



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE PRECISIÓN, COSTO Y TIEMPO EN
UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN
TOTAL Y DRONE DE ALA ROTATORIA EN UN
PROYECTO DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LOS
HUMEDALES DE VENTANILLA, PROVINCIA
CONSTITUCIONAL DEL CALLAO**

**PRESENTADO POR
LUIS CESAR ANTONIO JULCA ALEJO
PABLO JOSUE PILCO HUALLPA**

**ASESOR
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**LIMA – PERÚ
2021**



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DE PRECISIÓN, COSTO Y TIEMPO EN UN
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL Y
DRONE DE ALA ROTATORIA EN UN PROYECTO DE SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS EN LOS HUMEDALES DE VENTANILLA,
PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

JULCA ALEJO, LUIS CESAR ANTONIO

PILCO HUALLPA, PABLO JOSUE

ASESOR

VILLAR GALLARDO, ERNESTO ANTONIO

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Especialmente a mis padres, por estar siempre presentes y brindarme esas ganas de seguir adelante, también por su apoyo incondicional ya que mis logros los he alcanzado por sus consejos y motivaciones que me dan cada día para no abandonar mi camino.

Julca Alejo, Luis César Antonio

DEDICATORIA

Esta dedicatoria es para mis padres porque desde que nací, estaban buscando cómo brindarme lo mejor, luchando y trabajando duro por mí, y a pesar de estar cansados; siempre me brindaban una gran sonrisa, llenándome de muchas fuerzas para ser perseverante y de esa manera pueda seguir adelante cumpliendo cada una de mis metas.

Muchas gracias, mamá y papá.

Pilco Huallpa, Pablo Josué

AGRADECIMIENTO

Doy las gracias primeramente a Dios que nos dio la alegría de vivir y de existir. Por su protección y bendiciones para ser buenas personas y darnos una familia maravillosa. Un sincero agradecimiento a nuestros formadores y maestros que trabajaron tan duro para transmitir su conocimiento por ayudarnos a lograr esta meta. Gracias también a nuestra familia y amigos por su apoyo incondicional y hacer realidad nuestros sueños.

Julca Alejo, Luis César Antonio

Pilco Huallpa, Pablo Josué

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
REPORTE TURNITIN	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Situación problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Justificación e importancia	4
1.5 Limitaciones de estudio	5
1.6 Viabilidad	6
1.7 Impacto potencial	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	12
2.2 Bases teóricas	14
2.3 Hipótesis	45
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	
3.1 Diseño	47
3.2 Muestra	48
3.3 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	48
3.4 Variables	52

CAPÍTULO IV. DESARROLLO	Página
4.1 Obtención del material a estudiar	58
4.2 Procesamiento de Ortofotos y nube de puntos	59
4.3 Procesamiento de puntos geodésicos	66
CAPÍTULO V. RESULTADOS	
5.1 Resultados de levantamiento topográfico	77
5.2 Georreferenciación de fotografía	81
5.3 Orto mosaico	85
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN	
6.1 Contratación de hipótesis	82
6.2 Contratación de antecedentes	85
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
FUENTES DE INFORMACIÓN	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Primeros vuelos sostenidos conocidos en diversas naciones.	13
Tabla 2. Fotogrametría según su tratamiento	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Profundidad de color	34
Tabla 4. Operacionalización de variables	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5. Parámetros de puntos de control	63
Tabla 6. Coordenadas Geográficas WGS84	65
Tabla 7. Coordenadas Geográficas WGS84	65
Tabla 8. Coordenadas de fotocontrol UTM WGS84	66
Tabla 9. Parámetros considerados en Pix4d Capture	67
Tabla 10. Resultados de los vuelos realizados	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Cronología de los nombres aplicados a las aeronaves	14
Figura 2. Poligonal cerrada.	15
Figura 3. Poligonal Abierta con control.	15
Figura 4. Poligonal Abierta sin control.	15
Figura 5. Las tres superficies de la tierra.	17
Figura 6. Superficies de la tierra.	17
Figura 7. Proyecciones cilíndricas de la tierra	19
Figura 8. Zonas UTM, Ubicación del Perú.	20
Figura 9. Líneas de ecuador y meridiano.	20
Figura 10. Fotogrametría terrestre	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11. Fotogrametría aérea	26
Figura 12. Fotogrametría espacial	¡Error! Marcador no definido.
Figura 13. Esquema de proceso para la obtención de datos	30
Figura 14. Composición de una imagen digital	32
Figura 15. Representación del GSD en el terreno	33
Figura 16. Resolución espacial de una fotografía aérea	33
Figura 17. Profundidad de color	34
Figura 18. Tipos de Drones	35
Figura 19. Principales tipos de aeronaves	36
Figura 20. Tipos de drone	¡Error! Marcador no definido.
Figura 21. Los Humedales de Ventanilla	49

Figura 22. Ubicación de población objetivo	¡Error! Marcador no definido.
Figura 23. Ubicación de puntos de control terrestre	59
Figura 24. Excavación para el vaceado del dado de concreto.	60
Figura 25. Vaceado de concreto sobre el dado.	60
Figura 26. Punto de control G-1.	61
Figura 27. Lectura de puntos de orden C.	62
Figura 28. Lectura de puntos de orden C.	62
Figura 29. Marcado de puntos de control	63
Figura 30. Reporte de procesamiento de Software Trimble Bussines Center	64
Figura 31. Planes de vuelo	67
Figura 32. Ejecución de vuelo	68
Figura 33. Puntos de fotocontrol y fotografías	69
Figura 34. Producto obtenido MDT	70
Figura 35. Producto obtenido MDT	70
Figura 36. Ortomosaico	71

RESUMEN

En la actualidad la topografía ha demostrado ser una especialidad muy eficiente en el campo de la ingeniería ya que permite realizar mediciones en terrenos complicados y poco accesibles, esto gracias a los avances tecnológicos con los que se cuenta.

El objetivo de la investigación fue realizar la precisión, costo y diferencias de tiempo entre dos métodos de levantamiento topográficos directo del terreno utilizando estaciones totales y drones de ala rotatoria. Además, los datos se recopilaron a través del trabajo de campo y se procesaron con el software Pix4d Capture para generar superficies que incluyen puntos, ortofotos, formas digitales y líneas de contorno. La información obtenida fue luego procesada mediante el programa AutoCAD Civil 3d con esto generar los puntos y evaluarlos posteriormente.

El tipo de estudio es aplicado por usar instrumentos para la obtener información cuantitativa y compararlos. La muestra es en los Humedales de Ventanilla de 275.45 Has.

Como respuesta, se evidenció que la obtención de datos topográficos con Drone tuvo una tolerancia dentro de los parámetros en ± 0.05 m respecto a la estación total. Por otra parte, en los costos unitarios se presentó una disminución hasta un 30% respecto a la estación total, con respecto al tiempo, se determinó una disminución en el cronograma de ejecución de hasta un 70% respecto al levantamiento con estación total.

De igual manera, se define que la obtención de datos topográficos con Dron de ala rotatoria es más preciso, el costo obtenido resultó ser menor y el tiempo fue menor respecto a la toma de datos topográficos usando estación total.

Palabras clave: Dron, precisión, costo, tiempo, ortofoto, nube de puntos, superficie y topografía.

ABSTRACT

Today topography has had increasingly accurate and reliable results, using techniques and instruments that achieve direct or indirect measurements on all types of terrain.

The objective of the research was to make the difference in precision, cost and time of two direct methods of topographic surveys, with the use of total station and Rotary Wing Drone. The data collection was carried out through field work, and processed with the Pix4d Capture software, obtaining the point cloud, orthophoto, digital elevation model and surface with contour lines. Subsequently, the information obtained with the use of AutoCAD Civil 3d software was processed to obtain the points and their comparison.

This research was applied by focusing on finding mechanisms for obtaining quantitative data and comparing them. The sample is in the area of Regional Conservation Los Humedales de Ventanilla of 275.45 Has.

As results, it was evidenced that the topographic survey with Drone had a tolerance within the parameters of ± 0.05 m with respect to the total station. On the other hand, in unit costs there was a decrease of up to 30% with respect to the total station, with respect to time, a decrease in the execution schedule of up to 70% was determined with respect to the total station survey.

It is concluded that the topographic survey method with rotary wing drone is more precise, the cost obtained was lower and the time was less compared to the topographic survey with a total station.

Keywords: Drone, precision, cost, time, orthophoto, point cloud, surface and topography.

NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DE PRECISIÓN, COSTO Y TIEMPO EN UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL Y DRONE

AUTOR

LUIS CESAR ANTONIO JULCA ALEJO PABLO JOSUE PILCO HUALLPA

RECUENTO DE PALABRAS

15938 Words

RECUENTO DE CARACTERES

91227 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

114 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.8MB

FECHA DE ENTREGA

May 17, 2024 10:45 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 17, 2024 10:47 AM GMT-5**● 15% de similitud general**

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

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

**Biblioteca FIA**Patricia Rodríguez Toledo
Bibliotecóloga

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, la ingeniería de la construcción, para ofrecer y suplir los requerimientos de la población y ofrecer calidad de vida mediante la realización obras civiles como caminos, accesos, construcciones, alcantarillado, entre otros; es necesario un levantamiento topográfico para la realización de los mismos. Esta intervención, en la actualidad, se puede realizar y procesar con diferentes métodos.

PAÍS	PLANEADOR NO TRIPULADO	PLANEADOR TRIPULADO	AVIÓN NO TRIPULADO	AVIÓN TRIPULADO
Inglaterra	Cayley, 1809	Cayley, 1849	Cody, 1907	Cody, 1908
Francia		Ferber, 1901	Du Temple, 1857	Santos-Dumont, 1906
Alemania		Lilienthal, 1891		
Japón		LePriour/Aibara, 1909	Ninomiya, 1891	Nagahara, 1911
Rusia				Rossinsky, 1910
Estados Unidos		Chanute, 1896	Langley, 1896	Hnos. Wright, 1903

Tabla 1. El primer vuelo sostenido conocido sobre tierra..

Fuente: Cuerno, C. (2015)

Del mismo modo, el ingeniero civil en su perfil de formación generalmente realiza intervenciones de topografía, adquiriendo una experiencia de especialización en ese campo lo que impulsa el desarrollo de esta tesis. Respecto a los insumos topográficos, estos han evolucionado conjuntamente con la tecnología, y parecen equipos ligeros, de mayor eficiencia y de uso fácil, cuyos resultados con de alta calidad y confiabilidad; y más aún se ahorra tiempo al momento de ejecutar. Tomando en cuenta la información recogida en los planos.

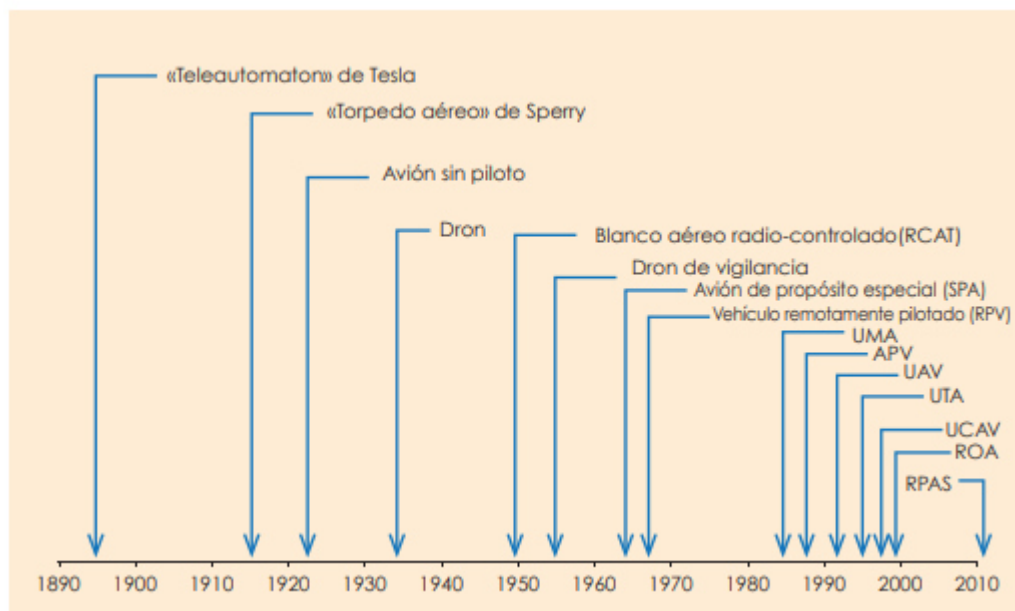


Figura 1. Secuencia de como se estuvo denominando a las aeronaves

Fuente: Cuerno, C. (2015)

La Actual tesis tiene como fin realizar la comparación de la toma de datos topográficos con Dron de ala rotatoria y con Estación Total, basado en costo tiempo y precisión, en función (específicos) pretendiendo así, mostrar al lector no solo el conocimiento teórico del levantamiento fotogramétrico con drones y estación total, sino la ejecución de toma de datos topográficos reales en el área, donde son puestos a prueba los conocimientos y criterios y será responsabilidad de quien lo opera de buscar la alternativa mas adecuada para corregir las dificultades que se den en obra.

Seguidamente se tomó como muestra la zona de la región Conversacional Humedales de Ventanilla, distrito del Callao, de 275.45. hectáreas, para evaluar la precisión, costo y tiempo, para así proponer las alternativas para la ejecución de levantar información topográfica con estación y dron ala rotatoria.

Por último, el aporte de la investigación presentada sirva de referente a la carrera de ingeniería civil, organizada en cinco capítulos, analizados y distribuidos de la siguiente manera:

Con relación a, el Capítulo I, describe la situación del problema, además, se aborda el problema de estudio y clasificar el objetivo general y específico la justificación, hipótesis así mismo delimitando que tan viable es la propuesta tanto a nivel económico como social relacionado al tema de estudio.

En Referente al capítulo 2 se formula antecedentes y bases teóricas previstas en esta investigación, definiciones de términos básicos y supuestos planteados al comienzo de esta averiguación.

En relación con, el tercer capítulo se realizó el enfoque, el nivel y tipo del estudio, y definición de la población y muestra. Al mismo tiempo, menciona las técnicas, instrumentos y procedimientos que se emplearon en este estudio de cómo se recopilaban los datos así mismo como fue el procedimiento también así la definición de las variables de estudio.

En cuanto a, el cuarto capítulo, se da a conocer como exponer el proceso de lo investigado, comenzando con una descripción general del proyecto, después de realizar una preevaluación usando visualizaciones bastante nítidas para de esta manera identificar el acceso y poder acceder totalmente a ubicaciones para foto control, documentación con la misión de encontrar lugares Geodésicos de Orden "C". Seguido el procesamiento de puntos Geodésico, etapa de planificación de vuelo fotogramétrico, post procesamiento de todos los registros y apuntes que se tomaron en el lugar de trabajo.

En lo que se refiere a, el Capítulo V, reflejando los resultados ya obtenidos, una vez calibrado las tomas con las coordenadas en tierra, se continua ingresando la información al programa y así conseguir los puntos necesarios posteriormente obtener lo referente a la curva de nivel, orto mosaico y modelo de elevación digital (superficial y terrestre).

Finalizando así, con la obtención total de los productos con la limpieza de errores encontrados en las curvas de nivel, debido al alto nivel de detalles. Para poder determinar entre ambas alternativas donde se compara y concluye qué sugerencia es la más factible en precisión, costo y tiempo en la ejecución del levantamiento topográfico en Los Humedales de Ventanilla.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

Últimamente, la ingeniería de la construcción, con el fin de satisfacer las necesidades de la población y ofrecer calidad de vida con proyectos de construcción; es indispensable realizar un trabajo de topografía completa para la realización de estos. Esta intervención, en la actualidad, se puede realizar y procesar con diferentes métodos.

El levantamiento topográfico, es esencial para conocer la morfología del terreno. Para dar inicio a la realización de los distintos tipos de obras civiles. El reconocimiento de campo, abarca conocer claramente la forma, los puntos de variaciones de altura, contornos, entre otros. En ese sentido, un expediente técnico tiene que ser muy confiable basado en el levantamiento topográfico, dado que cometer ciertos errores de precisión, trae consecuencias serias a cualquier proyecto, por esta razón los instrumentos a utilizar deben lograr estas exigencias. De darse inexactitudes, podrían generar alteraciones nivel de contrato, con involucramiento del proyecto, y en futuro ocasionar situaciones de tipo jurídico y legal.

Actualmente, los últimos avances tecnológicos, en materia de ingeniería, principalmente en esta área relacionada a lo topográfico, han permitido tener alcance con los drones. Estos, muy usados en el sector de las telecomunicaciones o de uso militar, han incursionado su actuar en la construcción; considerando el tamaño, lo versátil del uso, con un vuelo autónomo. Las nuevas tecnologías que utilizan la ubicación con GPS y trabajan de forma automática permiten intervención adecuada, y corregir posibles defectos en la realidad con lo que realmente se espera, ya que permite la corrección de fallas identificadas a nivel de software permitiendo realizar tareas en diversos campos como: Inspección de infraestructuras, levantamientos topográficos, gestión ambiental, riegos, desastres naturales, en el campo de la minería, entre otros.

