones van aumentando en su evolución , tener internet en esas zonas son de gran ayuda porque llevan progreso al lugar , una mejor calidad de vida mejora a las personas por que al tener señal una personas tiene más conocimientos puede adquirí mas conocimientos (Tacca, 2015).

**n. Jugar con drones**

Se busca avanzar con la tecnología y poder utilizar los drones para el tema de juegos , el dron vemos que es un equipo muy bueno nos ayuda de distintas formas pero como avanza la tecnología se busca que los drones participen también el los juegos , próximamente podemos verlos en laso juegos en olimpiadas como carreras entre otros , como vemos la

tecnología esta en aumento y nosotros vamos avanzando con la tecnología (Tacca, 2015).

### **Límites del uso del dron**

Como vemos el dron tiene muchas ventajas de uso pero debemos darnos cuenta que también los drones tienen prohibiciones, por ejemplo equipos de gran masa deben ser manipulados por personas expertas, los drones no pueden invadir propiedades privadas, tiene límite de tiempo de duración de su batería que es perjudicial como por ejemplo los límites del dron son:

- La batería solo dura un promedio de 10 minutos que para proyectos grandes no es tan bueno
- Tiene que calibrar las hélices de los drones por que sino puedes malograrlo en la hora del vuelo
- Tienen un mínimo y máximo de vuelo
- En el aire se pueden chocar con cosas del ambiente

### **Microdrones**

- Los microdrones son pequeños permiten tomar fotos de uso cotidiano
- Son tan pequeños que solo tienen un motor
- Se pueden agarrar en la palma de tus manos
- Nos sirve para la exploración
- Lo utilizan los policías por el tamaño
- Para el tema de exploración
- Para el tema de vigilancia

- Otros
- Los drones son muy utilizados en el tema del ejercito

Figura 14

*Microdrones sobre la palma de una mano*



Fuente:<http://www.taringa.net/posts/noticias/16410780/Microdrones-mortiferos-a-semejanza-de-insecto.html>.

## **Fotogrametría**

Corredor (2015), asegura que la fotogrametría es la técnica que permite establecer las dimensiones y posición de objetos en el espacio a partir de fotografías aéreas, lográndolo a partir de la intersección de dos o más fotos, obteniendo así modelos digitales de terreno que sirven para múltiples usos en la rama de la ingeniería.

La fotogrametría puede definirse como la técnica para obtener información cuantitativa y cualitativamente válida, a partir de fotografías. La fotogrametría puede dividirse en dos áreas, *métricas e interpretativa*. La métrica es de especial interés para los topógrafos, ya que se aplica a la determinación de distancias, elevaciones, áreas, volúmenes, secciones

transversales y en la elaboración de mapas ortográficos con base en mediciones hechas en fotografías. En esta aplicación se utiliza, principalmente, la fotografía *aérea* (realizada a bordo de vehículos aeronáuticos), pero en casos especiales se emplea también la fotografía *terrestre* (realizada por cámaras emplazadas en la tierra). La fotogrametría puede definirse como el arte, ciencia y tecnología cuyo fin es el de obtener información cuantitativa fiable relativa a objetos físicos y su entorno, mediante procesos de registro, medida e interpretación de imágenes fotográficas (Tacca, 2015).

Coder (2013), considera que la fotogrametría nace a partir de la necesidad de información precisa, es por esto que la precisión de los parámetros internos de la cámara, como es el ajuste, se lo debe hacer por determinados métodos matemáticos, de igual forma la posición de la cámara en la toma de fotografías, siendo todo esto solventado tras la era digital que ha contribuido a la precisión de la fotogrametría aérea UAV.

La fotogrametría es una disciplina que crea modelos en 3D a partir de imágenes 2D, para de esta manera obtener características geométricas de los objetos que representan, mediante el uso de relaciones matemáticas establecidas en la geometría proyectiva, y de la visión estereoscópica que posee en forma natural el ser humano. Ya que las imágenes de los objetos son obtenidas por medios fotográficos, la medición se realiza a distancia, sin que exista contacto físico con el objeto. Desde sus inicios, la fotogrametría se ha convertido en la herramienta indispensable en la producción de la base cartográfica de todos los países del mundo; de hecho, la mayoría de la cartografía topográfica de nuestro planeta a sido realizada por medio de esta disciplina (Tacca, 2015).

Si bien la fotogrametría tuvo su inicio en el levantamiento de fachadas arquitectónicas y plantas de edificios, mediante el uso de fotografías terrestres, pronto se utilizaron las fotografías aéreas para el levantamiento de la cartografía de base, lo que le dio el tremendo

auge que ha mantenido hasta nuestros días. Esta capacidad de cartografiado de base la convierte también en la fuente primigenia de información para la cartografía temática y para los sistemas de información geográficos. Como consecuencia de la utilización de la fotografía aérea, se desprendió de la fotogrametría la disciplina de la fotointerpretación, la cual comparte sus fundamentos básicos con la fotogrametría aérea. A partir de los años ochenta, el desarrollo acelerado de la computación condujo al establecimiento de la teledetección como consecuencia lógica de la evolución de la fotointerpretación, así como al desarrollo de técnicas de tratamiento computarizado de imágenes digitales y al desarrollo de la visión por computadora (Tacca, 2015).

### **Ventajas de la fotogrametría**

- Reducción de costos es demasiado, gracias al dron los levantamientos topográficos son más baratos, la mano de obra también más barata , el tiempo de levantamiento también mas barato .
- En el campo lo levantamientos topográficos con el dron son mas rápida, lo que normalmente se puede levantar un terreno en meses dependiendo de la magnitud del proyecto .
- La velocidad con lo que el dron realiza el trabajo es más rápida el dron solo se planifica el vuelo y lo realiza en menos tiempo, los drones realizan trabajos en menos tiempo
- Las tomas de fotos se utilizan donde menos se puede ingresar, a diferencia de los métodos clásicos como por ejemplo cerros , casas lejanas , pueblos lejanos ,
- Al utilizar la fotometría podemos visualizar mejor los levantamientos topográficos realizados .

### **Desventajas de la fotogrametría**

- No se puede observar los levantamientos topográficos donde hay mucha área verde , ese es la diferencia de la estación total con el dron , con la estación total podemos llegar a todo los lugares pero el tiempo empleado a realizar el trabajo es mucho más, a diferencia del dron que se realiza en menos tiempo , pero en sitios de selva la naturaleza misma no te deje realizar un levantamiento topográfico o un trabajo eficiente , siempre existirán errores en la ubicación de las curvas de nivel, aunque se pueda verificar la cota en los claros que existan en la vegetación.
- El defecto del dron es que tenemos que ir a visualizar primero el lugar , para poder observar si podemos hacer el levantamiento topográfico con dron , con la estación total se puede llegar a más sitios pero el dron siempre va ser más eficiente para los levantamientos topográficos , los drones son más rápido para una calidad de vuelo , pero lo malo es que si llegamos al lugar y no se puede hacer el levantamiento topográfico con dron lo tendremos que hacer con el método convencional utilizando la estación total
- Debemos realizar controles de campo, se debe analizar el lugar donde se realizará el trabajo.
- Para poder realizar trabajos con la fotometría debemos de hacer una inversión más fuerte el vuelo con los drones siempre será más caro , el equipo es más costoso, de debe invertir masa en el equipo porque lo demás ya es menos costosos , porque el dron nos da los vuelos en menos tiempo , na facilita los trabajo .
- Si realizamos topografía debemos tener nuevas fotos del trabajo

## **Clasificación de la fotogrametría**

### **- Fotogrametría Terrestre**

La fotometría terrestre es donde mas se utiliza el dron ahí podemos encontrar los levantamientos topográficos con los drones (Herrera, 1987).

### **- Fotogrametría Aérea**

Son las fotografías tomadas desde alturas muy altas para poder realizar un trabajo , las fotos son tomadas desde el suelo (Herrera, 1987).

## **Tipos de fotografía**

La toma de fotos es muy variada demos darnos cuenta , existe fotometría por el Angulo , precisión del levantamiento

### **a) Por el ángulo de la fotografía**

**Fotografías Verticales:** son aquellas tomadas con la cámara colocada de tal manera que el eje óptico de la lente, en el momento de la exposición, está paralelo a la línea zénit-nadir, es decir, vertical.

**Fotografías Oblicuas:** son fotografías obtenidas en condiciones de desviación angular deliberada del eje óptico respecto a la vertical. de acuerdo con ello, puede ocurrir que el horizonte sea visible en la fotografía o que no lo sea. sí es visible, se puede calcular el ángulo de inclinación.

**b) Por las especificaciones.**

Tipo en escala.

Debemos ver el lente y el año.

Según la disolución de la película

**c) Por la forma en que se usan las fotografías**

**No corregidas.** Son baratas , sencillas , su tamaño es lo mas normal son fotografías sencillas .

**Compensadas.** Los cambios de escala han sido eliminadas

**Rectificadas.** Ya no va el balanceo son fotografías que se rectifican .

**Ampliadas.** Son fotografías ampliadas nos ayuda a tener mayor referencia de las fotos

**Mosaicos.** Son varias fotografías unidas en mosaicos

**Impresiones.** Son fotos tridimensionales .

**Precisión del levantamiento**

Los levantamientos siempre tienen errores así sea como lo explicamos los levantamientos topográficos con drones son mas rápidos motivados simplemente por una equivocación (error grosero). Además, conviene no confundir precisión y exactitud de un levantamiento. La precisión se puede entender como el número de cifras decimales con las que se representa una determinada magnitud. La exactitud es la fidelidad en la ejecución de una medida, es decir, la diferencia entre el valor medio y el valor real o valor verdadero de la magnitud medida. Por otra parte, las características de un documento gráfico varían mucho según la utilización para la que se efectuó el levantamiento. Incluso para documentos de una misma categoría, la escala de trabajo condiciona el detalle mínimo a representar y su precisión. No hay que olvidar que una representación gráfica tiene generalmente una

tolerancia establecida que no puede ser sobrepasada en el levantamiento en un determinado porcentaje (generalmente 90% de todos los elementos representados) (Tacca, 2015).

### 1.6.3. Definición de términos

**Cartografía** (Ayala, 2018): Ciencia que tiene por objeto la realización de mapas, y comprende el conjunto de estudios y técnicas que intervienen en su establecimiento.

**Exactitud** (Mendoza, 2017): Grado de aproximación al a verdad o grado de perfección a la que se procura llegar. Los instrumentos inexactos nos entregan resultados desplazados.

**Georreferenciación** (Ayala, 2018): La georreferenciación es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas.

**Levantamientos aéreos** (Montes, 1996): Se hacen por medio de la fotografía, se hacen desde la altura antes se hacían generalmente desde aviones y se usan como auxiliares de los levantamientos.

**Método Absoluto basado en la lectura del Código** (Ruales, 2018): Es usado por los navegadores sencillos, en donde el usuario no tiene que calcular nada, el dispositivo se encarga de sintonizar la señal del satélite, ajustar el reloj, computar distancias, calcular posición.

**Método diferencial:** Consiste en el uso de receptor móvil y estaciones de referencia con coordenadas conocidas o sistema DGPS, la diferencia entre las coordenadas conocidas y las calculadas mediante el sistema GPS dan el error, la corrección de datos se los puede realizar en el post proceso con ayuda de software especializado.

**Método Relativo Cinemático** (Ruales, 2018): este método es similar al relativo estático, necesita una estación de referencia sobre un punto de coordenadas conocidas y otro receptor medidor, las diferencias es que el receptor medidor es móvil, permite operar con datos en tiempo real, siendo muy apropiado en aplicaciones SIG.

**Plan de vuelo** (Lorente, 2007): El plan de vuelo se tiene que realizar con aplicaciones encargadas de la comunicación con el piloto automático, este se compone de una serie de Way Points por los que debe sobrevolar el DRONE, teniendo coordenadas en latitud, longitud y altura, además velocidad.

**Precisión** (Dueñas, 2017): Es el grado de perfección de los instrumentos y/o procedimientos aplicados a la precisión de un instrumento está determinado por la mínima división de la misma sensibilidad.

**Topografía** (Montes, 1996): Conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de los puntos y posteriormente su representación en un plano.

**Traslapes** (Villarreal y Zárate 2015): nos dan más detalles del terreno donde trabajaremos , existen tipos de traslape .

## **1.7. Hipótesis**

### **1.7.1. Hipótesis General**

Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales influyen significativamente en los parámetros de precisión para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.

### **1.7.2 Hipótesis Especificas**

Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales producen efectos significativos en la densidad de puntos para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.

Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales producen efectos significativos en la precisión volumétrica para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.

Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales producen efectos significativos en la precisión en elevación para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.

Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales producen efectos significativos en la precisión en planta para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.