De la misma manera, la Estación Total es un instrumento universal para la topografía de alta precisión. Además, los levantamientos satelitales han aumentado debido a su versatilidad e inclusive referidas a aspectos climáticos. Al respecto de los datos obtenidos usando fotogrametría y GPS, surgen interrogantes interesantes: ¿es confiable comparado a un método tradicional directo?, ¿los costos son significativos entre uno y otro método?, ¿hay diferencia de tiempos entre la metodología indirecta y directa? Ante esto, la necesidad de presentar un comparativo, con una aplicación más productiva, tomando las muestras de campo. Frente a este planteamiento es necesario, solucionar el problema de la investigación y así proponer la optimización de recursos, en este caso un proyecto de servicios ecosistémico en los humedales de Ventanilla, Callao.

Ante lo expuesto, surge la pregunta principal que este estudio: ¿En que difiere la precisión costo y tiempo en un toma de puntos topográficos con estación y Dron de ala rotatoria en un proyecto de servicios eco sistémico en los Humedales de Ventanilla, Región Callao?

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general:

¿Como será la diferencia de exactitud, costo y tiempo en una toma de datos topográficos con estación y Dron de ala rotatoria en un proyecto de servicios ecosistémicos en los pantanos del distrito de Ventanilla, ubicado en la Región callao?

1.2.2 Problemas específicos:

¿En cuánto va diferenciar la tolerancia en una toma de datos topográficos con estación y Dron de ala rotatoria en un proyecto de servicios eco sistémicos en los pantanos del distrito de Ventanilla ubicado en la Región Callao?

¿Cuál es la diferencia de costos unitarios en un levantamiento topográfico con estación total y Dron de ala rotatoria en un proyecto de servicios ecosistémicos en los humedales de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao?

¿Cuál es la variación del cronograma de ejecución en un levantamiento topográfico con estación total y Dron de ala rotatoria en un proyecto de servicios ecosistémicos en los humedales de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

Determinar cuál es la diferencia de precisión, costo y tiempo en un levantamiento topográfico con estación total y Dron de ala rotatoria en un proyecto de servicios ecosistémicos en los Humedales de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao.

1.3.2 Objetivos específicos:

Determinar cuál es la diferencia de tolerancia en un levantamiento topográfico con estación total y Drone de ala rotatoria en un proyecto de servicios ecosistémicos en los humedales de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao.

Determinar cuál es la diferencia de costos unitarios en un levantamiento topográfico con estación total y Drone de ala rotatoria en un proyecto de servicios ecosistémicos en los humedales de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao.

Determinar cuál es la variación de tiempo en un levantamiento topográfico con estación total y Drone de ala rotatoria en un proyecto de servicios ecosistémicos en los humedales de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao.

1.4 Justificación e importancia

1.4.1 Práctica

Carrasco (2019), a decir del autor, la investigación debe servir para solucionar problemas (p. 119)

Por ser un método replicable que pueden aplicarse en cualquier contexto en la obtención de datos a través de la medición en el campo. La presente investigación tiene importancia y relevancia, porque contribuirá a la sociedad como un instrumento de medición preciso para hacer levantamientos topográficos de toda índole, simplificando en tiempo, costo y toma de datos del lugar de interés.

1.4.2 Teórica

Carrasco (2019), sustenta que los resultados obtenidos, contribuyen a la investigación científica y sirven para llenar vacíos teóricos existentes.

Esta investigación se ejecutó con el fin de “fomentar el uso de esta técnica e implicancia en la precisión de los aparatos de vuelo sin tripulación”, como un instrumento para conseguir datos de campo, cuyo producto de esta investigación podrá sistematizarse en una propuesta para ser incorporado como conocimiento en el campo de la ingeniería. Este trabajo muestra su valor teórico al permitir describir con la más absoluta objetividad, poder aportar conocimientos, que tienen una aplicación muy importante, que no es aprovechada en su real dimensión debido a su poco conocimiento y complejidad. La teoría que sustenta el uso de aparatos de vuelo sin tripulación de manera óptima y poder realizar levantamientos topográficos, considerando la rigurosidad estadística que exige para la obtención de datos modelo que

influncie en la población a estudiar.

1.4.3 Metodológica

Carrasco (2019), sustenta que, al utilizar métodos, procedimientos y técnicas e instrumentos, y ser utilizados en potras investigaciones, muestran validez y confiabilidad al resultar eficaces, entonces se deduce que pueden ser estandarizados, en ello radica su justificación metodológica (p 119).

Desarrollar y trabajar en esta tesis va ser util como guía, para la realización de otras investigaciones, ya que los mecanismos que se emplean así como el método, permitirán la obtención de datos con artefactos aéreos no tripulados para la especialidad de ingeniería y construcción.

1.5 Limitaciones de estudio

Según Bernal (2010), en un en este tipo se estudió se presentan dificultades en los tiempos, estos pueden ser retrospectivos o prospectivos.

Referente a las normas de regulación aparatos aéreos fotogramétricos con equipos de vuelo sin tripulación, no están establecidas para ello se realizará en base a principios ya definidos en otras publicaciones.

Para este existen restricciones en cuanto a los equipos se utilizan para este tipo de trabajo, por ello se toma en cuenta las características del equipo su antigüedad, versión, modelo, sensibilidad, facilidad de operación entre muchos otros factores, por ello tomo en cuenta un equipo acorde al propósito.

1.6 Viabilidad

En el actual estudio se cree factible tomando en cuenta la practicidad de acceso al sitio donde se ejecuta la tesis, así como contar con toda la información pertinente y pruebas anteriores realizados por diferentes entidades relacionas al tema de la presente investigación como, por la región Callao, ANA, Midagri así como instituciones del estado vinculadas con el área relacionada ubicado los pantanos de Ventanilla, región callao Departamento de Lima.

1.6.1 Viabilidad técnica

Se cuenta con datos confiables y relevantes, y sus bases son constantes en el logro de este estudio. Así también, de realizar levantamientos topográficos, existen parámetros y normas establecidas por el MINAM y MINAGRI también se cuentan con las certificaciones de calibración de los equipos topográficos, para los diferentes métodos directo e indirecto, los cuales serán referenciados con puntos geodésicos certificados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

1.6.2 Viabilidad social

Estos estudios topográficos realizados en los ACR Humedales de Ventanilla, no son invasivos, por tanto, no afectan su ecosistema natural.

Así mismo no es un factor que pueda afectar en la actividad social de la población de los AAHH y asociaciones cercanas al ACR pantanos de Ventanilla .

1.6.3 Viabilidad económica

En este caso, los medios económicos a considerar en este estudio muestran su viabilidad al contar el debido presupuesto ´par mano de obra, equipos topográficos, personal técnico, transporte, otros.

1.7 Impacto potencial

1.7.1 Impacto potencial teórico

Este facilita identificar por que método optar para el levantamiento topográfico y factibilidad económica entre estación total y Drone de ala rotatoria de un proyecto ecosistémico de los pantanos del distrito de Ventanilla, provincia del Callao.

Así mismo, esto permitirá comparar alternativas que se están investigando desde el campo de precisión, costo y tiempo. Para una correcta elaboración de expediente técnico.

Igualmente, la utilidad de este estudio facilitará la comparación de precisión, costo y tiempo entre las dos alternativas a emplear, asimismo, el proceso de imágenes obtenidas en el vuelo mediante la fotogrametría (Pix4D Mapper), se procesará con la finalidad de recabar la información topográfica.

1.7.2 Impacto potencial práctico

En cuanto al impacto práctico, los posibles beneficiarios de este tema de investigación, se determina que favorecerá a la comunidad de ingenieros civiles así como aquellos relacionados a construcción, así como a los pobladores del distrito de Ventanilla, los cuales podrán tener toda la información a su disposición, visualización, presentación y procedimientos para la obtención de datos, con el fin de seguir y evaluar entre dos opciones para recopilar información técnica topográfica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

En relación a Villareal (2015), afirma en un trabajo de investigación titulado “Estudio de control de mediciones topográficas utilizando aparatos sin tripulación (UAV) referente a la magnitud en lugares de control”. Además, tuvo como finalidad conocer que precisos son los datos de topografía teniendo en cuenta la cantidad de zonas controladas y crear un ejemplo digitalizado del área estudiada utilizando drones. Esta metodología implicó recolectar información a través de cartografía y/o terreno y establecer lugares de toma de información con la finalidad de delimitar el campo en análisis. Continuando con la línea de vuelo, se determinaron los tiempos de adquisición de las imágenes de manera que se lograra una superposición del 75% en sentido longitudinal y del 30% lateral. Por ello, el estudio concluye que la toma de datos topográficos con dron es de 1,64 píxeles para los tres modelos aplicados, con diferencias en la cantidad y posición de los Lugares de control.

Con relación a, Claros, E. (2016). Menciona en su estudio que la “Adaptación en fotogrametría por aire en toma de datos topográficos haciendo el uso de aparatos de vuelo sin tripulación”. Donde el propósito fue sobreponer la fotogrametría a menor altitud en toma de datos topográficos con aparatos sin tripulación. Método utilizado por fotografías por aire y zonas de control, lugares de sostén que puedan verse en fotografías detectadas por el dron para establecer las coordenadas reales con las que se registran por el dron, y poder corregir los errores y obtener más eficientes datos con la forma digital de la zona superficial. Para procesar la información se aprovechó Pix4D Mapper Pro. Concluyó que para obtener mejores resultados es importante los métodos tradicionales como el GPS, estación, entre otras, etc. Pero apoyándose con nuevos mecanismos para compensar los errores obtenidos.

Fitzpatrick, P. (2016). En la Tesis titulada “Unmanned aerial systems for surveying and mapping: cost comparison of uas versus traditional methods of data acquisition”. Su principal objetivo general es utilizar diferentes métodos de investigación comparativa para analizar los datos obtenidos en toma de datos por topografía, haciendo empleo, un aparato de vuelo sin tripulación de ala fija (Drone JOUAV Ala Fija CW-010) y estación total. Teniendo como objetos de estudio determinar los recursos de costo entre ambos métodos. Teniendo como hipótesis que el uso de UAS en contraste con la estación total, es mejor en aspectos de tiempo, costo y precisión. La muestra de estudio fue aproximadamente de 10 acres en el estado de Texas, destinado a carretera, el proyecto de investigación determinó que el aparato de vuelo no tripulado tiene menor precisión, por sólo aproximadamente 0,5 pies en comparación con el método LiDAR tradicional. Según las pruebas realizadas como parte de este trabajo de tesis, se determinó que el uso de UAS para la cartografía topográfica es más rentable que los métodos tradicionales, con ciertas limitaciones es el requisito de mantener la línea de visión con el avión en todo momento. Por ejemplo, en una asignación de mapeo reciente después de un desastre natural.

Lapa (2019), en sus antecedentes internacionales, menciona al actual magíster Héctor Neria Álvarez, quien en el año 2013 realizó un estudio titulado “La fotogrametría satelital presentada en el punto de estudio para la ingeniería y arquitectura de la Universidad Politécnica Nacional D.F”. Llego a las siguientes conclusiones: La geometría, comparada con otros es una ciencia nueva, con problemas por absolver y métodos por descubrir. La fotometría va por detrás del impacto de los aparatos con control automatizado. Los sensores recogen la información del terreno mejorando la posición; reduce los errores, muestran las zonas de registro de cámara logrando la automatización de la Aero triangulación analítica. Las curvas de nivel y ejemplos en digital del lugar de investigación se reducen; las fotos se clasifican en forma automatizada tomando la información que proviene de ellos; los procesos de procedimientos cartográficos son ágiles; se desarrollan los productos en gráficos, digitales o

imágenes. Cabe destacar que esta ciencia es la clave en adelante porque la fotometría es la geolocalización inercial, de detectores. Esta ciencia ya no tiene fronteras y cada día aparecen nuevos desafíos y requiere estudio constante para entenderla.

Asimismo, Lapa (2019), menciona en su tesis a Humberto Sandoval García que en el año 2015 en sus tesis de investigación “estudio de precisión de levantamiento topográfico a baja altitud empleando UAV”. Facultad de Ingeniería “U. Nacional” de Loja Ecuador, obtuvo como resultado la información que se detalla a continuación.

Levantamiento topográfico a baja altitud con UAVs mostró ventajas de flexibilidad, precisión, bajo costo, con imágenes de alta resolución en zonas con acceso complicado. Por su flexibilidad las plataformas UAV permiten evitar errores entre el recojo de datos terrestres y aéreos. Permitiendo obtener modelos digitales del terreno de manera detallada. Del mismo modo, el ahorro de tiempo, para el levantamiento topográfico utiliza horas mínimas (hasta 30 hectáreas diarias), a diferencia de métodos tradicionales.

Es así que se genera la reducción de costos operativos, además, hay seguridad cuando se accede a terrenos de cierto riesgo.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Lapa (2019), señala en su estudio titulado “Precisión de levantamientos topográficos por aparatos de vuelo sin tripulación y estación T. en la UNI”, cuyo objetivo era determinar en base a los puntos de error lineal, con un nivel de confianza del 95% y un 5% de incertidumbre, empleando la estadística de la prueba Z probabilidad Normal. Se aceptó la hipótesis nula comprobando la recolección de datos información con aparatos de vuelo sin tripulación con respecto a la estación T en la UNI - 2016, muestra como resultado una precisión permitida de 0.02m.

Esta prueba ha demostrado que el modelo del terreno a partir de datos adquiridos por medios aéreos utilizando vehículos aéreos o tripulados

hexacóptero, puede competir con éxito en cuanto a la precisión, con un levantamiento convencional topográfico de suelo completo, utilizando Estación Total.

Cabada (2019) en su investigación “análisis de exactitud y precios de Levantamientos Topográficos Utilizando Estaciones Totales y Aeronaves Operadas a Distancia (rpa-drons) en la localidad de Cashapampa”, publicado en la UPN en Cajamarca. Donde el propósito fue realizar un comparativo entre la toma de información topográfica con estación T. y RPA (dron). Igualmente, la conclusión confirma que RPA (dron) es hasta diez veces más preciso en términos de punto, elevación, terreno.

Con relación a, Tacca H. (2015), menciona un estudio titulado “Comparación de resultados de levantamientos topográficos por métodos convencionales y fotogrametría con dron utilizados en las obras de ejecución en avenida expresa Costa Verde, dirección al Callao KM 0+0.00 al KM 4.0+ 987.26”, Callao”. Con el propósito fue “comprobar resultados de medidas con una estación total; con las medidas registradas con Drone (UAV”. Sobre precisión, el modelamiento y comparación de tiempo en las modalidades de trabajo. Las conclusiones, fueron que al comparar los resultados entre la estación total y el Drone (UAV), el grado de confiabilidad, valor económico y duración con el 95% de confiabilidad, y el tiempo empleado en el proceso de aerofotos es más eficaz, sin embargo, en la etapa de gabinete, tiene mayor impacto la información registrada con estación T.

Inga (2019), sustentó la Investigación titulada Diseño de carreteras utilizando herramientas BIM y vuelo no tripulado, en este estudio se muestran problemas asociados a proyectos de infraestructura vial con las diferentes especialidades, considerando las imprecisiones documentales de ingeniería las cuales ejecutan de forma tradicional con softwares muy populares en los mercados laborales como AutoCAD, Civil 3D y AutoCAD , y que al usarlas es muy cotidiano modificaciones adicionales de obra no previstas en diferentes etapas del proyecto; sean en los perfiles, de pre factibilidad , factibilidad y

expediente técnico. Por ello sostiene el tesista, lo conveniente de aplicar un modelo virtual, que abarque todas especialidades participantes, resultando un mejor diseño, modelamiento y visualización del proyecto vial. Esto conlleva a promover el uso de Herramientas Virtuales (BIM) y vuelo no tripulado DRON, referente a construcciones viales.

Las conclusiones, que el investigador precisa que, es justificado la inclusión de herramientas tecnológicas modernas que permiten el ahorro de tiempo, trabajo y costo del expediente técnico, en este sentido, es impostergable el uso de BIM y Drones a fin de mejorar las metodologías de diseño de carreteras específicamente en la partida topográfica.

Rabanal (2011), es su estudio planteado como “Integración de Sistemas de Aeronaves No Tripuladas con Control Autónomo de Equipos Aéreos en el área agrónoma de Precisión en la PUCP”. Se planteó como finalidad mostrar las bondades del empleo del dron en labores de ingeniería. Tomo en cuenta los avances tecnológicos con el diseño sin mando, a distancia, que se utilizan para el censado remoto de los cultivos. Concluye que los vehículos aéreos no tripulados, con relación a, OSD UAV ahora existen también aplicaciones civiles para la aplicación en topografía, predicciones meteorológicas, ubicación de incendios, agricultura, etcétera (Valavanis, 2007).

2.2 Base teórica

2.2.1 Definiendo Topografía

Con relación a, Cruz (2008), la topografía considerada como la ciencia que abarca la topografía se considera una ciencia que implica el proceso de determinar ubicaciones o zonas superiores o inferiores de la zona de evaluación, considerando la distancia, elevación y dirección. Es también necesario considerar, la definición de “levantamiento topográfico” que son conjuntos de operaciones que se encargan de ubicar y registrar ubicaciones en un mapa de la tierra, los cálculos correspondientes y su representación en el plano. Además, la topografía se puede dividir en geodesias, fotogrametrías y topografías planas.

De igual manera, en el campo topográfico se tienen que hacer correcciones en los terrenos (trazos sobre los terrenos) para la ejecución de un sin número de proyectos de ingeniería, considerando lo plasmado en un plano. Incluye, obras de deslinde, divisiones de las tierras (agrodesias), catastros rurales y urbanos, así como trabajos en campos subterráneos.

De la misma forma, la poligonal es un procedimiento que emplea la topografía de manera más común, estableciendo puntos de control con extrayendo datos para el diseño de plano, replanteos en proyectos así como en la supervisión en obra.

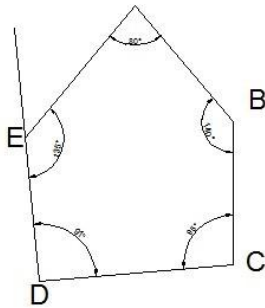


Figura 2. Poligonal cerrada.
Elaboración: Los autores (2021).

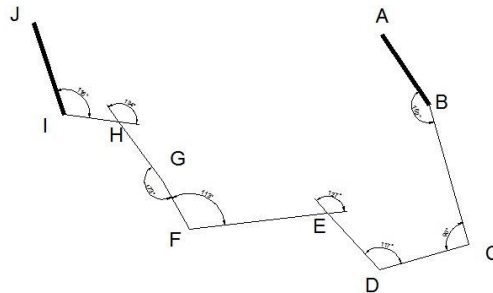


Figura 3. Poligonal Abierta con control.
Elaboración: Los autores (2021).

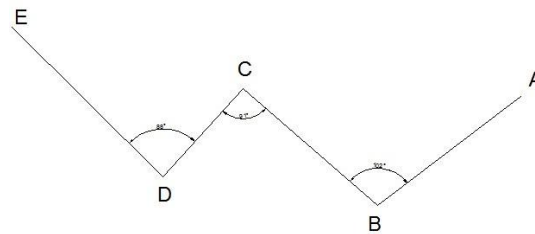


Figura 4. Poligonal Abierta sin control.
Elaboración: Los autores (2021).

2.2.2 Definición de Geodesia

Según Enríquez (2006), la geodesia se relaciona con el estudio de mayores magnitudes y distancias en comparación con la topografía, sobre tamaño y forma y de la intensidad de su campo gravitatorio tomando en cuenta la curva del planeta.

En el aspecto práctico, proporciona apoyo para los levantamientos topográficos

por las mediciones y cálculos de las coordenadas.

Se define entonces, como aquella ciencia que usa medios matemáticos, para obtener la forma, dimensiones y los puntos geodésicos.

Geodesia, expresa división de la Tierra, algunos establecen diferencias en la Geodesia por teoría y en el campo mientras la primera, estudia la forma y dimensiones, la segunda, determina la medida de porciones terrestres. Para otros a Geodesia sirve de apoyo para levantamientos topográficos.

Diferencia entre Geodesia y Topografía:

Ambas disciplinas son importantes en el campo de la construcción e ingeniería, tienen el mismo fin y finalidad de georreferenciar un área determinada, aunque la topografía es más se emplea en proyectos de menor tamaño mientras que la geodesia ve más el estudio de las coordenadas de la tierra desde punto de vista geométrico, entonces esta segunda abarca áreas de mayor magnitud como grandes ciudades, como no se podría realizar con la topografía.

Proyección Cartográfica:

Representa la curvatura de tierras, en superficies planas mediante la proyección del plano.

Es la matemática transformada que proyecta la esfera en el plano, y hace la conversión de los puntos topográficos (Latitud y longitud) en puntos de ubicación de ejes cartesiano (X y Y)

Formas de la Tierra y Superficies de Referencia:

Según el Instituto Geográfico Nacional (2011), el planeta tiene aspectos complejos, achatamiento en los polos, un hemisferio presenta mayor volumen y rugosidad por relieve del terreno. El elipsoide son aproximaciones a la figura del planeta, que es estudiada por la geodesia.

- **Elipsoide:**

El elipsoide permite hacer cálculos, como figura matemática utiliza fórmulas analíticas.

- **El Geoide:**

El geoide se muestra continuamente perpendicular a la línea de gravedad zonal en cada lugar. Se describe como plano equipotencial de la zona de gravitación del planeta.

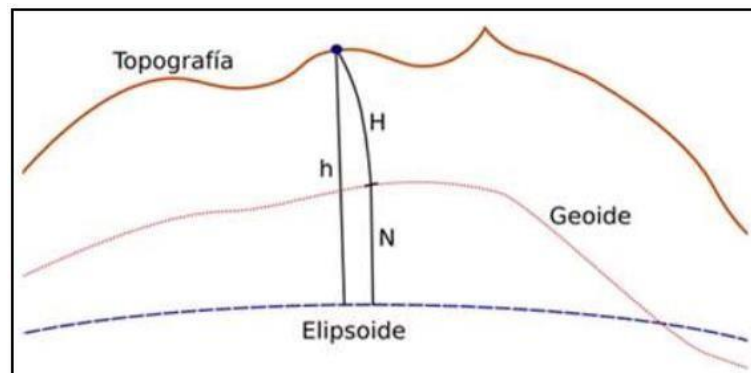


Figura 5. Las tres superficies del planeta.

Elaboración: Los autores (2021).

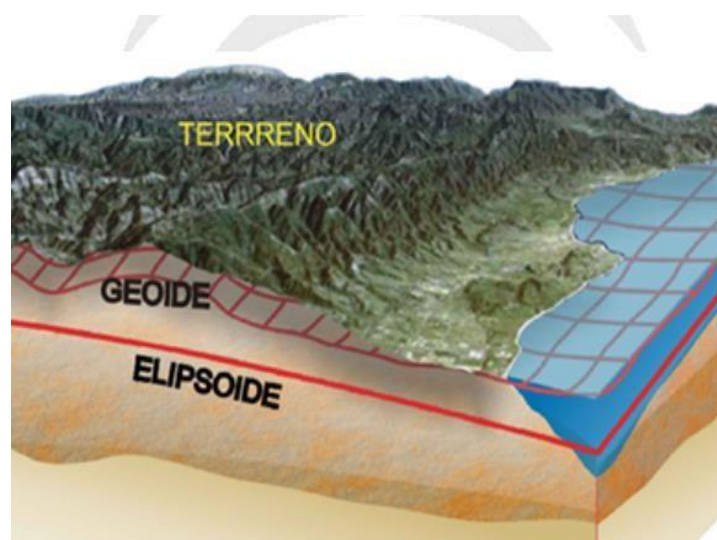


Figura 6. Superficies de la tierra.

Fuente: Los autores (2021).

2.2.3 Definición de Cartografía

La cartografía como procedimiento gráfico, representa el área de la geografía utilizando escalas y las herramientas para proyectar, representando el terreno en planos según la escala que se emplea. Para procesar se puede utilizar dos dimensiones considerando la forma del vector, líneas, punto o polígonos, forma ráster u orto representaciones, sin embargo, en la actualidad se utilizan en tres dimensiones mediante 3D. acompañadas de su escala respectiva, mediante puntos topográficos y la información de los parámetros aparecen en el plano de estudio.

Actualmente, Mendoza (2020), afirma que sobrevolar los terrenos con Drones ha permitido la reducción de costos debido a una sencilla interacción con la tecnología y los terrenos

2.2.4 Definición de Datum

Como sistema Geodésico se define por la posesión de la superficie y mantenida en el espacio; generando una red de puntos. Los datos Geodésico son agrupaciones de datos que permiten clarificar el plano referencial al calcular las coordenadas de puntos terrestres.

- **Datum Horizontal:** zona referencial geodésico con fin de realizar el levantamiento y poder determinar: longitud, azimut y altitud en un trazo tomando en referencia los puntos y los datos del elipsoide
- **Datum Vertical:** se calculan las elevaciones según la zona que se nivelo que utiliza zona referencial, se selecciona el geoide, considerando el nivel medio del mar es decir el area equipotencial de la zona gravitatoria de la tierra.

- **Coordenadas Geográficas:**

- a) Proyección Mercator**

Según Salcedo (2007), la proyección de la tierra se realiza de manera horizontal y vertical en un cilindro, ejecutando así la Proyección Universal Transversal (UTM). Llamado de Mercator en honor al científico y cartógrafo.



Figura 7. Proyecciones cilíndricas de la tierra
Elaboración: Los autores (2021).

- b) Zonas UTM**

La proyección UTM, dividió la tierra en sesenta zonas de 6°
El Perú se encuentra en las zonas 17, 18 y 19.

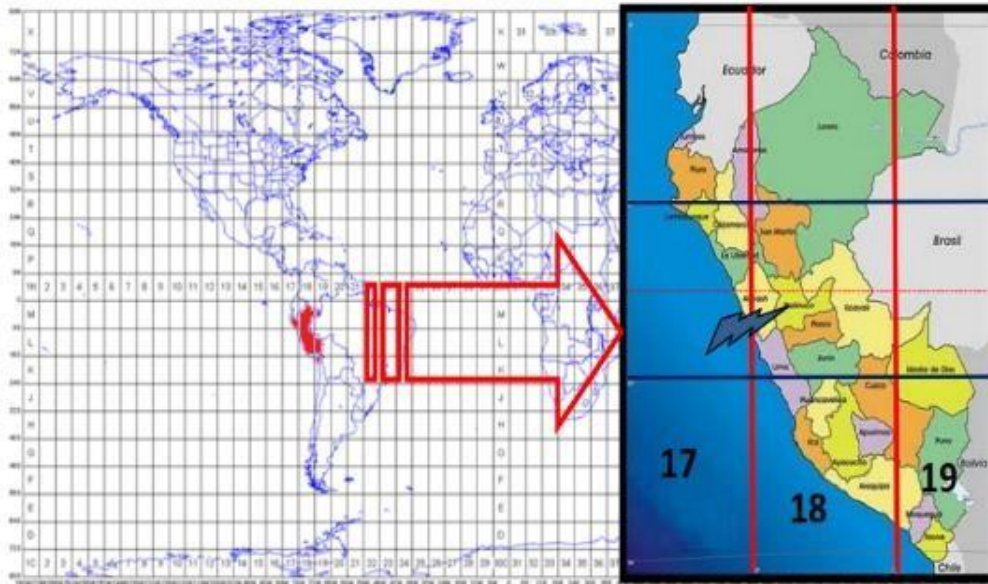


Figura 8. Zonas UTM, Ubicación del Perú.

Elaboración: Los autores (2021).

Para Mercator, existen sesenta zonas que abarcan la tierra y van de los 85° Norte y los 81° Sur, cada zona abarca 5° de ancho y cada zona posee un meridiano centro, con coordenadas UTM similares, a cada zona.

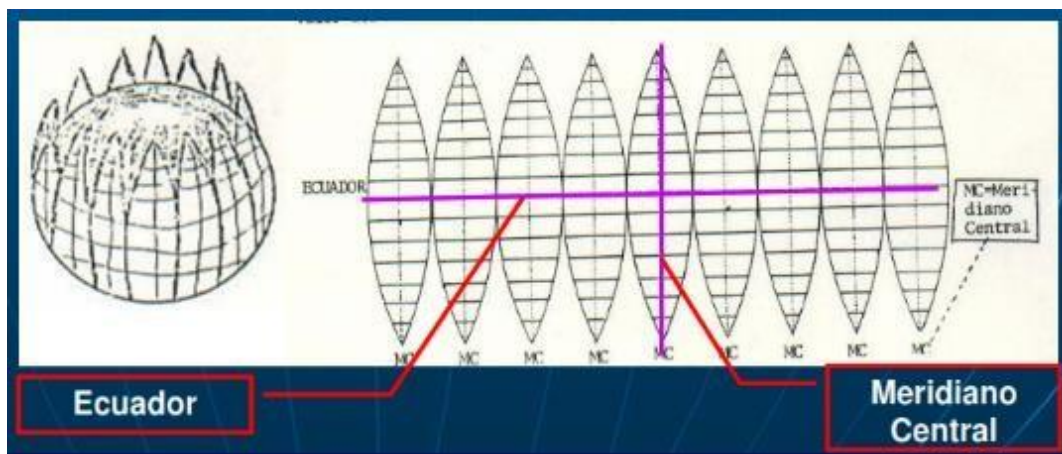


Figura 9. Líneas de ecuador y meridiano.

Elaboración: Los autores (2021).

c) Zona y coordenada

La coordenada Y:

Ecuador, punto de inicio de la medición.

El norte, a partir de 0

El sur, el valor de 10 000 000 es en el Ecuador y se le va restando.

La Coordenada X. Se cuenta a partir del Meridiano centro, 500 000 es la estimación otorgada.

2.2.5 Sistema GNSS

Se define como una herramienta de navegación satelital, como los que tenemos orbitando alrededor del planeta. Estos sistemas de navegación satelital constan de estructuras distintas: un segmento de espacio, control, y finalmente de consumidores. Si falta uno de estos segmentos no se consideran GNSS.

a) Segmente espacial

Es el compuesto por el par de satélites de navegación y comunicación, cuando gira en torno a la tierra, se distribuyen en planos orbitales divergentes, el siguiente, forman el sistema de acrecentamiento que permiten la mejora de fallas en posiciones.

b) Segmento de control

En tierra son grupos que sirven para recoger información de satélites. Por ello los países según el criterio de su conveniencia forman su estructura.

Las tareas asignadas son garantizar prestaciones del sistema a

través de un seguimiento segmentado espacialmente a fin de considerar ciertas manipulaciones ubicación orbital y provisional, cuyo posicionamiento en las órbitas logran dar información sincronizada. Enviando información y ediciones en los puntos orbitales que podemos acceder de los diferentes satélites que están en torno al nuestro planeta.

2.2.6 Fotogrametría

La fotogrametría es un método y procedimiento que se utiliza para tomar en cuenta la forma y dimensiones. Esta técnica utiliza está basada en principios de la visión estereoscópica. Y la geometría de carácter proyectiva es por esta razón que el análisis de figuras fotográficas se torna necesaria un procedimiento medido indirectamente; en este caso, llas fotografías dependen del tipo de sobremanera de la cámara utilizada.

Es entonces que se afirma que la fotogrametría es la medición por medio de fotos. Si se procesa fotos, se recopila datos referente a la forma del elemento desde el principio, ósea, datos bidimensionales. Si procesamos 2 imágenes, en el área pública de estas fotos, podremos tener visión estereoscópica; o dimensión tridimensional.

La fotogrametría tiene como fin la interpretación de imágenes fotográficas mediante procesos de registro. Para lograr obtener una información de tipo cuantitativa, confiable a los objetos de estudio.

La fotogrametría se ha separado en dos áreas muy marcadas, en cual son del factor interpretación y además de la métrica.

Esta es adecuada para ingenieros que se encuentran en el rubro de la geodesia, sirve determinar la distancia, la elevación, el área, el volumen, la sección transversal y dibujar ortofotos basados en los resultados de la medición en la foto.

Según García et al. (2012), La fotogrametría utiliza grabación de fondo y telemetría, sus factores y características definitorias se presentarán más adelante, la tecnología de fotogrametría actual utiliza una combinación de tecnologías de teledetección y fotointerpretación, estas tres tecnologías son complementarias; el objetivo principal de la asignación del plano.

2.2.7 Levantamiento Fotogramétrico

Actualmente la topografía se apoya en la fotogrametría en los levantamientos fotogramétricos.

De las imágenes, recoge datos, referente a la forma del elemento, ósea, data bidimensional. Al usar 2 unidades de imágenes, el campo compartido será tridimensional; sería una un procedimiento para medir en forma 3D, cuyo mecanismo es el uso de fotos entre diferente proceso de control remoto unidos a la zona referencial topográfica en el campo de medición.

Según Jiménez et al. (2019), Hay errores en cualquier encuesta y los errores pueden ser inherentes al instrumento utilizado para la medición, considerado como error accidental; así también puede ser errores de la misma dirección cuyos cambios permanecen durante un lapso temporal, falla de sistema; o ser condicionados a equivocación, llamado error grosero.

Conviene clarificar la en el levantamiento de datos que sean precisos y exactos. La precisión es la fidelidad en el momento de la medición considerando su valor promedio y su valor verdadero.

2.2.8 Beneficios y limitaciones de la fotogrametría

Beneficios

Durante el transcurso en recuperación propio, Podrá utilizar ascensores más rápidos. Cabe señalar que los vuelos de fotogrametría a veces se demoraran por mal tiempo.

Para casos en que ingresar al terreno de estudio es muy difícil este procedimiento fotogramétrico es ideal porque ingresar al área de estudio. Solo se debe visitar la zona donde se encuentra el punto de apoyo.

Registra todo el terreno de forma continua. La información detallada de la zona quedara grabada en las imágenes. Pero, a través de los levantamientos del terreno, solo están disponibles ubicaciones de las zonas de medición, y representa una cantidad bastante corto en comparación con todo el terreno.

Reducir precios. Tiene que ver con la zona de trabajo a restaurar. Iniciar de 200 hectáreas. En comparación con el método del terreno, el método de fotogrametría es más competitivo y, a medida que se expande el área, esta competitividad también aumenta.