## 1.8. Variables

### 1.8.1. Definición conceptual de la variable

**Variable Independiente (X): Levantamientos topográficos con equipos no convencionales**

Este tipo de levantamiento topográfico no convencional tiene como alternativa a la fotogrametría, que viene a ser donde se necesita estudiar la forma , dimensión donde se utiliza las fotos , toda las fotos salen del dron

**Variable Dependiente (Y): Parámetros de precisión**

Es el grado de concordancia entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas Es habitual que la precisión de una medición se exprese numéricamente mediante medidas de dispersión tales como la desviación estándar, la varianza o el coeficiente de variación bajo las condiciones especificadas. (VIM,2015)

### 1.8.2. Definición operacional de la variable

**Variable Independiente (X): Levantamientos topográficos con equipos no convencionales**

Técnica para obtener mapas y planos de grandes extensiones de terreno por medio de la fotografía aérea mediante el uso de drones, dividiéndose en fotogrametría métrica y la fotogrametría interpretativa.

### Variable Dependiente (Y): Parámetros de precisión

Es un proceso que tiene como características el análisis en la densidad de puntos, en la precisión volumétrica, en la precisión de elevación y en la precisión en planta.

#### 1.8.3 Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Variable Independiente</b> Levantamientos topográficos con equipos no convencionales	Técnica para obtener mapas y planos de grandes extensiones de terreno por medio de la fotografía aérea mediante el uso de drones, dividiéndose en fotogrametría métrica y la fotogrametría interpretativa.	Fotogrametría métrica	Bidimensional
			Tridimensional
		Fotogrametría interpretativa	Fotointerpretación
			Teledetección
<b>Variable Dependiente</b> Parámetros de precisión	Es un proceso que tiene como características el análisis en la densidad de puntos, en la precisión volumétrica, en la precisión de elevación y en la precisión en planta.	Densidad de puntos	Diagrama de gradientes
		Precisión volumétrica	m <sup>3</sup>
		Precisión de elevación	m
		Precisión en planta	ml, m <sup>2</sup>

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Método de investigación**

En la investigación se utilizó método general de la investigación fue el método científico ya que es un método lógico, crea noción que se juntan y poder crear nuevas imagen y criterio , también da otro cambio en el método . dando estas respuestas e puede decir del método científico es verificable y explicativo.

### **3.2. Tipo de investigación**

Donde la tesis es aplicada ya que es el tipo de investigación en la cual el problema está fijo y es notable por quien realiza la investigación , por lo que utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas. En este tipo de investigación el énfasis del estudio está en la resolución práctica de problemas. Se centra específicamente en cómo se pueden llevar a la práctica las teorías generales. Su motivación va hacia la resolución de los problemas que se plantean en un momento dado.

### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de la presente investigación es explicativo, ya que busca la causa - efecto de la variable independiente sobre la dependiente.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño que se utilizó fue el diseño experimental el cual permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño de este tipo se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés.

### **3.5. Población y muestra**

#### **Población:**

En la presente investigación la población estuvo conformada por: longitud de 4.162.31 kilómetros de trocha, en el distrito de Sapallanga.

#### **Muestra:**

En la presente investigación la muestra está conformada por el tramo calle Real (barrio Castilla) al paraje Tirana Pampa, en el C.P. La Punta, distrito de Sapallanga.

El muestreo que se realizó fue el muestreo no probabilístico, del tipo por conveniencia.

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

#### **3.6.1. Técnicas:**

Las técnicas que se aplicarán serán la encuesta; esta técnica de recolección de datos da lugar a establecer contacto con las unidades de observación por medio de los cuestionarios previamente establecidos y la observación de campo no experimental ya que con frecuencia se usa esta técnica para profundizar en el conocimiento del comportamiento de exploración.

### **3.6.2. Instrumentos:**

Entre los instrumentos que serán utilizados se encuentran el cuestionario y las listas de cotejo, los cuales están compuestos por un conjunto de preguntas con respecto a las variables que están sujetas a medición, y que son elaborados teniendo en cuenta los objetivos de la investigación.

### **3.7. Procesamiento de la información**

La información obtenida en los diversos análisis se procesó en el programa Excel y en el programa estadístico SPSS.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

El procedimiento para analizar cuantitativamente los datos se inició una vez que los datos se han codificado, transferido a una matriz, guardado en un archivo y limpiado de errores, luego de eso se procederá a analizarlos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### Caracterización del área de investigación

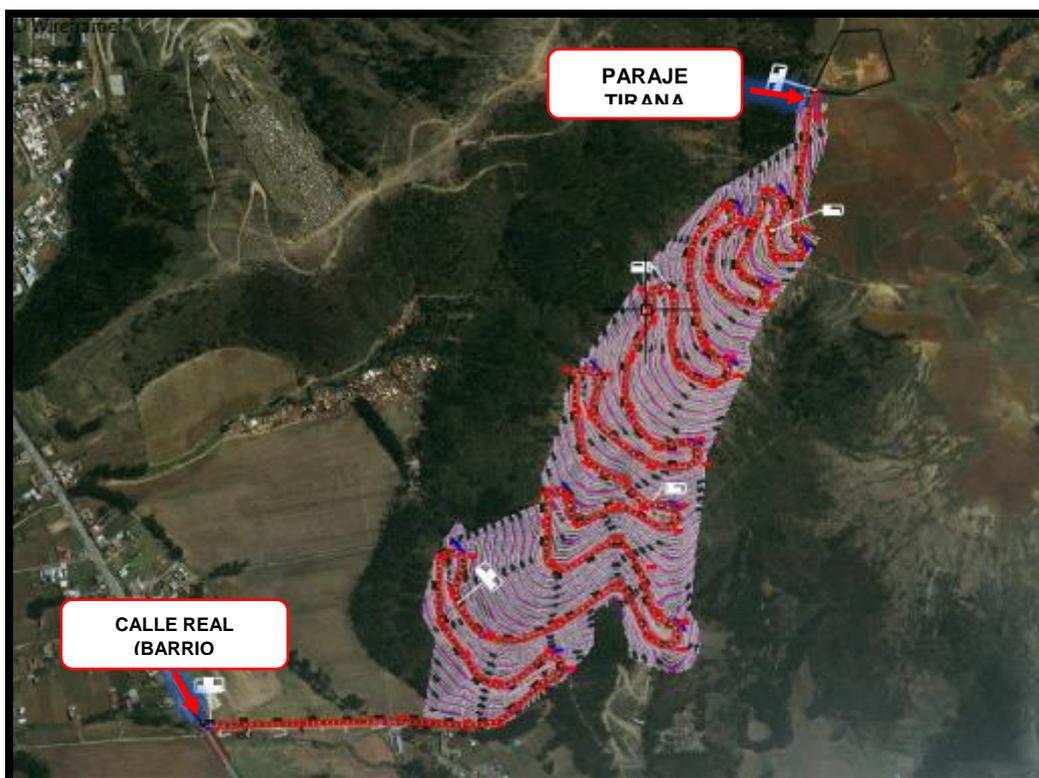
Ubicación Política:

Distrito: Sapallanga

Provincia: Huancayo

Departamento: Junín

**Figura 7**



*Plano de ubicación y localización*

*Fuente:* Elaboración propia

**Tramo de estudio: Calle Real (Barrio Castilla)-paraje Tirana Pampa (3+994.54 km)**

Ubicación Geográfica:

Inicio de tramo: Calle Real

Progresiva: 0+000

Cota: 3252.234 m.s.n.m.

Coordenada: 8661061.996N 480028.305 E

Fin de Tramo: Paraje Tiranapampa

Progresiva: 3+994.54

Cota: 3519.755m.s.n.m.

Coordenada: 8661989.074 N480910.858 E

Clasificación del camino (Ruta): NN

Tiempo promedio de recorrido

Vehicular en el tramo: 1.5 horas

Velocidad promedio: 30 km/h

**Tabla 1** Puntos de control: Tramo Calle Real (Barrio Castilla) al paraje Tirana Pampa, en el C.P. La Punta, distrito de Sapallanga, provincia de Huancayo - Junín

Punto	Norte	Este	Cota	descripción
BM1	8661050.43	480047.25	3257.333	hitos de concreto con varilla
BM2	8661122.31	480517.491	3281.198	hitos de concreto con varilla
BM3	8661183.39	480446.1	3318.311	hitos de concreto con varilla
BM4	8661325.63	480620.722	3351.75	hitos de concreto con varilla
BM5	8661348.76	480704.753	3379.324	hitos de concreto con varilla
BM6	8661464.89	480686.8	3416.001	hitos de concreto con varilla
BM7	8661615.05	480786.308	3461.672	hitos de concreto con varilla
BM8	8661710.88	480840.255	3488.323	hitos de concreto con varilla
BM9	8661989.07	480910.858	3519.755	hitos de concreto con varilla

*Fuente:* Elaboración propia

## Equipos topográficos utilizados

### Figura 8

*Estación total Leica TC 407*



*Fuente:* Elaboración propia

#### Descripción

- Manejo sencillo y directo mediante las teclas de función
- Pantalla grande de alta resolución para presentar nitidamente los resultados Clara estructura del software
- Programas de aplicación integrados
- Compatible con memorias de datos externas
- Pantalla de inicio definible

Figura 9

## Características del equipo topográfico

Leica TC403/5/7	-Medición de distancia con prisma (modo IR)		
Leica TCR403/5/7 power	-Medición de distancia con prisma (modo IR) -PinPoint R400 medición de distancia sin prisma (modo RL)		
Leica TCR403/5/7 ultra	-Medición de distancia con prisma (modo IR) -PinPoint R1000 medición de distancia sin prisma (modo RL)		
<b>Datos técnicos</b>	<b>TPS 403</b>	<b>TPS 405</b>	<b>TPS 407</b>
<b>Medición de ángulos (Hz, V)</b>			
Método	absoluto, continuo		
Resolución de pantalla	1" / 0.1 mgon / 0.01 mil		
Desviación típica (ISO 17123-3)	3" (1 mgon)	5" (1.5 mgon)	7" (2 mgon)
<b>Anteojo</b>			
Aumento	30 x		
Campo visual	1° 30' (26 m a 1 km)		
Distancia mínima de enfoque	1.7 m		
Retículo	iluminado		
<b>Compensador</b>			
Sistema	Compensador electrónico de aceite de dos ejes		
Precisión de estabilización	1"	1.5"	2"
<b>Medición de distancias con prisma (IR)</b>			
Alcance de medición con prisma circular GPR1	3'500 m		
Medición con dianas reflectantes (60 mm x 60 mm)	250 m		
Desviación típica (ISO 17123-4) (Preciso/Rápido/Tracking)	2 mm + 2 ppm / 5 mm + 2 ppm / 5 mm + 2 ppm		
Tiempo para una medición (Predo/Rápido/Tracking)	typ. 2.4 s / 0.8 s / < 0.15 s		
<b>PinPoint medición de distancias sin prisma (RL)</b>			
Alcance:	PinPoint R400 («power»)	> 400 m (90% reflexivo)	
(Condiciones atmosféricas medias)	PinPoint R1000 («ultra»)	> 1000 m (90% reflexivo)	
	Láser al prisma circular GPR	7 500 m	
Desviación típica (ISO 17123-4)	0-500m	2 mm + 2 ppm	
	>500m	4 mm + 2 ppm	
Tiempo por medición: (Normal/Tracking)	típ. 3 - 6 s, máx. 12 s		
Tamaño del punto láser a 100 m	12 mm x 40 mm		
<b>Comunicación</b>			
Almacenamiento interno de datos:	12.500 mediciones o 18.000 puntos fijos		
Interfaz	RS232		
Formatos de datos:	GSI / IDEX / ASCII / dxf / Formatos de libre definición		
<b>Operación</b>			
Pantalla	Gráfica de 160 x 280 píxeles Alfanumérico 8 líneas x 31 characters		
<b>Plomada láser</b>			
Tipo	Punto láser, luminosidad ajustable en pasos		
Precisión	1.5 mm a 1.5 m de altura del instrumento		
<b>Condiciones ambientales</b>			
Intervalo de temperaturas (en funcionamiento)	-20° C a +50° C (-4° F a +122° F)		
Resistencia a salpicaduras y polvo (IEC 60529)	IP55		
Humedad	95%, sin condensación		
<b>Peso</b>			
Peso incluyendo batería y base nivelante	5.2 kg		
Periodo de funcionamiento con GER121	approx. 6 horas		
Número de mediciones de distancia con GER121	approx. 9'000		

Fuente: Manual de estación total Leica

**Figura 10**

*Prisma Topcon*



*Fuente:* Manual de equipos Topcon

**Características:**

- Porta Prisma de metal
- Prisma de cristal
- Parámetros: 0 mm / -30 mm

**Figura 11**

*Bastón marca Topcon*



*Fuente:* Manual de equipos Topcon

Bastón de reflector, con nivel esférico, división en cm y pies, extensible hasta 2.5m, con división en rojo / blanco cada 0.20m.

- Metálico
- Telescópico
- Colores rojo y blanco
- Sistema a rosca

**Figura 12**

*Dron marca DJI Phantom 4 pro*



**Figura 13**

*GPS Sumetrico Mobilemapper 120 Dgps Gis Data Collector – marca Ashtech*



*Fuente: Manual GPS Sumetrico Mobilemapper*

**Características:**

Marca: **ASHTECH**

Precisión en tiempo Real (RTK): 1 cm

Precisión en tiempo Real-modo DGPS: Menos de 30 cm

Precisión en tiempo Real-modo SBAS: Menos de 50 cm

Satélite: GPS y GLONASS y SBAS

Software: Ashtech móvil campo y oficina SW

Hora de la primera corrección: 15 segundos

Canales: 45

Frecuencia: L1 y L2

Formato de los datos: RTCM 3,1 átomo CMR (+) NMEA

Las comunicaciones: GSM/GPRS BT wifi

## **Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la densidad de puntos para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín**

### **Levantamiento topográfico con dron:**

**Inspección en Campo**, se localizó una mínima parte de la superficie con vegetación, una antena de señal de radio, fuerte viento por las tardes, pendientes no mayores al 12% y la trocha carrózale se ubica en un cerro.