La fotogrametría se aplica en zonas intransitables, como pantanos, desiertos, bosques vírgenes, territorios atacados por enfermedades así tomados por entes agresores, entre otras. La aerofotogrametría agrega ventajas, como efectuar control en un determinado momento.

Limitaciones

En caso de que la zona presente abundante maleza esto complicara la visibilidad del equipo, complicando se pueda capturar lo que este obstruido en su parte inferior. En tal modo va a ser necesario asentar las ubicaciones de los objetos, es necesario medir estos objetos en el lugar a través del terreno clásico.

La ubicación de contornos será no sería visible por ello sería complicado hallar el recorrido de las curvas de nivel en una zona plana. Por lo tanto, los puntos limítrofes se colocan en restauración o complementados con trabajo de campo.

2.2.9 Clasificación de la fotogrametría

Especialidad: Esta subdividida en tres áreas terrestre, aérea y espacial es de acuerdo al modelo de foto a emplear. (Quirós, 2014)

Fotogrametría: Su principal aplicación es en la realización de levantamientos. Emplear la foto en una dirección continua y paralela al área de ejecución. Se toman fotos desde el suelo y utilizan la fotografía en tal posición que el ángulo en el que el equipo fotográfico trabaja es horizontal y continua al suelo y objeto debidamente conocido.

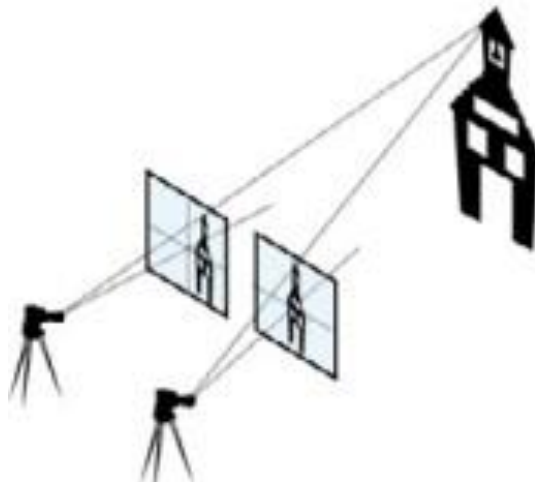


Figura 10. Realización de fotos terrestre

Fuente: (Inducción a la fotogrametría)

Fotogrametría aérea: Para Herrera, (1987), es la que al colocarse

en el aire puede obtener tomas y ubicarlas en un área especial para el ejemplo tenemos una foto tomada desde un avión; la posición del eje de la cámara es en línea recta hacia el suelo o la superficie.



Figura 11. Fotogrametría en toma aérea

Fuente: (Inducción a la fotogrametría)

Fotogrametría Espacial.

Los satélites son fuente de información y por ello se puede obtener las fotos sin ningún inconveniente, teniendo así la siguiente imagen que hace referencia a lo indicado líneas arriba.



Figura 12. Obtención de fotos mediante satélites

Fuente: (Inducción a la fotogrametría)

Según la metodología empleada: puede considerar 3 clases: Foto-grametría analógica, Foto-grametría analítica y Fotogrametría digital, esto depende del método utilizado.

Foto-grametría analógica: Esta trata de el uso de equipos para reemplazo óptico y mecánico en los que el operador alinea ciertas imágenes y diseñar una forma tridimensional del nivel así como escala adecuados.

Según Otero et al. (2016), la fotogrametría analógica permite reconstruir el diseño en el espacio usando programas mecanizados y opticos, utilizando para ejecutarlo diez fotografías.

En el caso de la fotogrametría de precisión creó un programa que restaura el proceso para aumentar el tiempo y alcanzar el nivel de precisión con diferentes proporciones que se puede procesar la información en un sistema CAD.

Esta técnica genera una variación en la metodología de trabajo ya que los avances tecnológicos facilitan mejor exactitud usando los cálculos matemáticos, en vez de la analogía mecánica

Otero et al. (2016), los programas informáticos plantean la simulación de la geometría en los modelos espaciales

Fotogrametría digital: Las computadoras y los programas aplicados permiten la utilización de 3D con los modelos digitales en el terreno. Esta salida puede ser utilizada como parte de la información para generar metodos de investigacion de tipo geográfica.

Para Otero et al. (2016), la foto-grametría digitalizada se basa en fotos convertidas digitalmente en datos de ingreso, y también reconstruye el modelo espacial digital o digitalmente; en este caso, los conceptos relacionados con el procesamiento de imágenes digitales cobran gran importancia.

Las fotos pueden presentar varias formas según los criterios utilizados. Se pueden adoptar tales ángulos de exposición, especificaciones o métodos de uso.

Sobre las clases de fotos del aire es posible seleccionar diversas formas según los criterios utilizados. Se pueden adoptar tales ángulos de exposición, especificaciones o métodos de uso.

Tipo de Entrada Procesamiento Salida fotogrametría			
Analógica	Película fotográfica	Analógico (óptico mecánico)	Analógica
Analítica	Película fotográfica	Analítico (computadora)	Analógica
Digital	Imagen digital.	Analítico (computadora)	Digital

Tabla 1. Foto-grametría según su tratamiento

Elaboración: Los autores (2021)

Sobre el ángulo que muestran, consideramos los siguientes:

Las fotografías de tipo verticales: Se refiere a la posición en la que se coloca la cámara para que el eje óptico del objetivo sea paralelo durante la exposición a la línea vertical (90°) cuya inclinación no debe pasar los tres grados.

Fotografías oblicuas: Son fotografías que sopera 3°. Conforme a ello, cabe la posibilidad que no se vizualice el confin. caso contrario se calcula la esquina de la pendiente.

Fotos modo panorámico: para Orellana (2006,)este tipo de fotos hacen posible

el registro del horizonte.

Por las especificaciones podemos considerar los siguientes: Según la escala, el tiempo anual, la mezcla de imagen y la manera como se aplican todas las imágenes.

También podemos considerar la No corregidas: estas son imágenes más barata y fiel de la película negativa, siendo los más adecuados para la mayor parte de propósitos cuyo tamaño es realmente de conveniencia; que se utilizan generalmente en el trabajo de campo y para uso de estereoscopios de bolsillo para la investigación.

Las Compensadas evidencian variaciones sobre todo de escala entre fotografías eliminadas.

Rectificadas: este tipo de fotografía se toma inclinando ligeramente la cámara verticalmente, porque no se puede obtener la verticalidad en un avión en movimiento y vibrante.

2.2.10 Adaptacion de la fotogrametría en construccion civil

En ingeniería en forma general se muestra la existencia de cuatro principales acciones que son muy utilizados en fotogrametría. Así tenemos las vías de comunicación donde se estudian cómo establecer los trazos; Planificación territorial, en la ordenación del terreno y la planificación urbana e hidrográfica, al realizar estudios en las cuencas, considerando ciertas deformaciones de presas y en la ejecución de movimiento de tierras, que interviene al medir los volúmenes que se remueven.

Foto-grametría digital.

El cambio a la foto-grametría digitalizada representa cambiar fundamentalmente la instrumentación, el proceso y respuesta; con ello algunos dicen que es producto del cambio tecnológico. Este campo nos ayuda a cerrar brechas que anteriormente dificultaban el estudio de terrenos con acceso limitado o complicado apoyado de la tecnología y de forma aérea.

Este procedimiento apoya en tecnología digitalizable, que es un proceso automatizado mediante el software digital de la misma manera sucede con las fases 2 y 3 pudiendo presentarse algunas modificaciones en la fase primera (imagen 1).

La finalidad básica en el proceso foto gramétrico, independientemente del método de construcción que se adopte, es obtener la información espacial del objeto en la forma digital de la imagen del sistema fotogramétrico digital en las circunstancias específicas. Actualmente, para la obtención de imágenes fotográficas digitales se utilizan dos procesos elementales: digitalizar las fotos analogas, obtenidas con un equipo convencional y usar detectores modo digital, dotados con un convertidor de características analógo/digital.

La imagen describe el esquema del proceso por fotogrametría en su forma digital:

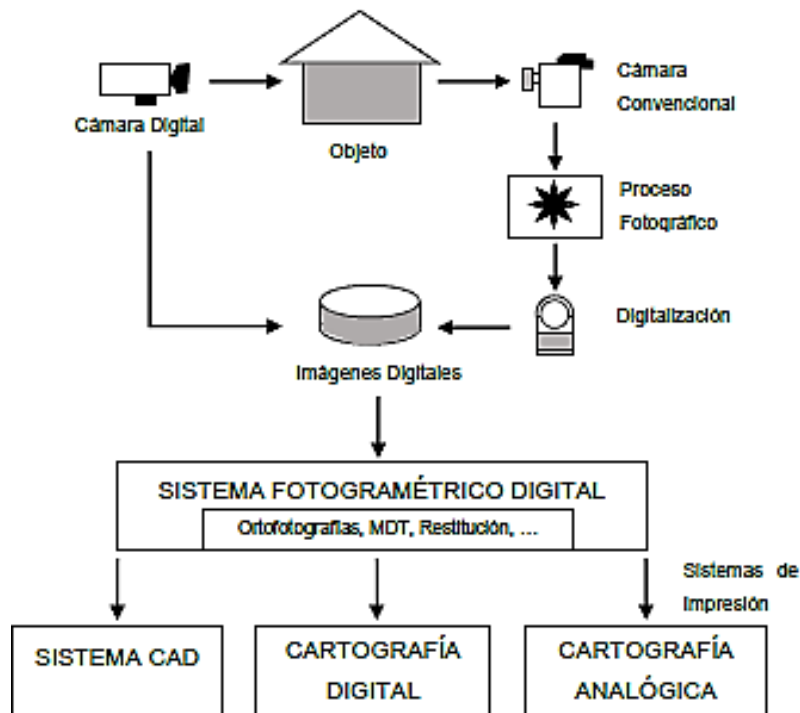


Figura 13. Mecanismo de generacion de data

Fuente: Orellana Ramírez Rodrigo (p.38)

Fotografía digital

La fotografía digital implica el uso de cámaras oscuras para adquirir imágenes, que son capturadas por sensores electrónicos con múltiples el efecto fotoeléctricos que cambia la iluminación en un código eléctrico, para que después se digitalice y almacene en una memoria. (Tecniber-5, 2012).

Ventajas:

Velocidad en términos de usabilidad de la imagen permite al fotógrafo realizar cambios de inmediato y hacer las correcciones que considere oportunas, lo que ayuda a obtener la imagen deseada.

Las fotos recién tomadas se pueden ver en la pantalla del equipo digital. Es posible enlazar la cámara con una Tablet, laptop o cualquier equipo que se puedan ver las imágenes en una pantalla. El acceso es viable por correo, web y se pueden procesar para someterlas a todo tipo de modificaciones.

Otro recurso útil es que se origina un backup de data con la documentación relacionada con la toma en el archivo de imagen, como fecha, hora, apertura. Del mismo modo el cambio de distribución y recibir imágenes digitales, el valor de las fotos es bajo, considerando que se pueden tomar varias fotos y solo se pueden seleccionar las fotos requeridas.

❖ Desventajas

Ruido electrónico: El sonido dactilar es el cambio aleatorio no relacionado con lo real; el ruido es antiestético e indeseable. El contraste colorido en la foto digitalizada creada por el elemento de ingreso.

Valor de los equipos con Cámara: estos equipos para toma digital son más caros que equipos clásicos porque actualmente son computadoras de menor tamaño.

Demora en los procesos: guardar los datos en la memory card demora, lo que evita que pueda realizarse nuevas fotos antes

de completar el procesamiento de la data. La fotografía química no presenta estas desventajas, en ellas, el motor de arrastre es responsable de mover la cinta y preparar el equipo y realizar nuevas fotos.

- **Imagen digital**

Es una imagen producida por un sensor electrónico, que convierte las señales de luz en señales digitales para su almacenamiento. Esta combinación de imágenes digitales corresponde a la combinación de imágenes de banda única.

Imagen digital. (b) Imagen digital en RGB.

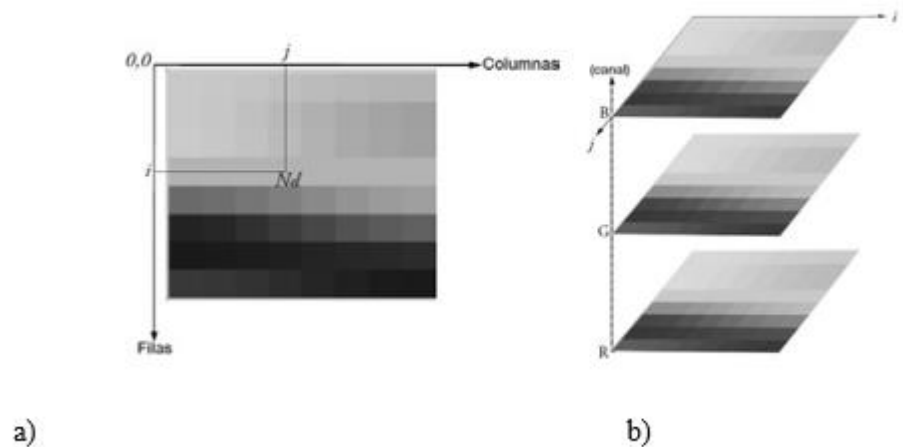


Figura 14. Composición de una imagen digital
Fuente: (Implementación de la geodesia y su uso)

Características de la imagen digital.

Las imágenes digitales muestran información sobre las condiciones de disparo y detalles técnicos como resolución y pixelaje así también como la calidad del equipo de fotografico..

Resolución

Los pixeles o resolución tienen que ver con la calidad de las imágenes digitales. Si es demasiado grande, perderá información, al contrario, tendrá mejor calidad.

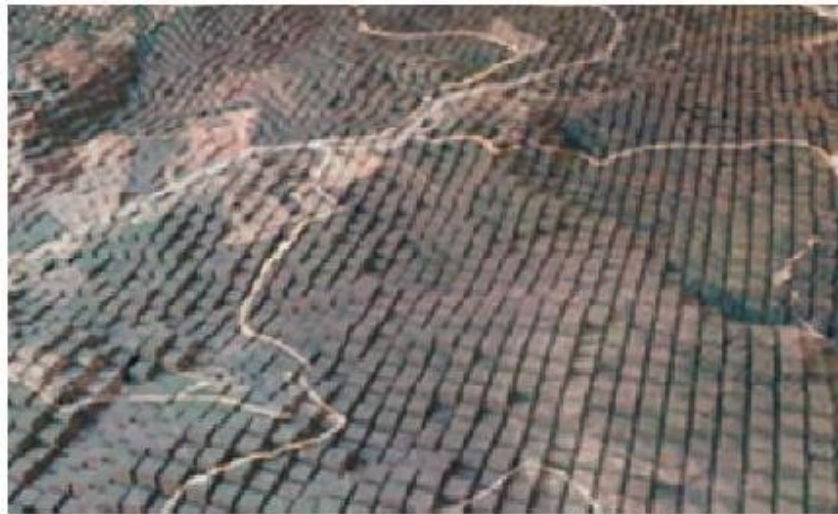
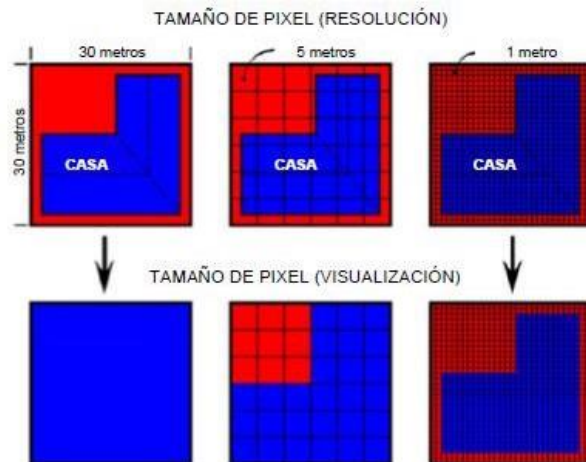


Figura 15. Representación en terreno

Fuente: iniciación a la foto grametría y cartografía aplicada en construcción civil

Resolución temporal: la frecuencia del sensor se activa al volver al lugar.

Resolución de tipo espectral está referida al sensor que registra cantidad de bandas espectrales.



Resolución espacial de una fotografía aérea

Fuente: Los autores (2021)

- **Dimensión**

Las medidas de altura y ancho de la imagen representan el tamaño en la foto registrada que se muestra en centímetros, pulg o píxel.

El número de bits es la intensidad de color que se utilizan para definir el color de los pixeles.

En la tabla, se puede ver más colores mientras la profundidad se muestre más elevada, esto se da ya que tienen correlación.