**Puntos de control**, se ubicó las dianas o puntos de fotocontrol con yeso formando una equis de un tamaño 1.5 metros de longitud, siendo un total de 74 puntos de foto control, dicho puntos de control se colocaron en la plataforma de la trocha carrózable y posteriormente letrados los puntos con la estación total.

**Ejecución del vuelo**, se realizó la calibración de la cámara de dron en campo antes del despegue, el dron hizo la captura de fotos de la superficie a una altura de 50 metros de la parte

superior del cerro para que no pueda afectar o colisionar con algún árbol y se programó el vuelo por la mañana teniendo a nuestro favor un clima calmado para un adecuado trabajo de levantamiento con dron habiéndose evaluado en días anteriores.

Para la duración, plan y ruta de vuelo se calculó por medio del software (Pix 4 D capture) determinándose 5 planes de vuelo con duración de 8 a 9 minutos cada uno de ellos con un traslape del 60% para un buen resultado de la superficie.

### **Procesamiento de la información con el software Pix 4D de topografía para drones**

Obteniendo las capturas de la foto con el vuelo del dron, se realizó la transferencia de los datos obtenidos del dron a la computadora, por consiguiente, procesar en el software, donde se desarrolló el procesamiento: calibración de imágenes, colocación de puntos de control, modelo digital, densidad de puntos, ortomosaico, curvas de nivel.

Obteniendo estos datos se exporta las curvas de nivel al civil 3D para la elaboración del plano topográfico.

### **Levantamiento topográfico con estación total:**

**Colocación de puntos de control**, se realizó la colocación de 9 puntos de control (BM) monumentados en hitos de concreto con varilla de 3/8 en todo el tramo del estudio.

**Toma de datos**, una vez colocado los puntos de control se realizó la toma de datos de la carretera con la estación total y con el apoyo de 4 porta prismas durante el periodo de dos días se desarrolló el trabajo tomando los puntos como plataforma, taludes, postes, casas, cunetas, alcantarillas, badenes.

**Procesamiento de datos**, terminando el trabajo de campo se realizó la transferencia de datos de la estación total a la computadora, para iniciar el procesamiento en el software AutoCAD

Civil 3D-2019, donde se puedes visualizar la cantidad de puntos tomados por dicho equipo topográfico para su posterior elaboración del plano topográfico

### Figura 14

*Colocacion de dianas –puntos de fotocontrol*



*Fuente:* Elaboración propia.

### Figura 15

*Trabajo de campo de la lectura de puntos de dianas – puntos de fotocontrol*

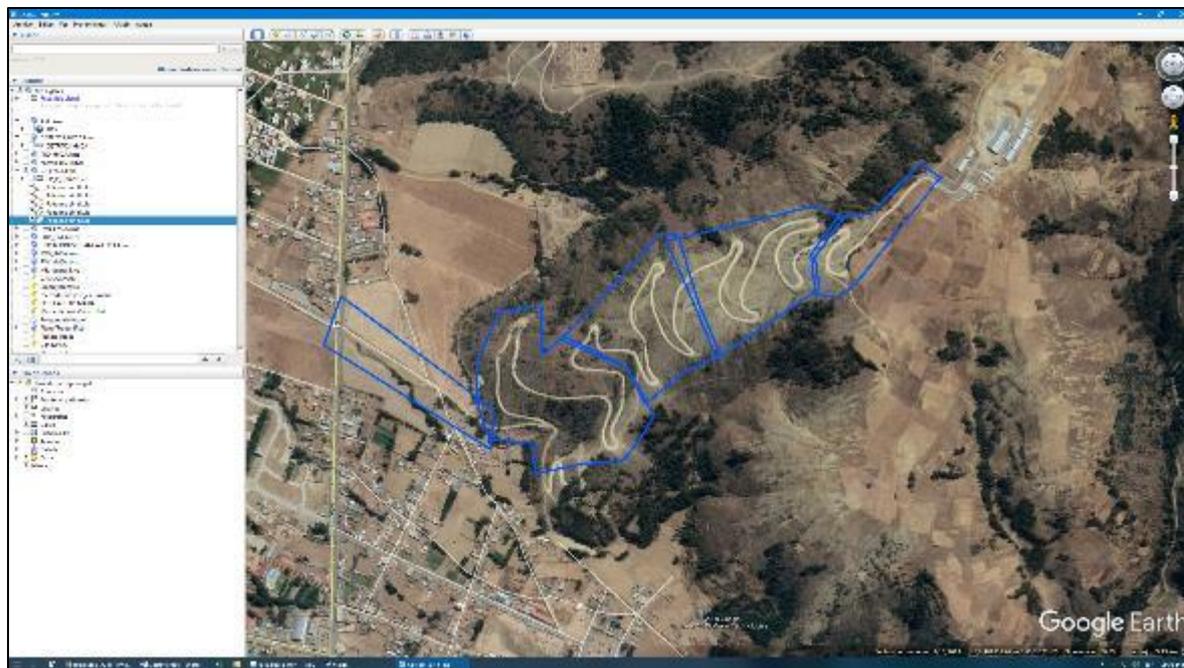


*Fuente:* Elaboración propia.

- A continuación tenemos la visualización del área de los planes de vuelo para exportarlos en formato kml a la aplicación del Software Pix 4 D capture. Fuente –Google Earth.

**Figura 16**

*Visualización de los panes de vuelo*

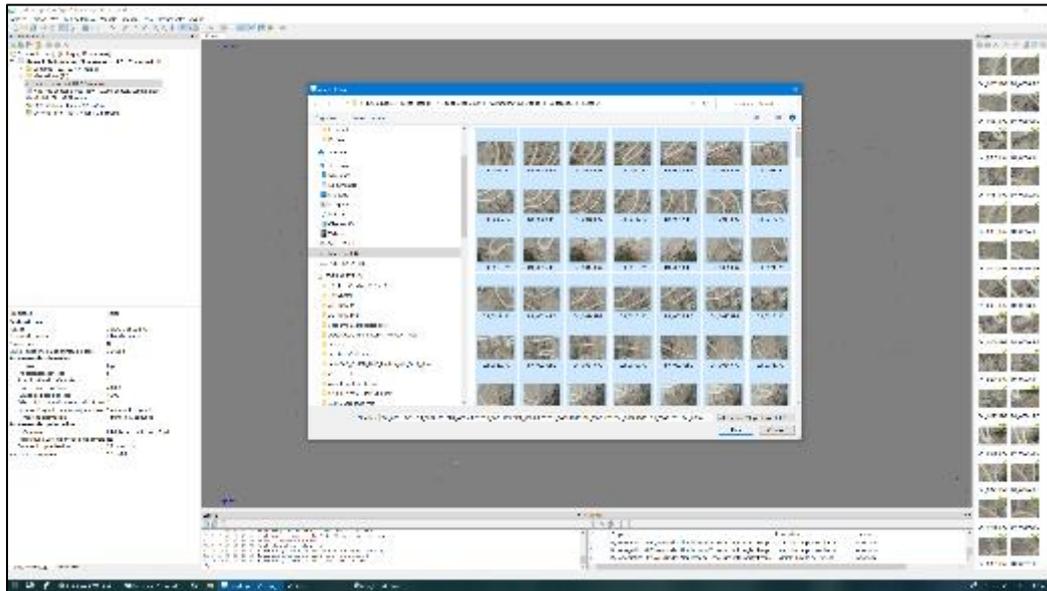


*Fuente:* Google EARTH.

- Se observa la transferencia de información al software Pix 4D - fotografías capturadas por el dron.

**Figura 17**

### Transferencia de información al software Pix 4D

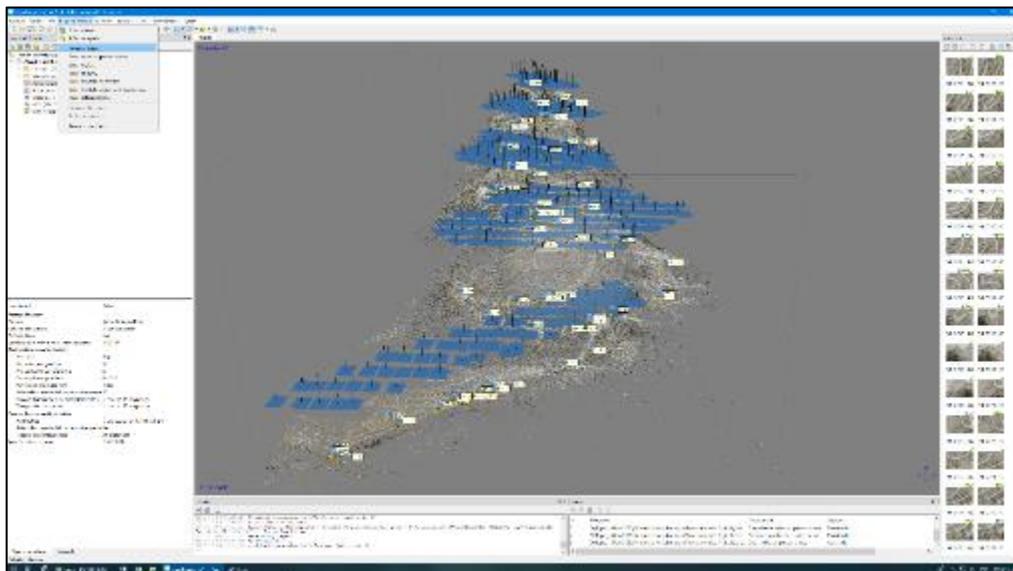


Fuente: Elaboración propia.

- Se visualiza la orientación de fotos para obtener la Densidad de puntos.

### Figura 18

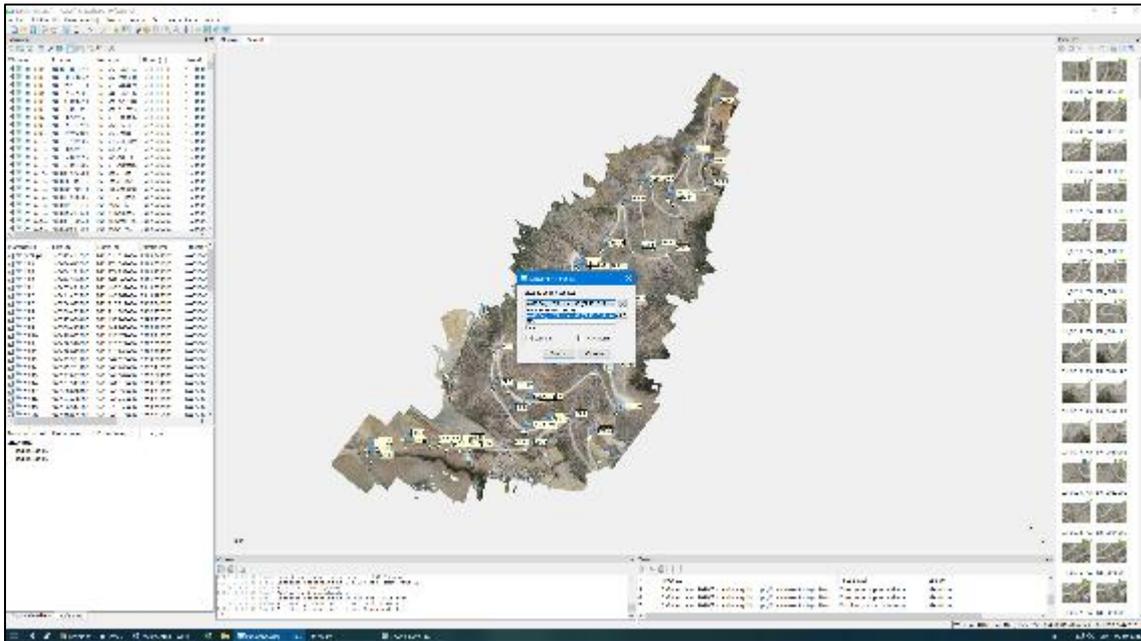
*Orientación de fotos para obtener la densidad de puntos*



Fuente: Elaboración propia.

### Figura 19

*Visualización de los puntos de fotocontrol.*



*Fuente:* Elaboración propia.

- Se tiene que ajustar los puntos de control dejados en el terreno a las fotos con las marcas o dianas.

## **Figura 20**

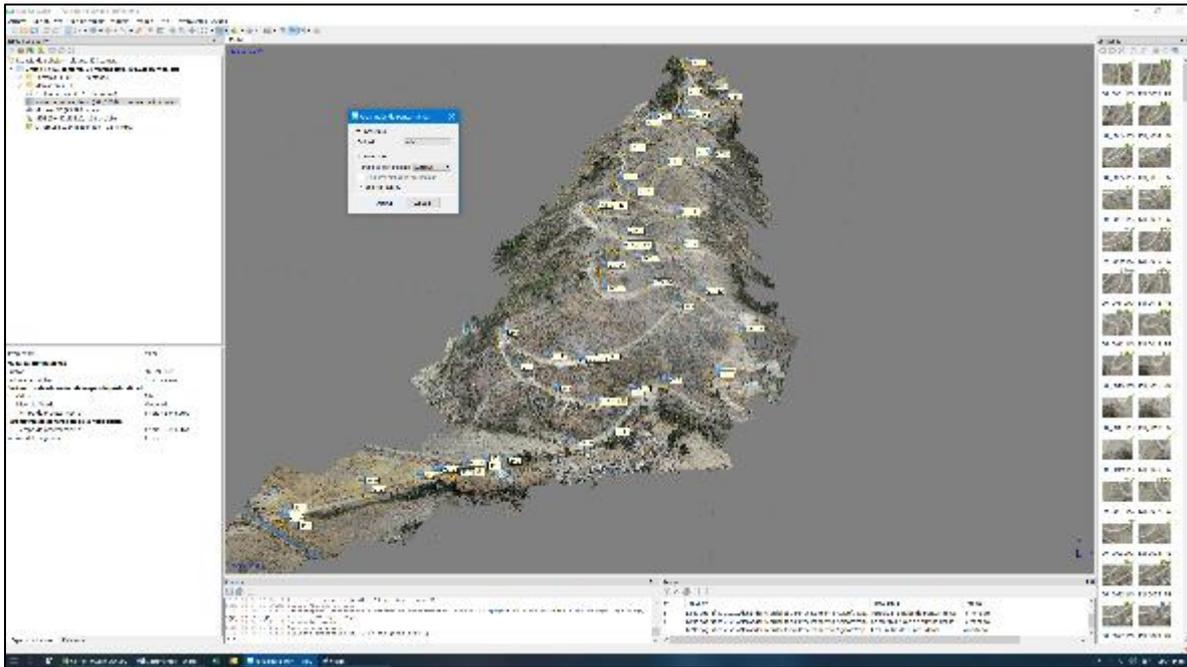
*Ajuste de los puntos de control*



*Fuente:* Elaboración propia.

## **Figura 21**

*Visualización de la nube de puntos – densidad de puntos*



*Fuente:* Elaboración propia.

### **Procedimiento del levantamiento con estación total:**

#### **Figura 22**

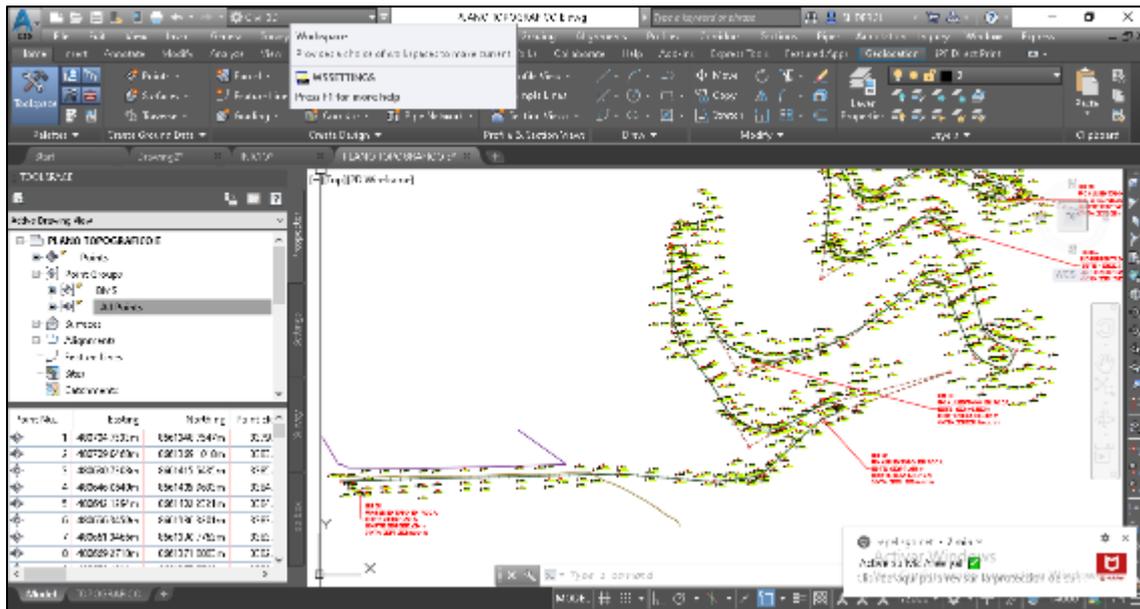
*Levantamiento topográfico con la estación total*



*Fuente:* Elaboración propia

#### **Figura 23**

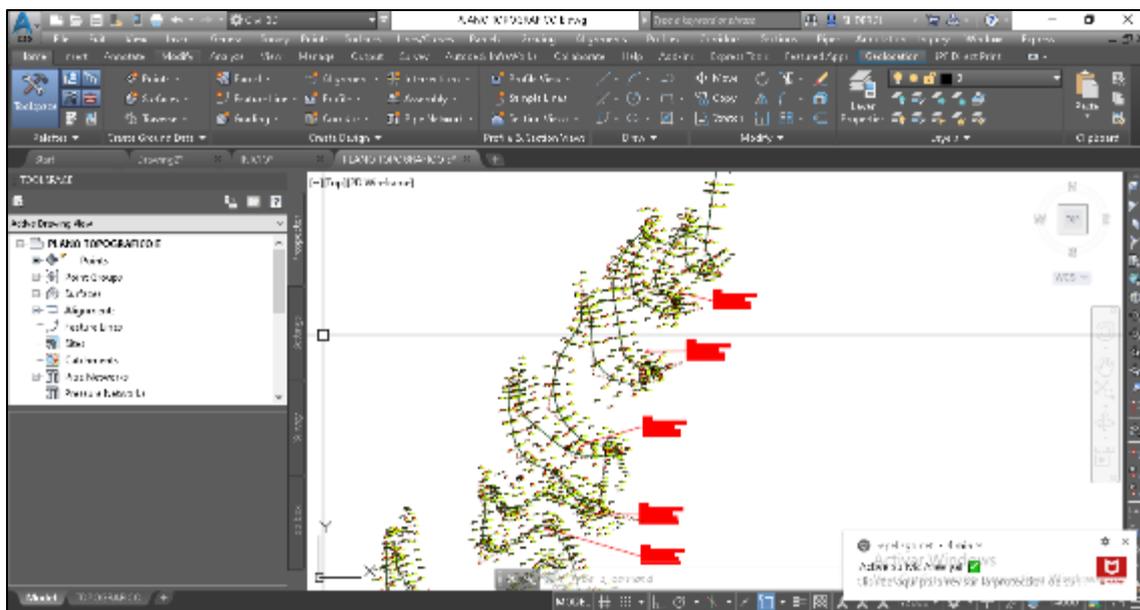
*Transferencia de datos obtenidos de la estación al software –AutoCAD Civil 3D*



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 24**

*Procesamiento de datos obtenidos de la estación al software –AutoCAD Civil 3D*



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8**

**Tabla 2**

### Diferencia de toma de datos

	Cantidad de puntos	Resultado
Estación Total TS-407	Dron Dji Phantom 4 PRO	382,937,174
7747	382,944,921	

Fuente: Elaboración propia

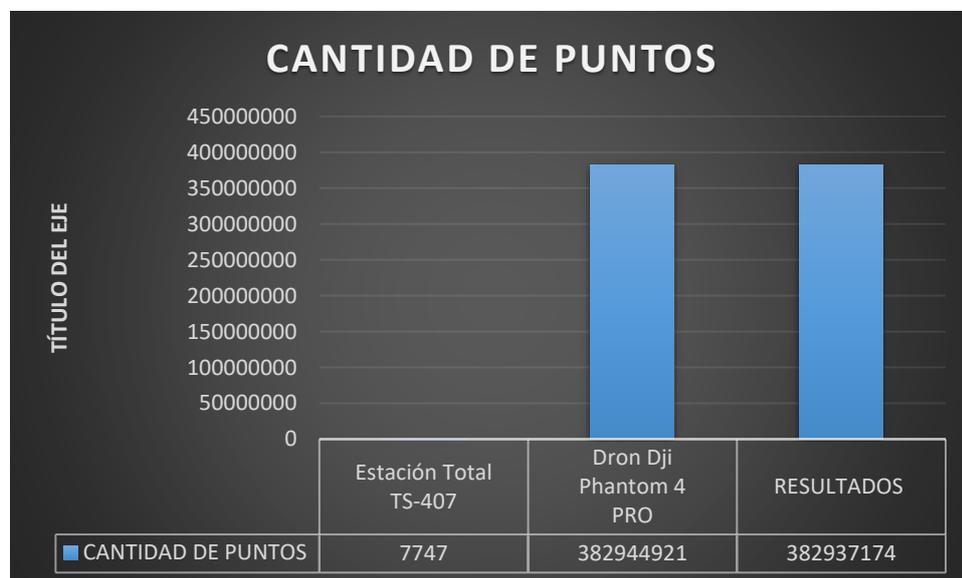


figura 25: en el grafico podemos observar la cantidad de puntos tomados y resultado total

## Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión volumétrica para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín

### Procesamiento con dron y estación total

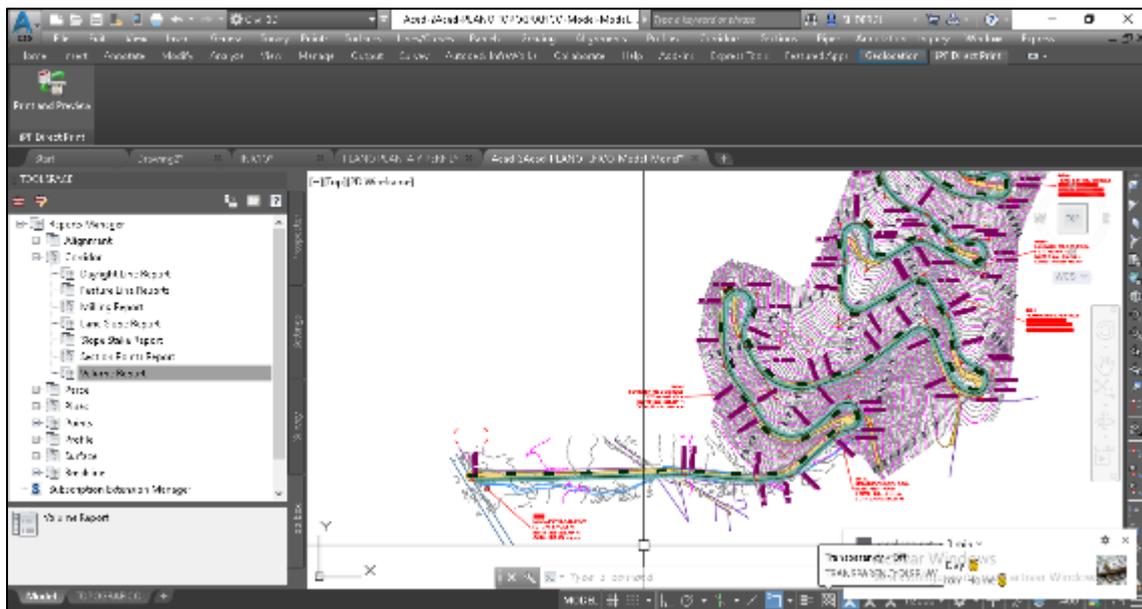
Una vez realizado el procesamiento de la información y obteniendo el plano topográfico tanto con la estación total y dron. Se calzó el alineamiento en la superficie del tramo en estudio de cada levantamiento topográfico (Estación Total-Dron), según los parámetros y normas de diseño geométrico proporcionados por el expediente técnico existente y aprobado por la Municipalidad Distrital de Huancayo. Se realizó el cálculo de volumen de corte en el software (AutoCAD civil 3d -2019) donde se obtuvo ambos resultados mediante reportes generados en el software.

### Trabajo realizado con dron:

Se visualiza el diseño geométrico proporcionado por el expediente técnico, superficie con mayor detalle de curvas de nivel por el elevado numero en la densidad de puntos.