Profundidad	Colores 2^n
1 bit	2
4 bit	16
8 bit	256
16 bit	65536
32 bit	4294967296

Tabla 2. Profundidad de color

Fuente: ()

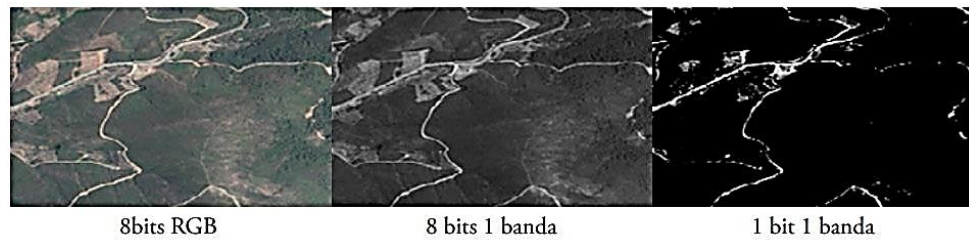


Figura 16. Profundidad de color

Fuente: Quirós E. (2014)

- **Vehículos aéreos no tripulados**

Para realizar tareas fotogramétricas se pueden utilizar pequeños equipos de aviación que traen sensores



Figura 17. Tipos de Drones

Fuente (Drone profesional Perú)

2.2.11 Clasificación de aeronaves

Se pueden clasificar las aeronaves , y esto tiene que ver como se eleva en la atmósfera. En el organizador que se presenta, podemos ver una clasificación simplificada de las mas relevantes aero-naves.

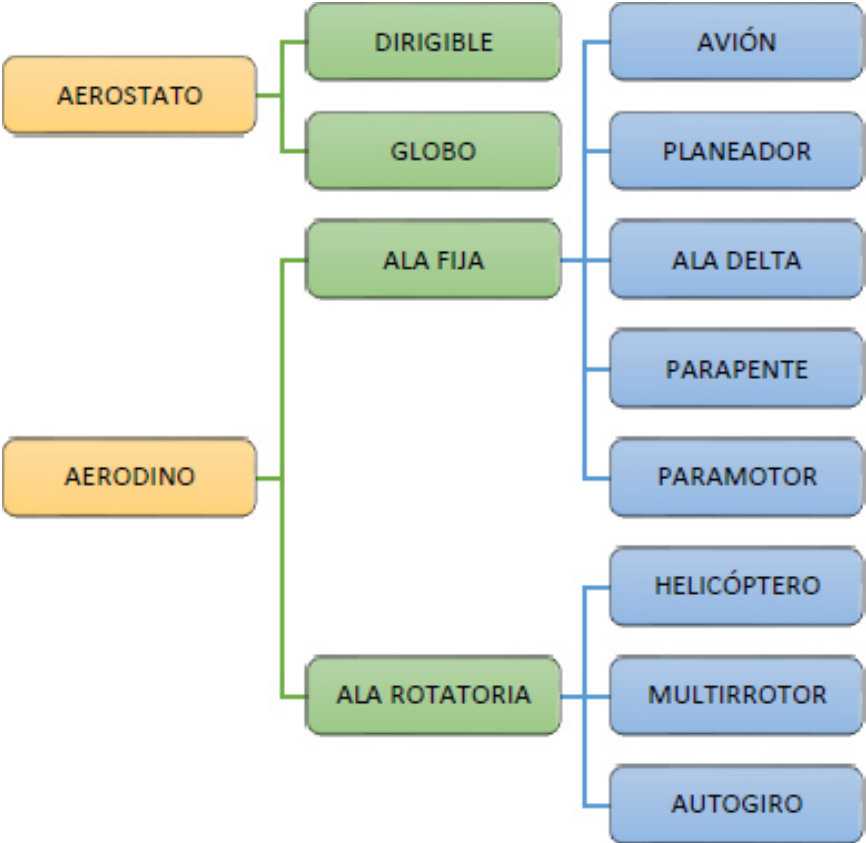


Figura 18. Tipos de aeronaves
Elaboración: Los autores (2021)



Figura 19. Drone de ala fija
Elaboración: Los autores (2021)



Figura 20. Drone de ala rotatoria
Elaboración: Los autores (2021)

En los UAV, se representan la mayoría de equipos de vuelo y así, como en la aviación tripulada tradicional, algunos tipos tienen más éxito que otros.

Por otro lado, han surgido nuevas categorías, como los híbridos, que utilizan la forma de alas giratorias para desarrollar parte del vuelo, generalmente durante el inicio y final del vuelo, también algunas partes de la misión, utilizando este tipo de sistema para la fijación transitoria.

Se pueden realizar otras clasificaciones sobre el techo máximo

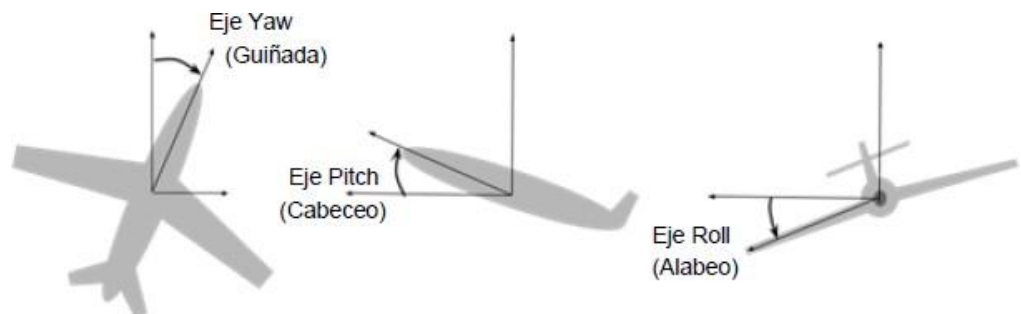
alcanzado por la aeronave, el despegue, el aterrizaje y su capacidad de vuelo y el sistema de propulsión.

- **UAV de ala fija**

Consiste en un ala rígida con una forma de perfil aerodinámico predeterminada, El manejo de un UAV deriva del espacio de de manejo que se integra en la ala, denominados aleron, un elevador con un sistema de direccion.

En la fig 12. El elevador facilita el manejo del Pitch que viene a ser el eje de un lado, las alas dirigen el roll que es el eje a lo largo y la direccion el menejo del yaw (eje vertical)

Figura 1. Reprehensión al voltearr el equipo al volar



Fuente: Elaboración propia.

Un UAV de ala Giratoria

Se refiere a un mástil fijo y que a su alrededor giran dos o tres palas de rotor, y las hay de múltiples. configuraciones, de uno a más motores.

Controlar la nave con ala de rotor se define en variaciones en la fuerza y el par del rotor. Asimismo, los motores de giro determinan que tanto se eleva el dispositivo y podemos observarlo cuando presenta “parte inferior hacia abajo”. El quadcopter gira en su eje perpendicular. Al utilizar fuerza de

torsión del rotor ocasionando un desequilibrio en los ejes.

2.2.12 Principales UAV'S usados en ingeniería

Trimble UXS

Este equipo de vuelo recopila grandes cantidades de datos utilizada para diversas aplicaciones. en tiempos relativamente cortos, con resoluciones espaciales mínimas de 2.54 cm y con un máximo de 25.4 m. y al momento de su desplazamiento es mínima la intervención. Los materiales que emplea, son el carbono, para la parte interna y polipropileno expandido para la cubierta.



Figura 21. Trimble UXS Drone de ala Fija

Fuente: (Drone profesional Perú)

DJI Phantom 4 pro.

Permiten que el dispositivo sepa siempre su ubicación con mayor precisión, para que pueda moverse con mayor precisión y conectarse rápidamente al satélite, y también puede registrar el punto de despegue para que pueda regresar al dispositivo con solo presionar un botón. Pueden permitir que el equipo conozca su ubicación con mayor precisión en cualquier momento, para que pueda moverse con mayor precisión y conectarse rápidamente al satélite, y también puede registrar el punto de despegue para que pueda regresar al equipo con un solo clic. Botón de retroceso.



Figura 2. UAV DJI Phantom 4 pro

Fuente: (DJI 2021)

2.2.13 Usos de los equipos de vuelo sin tripulación

Sus inicio se desarrollaron en el campo militar; los UAV en el ejército norteamericano se han vuelto bastante utilizados en programas de estrategia y control constituyendo de casi toda la tercera parte de la flota de aeronaves en función, cuya resultante es el desplazamiento de medios aéreos convencionales.

Los avances de estas tecnologías facilitan la inmersión de modelos UAV de menor avanzada en campos de aplicación civil.

Referirse a los drones, que manipulados a control remoto o con aplicaciones para Smartphone o tabletas, vienen desarrollando apps para pilotearlas, cuya misión trascendente es obtener fotografías de alta precisión y hacer filmaciones precisas y con detalles. Las casas comercializadoras, pretenden hacerlo de fácil manejo y para todo público.

El empleo de estos dispositivos sirve para: realizar fotografía y video para campañas de publicidad y marketing; para casos de emergencias

de incendios, y facilitar anteriormente la identificación del lugar; verificación del tráfico, especialmente en altas carreteras; utilizados en servicios de salvamento; control en ganadería; en el campo de la vigilancia; para el control de infraestructuras como canales de irrigación, presas de agua, aeropuertos, líneas ferroviarias; del mismo modo su uso en el campo de la Topografía, : minería, sismos y terremotos, desarrollo urbano y cartografía y por último en estudio de geomorfología.

UAV's en Ingeniería Civil.

En el caso de UAV, adquirir un dron es mas facil y sus aplicaciones pueden ser:

- ❖ control calidad del aire.
- ❖ Aspectos de cartografía, para digitalizar las ortofotografías georreferenciales.
- ❖ En el campo de la minería, en estudios y explotación; campo hidrológico, agricultura específicamente para caracterizar tipo de Suelo, humedad, altura de la planta, etc.
- ❖ En; gestión del patrimonio y herencia cultural y aspectos urbanísticos.

2.2.14 Beneficios y limitaciones

- Presenta algunos beneficios y ciertas limitaciones:
 - ❖ El uso permite que las vidas humanas no afrontan riesgos en cualquiera de sus aplicaciones y no está limitado a la capacidad misma sobre fuerzas G y maneja los tiempos requeridos para la misión o trabajo encomendado.
 - ❖ La ergonomía, no presenta ninguna necesidad.
 - ❖ La tarea encomendada muestra facilidad y buen desplazamiento.
 - ❖ Intervenciones en tiempo real, sean de modo táctico, operativo y estratégico.
 - ❖ El tiempo de entrenamiento es muy reducido; y se adapta a

diversas tareas gracias a sus cargas útiles modulares.

- ❖ Presenta facilidad de maniobra y fácil acceso.
- ❖ Presenta un peso ligero, consumo mínimo y de gran impacto ambiental de contaminación y ruido son mínimos (menores emisiones de CO₂)
- ❖ El mantenimiento óptimo respecto a costo y eficiencia.
- ❖ Acrecentada movilidad, excelente discreción.

- **Limitaciones.**

Se indican a continuación:

- ❖ En tierra se necesita un dispositivo de control.
- ❖ Es vulnerable con carencia de capacidad de defensa.
- ❖ A bordo, es limitado el peso y volumen.

2.2.15 Sistemas de navegación

Su aplicación abarca muchos ámbitos de producción y economía. Estos programas de vuelo sin tripulación (UAS) logran resultados interesantes en cartografía de tipo catastral utilizando la fotogrametría, que proporciona un sinnúmero de datos con muchas otras aplicaciones digitales.



Figura 3. Sistemas de navegación.

Fuente: Pix4D (2021)

Software

Para realizar la cartografía de un área, utilizar la herramienta de la fotointerpretación facilita identificar factores que se relacionan a la zoba de trabajo y cuantificar sobre fotos.

El diseño asistido en ordenador genera imagenes en 2 dimensiones y modelos 3D. Esta herramienta toma de referencia aspectos de polígonos, arcos, líneas y puntos.

Los software que están relacionados con Sistemas de Información Geográfica (SIG), permiten establecer relaciones con los elementos georreferenciados en el espacio.

Es importante considerar los siguientes software sin degradar su utilidad ya sea por su valor o relevancia.

AutoCAD.

Es un programa CAD usado para dibujar en 2 y 3 dimensiones, que permiten digitalizar los planos como edificaciones o la animación de dibujos en 3 dimensiones.

Autodesk 3ds max (antes 3D Studio)

Es un software utilizado desde 1990, para crear imágenes y elementos en 3 dimensiones y su estructura estaba definida por plugins.

Icrostation

Programa CAD usado para procesar y editar vectores en la realización del diseño topográfico.

ArcGIS

Son productos que se utilizan en varias aplicaciones para capturar, editar, análisis, tratamiento, diseñar, publicar e impresión de información geográfica. Herramienta de mucha utilidad en el área geográfica.

Agisoft photoscan

Como software de escritorio permite crear una construcción en 3 dimensiones de el area. para procesar las imágenes digitales combinando herramientas como foto-grametría digital y visión por equipo de computo.

Pix4D Mapper

Este software se especializa en fotogrametría que realiza la conversión de imágenes en modelos 3D. Este software hace posible realizar, utilizando las imágenes la edición de los parámetros con su uso.



Figura 4. Programa Pix4D

Fuente: Pix4D (2021)

Logra la creación de mapas 3D. en este caso, al usar imágenes de fotografía aérea captadas en un plan de vuelo.

La segunda parte del procesamiento se refiere a la creación de la malla 3D, este nos muestra al terreno evaluado, y posterior su molde en 3 dimensiones.

Posterior pasamos a elaborar el ortomosaico, que vendría a ser una creación de fotos donde los errores geométricos han sido corregidos, pudiendo ser observado de manera perpendicular..

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

El levantamiento topográfico con Drone de ala rotatoria tendrá más precisión, menor costo y menor tiempo respecto al elaborado con estación total en el proyecto de servicios ecosistémicos en los humedales de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao.

2.3.2 Hipótesis específica

H1: El levantamiento topográfico con Drone de ala rotatoria tendrá una tolerancia menor respecto al elaborado con estación total en el proyecto de servicios ecosistémicos en los pantanos de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao.

H2: El levantamiento topográfico con Drone de ala rotatoria optimiza en más del 35% la factibilidad económica respecto al elaborado con estación total en el proyecto de servicios ecosistémicos en los pantanos de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao.

H3: El levantamiento topográfico con Drone de ala rotatoria tendrá un tiempo menor en 60% respecto al elaborado con estación total en el proyecto de servicios ecosistémicos en los pantanos de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Enfoque de la investigación

Este actual estudio demuestra un enfoque cuantitativo. Porque tiene recopilación y análisis de datos, puede responder preguntas, puede probar hipótesis predispuesta cuantificable, busca resultados genericos y puede reproducirlos de manera que puedan usarse en trabajos futuros, ya sea en el campo de la topografía y en terrenos construcción.

3.1.2 Tipo de investigación

El tipo de estudio es aplicado en donde se utilizan entendimientos de teorías aplicadas en diversas materias topográficas de una carrera en ingeniería civil para realizar la obtención de datos de campo con Drone, así como con Estación total, buscando en ambos casos la exactitud y versatilidad, rapidez en el levantamiento con topografía, y así poder determinar una comparación entre ambas alternativas de estudio.

3.1.3 Nivel de investigación.

Este es descriptivo-comparativo porque facilitara una descripción de la variable en estudio; comparativo, porque podrá distinguir las bondades y desventajas de las dos así mismo se podrá identificar en que grado de importancia se encuentran las variables durante el procesamiento de datos, para después evaluar la comparación entre estas.

3.1.4 Diseño de investigación

Esta tesis esta diseñada de forma no experimental y transversal; dado que toda la recopilación de datos se muestra y estudia en un instante, las variables no serán controladas ni manipuladas, es decir, la observación y el análisis de los levantamientos topográficos, el grado de tolerancia, factibilidad económica y el tiempo de las alternativas de uso de Drone y estación total.

3.2 Muestra

3.2.1 Población

En el presente tema de estudio el universo poblacional lo constituyen las áreas de conservación regionales existentes de la localidad de Ventanilla de la Provincia Constitucional del Callao.

3.2.2 Muestra

En esta investigación, la muestra y unidad de objeto se circunscribe a las unidades de observación conformada por el área levantada de 230.00 hectáreas perteneciente al Área de Conservación Regional Los pantanos de Ventanilla, ubicada dentro de la localidad de Ventanilla, provincia constitucional del Callao.

Descripción de la muestra

El ACR pantanos de Ventanilla se encuentra situado en el Centro occidental del distrito de Ventanilla, Región Callao. Asimismo, se encuentra en la parte baja centro occidental de la Cuenca del Río Chillón.

Limita, en su coordenada Norte, con el balneario de nombre Costa Azul y cruza con la avenida La playa. Seguido de su coordenada en el Sur con dos cerros, Colinas y Los erizos. Fronterizo por el lado Este con el AASS Defensores del pueblo, y en su proyección hacia el sur con granjas dedicadas a la crianza avícola. Finalmente, por el Oeste, limita con sus playas aproximadamente un tramo de 2.5 kilómetros.



Figura 1. Los Humedales de Ventanilla

Elaboración: Los autores (2021).



Ubicación de área de estudio

Fuente los autores (2021)

3.3 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recopilación de datos

3.3.1 Técnicas

En esta investigación se aplicó el trabajo de campo y técnicas de gabinete, ya que se tuvo que demostrar levantamientos topográficos con drones y estaciones totales, corroborando el planeamiento del vuelo, adicionalmente la ubicación de la estación E1, así como constatar la recopilación de coordenadas topográficas y obtener fotos georreferenciadas; análisis e interpretación de datos posterior en Auto Cad Civil 3D.