**Figura 26**

*Superficie con mayor detalle de curvas de nivel*



*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 27**

*Reporte de Volumen calculado con el AutoCAD civil 3D*

**Volume Report**

Estación	(P+M)								
0+000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+050	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0+100	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
0+150	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
0+200	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
0+250	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
0+300	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
0+350	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
0+400	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
0+450	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
0+500	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
0+550	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
0+600	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
0+650	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
0+700	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
0+750	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
0+800	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
0+850	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
0+900	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
0+950	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
1+000	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00

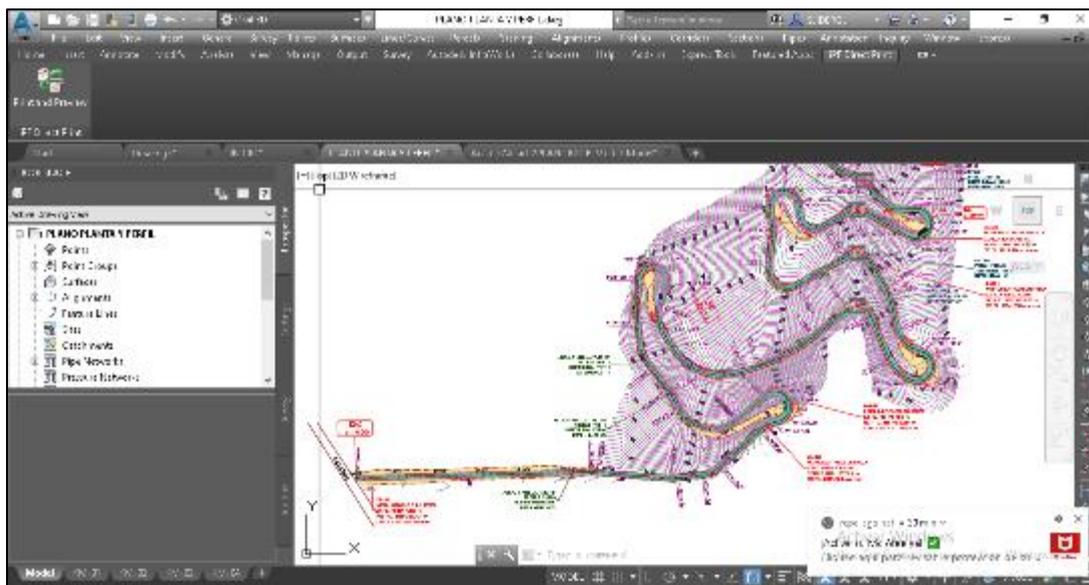
Fuente: Elaboración propia

**Trabajo realizado con estación total:**

Diseño geométrico proporcionado por el expediente técnico, superficie con menor detalle de curvas de nivel por la menor cantidad de puntos topograficos.

**Figura 28**

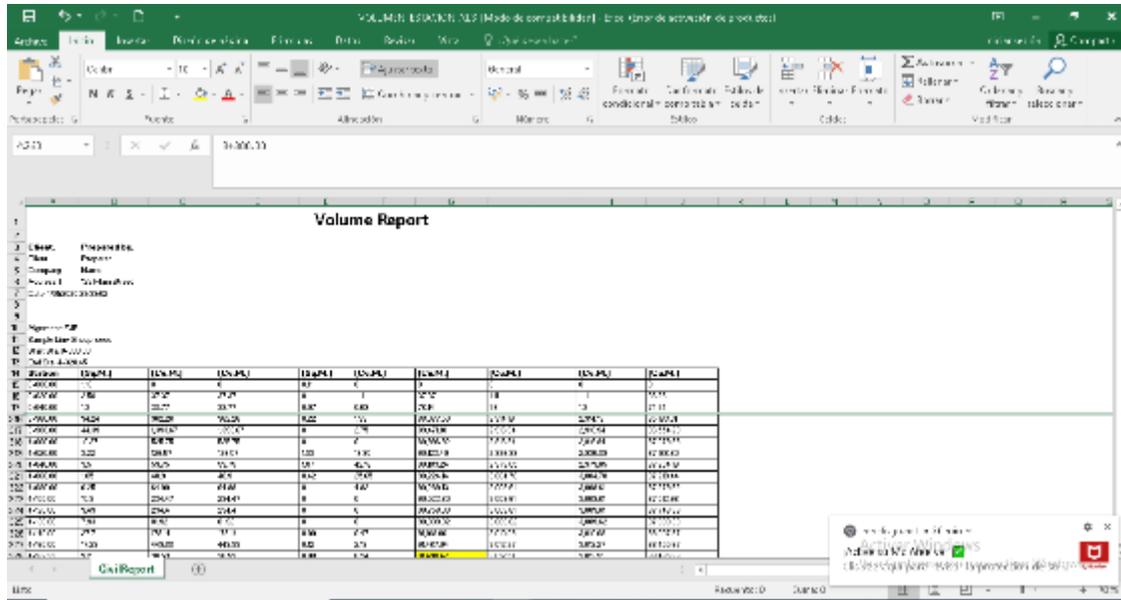
*Superficie con menor detalle de curvas de nivel*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 29**

*Reporte de volumen calculado con el AutoCAD civil 3D*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3**

*Diferencia de volumen*

Volumen de corte		Diferencia
Datos con la estación	Datos con el dron	
91,498.47m3	93132.81m3	1,634.34 m3

Fuente: Elaboración propia

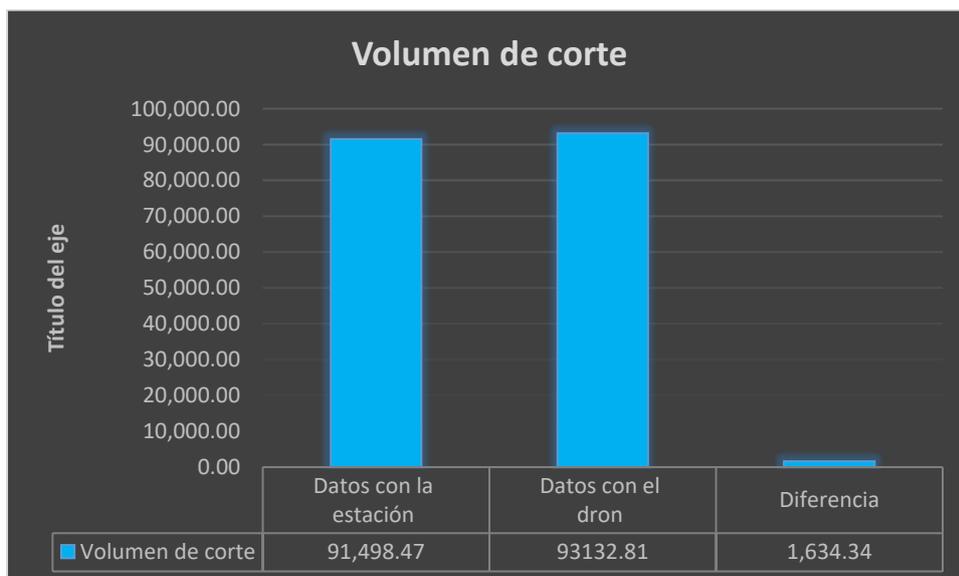


figura 30: el grafico nos muestra los volúmenes de corte y la diferencia con los equipos

## **Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión en elevación para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín**

### **Procedimientos con dron y estación total**

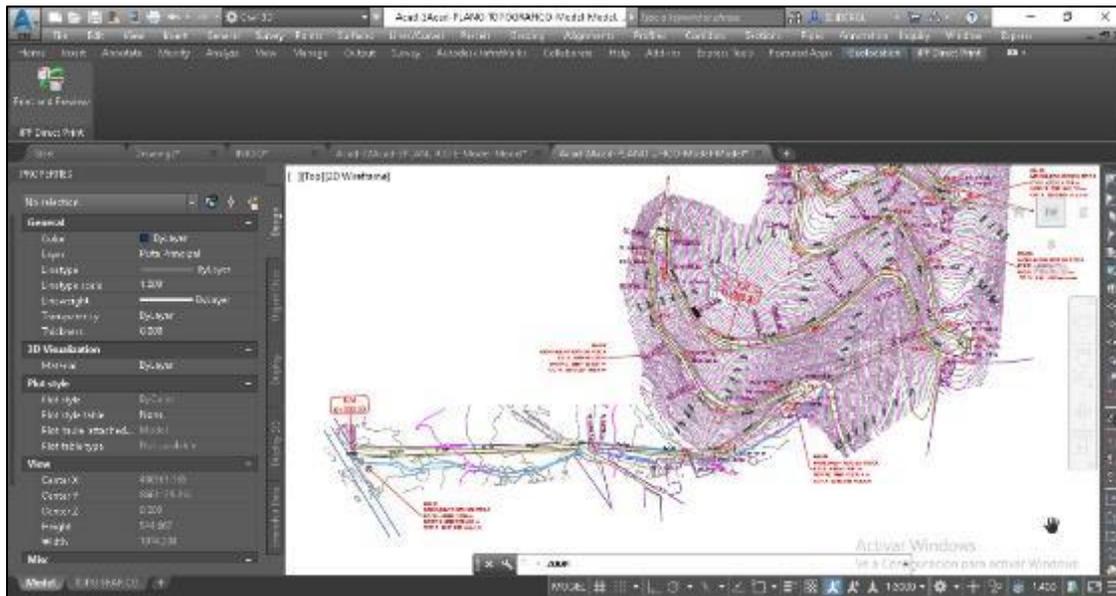
Se colocó 9 puntos de control o BM en la superficie de todo el tramo de la carretera carrozable, esto permitió que se pueda sobreponer en los dos levantamientos topográficos (dron - estación), el proceso se realizó en el software civil 3d.

### **Procedimiento con dron:**

- Se observó el plano topográfico del levantamiento con dron - ubicación de puntos de control BM.

### **Figura 31**

*Ubicación de puntos de control BM*



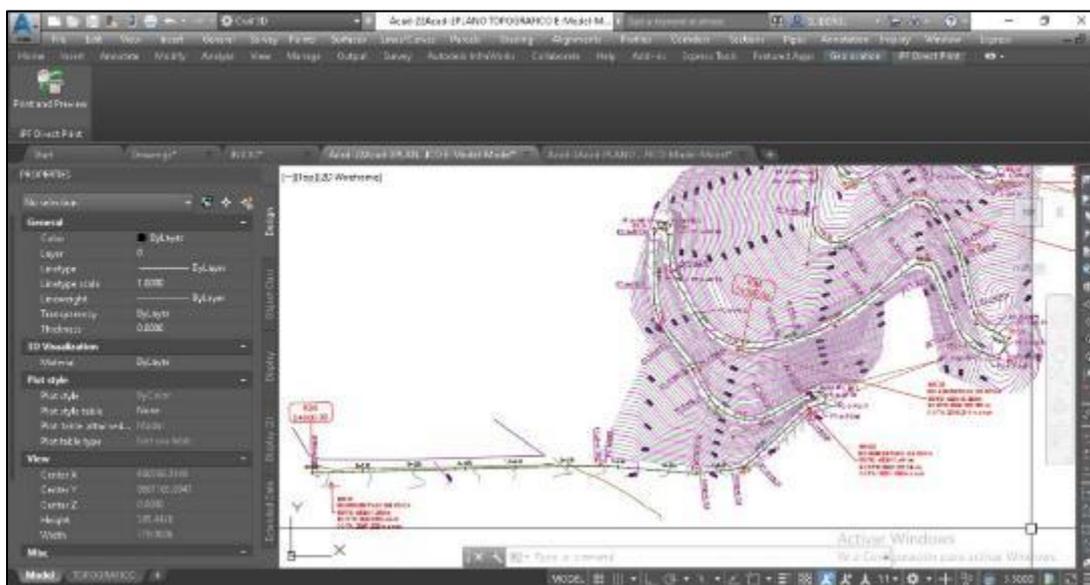
Fuente: Elaboración propia.

### Procedimiento con estación total:

- Se observa plano topográfico del levantamiento con estación - ubicación de puntos de control BM.

**Figura 32**

*Ubicación de puntos de control BM con estación total*



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4**

*Diferencia de elevación (m)*

	Datos con la estación	Datos con el dron	Diferencia (m)
Puntos de control (bm)	Elevación (m)	Elevación (m)	
PC 01	3257.333	3257.908	-0.575
PC 02	3281.198	3282.035	-0.837
PC 03	3318.311	3318.031	0.28
PC 04	3351.75	3351.002	0.748
PC 05	3379.324	3379.001	0.323
PC 06	3416.001	3415.436	0.565
PC 07	3461.672	3461.419	0.253
PC 08	3488.323	3487.862	0.461
PC 09	3519.755	3519.755	0

Fuente: Elaboración propia.



figura 33: Datos Optenidos en la diferencia de elevacion

**Tabla 5**

*Medidas estadísticas de la elevación con estación total y dron*

		Elevación con estación total (m)	Elevación con dron (m)
N	Válido	9	9
	Perdidos	0	0
Media		3385.96300	6905.58267
Mediana		3379.32400	3379.00100
Moda		3257,333 <sup>a</sup>	3257,908 <sup>a</sup>
Desviación estándar		92.415356	10609.769050
Varianza		8540.598	112567199.295

Asimetría		.061	3.000
Error estándar de asimetría		.717	.717
Curtosis		-1.338	8.999
Error estándar de curtosis		1.400	1.400
Rango		262.422	31939.642
Mínimo		3257.333	3257.908
Máximo		3519.755	35197.550

Nota: a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

**Tabla 6**

*Elevación con estación total (m)*

	Elevación (m)	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	3257,333	1	11.1	11.1	11.1
	3281,198	1	11.1	11.1	22.2
	3318,311	1	11.1	11.1	33.3
	3351,750	1	11.1	11.1	44.4
	3379,324	1	11.1	11.1	55.6
	3416,001	1	11.1	11.1	66.7
	3461,672	1	11.1	11.1	77.8
	3488,323	1	11.1	11.1	88.9
	3519,755	1	11.1	11.1	100.0
	Total	9	100.0	100.0	

**Tabla 7**

*Elevación con dron (m)*

	Elevación (m)	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	3257,908	1	11.1	11.1	11.1
	3282,035	1	11.1	11.1	22.2
	3318,031	1	11.1	11.1	33.3
	3351,002	1	11.1	11.1	44.4
	3379,001	1	11.1	11.1	55.6
	3415,436	1	11.1	11.1	66.7
	3461,419	1	11.1	11.1	77.8
	3487,862	1	11.1	11.1	88.9
	35197,550	1	11.1	11.1	100.0
	Total	9	100.0	100.0	

## Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión en planta para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín

### Trabajos con dron y estación total

Una vez generado la superficie topográfica en el software AutoCAD Civil 2019, se realizó en ambos levantamientos topográficos (Dron- Estación Total), el trazo del alineamiento en cada una de las plataformas existentes de dicha superficie.

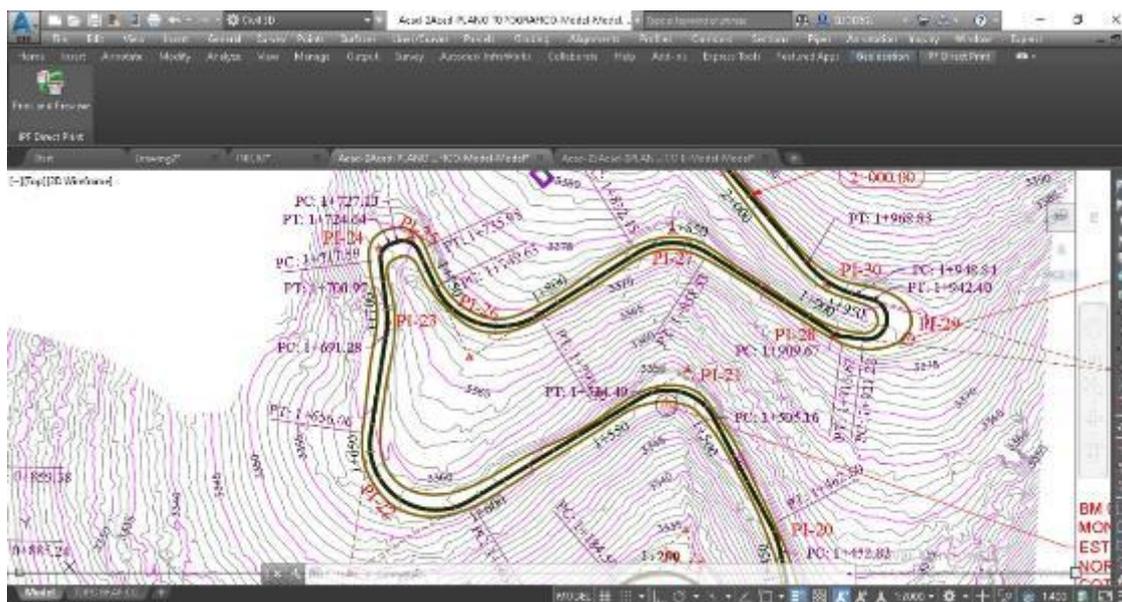
Se desarrolló reporte para su respectiva verificación.

### Procedimiento con dron:

- Se observa plano topográfico del levantamiento con dron - la planta del alineamiento de la superficie.

### Figura 34

*Planta del alineamiento de la superficie con dron*



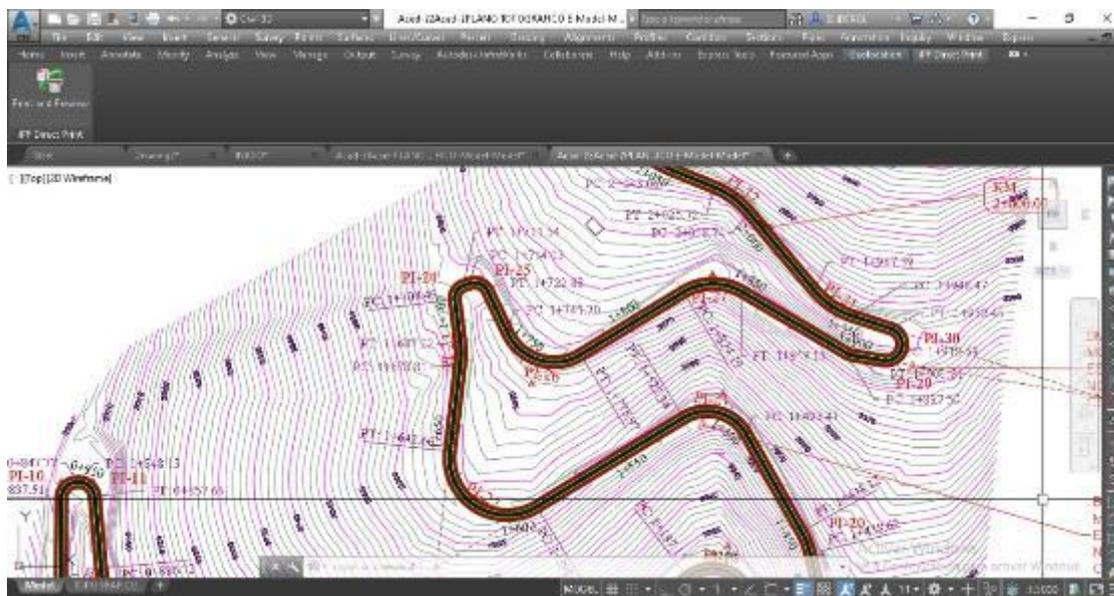
Fuente: Elaboración propia.

### Procedimiento con estación total:

- Se observa plano topográfico del levantamiento con Estación Total la planta del alineamiento de la superficie.

**Figura 35**

*Planta del alineamiento de la superficie con estación total*



*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 8***Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 1)*

Progresiva de alineamiento	Datos con la estación		Datos con el dron		Diferencia de coordenadas (Estación y dron)	
	Coordenadas		Coordenadas		Coordenadas	
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este
0+000.00	8,661,062.00	480,028.67	8,661,062.00	480,028.67	0	0
0+020.00	8,661,062.51	480,048.67	8,661,062.90	480,048.65	-0.39	0.01
0+040.00	8,661,063.02	480,068.66	8,661,063.80	480,068.63	-0.77	0.03
0+060.00	8,661,063.54	480,088.66	8,661,064.70	480,088.61	-1.16	0.04
0+080.00	8,661,064.05	480,108.65	8,661,065.60	480,108.59	-1.55	0.05
0+100.00	8,661,064.56	480,128.64	8,661,066.50	480,128.57	-1.94	0.07
0+120.00	8,661,065.08	480,148.64	8,661,067.40	480,148.55	-2.32	0.08
0+140.00	8,661,065.59	480,168.63	8,661,068.30	480,168.53	-2.71	0.1
0+160.00	8,661,066.10	480,188.62	8,661,069.20	480,188.51	-3.1	0.11
0+180.00	8,661,066.62	480,208.62	8,661,070.10	480,208.49	-3.48	0.12
0+200.00	8,661,067.13	480,228.61	8,661,071.00	480,228.47	-3.87	0.14
0+220.00	8,661,067.64	480,248.60	8,661,071.90	480,248.45	-4.26	0.15
0+240.00	8,661,068.16	480,268.60	8,661,072.80	480,268.43	-4.65	0.16
0+260.00	8,661,068.67	480,288.59	8,661,073.70	480,288.41	-5.03	0.18
0+280.00	8,661,069.14	480,308.58	8,661,072.98	480,308.38	-3.84	0.21
0+300.00	8,661,067.73	480,328.53	8,661,071.36	480,328.31	-3.63	0.22
0+320.00	8,661,066.03	480,348.46	8,661,069.74	480,348.24	-3.7	0.21
0+340.00	8,661,064.34	480,368.38	8,661,068.12	480,368.18	-3.77	0.21
0+360.00	8,661,062.65	480,388.31	8,661,066.49	480,388.11	-3.84	0.2
0+380.00	8,661,061.57	480,408.25	8,661,066.17	480,408.08	-4.6	0.18
0+400.00	8,661,063.93	480,428.12	8,661,067.08	480,428.06	-3.15	0.06
0+420.00	8,661,067.13	480,447.81	8,661,073.07	480,446.85	-5.94	0.96
0+440.00	8,661,078.37	480,464.13	8,661,085.95	480,462.14	-7.58	1.99
0+460.00	8,661,091.99	480,478.78	8,661,099.02	480,477.28	-7.03	1.5
0+480.00	8,661,105.61	480,493.43	8,661,112.09	480,492.42	-6.48	1.01
0+500.00	8,661,119.23	480,508.07	8,661,124.18	480,508.28	-4.96	-0.21
0+520.00	8,661,129.31	480,525.16	8,661,133.12	480,526.17	-3.81	-1.01
0+540.00	8,661,142.04	480,525.97	8,661,142.95	480,518.50	-0.91	7.48
0+560.00	8,661,135.45	480,507.29	8,661,135.36	480,499.99	0.09	7.3
0+580.00	8,661,125.35	480,490.03	8,661,126.37	480,482.13	-1.02	7.9
0+600.00	8,661,116.37	480,472.22	8,661,118.61	480,463.76	-2.24	8.46
0+620.00	8,661,114.52	480,452.45	8,661,118.17	480,443.91	-3.64	8.54
0+640.00	8,661,120.84	480,433.63	8,661,125.80	480,425.58	-4.96	8.05
0+660.00	8,661,134.24	480,418.97	8,661,140.20	480,411.91	-5.96	7.06
0+680.00	8,661,151.33	480,408.60	8,661,157.93	480,402.66	-6.59	5.94

0+700.00	8,661,168.14	480,397.80	8,661,175.61	480,393.33	-7.47	4.47
----------	--------------	------------	--------------	------------	-------	------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9**

*Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 2)*

Progresiva de alineamiento	Datos con la estación		Datos con el dron		Diferencia de coordenadas (Estación y dron)	
	Coordenadas		Coordenadas		Coordenadas	
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este
0+720.00	8,661,184.05	480,385.67	8,661,191.07	480,380.66	-7.03	5.02
0+740.00	8,661,200.48	480,374.31	8,661,207.60	480,369.46	-7.12	4.85
0+760.00	8,661,218.90	480,366.64	8,661,226.20	480,362.23	-7.3	4.41
0+780.00	8,661,238.57	480,363.27	8,661,245.94	480,359.32	-7.37	3.95
0+800.00	8,661,258.57	480,363.22	8,661,265.94	480,359.49	-7.37	3.73
0+820.00	8,661,278.57	480,363.36	8,661,285.94	480,359.76	-7.37	3.6
0+840.00	8,661,298.50	480,363.96	8,661,305.59	480,363.21	-7.09	0.76
0+860.00	8,661,294.29	480,377.02	8,661,303.70	480,376.09	-9.41	0.93
0+880.00	8,661,274.37	480,378.83	8,661,283.70	480,375.73	-9.33	3.1
0+900.00	8,661,254.99	480,383.09	8,661,264.08	480,378.43	-9.09	4.65
0+920.00	8,661,237.64	480,393.02	8,661,246.56	480,388.08	-8.93	4.95
0+940.00	8,661,220.30	480,403.00	8,661,229.15	480,397.91	-8.84	5.1
0+960.00	8,661,204.44	480,415.07	8,661,212.39	480,408.76	-7.95	6.32
0+980.00	8,661,192.68	480,431.16	8,661,199.19	480,423.68	-6.51	7.48
1+000.00	8,661,186.01	480,449.94	8,661,190.80	480,441.76	-4.79	8.18
1+020.00	8,661,184.98	480,469.84	8,661,187.93	480,461.48	-2.95	8.36
1+040.00	8,661,189.56	480,489.26	8,661,190.79	480,481.21	-1.22	8.04
1+060.00	8,661,195.91	480,508.22	8,661,195.95	480,500.53	-0.04	7.69
1+080.00	8,661,203.38	480,526.77	8,661,202.15	480,519.54	1.23	7.23
1+100.00	8,661,212.50	480,544.56	8,661,210.43	480,537.73	2.07	6.83
1+120.00	8,661,223.20	480,561.45	8,661,220.68	480,554.89	2.52	6.56
1+140.00	8,661,235.25	480,577.41	8,661,232.78	480,570.80	2.46	6.61
1+160.00	8,661,247.52	480,593.20	8,661,245.87	480,585.93	1.65	7.27
1+180.00	8,661,259.79	480,608.99	8,661,258.95	480,601.05	0.83	7.94
1+200.00	8,661,267.32	480,626.74	8,661,267.03	480,618.71	0.3	8.02
1+220.00	8,661,254.29	480,640.46	8,661,257.83	480,635.64	-3.54	4.82
1+240.00	8,661,235.91	480,648.34	8,661,239.35	480,643.16	-3.44	5.18
1+260.00	8,661,217.53	480,656.22	8,661,220.60	480,650.12	-3.07	6.1
1+280.00	8,661,199.27	480,664.35	8,661,201.90	480,657.21	-2.64	7.14
1+300.00	8,661,184.76	480,677.86	8,661,186.36	480,669.51	-1.59	8.35
1+320.00	8,661,177.55	480,696.27	8,661,177.91	480,687.46	-0.37	8.82
1+340.00	8,661,191.24	480,707.48	8,661,181.98	480,705.29	9.26	2.18
1+360.00	8,661,203.13	480,692.62	8,661,198.53	480,699.90	4.6	-7.29
1+380.00	8,661,217.11	480,678.69	8,661,206.08	480,681.50	11.03	-2.81