3.3.2 Instrumentos para la recolección

a) Material bibliográfico

En este caso, la investigación se realiza mediante medios informativos tales como: tesis nacionales e internacionales, revistas de ciencia u otras especializadas, repositorios universitarios y estudios con condiciones equivalentes a la tematicade estudio.

b) Cuestionario

Se encuestó a diez ingenieros civiles especialistas en este campo de estudio con el fin de obtener una información comparativa más amplia en función de cada una de sus grandes trayectorias y experiencia profesional y así ayudar a determinar la importancia del estudio estableciendo objetivos, formulando preguntas y determinando los posibles beneficiarios del estudio.

c) Normas legales

El actual estudio contempla empleo de drones y estación total para un levantamiento con topografía. Igualmente, se revisó y utilizó las siguientes normas.

- Ley N^a 30740 – referida a regular del el empleo y manejo de los programas de dispositivos pilotadas de manera remota (rpas).
- Norma DGE – Especificaciones técnicas para levantamientos topográficos.

d) Observación

La metodología empleada para este estudio fue mediante la visualización, al permitir mostrar características peculiares del objetivo de analizar a través de forma cualitativa, cuyo beneficio es poder utilizarla en cuando se desee en el estudio. Al respecto Bunge (2007), afirma es un procedimiento práctico de la ciencia cuyo objeto o dato observado es considerado contundente.

3.3.3 Instrumento de procesamiento

Se utilizó un programa Microsoft Excel para procesar todos los datos y permitir la visualización de la información considerada en este tema de investigación. Es una herramienta muy utilizada por la ingeniería civil debido a es muy amigable, fácil y manejable para el ingreso de datos, creación de diagramas, creación de tablas, etc. utilizado para analizar los datos obtenidos durante este estudio.

De igual manera, otras herramientas utilizadas son el software AUTOCAD (herramienta para la elaboración y curvas de nivel), ArcGIS (para capturar y gestión de datos), CIVIL 3D (para descargar, crear, analizar y ajustar datos topográficos), Pix4D (usando algoritmos de fotogrametría y visión artificial para obtener mapas 3D), EXCEL (programa para crear plantillas de medidas para agilizar el creacion de presupuestos), Google Earth (para localizar el área de investigación).

3.4 Procedimiento

3.4.1 Aspectos Éticos y plan de trabajo.

Se determinó un plan de trabajo en el presente tema de investigación, para poder agrupar, realizar y sintetizar la información de este presente trabajo para discutir los resultados.

Igualmente, hemos combinado bases teóricos y software de ayuda entre

ellos CIVIL 3D, ArcGIS, Pix4D, y programas como Microsoft Excel, AUTOCAD, Google Earth, etc.

Al mismo tiempo, sigue los lineamientos establecidos por las Normas APA para la correcta citación de texto, implementación de figuras, tablas y referenciar las fuentes bibliográficas.

3.4.2 Recolección y procesamiento de datos

En dicha recolección se lograron los puntos topográficos mediante la radiación de coordenadas para controlar con la estación T, generando así la nube de puntos los cuales se procesaron en el programa Civil 3D,

Por otro lado, recolectó información obtenida en una encuesta realizada entre 10 expertos en el tema con el fin de poder identificar las interrogantes, fijar metas, importancia y posibles beneficiarios de este tema de estudio.

3.4.3 Desarrollo de la investigación

En el actual estudio se ejecutaron dos levantamientos topográficos, el primero se realizó con un Drone de ala rotatoria, el cual se desarrolló con la recolección de información a través de un cronograma de vuelo fotogramétrico, luego se realizó el uso de drones para volar sobre el área de trabajo, la integración de RTK, permite una georreferenciación más precisa de las superficies y en última instancia, resultados fotogramétricos, en modelos 3D de superficies, curvas de nivel. El segundo se realizó con estación total, el cual se obtuvo el lugar de la zona a estudiar mediante el software Earth, seguidamente identificamos lugares con certificación del IGN, colocación de puntos BM en base al punto certificado y ubicación de la estación total.

3.5 Variables

En cuanto al actual tema en estudio se divide como variable independiente y dependiente, con el cual podemos medir y cuantificar las características del estudio.

3.5.1 Variables Independientes

Se ha definido como variable independiente al Levantamiento topográfico con estación total y Drone de ala rotatoria.

Variables	Dimensión
Levantamiento topográfico con estación total y Drone de ala rotatoria	Coordenadas de Apoyo (geodésicos) Plan de trabajo y equipos calibrados. Programa para el análisis de datos

Tabla 3. Variable independiente

Fuente: Los autores (2021).

3.5.2 Variables Dependientes

Se ha definido como variable dependiente al análisis de precisión, costo y tiempo.

Variables	Dimensión
Evaluación de precisión, costo y tiempo	Tolerancia Error de cierre Análisis de costos unitarios. Cronograma de Ejecución.

Tabla 4. Variable independiente

Fuente: Los autores (2021).

3.5.3 Operacionalización de variables

Variable Independiente:

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores
Levantamiento topográfico con estación total y Drone de ala rotatoria	Puntos de apoyo (geodésicos)	localización de puntos de control
		Toma de coordenadas del punto (modo estático)
	Plan de trabajo y equipos calibrados	Planificación de vuelo
		Georreferenciación de fotografía
	programa para el proceso de datos	Interpolación de puntos
		Creación del plano

Tabla 5. Operacionalización de variables.

Elaboración: Los autores (2021)

Variable Dependiente:

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores
Evaluación de precisión, costo y tiempo	Precisión	Tolerancia
		Error de cierre
	Evaluación Presupuestaria	Análisis de precios unitarios
		Costos y presupuesto
	Tiempo	Cronograma de ejecución

Tabla 6. operación de variables

Fuente: autores (2021)

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4.1 Pre-Evaluación

A. Pre-Evaluación

Lo primero es iniciar reuniendo datos secundarios de la zona a investigar, diseño de los planos cartográficos, analizar todo lo referente a logística. Esto se procede una vez recibido el área de trabajo que la entidad solicitante necesita.

Se planificó la cantidad de trabajo de campo, el número de puntos de control y monumentos clase C a establecer y la evaluación de los posibles obstáculos que podría haber en el objeto..

4.2 Etapa Geodésica

A) Identificación de puntos geodésicos y fotocontrol

Se realizó una evaluación inicial utilizando imágenes satelitales de alta resolución para determinar la disponibilidad, la perturbación y la ubicación potencial de los puntos de control fotográfico. Este proceso se realiza en paralelo con el inicio de la instalación del punto de control en tierra, lo que nos permitirá priorizar el tiempo de ejecución del plan de trabajo..

No hubo posibles perturbaciones en el recorrido y en la señalización de los puntos de control, pero hubo un ligero movimiento interno, por lo que se tuvo que utilizar equipos GPS y RPAS para el flujo a pie.



Figura 2. Ubicación de puntos de control terrestre
Fuente: Google Earth Pro

B) Monumentación de puntos geodésicos

El trabajo preliminar tiene como objetivo ubicar un punto geodésico (GPS) de clase "C". Puede ser de hormigón con una placa con el nombre de la institución y la fecha, u otros materiales como postes de hierro para que no se dañen. El monumento en GPS-01 se basa en el lugar elegido, se incrustan en el monumento de hormigón pilotes de 8 mm de diámetro con las siguientes dimensiones: ancho 25 cm, largo 25 cm y profundidad 40 cm.



Figura 3. Excavación para el vaceado del dado de concreto.

Fuente: Los autores (2021)



Figura 4. Vaceado de concreto sobre el dado.

Fuente: autores (2021)



Figura 5. Punto de control G-1.

Fuente: Los autores (2021)

C) Lectura de puntos estáticos con receptor GNSS diferencial

Se realizó la lectura de los puntos con los equipos geodésicos, dependiendo de la distancia y según normativa del IGN pueden ser entre 2 a 4 horas continuas por cada punto. Para el proyecto se aplicó 3 horas continuas.



Figura 6. Lectura de puntos de orden C.
Fuente: Los autores (2021)



Figura 7. Lectura de puntos de orden C.
Fuente: Los autores (2021)

Para la lectura de las coordenadas de control terrestre de orden “C”, se consideraron los siguientes parámetros.

CÓDIGO:	GPS-01
MÉTODO DE POSICIONAMIENTO:	ESTÁTICO
ESTACIÓN BASE:	LI01
INTERVALO DE GRABACIÓN:	5 segundos
MÁSCARA DE ELEVACIÓN:	5°
DATUM HORIZONTAL:	WGS84
TIEMPO DE REGISTRO DE DATOS:	03:55:15 horas

Tabla 7. Parámetros de puntos de control

Fuente: Los autores (2021)

D) Levantamiento de puntos de fotocontrol

Se instalaron 20 puntos de control de suelo con cal. Estos marcadores son visibles cuando la RPA completa el plan de vuelo..



Figura 8. Marcado de puntos de control

Fuente: Los autores (2021)

culmino el levantamiento en total de 20 puntos de foto control y 1 punto de orden “C” llamados GPS 1.

E) Procesamiento de puntos Geodésico

Se procesó el punto GPS-01 en software Trimble Business Center

4.10. El punto fue ajustado a la estación de rastreo constante del IGN LI01-Surquillo. Se obtuvo precisión en horizontal 0.0040m y vertical 0.0215 cm, ambos dentro de las tolerancias según especificaciones técnicas de posicionamiento global del IGN.

Frank	Teléfono:		
	Fax:		
Datos del archivo del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:	C:\Users\USER\AppData\Roaming\Trimble\Trimble Business Center Survey\29.0\PROCESAMIENTO UTM 18 SUR - EGM 2008.vct	Nombre:	World wide/UTM
Tamaño:	39 KB	Datum:	WGS 1984
Modificado/a:	2/08/2021 10:39:46 (UTC:-5)	Zona:	18 South
Zona horaria:	Hora est. Pacífico, Sudamérica	Geoide:	EGM2008
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:		Obra calibrada:	
Comentario 1:			
Comentario 2:			
Comentario 3:			

Informe de procesamiento de líneas base

Procesando resumen

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H. (Metro)	Prec. V. (Metro)	Aci. geod.	Dist. elip (Metro)	ΔAltura (Metro)
LI01 --- GPS1 (B1)	LI01	GPS1	Fija	0.0040	0.0215	330°49'03"	28529.4485	-131.7628

Resumen de aceptación

Procesado	Pasado	Indicador	Fallida
1	1	0	0

Figura 9. Reporte de procesamiento de Software Trimble Bussines Center 4.10

F) Resultados

Una vez finalizado el análisis se pueden obtener las coordenadas del punto de secuencia "C", y estas coordenadas permiten obtener los puntos de control de luz. Estas coordenadas nos permitirán georreferenciar el arte final con alta precisión.

Elipsoide de referencias: WGS84

Datum: WGS84

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ALT. ELIPSOIDAL
GPS-01	S11°52'40.16036"	W77°08'40.62277"	25.9016 m

Tabla 8. Coordenadas Geográficas WGS84

Fuente: Los autores (2021)

Elipsoide de referencias: WGS84

Datum: WGS84, Proyección: UTM Zona: 18 Sur

PUNTO	ESTE	NORTE	ALT. ORTOMÉTRICA
GPS-01	266384.0149 m	8686056.2535 m	2.5731 m

Tabla 9. Coordenadas Geográficas WGS84

Fuente: Los autores (2021)

Este	Norte	Elevación	Punto
8686056.25	266384.015	2.5731	GPS01
8686050.81	266390.346	2.6881	F1
8685807.56	266358.749	2.3691	F2
8685552.53	266415.238	2.0461	F3
8685423.02	266481.723	2.6931	F4
8685525.99	266708.864	5.0721	F5
8685727.99	266898.847	4.1871	F6
8685313.33	266218.501	1.3971	F7
8685363.49	265891.934	1.3041	F8
8685302.9	265770.733	1.2521	F9
8685691	265502.195	3.3581	F10
8686216.61	265372.67	2.1171	F11
8686518.24	265275.646	1.8971	F12
8686652.01	265540.678	2.0271	F13
8686667.76	265885.299	1.8861	F14
8686561.9	266273.226	2.4621	F15
8686537.11	266523.131	3.1701	F16
8686539.26	266680.404	2.7301	F17
8686364.61	266555.876	1.9821	F18
8686314.44	266677.946	2.6501	F19
8686047.69	266582.158	2.6431	F20

Tabla 10. Coordenadas de fotocontrol UTM WGS84

Fuente: Los autores (2021)

4.3 Etapa fotogramétrica

A) Etapa de planificación

En este punto se evaluarán los siguientes aspectos físicos del área de investigación.

- Area: 275.45 has
- Impedimentos de la zona : No se vizualiza obstáculos en el área, solo una falta de accesibilidad para movilidad.
- Evaluar los parámetros de vuelos: Se coordina la altitud, solape, velocidad de vuelo y tiempo de vuelo.

B) Etapa de vuelo fotogramétrico

Para el cumplimiento del proyecto se realizaron 9 vuelos para cubrir toda la extensión del área. Cada poligonal tuvo un aproximado de 15 min de vuelo.



Figura 10. Planes de vuelo
 Fuente: Los autores (2021)

PARÁMETROS	
Método de vuelo	2d Mission.
Misiones	9 Misiones de vuelo.
Área cubierta en misión	25 Has por misión (275.45 has).
Tiempo estimado de vuelo	15 minutos por misión.
Baterías a usar en vuelo	1 batería por vuelo
Cantidad de imágenes	230 fotos por vuelo (2328 fotos).
Altitud de Drone	100 mts de altitud
Velocidad	6 m/s.
GSD (Ground Sample Distance)	2,34cm/pixel.
Overlap	70%.
Posición de la cámara	NADIR 90°.

Tabla 11. Parámetros considerados en Pix4d Capture
 Fuente: Los autores (2021)



Figura 11. Ejecución de vuelo

Fuente: Los autores (2021)

Finalizado los 10 vuelos, se obtuvieron los siguientes resultados.

Número de imágenes:	2,328
Altitud media de vuelo:	100 m
Resolución en terreno:	2.59 cm/pix
Superficie cubierta:	2.25 km ²
Posiciones de cámara:	2,328
Puntos de enlace:	2,494,703
Proyecciones:	8,461,984
Error de re proyección:	0.867 pix

Tabla 12. Resultados de los vuelos realizados

Fuente: Los autores (2021)

4.4 Etapa de Post Procesamiento

Se inicia la unión de toda la información levantada en campo, tanto la etapa geodésica y fotogramétrica. El post procesamiento se aplicó en el programa Pix4d.

A) Verificación de datos

Esta fase corresponde a la validación de los parámetros de la imagen. El programa comienza a comprobar todos los posibles errores que se pueden encontrar antes del proceso de adquisición del producto.

Culminado esta verificación el programa dio un 100% de fotografías procesables.

Tomando en cuenta que fueron evaluadas los 2328 fotografías a una resolución de 2.59 cm.

B) Georreferenciación de fotografía

Georreferenciar la imagen mediante las coordenadas del fotocontrol obtenidas en campo y ordenar mediante el IGN y sucesivos puntos C. Aquí debe encontrar cada marcador que queda en el campo y agregar las coordenadas correspondientes.

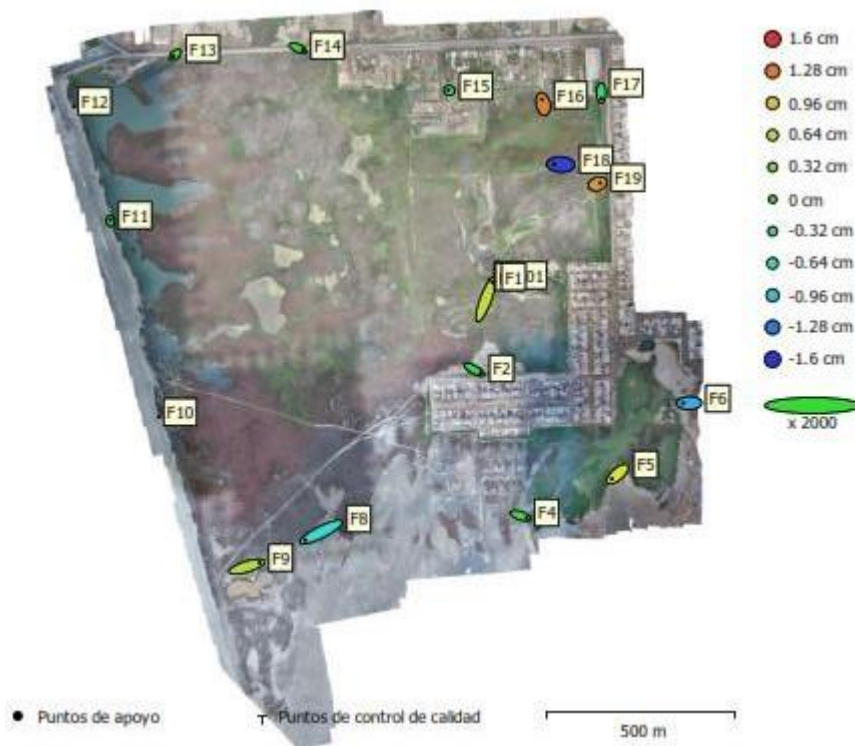


Figura 12. Puntos de fotocontrol y fotografías

Fuente: Los autores (2021)

C) Resultados

Ya corrigiendo las imágenes con las coordenadas de control en tierra, se le coloca los datos al programa para que este complete los demás puntos y así obtener graficas y las curvas de nivel, orto mosaico y modelo de elevación digital (superficial y terrestre).