1+400.00	8,661,236.17	480,672.84	8,661,222.64	480,671.08	13.53	1.75
----------	--------------	------------	--------------	------------	-------	------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10**

*Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 3)*

Progresiva de alineamiento	Datos con la estación		Datos con el dron		Diferencia de coordenadas (Estación y dron)	
	Coordenadas		Coordenadas		Coordenadas	
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este
1+420.00	8,661,255.59	480,668.07	8,661,242.21	480,666.98	13.38	1.09
1+440.00	8,661,275.01	480,663.28	8,661,261.79	480,662.89	13.22	0.4
1+460.00	8,661,292.84	480,654.34	8,661,281.16	480,658.08	11.68	-3.74
1+480.00	8,661,310.28	480,644.55	8,661,298.89	480,648.83	11.38	-4.28
1+500.00	8,661,327.00	480,633.78	8,661,316.58	480,639.49	10.42	-5.71
1+520.00	8,661,329.60	480,614.97	8,661,330.13	480,625.81	-0.53	-10.83
1+540.00	8,661,319.31	480,597.83	8,661,325.29	480,607.13	-5.97	-9.3
1+560.00	8,661,308.89	480,580.76	8,661,314.93	480,590.02	-6.04	-9.26
1+580.00	8,661,298.47	480,563.69	8,661,304.57	480,572.91	-6.1	-9.22
1+600.00	8,661,289.56	480,545.94	8,661,294.22	480,555.80	-4.66	-9.86
1+620.00	8,661,294.65	480,527.25	8,661,289.14	480,536.99	5.51	-9.74
1+640.00	8,661,312.22	480,519.08	8,661,299.92	480,520.89	12.3	-1.81
1+660.00	8,661,332.10	480,521.23	8,661,319.24	480,518.41	12.86	2.82
1+680.00	8,661,351.97	480,523.52	8,661,339.01	480,521.44	12.96	2.08
1+700.00	8,661,371.85	480,521.77	8,661,358.86	480,523.39	13	-1.62
1+720.00	8,661,381.87	480,532.62	8,661,378.69	480,521.46	3.18	11.16
1+740.00	8,661,364.18	480,541.76	8,661,376.02	480,536.15	-11.83	5.61
1+760.00	8,661,351.53	480,556.25	8,661,359.14	480,546.52	-7.61	9.73
1+780.00	8,661,356.11	480,575.05	8,661,353.28	480,565.08	2.83	9.97
1+800.00	8,661,366.57	480,592.10	8,661,361.50	480,583.06	5.07	9.04
1+820.00	8,661,377.03	480,609.14	8,661,372.15	480,599.98	4.88	9.16
1+840.00	8,661,382.41	480,627.88	8,661,381.70	480,617.45	0.71	10.43
1+860.00	8,661,373.88	480,645.80	8,661,377.86	480,636.46	-3.98	9.34
1+880.00	8,661,363.68	480,663.00	8,661,367.04	480,653.28	-3.35	9.73
1+900.00	8,661,353.80	480,680.36	8,661,356.21	480,670.09	-2.41	10.27
1+920.00	8,661,354.35	480,699.27	8,661,348.81	480,688.23	5.54	11.04
1+940.00	8,661,366.90	480,688.79	8,661,361.46	480,694.49	5.45	-5.7
1+960.00	8,661,374.95	480,670.62	8,661,369.14	480,676.15	5.81	-5.54
1+980.00	8,661,389.73	480,657.21	8,661,383.64	480,662.47	6.09	-5.26
2+000.00	8,661,405.08	480,644.38	8,661,398.95	480,649.60	6.13	-5.22
2+020.00	8,661,419.12	480,630.30	8,661,414.15	480,636.62	4.97	-6.32
2+040.00	8,661,427.13	480,612.00	8,661,424.04	480,619.43	3.1	-7.43
2+060.00	8,661,436.65	480,594.49	8,661,432.27	480,601.23	4.38	-6.74
2+080.00	8,661,450.91	480,580.57	8,661,444.98	480,585.88	5.94	-5.31

2+100.00	8,661,468.67	480,571.54	8,661,461.68	480,575.02	6.99	-3.48
----------	--------------	------------	--------------	------------	------	-------

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11**

*Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 4)*

Progresiva de alineamiento	Datos con la estación		Datos con el dron		Diferencia de coordenadas (Estación y dron)	
	Coordenadas		Coordenadas		Coordenadas	
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este
1+420.00	8,661,255.59	480,668.07	8,661,242.21	480,666.98	13.38	1.09
2+120.00	8,661,488.23	480,567.48	8,661,480.84	480,569.51	7.39	-2.03
2+140.00	8,661,507.96	480,564.17	8,661,500.63	480,566.66	7.32	-2.5
2+160.00	8,661,527.79	480,562.23	8,661,520.58	480,565.22	7.22	-2.99
2+180.00	8,661,547.78	480,562.88	8,661,540.57	480,565.18	7.21	-2.31
2+200.00	8,661,566.22	480,567.26	8,661,560.54	480,566.37	5.68	0.89
2+220.00	8,661,554.25	480,577.17	8,661,562.29	480,580.98	-8.05	-3.81
2+240.00	8,661,534.32	480,577.83	8,661,542.41	480,580.01	-8.09	-2.18
2+260.00	8,661,515.56	480,584.52	8,661,522.85	480,583.83	-7.29	0.69
2+280.00	8,661,499.86	480,596.77	8,661,505.27	480,593.21	-5.41	3.56
2+300.00	8,661,487.17	480,612.23	8,661,491.15	480,607.28	-3.97	4.95
2+320.00	8,661,474.59	480,627.77	8,661,478.56	480,622.82	-3.97	4.95
2+340.00	8,661,462.17	480,643.44	8,661,465.97	480,638.36	-3.8	5.08
2+360.00	8,661,452.27	480,660.78	8,661,454.24	480,654.53	-1.97	6.25
2+380.00	8,661,445.97	480,679.73	8,661,445.80	480,672.63	0.18	7.11
2+400.00	8,661,443.53	480,699.55	8,661,441.08	480,692.03	2.45	7.52
2+420.00	8,661,444.72	480,719.50	8,661,440.27	480,711.98	4.46	7.52
2+440.00	8,661,449.63	480,738.00	8,661,443.63	480,731.61	6	6.38
2+460.00	8,661,459.85	480,725.25	8,661,455.96	480,724.81	3.88	0.44
2+480.00	8,661,462.74	480,705.46	8,661,459.14	480,705.07	3.6	0.4
2+500.00	8,661,467.67	480,686.18	8,661,466.38	480,686.51	1.29	-0.33
2+520.00	8,661,479.59	480,670.25	8,661,478.95	480,671.05	0.64	-0.81
2+540.00	8,661,494.19	480,656.62	8,661,495.38	480,659.72	-1.19	-3.1
2+560.00	8,661,511.08	480,645.97	8,661,512.43	480,649.27	-1.35	-3.3
2+580.00	8,661,529.69	480,638.72	8,661,530.12	480,640.04	-0.43	-1.32
2+600.00	8,661,549.33	480,635.11	8,661,549.75	480,636.73	-0.42	-1.62
2+620.00	8,661,569.30	480,635.29	8,661,569.48	480,639.66	-0.18	-4.36
2+640.00	8,661,588.92	480,639.05	8,661,588.85	480,644.56	0.07	-5.51
2+660.00	8,661,607.56	480,646.23	8,661,607.07	480,652.74	0.49	-6.52
2+680.00	8,661,624.81	480,656.33	8,661,624.19	480,663.08	0.62	-6.76
2+700.00	8,661,641.87	480,666.77	8,661,641.29	480,673.46	0.58	-6.69
2+720.00	8,661,659.12	480,676.85	8,661,659.02	480,682.51	0.09	-5.66
2+740.00	8,661,678.75	480,679.39	8,661,678.93	480,683.48	-0.17	-4.09
2+760.00	8,661,687.45	480,690.00	8,661,687.54	480,695.78	-0.1	-5.79

2+780.00	8,661,668.18	480,695.01	8,661,668.47	480,700.46	-0.29	-5.45
2+800.00	8,661,648.23	480,696.27	8,661,648.54	480,702.14	-0.31	-5.87
2+820.00	8,661,628.24	480,696.97	8,661,628.61	480,703.80	-0.37	-6.83

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12**

*Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 5)*

Progresiva de alineamiento	Datos con la estación		Datos con el dron		Diferencia de coordenadas (Estación y dron)	
	Coordenadas		Coordenadas		Coordenadas	
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este
1+420.00	8,661,255.59	480,668.07	8,661,242.21	480,666.98	13.38	1.09
2+840.00	8,661,608.55	480,700.03	8,661,608.72	480,705.80	-0.17	-5.77
2+860.00	8,661,590.70	480,708.86	8,661,590.07	480,712.76	0.63	-3.89
2+880.00	8,661,576.35	480,722.69	8,661,574.76	480,725.48	1.6	-2.79
2+900.00	8,661,566.87	480,740.21	8,661,564.50	480,742.54	2.37	-2.33
2+920.00	8,661,562.37	480,759.64	8,661,559.47	480,761.87	2.9	-2.23
2+940.00	8,661,567.04	480,778.84	8,661,562.25	480,781.42	4.79	-2.57
2+960.00	8,661,575.50	480,796.97	8,661,569.42	480,800.09	6.08	-3.12
2+980.00	8,661,590.22	480,799.88	8,661,585.42	480,803.24	4.8	-3.36
3+000.00	8,661,589.03	480,780.08	8,661,584.89	480,783.97	4.14	-3.89
3+020.00	8,661,597.51	480,762.61	8,661,592.53	480,766.26	4.98	-3.65
3+040.00	8,661,612.20	480,749.31	8,661,608.55	480,754.52	3.65	-5.21
3+060.00	8,661,631.48	480,744.40	8,661,627.88	480,749.74	3.6	-5.34
3+080.00	8,661,651.20	480,741.02	8,661,647.66	480,746.74	3.54	-5.72
3+100.00	8,661,670.91	480,737.64	8,661,667.43	480,743.74	3.48	-6.11
3+120.00	8,661,690.62	480,734.26	8,661,687.20	480,740.75	3.42	-6.49
3+140.00	8,661,710.44	480,731.66	8,661,706.98	480,737.75	3.46	-6.09
3+160.00	8,661,730.40	480,732.36	8,661,726.90	480,736.57	3.5	-4.21
3+180.00	8,661,749.93	480,736.54	8,661,746.52	480,740.19	3.41	-3.65
3+200.00	8,661,768.43	480,744.07	8,661,764.69	480,748.43	3.74	-4.36
3+220.00	8,661,785.34	480,754.70	8,661,780.34	480,760.80	5	-6.1
3+240.00	8,661,800.19	480,768.07	8,661,794.00	480,775.41	6.19	-7.34
3+260.00	8,661,809.61	480,784.10	8,661,806.18	480,790.52	3.44	-6.43
3+280.00	8,661,793.92	480,785.05	8,661,791.21	480,794.45	2.71	-9.4
3+300.00	8,661,778.16	480,772.78	8,661,774.96	480,782.79	3.2	-10.02
3+320.00	8,661,760.28	480,763.91	8,661,757.73	480,772.77	2.54	-8.86
3+340.00	8,661,740.74	480,760.07	8,661,738.25	480,768.63	2.49	-8.56
3+360.00	8,661,721.07	480,763.05	8,661,718.48	480,770.99	2.58	-7.93
3+380.00	8,661,703.56	480,772.51	8,661,700.52	480,779.58	3.04	-7.07
3+400.00	8,661,690.27	480,787.33	8,661,686.28	480,793.49	4	-6.16
3+420.00	8,661,681.08	480,805.08	8,661,676.35	480,810.82	4.74	-5.74
3+440.00	8,661,676.76	480,824.42	8,661,671.75	480,830.12	5.01	-5.7
3+460.00	8,661,685.59	480,840.77	8,661,684.69	480,842.51	0.9	-1.74
3+480.00	8,661,701.60	480,832.70	8,661,698.62	480,829.79	2.98	2.9