Figura 13. Producto obtenido MDT
Fuente: los autores (2021)



Figura 14. Producto obtenido MDT
Fuente: los autores (2021)

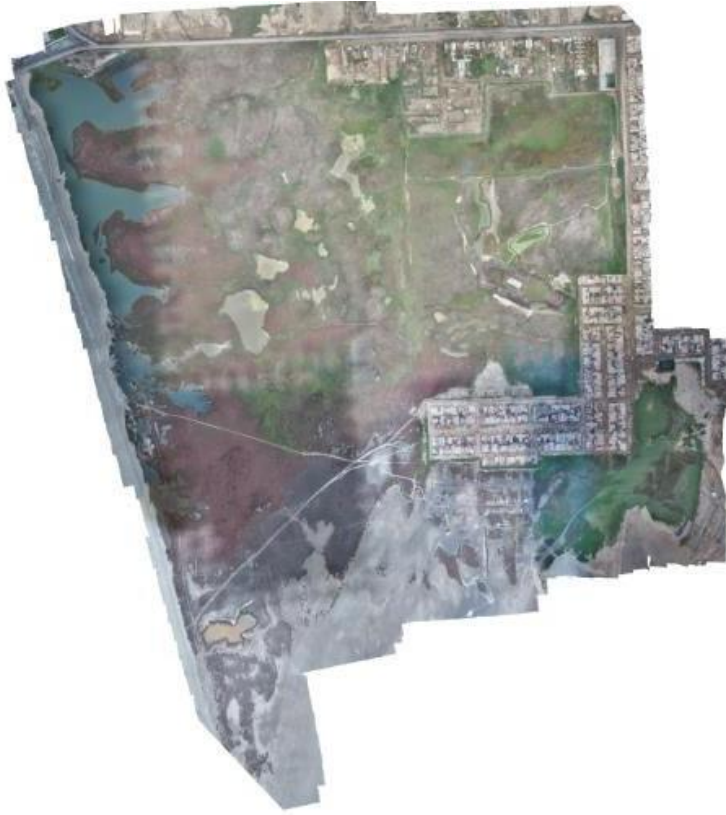


Figura 15. Ortomosaico
Fuente: los autores (2021)

3.1 Levantamiento topográfico con estación total

Esta alternativa se logró mediante la obtención de datos en campo para poder comparar y evaluar qué alternativa sería la ideal, por lo que continuamos desarrollando el programa utilizando la estación.

3.1.1 Localización del área de estudio:

- **Lugar:** A.C.R. Pantanos de Ventanilla.
- **Localización:** ubicado en distrito de Ventanilla, Región Callao (la parte centro occidental)
- **Ubicación geográfica:** ubicado en el campo de coordenadas UTM referidas al elipsoide WGS 84 proyección UTM Zona 18.

Norte	Este
8782000	275000
8766000	278200

Coordenadas UTM del lugar de estudio

Fuente: Los autores (2021)

Cuenta con una superficie de 275.45 has, así lo declara el D.S. N° 074-2006-AG que desde el día 20 de diciembre del año 2006 que fue su creación.

PLANO DE UBICACION



Ubicación del área de estudio

Fuente: Gob. Regional del Callao.

3.1.2 Trabajo de campo

Instrumentos:

En el actual estudio se usaron las herramientas que se describen a continuación.

A) Estación Total marca Leica Flexline TS07 1": Instrumento para medir confiable en topografía ya que cuenta con una sensibilidad angular de 1".



Estación Total Leica Flexline TS07

Fuente: Grecia Contratistas Generales SAC

B) Trípode y prisma: instrumentos en el empleo de la estación T, en el levantamiento topográfico.



Trípode y prisma

C) Toma de datos

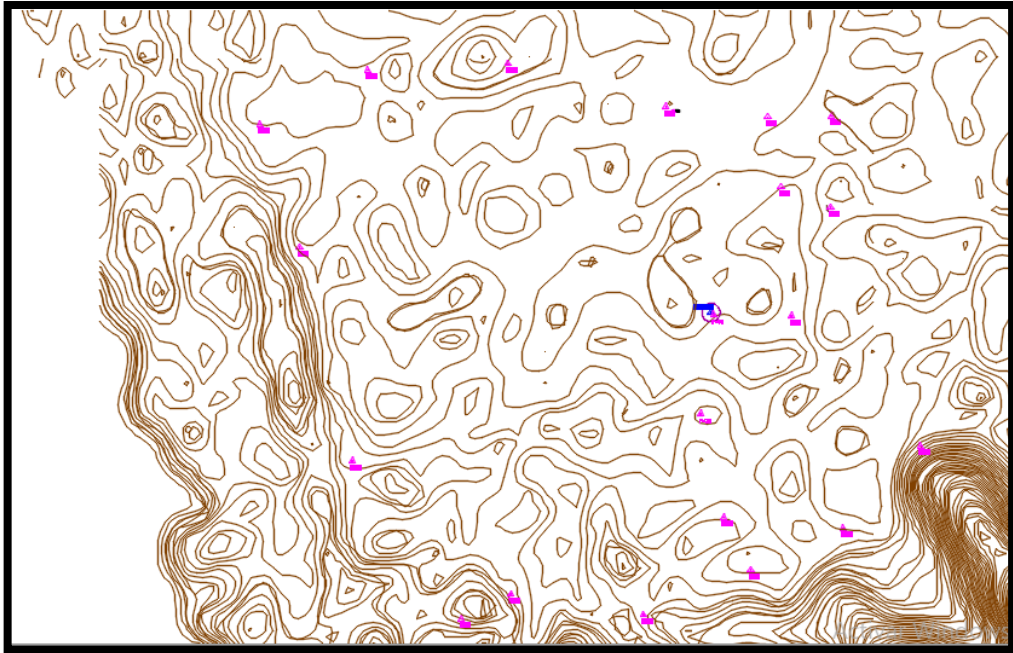
Teniendo en cuenta las herramientas necesarias en el levantamiento topográfico, se definió el lugar de la primera estación, referente a la zona de la investigación.

Luego, se continuo con la nivelación del equipo digitando las coordenadas ENZ, que se pueden obtener utilizando el GPS modelo Etrex Garmin 10

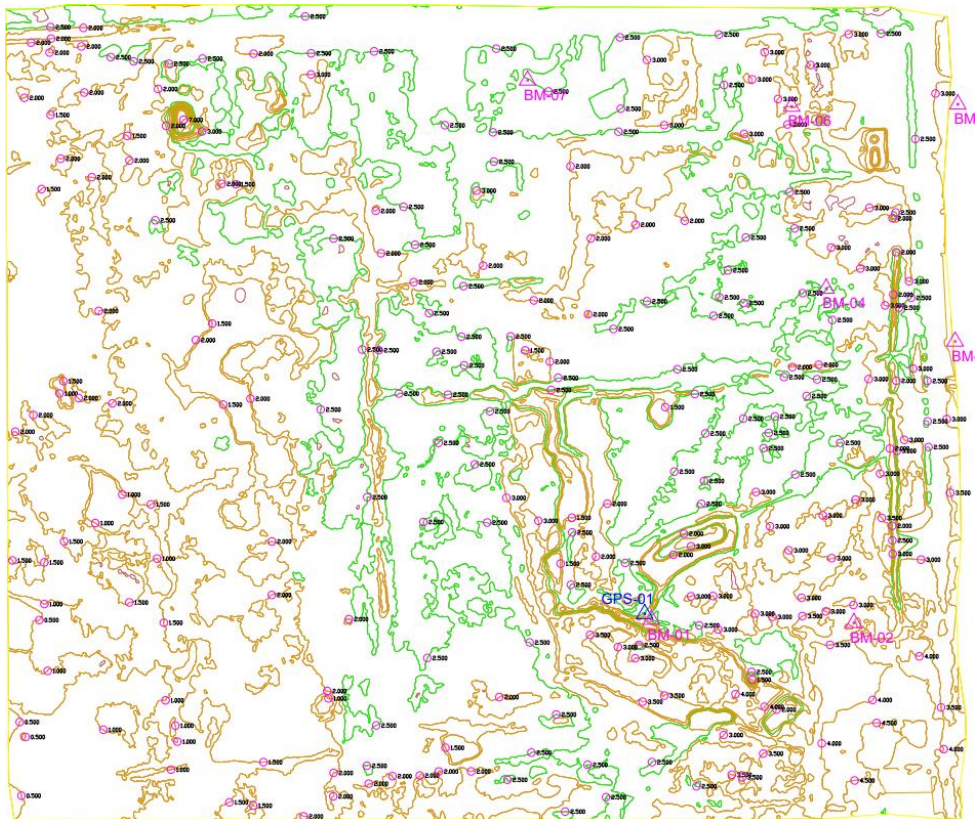
Por último, se logro radiar los puntos de control localizado y adquirido mediante el GPS diferencial Trimble R6 para permitir la posterior evaluación de datos.

D) Trabajo de gabinete

Esto significa que la informacion obtenida de la estación T, se descargan al banco de data con la siguiente extensión (txt.) y como un documento definido por comas (csv). Después exporte puntos en el programa de herramientas Excel, y finalmente corrija cada punto en el software Civil 3D, para obtener la geometria del terreno y las curvas de Nivel.



Curvas de nivel con Drone
Fuente Los autores (2021)



Curvas de Nivel con estación total
Fuente: Los autores (2021)

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Tolerancia

La interrogante que se ha propuesto en esta investigación está relacionada con los resultados conseguidos, sobre la solución, la metodología utilizada, el boceto usado de igual forma in situ y en oficina, el programa utilizado; el mismo se ha fusionado para finalmente obtener el resultado de la investigación.

5.1.1 Tolerancia de puntos de control con GPS diferencial.

PUNTOS DE CONTROL - GPS DIFERENCIAL			
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA
GPS-01	266384.0149	8686056.254	2.5723
PC-1	266390.346	8686050.81	2.6881
PC-2	266358.749	8685807.56	2.3691
PC-3	266415.238	8685552.53	2.0461
PC-4	266481.723	8685423.02	2.6931
PC-5	266708.864	8685525.99	5.0721
PC-6	266898.847	8685727.99	4.1871
PC-7	266218.501	8685313.33	1.3971
PC-8	265891.934	8685363.49	1.3041
PC-9	265770.733	8685302.9	1.2521
PC-10	265502.195	8685691	3.3581
PC-11	265372.67	8686216.61	2.1171
PC-12	265275.646	8686518.24	1.8971
PC-13	265540.678	8686652.01	2.0271
PC-14	265885.299	8686667.76	1.8861
PC-15	266273.226	8686561.9	2.4621
PC-16	266523.131	8686537.11	3.1701
PC-17	266680.404	8686539.26	2.7301
PC-18	266555.876	8686364.61	1.9821
PC-19	266677.946	8686314.44	2.6501
PC-20	266582.158	8686047.69	2.6431

5.1.2 Tolerancia con georreferenciación con Drone.

PUNTOS DE CONTROL - DRONE			
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA
GPS-01	266384.0149	8686056.254	2.5731
F1	266390.341	8686050.812	2.6883
F2	266358.742	8685807.565	2.3693
F3	266415.235	8685552.536	2.0464
F4	266481.725	8685423.027	2.6932
F5	266708.868	8685525.994	5.0724
F6	266898.843	8685727.995	4.1875
F7	266218.505	8685313.338	1.3975
F8	265891.938	8685363.494	1.3045
F9	265770.735	8685302.905	1.2525
F10	265502.196	8685691.006	3.3584
F11	265372.65	8686216.612	2.1175
F12	265275.649	8686518.247	1.8976
F13	265540.681	8686652.015	2.0274
F14	265885.302	8686667.764	1.8865
F15	266273.229	8686561.905	2.4626
F16	266523.135	8686537.114	3.1708
F17	266680.409	8686539.265	2.7305
F18	266555.874	8686364.614	1.9827
F19	266677.949	8686314.444	2.6508
F20	266582.161	8686047.695	2.6435

5.1.3 Tolerancia con georreferenciación con estación T.

PUNTOS DE CONTROL - ESTACIÓN TOTAL			
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA
GPS-01	266384.0149	8686056.254	2.5723
BM-01	266390.396	8686050.843	2.689
BM-02	266273.266	8686561.952	2.4628
BM-03	266523.171	8686537.145	3.1715
BM-04	266680.454	8686539.286	2.73158
BM-05	266555.892	8686364.655	1.9835
BM-06	266677.984	8686314.476	2.6153
BM-07	266582.185	8686047.751	2.6353

5.1.4 Diferencia de Tolerancia con georreferenciación de estación total y GPS diferencial

PUNTOS DE CONTROL - ESTACION TOTAL				PUNTOS DE CONTROL - GPS DIFERENCIAL				DIFERENCIA ESTACION TOTAL - GPS DIFERENCIAL		
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	NORTE	ESTE	ALTURA
GPS-01	266384.0149	8686056.254	2.5723	GPS-01	266384.015	8686056.25	2.5723	0	0	0
BM-01	266390.396	8686050.843	2.689	PC-1	266390.346	8686050.81	2.6881	0.05	0.033	0.0009
BM-02	266273.266	8686561.952	2.4628	PC-15	266273.226	8686561.9	2.4621	0.04	0.051999999	0.0007
BM-03	266523.171	8686537.145	3.1715	PC-16	266523.131	8686537.11	3.1701	0.04	0.035	0.0014
BM-04	266680.454	8686539.286	2.73158	PC-17	266680.404	8686539.26	2.7301	0.05	0.026000001	0.00148
BM-05	266555.892	8686364.655	1.9835	PC-18	266555.876	8686364.61	1.9821	0.016	0.045	0.0014
BM-06	266677.984	8686314.476	2.6153	PC-19	266677.946	8686314.44	2.6501	0.038	0.036	-0.0348
BM-07	266582.185	8686047.751	2.6353	PC-20	266582.158	8686047.69	2.6431	0.027	0.061000001	-0.0078

Diferencia de precisión entre estación total y GPS diferencial

Fuente: Los autores (2021)

5.1.5 Diferencia de Precisión con georreferenciación de Drone y GPS diferencial

PUNTOS DE CONTROL - GPS DIFERENCIAL				PUNTOS DE CONTROL - DRONE				DIFERENCIA DRONE - GPS DIFERENCIAL		
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	NORTE	ESTE	ALTURA
GPS-01	266384.0149	8686056.254	2.5731	GPS-01	266384.015	8686056.25	2.5731	0	0	0
PC-1	266390.346	8686050.81	2.6881	F1	266390.341	8686050.81	2.6883	0.005	-0.002	-0.0002
PC-2	266358.749	8685807.56	2.3691	F2	266358.742	8685807.57	2.3693	0.007	-0.004999999	-0.0002
PC-3	266415.238	8685552.53	2.0461	F3	266415.235	8685552.54	2.0464	0.003	-0.006000001	-0.0003
PC-4	266481.723	8685423.02	2.6931	F4	266481.725	8685423.03	2.6932	-0.002	-0.007000001	-0.0001
PC-5	266708.864	8685525.99	5.0721	F5	266708.868	8685525.99	5.0724	-0.004	-0.004000001	-0.0003
PC-6	266898.847	8685727.99	4.1871	F6	266898.843	8685728	4.1875	0.004	-0.004999999	-0.0004
PC-7	266218.501	8685313.33	1.3971	F7	266218.505	8685313.34	1.3975	-0.004	-0.007999999	-0.0004
PC-8	265891.934	8685363.49	1.3041	F8	265891.938	8685363.49	1.3045	-0.004	-0.004000001	-0.0004
PC-9	265770.733	8685302.9	1.2521	F9	265770.735	8685302.91	1.2525	-0.002	-0.004999999	-0.0004
PC-10	265502.195	8685691	3.3581	F10	265502.196	8685691.01	3.3584	-0.001	-0.005999999	-0.0003
PC-11	265372.67	8686216.61	2.1171	F11	265372.65	8686216.61	2.1175	0.02	-0.002	-0.0004
PC-12	265275.646	8686518.24	1.8971	F12	265275.649	8686518.25	1.8976	-0.003	-0.006999999	-0.0005
PC-13	265540.678	8686652.01	2.0271	F13	265540.681	8686652.02	2.0274	-0.003	-0.005000001	-0.0003
PC-14	265885.299	8686667.76	1.8861	F14	265885.302	8686667.76	1.8865	-0.003	-0.004000001	-0.0004
PC-15	266273.226	8686561.9	2.4621	F15	266273.229	8686561.91	2.4626	-0.003	-0.004999999	-0.0005
PC-16	266523.131	8686537.11	3.1701	F16	266523.135	8686537.11	3.1708	-0.004	-0.004000001	-0.0007
PC-17	266680.404	8686539.26	2.7301	F17	266680.409	8686539.27	2.7305	-0.005	-0.005000001	-0.0004
PC-18	266555.876	8686364.61	1.9821	F18	266555.874	8686364.61	1.9827	0.002	-0.004000001	-0.0006
PC-19	266677.946	8686314.44	2.6501	F19	266677.949	8686314.44	2.6508	-0.003	-0.004000001	-0.0007
PC-20	266582.158	8686047.69	2.6431	F20	266582.161	8686047.7	2.6435	-0.003	-0.005000001	

Diferencia de precisión con georreferenciación entre Drone y GPS diferencial

Fuente: Los autores (2021)

5.2 Factibilidad económica

COSTOS UNITARIOS DE LEVANTAMIENTO CON ESTACIÓN TOTAL X DIA					
HA/DIA	12	EQ	12	TOTAL	406.62
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
TOPÓGRAFO	DIA	1	1	80	80
PRISMERO	DIA	1	1	100	100
EQUIPOS					
ESTACIÓN TOTAL/PRISMAS/GPS	DIA	1	1	100	100
HERRAMIENTAS	%	3	3	26.62	26.62
TRABAJO GABINETE	GLB	1	1	100	100

Costos unitarios con estación total

Fuente: Los autores (2021)

5.2.2 Costos Unitarios del levantamiento con Drone

COSTOS UNITARIOS DE LEVANTAMIENTO CON DRON X HA					
HA/DIA	230	EQ	230	TOTAL	30.06
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
DRONERO	DIA	1	0.1	150	15
EQUIPOS					
DRONE	DIA	1	0.1	150	15
HERRAMIENTAS	%	3	3	1.92	0.06
TRABAJO GABINETE	GLB	1	1	100	150
GPS DIFERENCIAL	PTO	1	20	15	300

Costos unitarios con Drone

Fuente: Los autores (2021)

CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación de hipótesis

Cada hipótesis se siguió en la matriz de consistencia, ver Anexo 1, en la cual se respondieron las preguntas correspondientes al problema específico, y a cada hipótesis se le entregó de manera tabular los respectivos resultados, así como para la validez en su caso.