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13**

*Diferencia de coordenadas con dron y estación total (parte 6)*

Progresiva de alineamiento	Datos con la estación		Datos con el dron		Diferencia de coordenadas (Estación y dron)	
	Coordenadas		Coordenadas		Coordenadas	
	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este
1+420.00	8,661,255.59	480,668.07	8,661,242.21	480,666.98	13.38	1.09
3+500.00	8,661,709.18	480,814.20	8,661,711.37	480,814.67	-2.18	-0.47
3+520.00	8,661,724.32	480,801.78	8,661,730.14	480,808.61	-5.82	-6.83
3+540.00	8,661,743.91	480,802.18	8,661,749.24	480,813.59	-5.33	-11.42
3+560.00	8,661,761.43	480,811.79	8,661,765.64	480,825.03	-4.21	-13.24
3+580.00	8,661,778.83	480,821.65	8,661,781.99	480,836.55	-3.16	-14.89
3+600.00	8,661,796.30	480,831.38	8,661,799.06	480,846.81	-2.76	-15.43
3+620.00	8,661,814.50	480,839.66	8,661,817.57	480,853.28	-3.07	-13.62
3+640.00	8,661,817.83	480,853.33	8,661,808.55	480,865.38	9.28	-12.04
3+660.00	8,661,798.16	480,850.19	8,661,790.48	480,856.91	7.68	-6.71
3+680.00	8,661,778.36	480,848.00	8,661,770.70	480,855.16	7.67	-7.16
3+700.00	8,661,759.00	480,851.85	8,661,751.84	480,861.38	7.16	-9.53
3+720.00	8,661,745.95	480,866.50	8,661,738.88	480,876.24	7.07	-9.73
3+740.00	8,661,743.63	480,886.17	8,661,737.05	480,895.39	6.58	-9.22
3+760.00	8,661,759.27	480,894.59	8,661,754.43	480,900.35	4.85	-5.76
3+780.00	8,661,776.40	480,884.33	8,661,772.49	480,891.96	3.91	-7.63
3+800.00	8,661,795.97	480,882.44	8,661,792.24	480,893.09	3.74	-10.65
3+820.00	8,661,815.77	480,885.28	8,661,811.68	480,897.75	4.08	-12.47
3+840.00	8,661,835.56	480,888.12	8,661,831.44	480,900.70	4.13	-12.58
3+860.00	8,661,855.36	480,890.97	8,661,851.32	480,902.86	4.04	-11.89
3+880.00	8,661,875.16	480,893.81	8,661,871.19	480,905.08	3.96	-11.27
3+900.00	8,661,894.95	480,896.66	8,661,890.47	480,910.41	4.49	-13.75
3+920.00	8,661,914.75	480,899.50	8,661,909.96	480,914.61	4.79	-15.11
3+940.00	8,661,934.55	480,902.34	8,661,929.86	480,916.65	4.69	-14.31
3+960.00	8,661,954.34	480,905.19	8,661,949.74	480,918.77	4.6	-13.58
3+980.00	8,661,973.60	480,910.56	8,661,968.36	480,925.90	5.24	-15.34
3+994.54	8,661,987.54	480,914.70	8,661,981.56	480,931.85	5.98	-17.14

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Las diferencias respecto a los tipos de levantamientos topográficos de la tocha carrozable tomando en cuenta la densidad de puntos, se debe a que la estación total en la toma de datos es limitada ya que interviene el uso del accesorio (prismas) para su respectiva lectura, y en el dron su amplitud abarca dependiendo el área a levantar y por ende la densidad de puntos será más detallada.

Las diferencias respecto a los tipos de levantamientos topográficos de la tocha carrozable tomando en cuenta la precisión volumétrica, se debe a que en la estación total el volumen de corte con la estación total es menor debido a que el alineamiento cumple con el modelado, calza con el eje de la plataforma existente y en dron el volumen de corte con dron al calzar el alineamiento en la superficie se encuentra un desfase en superficie donde ello origina mayor volumen.

Las diferencias respecto a los tipos de levantamientos topográficos de la tocha carrozable tomando en cuenta la precisión en elevación, se debe a que en los puntos de control realizado con la estación total trabajan desde un punto de estación directamente al punto de control evitando errores en la elevación y en el dron al calzar los puntos de control en la superficie del levantamiento con dron no se encontró errores en norte y este pero si en la elevación dado que en el procesamiento es forma indirecta.

Las diferencias respecto a los tipos de levantamientos topográficos de la tocha carrozable tomando en cuenta la precisión en planta, se debe a que en el levantamiento topográfico con la estación total la lectura de punto es directa por tanto la superficie es más confiable para el trazo del alineamiento, la coordenadas en Este y Norte no tienen varianza y podemos mencionar también levantamiento topográfico con dron de forma indirecta con lleva a una transformación de coordenadas de Este y Norte en la superficie ya que depende de la cantidad de puntos de foto control para un mejor procesamiento.

## CONCLUSIONES

Los datos obtenidos en campo tomados con el dron y la estación, nos muestra que la estación total nos genera una menor densidad de puntos respecto a lo tomado por un dron.

Los cálculos de volúmenes y excavaciones con el uso del dron se realiza en menor tiempo a comparación de la utilización de la estación , resaltando que no empleamos muchas personas como el método normal , y el cálculo de volúmenes fue más preciso con la estación total.

De los datos obtenidos en campo podemos apreciar que hay mayor precisión en el uso de la estación total respecto a la altura, ya que puede ser que uno de los factores que haya generado mayor imprecisión en el dron hay sido el clima o el viento generado por este.

En el proceso que se realizó los papeles para realizar la investigación para la precisión en planta nos brindó con mayor amplitud la estación total asimismo hay muy poca la información que se encuentra sobre el levantamiento topográfico de trochas con drones y aún más insuficiente sobre comparativos entre métodos de captura y no se documentan comparativos de estos procesos para el control de estructuras, generando desconfianza a los profesionales y compañías que manejan este tipo de proyectos.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda tener en cuenta el tema climático ya que dron no puede volar en plena lluvia o en fuertes vientos .

Para el tema de proceso de datos se debe de tener en cuenta el software AGISOFT METASHAPE V 1.6.2

Visitar el campo donde se trabajara antes de realizar los levantamientos topográficos }, tener en cuenta que material y cuanto personal necesitaras para realizar el levantamiento topográfico

Solicitar permiso para poder realizar los trabajos de la investigación , siempre es bueno averiguar si se puede realizar el trabajo en la zona

## Referencias

- Ayala, M., (2018). *Evaluación de levantamientos topográficos con dron (DJI Phantom 4 pro) y estación total, Quebrada Señor de Quinuapata del distrito de Ayacucho.* (Tesis de pregrado). Universidad Privada de Trujillo; Trujillo, Perú.
- Bellver, S., (2015) *Libro de inspección y diario de vuelo del piloto de drones.* Edit: B. Escrihuela.
- Cerro-Giner, J., (2007). *Arquitectura Abierta para el Control Autónomo Y Teleoperado de un Mini-Helicoptero.* (Tesis pregrado). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. España.
- Chen, H. Wang, X. Li, Y. (2009). *La encuesta de control autónomo para uav, Inteligencia Artificial e inteligencia computacional, 2009. AICI '09. Conferencia Internacional,* pp. 267 –271.
- Corredor, J., (2015). *Uso de Implementación de modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el diseño geométrico de una vía en rehabilitación sector Tulua – rio Frio.* (Tesis de posgrado). Universidad Militar Nueva Granada; Bogotá, Colombia.

Del Barrio, R., (2017). *Uso de drones en la inspección para la rehabilitación del patrimonio Iglesia de La Merced*. (Tesis de posgrado). Universidad de Burgos; Burgos, España.

Dougherty, J., (2015) *El gran mundo de los drones*. Edit: Edimat

Freund, S. y Xu, J., (2003) *Metodologías de solución para el problema de la pequeña celda de círculo*, Optimización computacional y Aplicaciones.

Herrera, B., (1987). *Elementos de la fotogrametría*. México. Limusa

Hsia, K.-H Lien, S.-F. Su, J.-P (2010) *Height estimation via stereo vision system for unmanned helicopter autonomous landing*, in: *Computer Communication Control and Automation (3CA)*, International Symposium on, Vol. 2, 2010, pp. 257 –260.

Lorente, D., (2007). *Representación y edición de un plan de vuelo sobre un modelo digital de elevación en entorno*. (Tesis de posgrado). Universidad Politécnica de Catalunya, Catalonia. España.

Postigo, S., (2018). *Vehículo aéreo no tripulado para vigilancia en ambientes cerrados con detección de personas y obstáculos a su alrededor*. (Tesis de posgrado) Pontificia Universidad Católica del Perú; Lima, Perú.

Puerta, C., (2015). *Tecnología drone en levantamientos topográficos*. (Tesis de pregrado). Escuela de Ingenieros Militares; Bogotá, Colombia.

- Sánchez, I., (2017). *Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la plaza San Luis – 2017*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo; Nuevo Chimbote, Perú.
- Ruales, D., (2018). *Pertinencia del uso de drones en la caracterización geoespacial del Módulo Dos junta de agua de riego de la comuna Morlán, Imbabura*. (Tesis de posgrado). Universidad Técnica del Norte; Ibarra, Ecuador.
- Tacca, H., (2015). *Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano; Puno, Perú.
- Villarreal, J., y Zárate, B., (2015). *Análisis de la precisión de levantamientos topográficos mediante el empleo de vehículos no tripulados (UAV) respecto a la densidad de puntos de control*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja. Ecuador.

## Referencias Web

[www.taringa.net/posts/noticias/16410780/Microdrones-mortiferos-a-semejanza-de-insecto.html](http://www.taringa.net/posts/noticias/16410780/Microdrones-mortiferos-a-semejanza-de-insecto.html).

[www.usatoday.com](http://www.usatoday.com)

[www.abottravel.com](http://www.abottravel.com)

[www.droningpage.com](http://www.droningpage.com)

[www.geekytheory.com](http://www.geekytheory.com)

## ANEXOS



*figura 36: Levantamiento topográfico con la estación .*



*figura 37: levantamiento topográfico con estación total*



*figura 38: Pintado y reconocimiento de las dianas , para iniciar el levantamiento con el dron*



*figura 39: Iniciando el levantamiento topográfico con el dron*



*figura 40: Planificando el vuelo con el dron*



## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### PARAMETROS DE PRECISIÓN EN LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS CON EQUIPOS NO CONVENCIONALES EN TROCHAS CARROZABLES, SAPALLANGA JUNIN

PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEORICO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo influyen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en los parámetros de precisión para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar cómo influyen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en los parámetros de precisión para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.</p>	<p>A Nivel Internacional</p> <p>Corredor, J., (2015). <i>Uso de Implementación de modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el diseño geométrico de una vía en rehabilitación sector Tulua – rio Frio.</i> (Tesis de posgrado). Universidad Militar Nueva Granada; Bogotá, Colombia.</p> <p>Del Barrio, R., (2017). <i>Uso de drones en la inspección para la rehabilitación del patrimonio Iglesia de La Merced.</i> (Tesis de posgrado). Universidad de Burgos; Burgos, España.</p> <p>Lorente, D., (2007). <i>Representación y edición de un plan de vuelo sobre un modelo digital de elevación en entorno.</i> (Tesis de posgrado). Universidad Politécnica de Catalunya, Catalunya. España.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales influyen significativamente en los parámetros de precisión para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.</p>	<p>Variable 1:</p> <p>Levantamientos topográficos con equipos no convencionales</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fotogrametría métrica</li> <li>- Fotogrametría interpretativa</li> </ul>	<p>Método: Científico</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Experimental</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la densidad de puntos para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Establecer qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la densidad de puntos para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.</p>	<p>A Nivel Nacional</p> <p>Ayala, M., (2018). <i>Evaluación de levantamientos topográficos con drone (DJI Phantom 4 pro) y estación total, Quebrada Señor de Quinuapata del distrito de Ayacucho.</i> (Tesis de</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales producen efectos significativos en la densidad de puntos para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.</p>	<p>Variable 2:</p> <p>Parámetros de precisión</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Densidad de puntos</li> <li>- Precisión volumétrica</li> </ul>	<p>Población:</p> <p>En la presente investigación la población estuvo conformada por: longitud de 4.162.31 kilómetros de trocha, en el distrito de Sapallanga</p>

<p>¿Qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión volumétrica para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín?</p>	<p>Establecer qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión volumétrica para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.</p>	<p>pregrado). Universidad Privada de Trujillo; Trujillo, Perú. Postigo, S., (2018). <i>Vehículo aéreo no tripulado para vigilancia en ambientes cerrados con detección de personas y obstáculos a su alrededor</i>. (Tesis de posgrado) Pontificia Universidad Católica del Perú; Lima, Perú. Sánchez, I., (2017). <i>Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la plaza San Luis – 2017</i>. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo; Nuevo Chimbote, Perú.</p>	<p>Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales producen efectos significativos en la precisión volumétrica para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín. Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales producen efectos significativos en la precisión en elevación para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.  Los levantamientos topográficos con equipos no convencionales producen efectos significativos en la precisión en planta para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.</p>	<p>- Precisión de elevación - Precisión en planta</p>	<p>Muestra: En la presente investigación la muestra está conformada por el tramo calle Real (barrio Castilla) al paraje Tirana Pampa, en el C.P. La Punta, distrito de Sapallanga. El muestreo que se realizó fue el muestreo no probabilístico, del tipo por conveniencia</p>
<p>¿Qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión en elevación para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín?</p>	<p>Establecer qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión en elevación para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.</p>				
<p>¿Qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión en planta para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín?</p>	<p>Establecer qué efectos producen los levantamientos topográficos con equipos no convencionales en la precisión en planta para las trochas carrozables, Sapallanga, Junín.</p>				