6.2.1 Contrastación de hipótesis específicas

Contrastación de hipótesis 1- H1:

1. Luego de haber realizado los levantamientos topográficos en el ACR Los Pantanos de ventanilla. el sistema de coordenadas UTM, se determinó que el levantamiento topográfico con Drone de ala rotatoria tiene una precisión del 80% para las coordenadas en dirección Este, 35% en dirección Norte.

Además, un 45% para la Altitud, porque que la estación T. inicio de coordenadas primarias con GPS navegador Garmin Etrex 10 y el Drone tuvo zonas de control con un GPS diferencial, mostrando la hipótesis planteada del levantamiento topográfico con Drone es **válida**.

Hipótesis planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
<p>H1: El levantamiento topográfico con Drone de ala rotatoria tendrá una tolerancia menor respecto al elaborado con estación total en el proyecto de servicios ecosistémicos en los pantanos de Ventanilla, región Callao.</p>	<p>La alternativa con Drone de ala rotatoria presentó 80.0% mayor de precisión en Este, 35.0% mejor precisión en Norte y 45.00% mejor precisión en elevación con respecto a la alternativa con estación total.</p>	<p>Se valida la hipótesis, porque se evidencia una tolerancia menor en la alternativa de levantamiento con Drone de ala rotatoria frente a la alternativa con estación total.</p>

Contrastación de hipótesis 2- H2:

Con relación a, la respuesta obtenida del estudio de precios muestran que los levantamientos topográficos con estaciones totales tienen un costo de S/. 406.62 por día, también en el caso de 275.45 hectáreas el

costo total es de S/. 8,335.71 y el uso de drones con un costo de S/. 30,06 por hectárea, con un costo total de S/. 6913.8 estableciendo la diferencia monetaria de S/.1,421.91 que implica un 17.06% menor que la estación total, mostrándose la diferencia bastante significativa si fuera un terreno más extenso.

Hipótesis planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
<p>H2: El levantamiento topográfico con Drone de ala rotatoria optimiza en más del 35% la factibilidad económica respecto al elaborado con estación total en el proyecto de servicios ecosistémicos en los pantanos de Ventanilla, Region Callao.</p>	<p>La alternativa con Drone de ala rotatoria mostro ser msa rentable, osea un 17.06% menor en diferencian a la opcion del levantamiento topográfico con estación total.</p>	<p>Se valida la hipótesis, ya que el beneficio económico expresa una baja en el costo en la opcion de un levantamiento con Drone de ala rotatoria frente a la alternativa con estación total.</p>

Contrastación de hipótesis 3- H3:

En consecuencia a los datos conseguidos en el estudio comparativo de levantamientos topográficos con Drone, se pudo identificar una disminución del 57% respecto a la alternativa con estación total haciendo valida la hipótesis.

Hipótesis planteada	Resultados Obtenidos	Observaciones
<p>H3: El levantamiento topográfico con Drone de ala rotatoria tendrá un tiempo menor en 60% respecto al elaborado con estación total en el proyecto de servicios ecosistémicos en los Pantanos de Ventanilla, Region Callao</p>	<p>La alternativa con Drone de ala rotatoria presentó una disminución del tiempo de ejecución, es decir un 57% menos en comparación a la alternativa del levantamiento topográfico con estación total.</p>	<p>Se valida la hipótesis, ya que en la ejecución el tiempo mostro una baja del costo en la opcion de un levantamiento con Drone de ala rotatoria frente a la alternativa con estación total.</p>

6.2 Contrastación con antecedentes

6.2.1 Contrastación con los antecedentes internacionales

Villareal, M. (2015) En el trabajo de estudio titulado "Análisis de la precisión

de levantamientos topográficos usando vehículos de vuelo no tripulados” (UAV) habla sobre la cantidad de los lugares de control, en comparación con los cuales la precisión de los estudios del terreno es mucho mayor.

Antecedente Internacional	Resultados	Observaciones
Villareal (2015)	Determino que la alternativa del levantamiento topográfico con vehículos aéreos no tripulado presentó una precisión más alta referente a la cantidad de puntos de control.	Los resultados coinciden con el estudio, porque la alternativa con Drone de ala rotatoria respecto al levantamiento con estación total presenta 80.0% mayor de precisión en Este, 35.0% mayor precisión en Norte y 45.00% mayor precisión en elevación.

6.2.1 Contrastación con los antecedentes nacionales

Lapa (2019), menciona en su estudio presentada en la UPLA, Huancayo, titulada Precisión de levantamiento topográfico con aparatos aéreos sin tripulación y estación T en la UNI – 2016, concluyó que la exactitud del

levantamiento topográfico con aparatos aéreos sin tripulación tuvo una precisión más alta respecto a la estación total.

Antecedente Internacional	Resultados	Observaciones
Lapa (2019)	Concluyó que la alternativa del levantamiento topográfico con vehículos aéreos no tripulado presentó una precisión más alta, es decir un nivel de confianza del 95% y un 5% de incertidumbre, generando una precisión de 0.02m respecto a la alternativa con estación total.	Los datos obtenidos concuerdan con la investigación, ya que la opción con Drone de ala rotatoria respecto al levantamiento con estación total presenta 80.0% mayor de precisión en Este, 35.0% mejor precisión en Norte y 45.00% mejor precisión en altitud y una tolerancia de 0.04m.

CONCLUSIONES

- En el sistema de coordenadas UTM, se concluyó que el levantamiento con Drone de ala rotatoria tiene y presenta una precisión del 80% para las coordenadas en dirección Este, 35% en dirección Norte. Además, un 45% para la Altitud.

3. La factibilidad económica obtenida con la alternativa con Drone resultó ser 17.06% menor que un trabajo con estación total, confirmando la hipótesis planteada.
4. En la ejecución de la malla topográfica de la zona de estudio registró con el Drone de ala rotatoria 2328 puntos en comparación de la alternativa con estación total que obtuvo 201 puntos determinando el tipo de terreno, relativamente plano.
5. La caracterización topográfica en referencia a los datos de la estación y la proporciona con Drone permitió obtener los planos topográficos que resultaron ser diferentes, dado que las que se obtuvieron con la estación total en el levantamiento topográfico mostró menos detalles, por el hecho de que no cuenta con Ortofoto, este permite alcanzar mayor detalle por la nube de puntos que genera.
6. Se determinó la precisión mostrada por Drone en el levantamiento topográfico, ya que estos puntos tienen mayor precisión.
7. Asimismo, se identificaron menores costos, con una reducción del 17.06%, en el levantamiento topográfico con Drone; lo cual es menor a la hipótesis planteada; de igual manera representa una disminución del presupuesto, otro factor a tener en cuenta es el tamaño del proyecto, ya que este influye de manera significativa en el levantamiento topográfico.

RECOMENDACIONES

1. Considerar el clima, temperatura y el viento en un levantamiento topográfico con Drone, ya que estos factores afectan directamente en la ejecución en la

programación de vuelo del Drone.

2. Identificar los riesgos en el uso del Drone y estación total ya que bajo ciertas condiciones climáticas puede resultar perjudicial para la obtención de datos, considerando daños al Drone , sean por lluvias, afectando la calidad de la fotografía, por radiación solar; o temperatura, podrían sufrir recalentamiento la estación total, del mismo modo, afectaría el motor, las hélices, causando la desestabilización por la cámara, el resultado es una foto poco clara, lo que afectará la verticalidad del equipo para tomar fotos.
3. Utilizar la data generada mediante fotogrametría del Drone en proyectos de ampliación o para anteproyectos, esto debido a su precisión, exactitud y por el nivel de claridad que este método genera al realizar un levantamiento topográfico.
4. Considerar el uso del Drone, en proyecto, carretera, proyecto de agua, canales, líneas de agua potable o alcantarillados, sea con apoyo con un GPS diferencial, ya que permitirá realizar correcciones y la reducción de los errores que se puedan presentar.
5. Tener presente el empleo y aplicación de la normatividad vigentes como la Ley N° 30740 – referida a la regulación en el empleo y operaciones de los sistemas de vehículos aéreos controladas de forma remota (Rpas) ó la Norma DGE – Especificaciones técnicas para levantamientos topográficos; en cual nos brindará un mejor análisis de los procedimientos y consideraciones a tener cuenta para un correcto levantamiento topográfico tanto para estación total y Drone de ala rotatoria.
6. Incluir en los syllabus conocimientos básicos con Drones, actualizados en este tipo de innovaciones.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agüera, F., Carvajal, F., Martínez, P., Sánchez, J., Mesas, F., García, A., & Pérez, F. (2018). Reconstruction of extreme topography from UAV structure from motion photogrammetry. *Measurement*, 121, 127-138.
<https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.02.062>
- Bunge, M. (2007). *La investigación científica. Investigación social, Humanitas*. Siglo XXI.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3a ed.). Pearson.
<https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Cabada, J. (2019). *Evaluación de precisión y costo en un levantamiento topográfico con estación total y aeronave pilotada remotamente (RPA-DRON) en el centro poblado Cashapampa – Cajamarca 2018* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN.
<https://hdl.handle.net/11537/22186>
- Cruz, E. (2008). Estación total aplicada al levantamiento topográfico de una comunidad rural [Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura]. Repositorio EZIAZ. <https://n9.cl/0n6gb>
- Carrasco, S. (2019). *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación* (2da ed.). Editorial San Marcos.

- Instituto Geográfico Nacional. (2011). *Especificaciones técnicas para la producción de cartografía básica escala 1:5 000* (Norma núm. 90). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/670433/ESPECIFICACIONE-S-TECNICAS-PARA-LA-PRODUCCION-1-5.000.pdf>
- Lapa, C. (2019). *Precisión de Levantamiento Topográfico con Vehículos Aéreos no Tripulados y Estación Total en la Universidad Nacional de Ingeniería – 2016* [Tesis de licenciatura, Universidad Universidad Peruana los Andes]. Repositorio Institucional APLA. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1289>
- Corredor, J. (2015). *Implementación de modelos de elevación obtenidos mediante topografía convencional y topografía con drones para el diseño geométrico de una vía en rehabilitación del sector Tuluá- Río frío* [Trabajo de especialización, Universidad Militar Nueva granada]. Repositorio Institucional UMNG <http://hdl.handle.net/10654/7596>
- Claros, R., Guevara, A., & Pacas, N. (2016). *Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados* [Tesis de licenciatura, Universidad De El Salvador]. Repositorio UES. <https://hdl.handle.net/20.500.14492/23356>
- Enríquez, C. (2006, setiembre). *Integración de los sistemas de Información Geográfica y del Sistema de Posicionamiento Global* [Sesión de congreso]. XII Congreso Nacional de Tecnología de la Información Gráfica, Granada, España. https://www.ugr.es/~ctig/documentos/Integracion_SIG_GPS.pdf
- Fitzpatrick, B. (2016). *Unmanned aerial systems for surveying and mapping: cost comparison of uas versus traditional methods of data acquisition* [Tesis de

maestria, University of Southern California]. Repositorio USC.
<https://spatial.usc.edu/wp-content/uploads/formidable/12/Bryan-Fitzpatrick.pdf>

García, P., Sanz, J., Pérez, E., & Navarro, A. (2012). Dpto. Análisis Geográfico Regional y Geografía Física Universidad Complutense de Madrid. *Guía práctica de teledetección y fotointerpretación*.
<https://docta.ucm.es/entities/publication/bcac277b-6461-4e6f-a328-04997d7bf1c1>

Herrera, B. H. (1987). Elementos de fotogrametría. Limusa

Inga, S. (2019). *Diseño de carreteras utilizando herramientas BIM y vuelo no tripulado* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/19339>

Jiménez, N., Magaña, A., & Soriano, E. (2019). *Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos* [Tesis de licenciatura, Universidad de El Salvador]. Repositorio UES.
<https://hdl.handle.net/20.500.14492/16439>

Lema, J. (2003). *Fotogrametría moderna analítica y digital*. Universidad Politécnica de Valencia.

Mendoza, J. (2020). *Topografía y Geodesia*. Ingnavando.
<https://ingnavando.com/wp-content/uploads/2020/06/MUESTRA-LIBRO-DE-TOPOGRAF%C3%8DA.pdf>

- Ministerio de transportes y comunicaciones, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2013). *Manual de carreteras, especificaciones técnicas generales para construcción, EG-2013, tomo I.*
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construccion%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construccion%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)
- Navarro, S. (2008) *Manual de Topografía Planimetría.*
<https://www.studocu.com/co/document/universidad-pedagogica-y-tecnologica-de-colombia/topografia/apuntes-fotogrametria/16872795>
- Orellana, R. (2006). *Apuntes de Fotogrametría.* Apuntes Fotogrametría básica.
https://www.academia.edu/11505096/APUNTES_ALUMNOS_FOTOGRAFIA
- Otero, I., Ezquerro, A., & Arozarena, A. (2016). *Sistemas de captura de la información : fotogrametría y teledetección.* Dextra.
- Quirós, E. (2014). *Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicadas a la Ingeniería Civil.* Editorial Universidad de Extremadura.
<https://dehesa.unex.es/handle/10662/3142>
- Rabanal, D. (2011). *Integración de un sistema UAV con control autónomo en un equipo aéreo para agricultura de precisión* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP.
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/892>

- Pix4d. (2024). *PIX4Dmapper-Software de fotogrametría*. Pix4D.
<https://www.pix4d.com/es/producto/pix4dmapper-fotogrametria-software/>
- Sánchez, I. (2017). *Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la plaza San Luis – 2017* [Tesis de licenciatura, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Digital Institucional UCV.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/12246>
- Salcedo, J. (2007). *Conceptos Básicos para la Correcta Utilización de los Datos Cartográficos* [Diapositivas de PowerPoint]. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. <https://es.slideshare.net/slideshow/proyeccion-cartografica-ingemmet-2011/83959503>
- Tacca, H. (2015). *Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional Digital UNAP.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/3882>
- Tecniber-5. (2012). *Fotografía Digital* [archivo PDF].
http://s2.puntxarxa.org/cbb/cursos/manuals/128_FotografiaDigital_esp.pdf
- Valavanis, K. (2007). *Advances in Unmanned Aerial Vehicles. State of the art and the Road to Autonomy, vol.33*. Springer.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-6114-1>
- Villareal, J. (2015). *Análisis de la precisión de levantamiento topográficos mediante el empleo de vehículo no tripulados (UAV) respecto a la densidad de puntos*

de control [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica Particular de Loja].

Repositorio Institucional de la UTPL.

<http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/13079>

ANEXOS

TABLAS

Tipo de Entrada Procesamiento Salida fotogrametría			
Analógica	Película fotográfica	Analógico (óptico mecánico)	Analógica
Analítica	Película fotográfica	Analítico (computadora)	Analógica
Digital	Imagen digital.	Analítico (computadora)	Digital

3.5.1

Variables	Dimensión
Levantamiento topográfico con estación total y Drone de ala rotatoria	Coordenadas de Apoyo (geodésicos) Plan de trabajo y equipos calibrados. Programa para el analisis de datos

3.5.2

Variables	Dimensión
Evaluación de precisión, costo y tiempo	Tolerancia Error de cierre Análisis de costos unitarios. Cronograma de Ejecución.

3.5.3

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores
Levantamiento topográfico con estación total y Drone de ala rotatoria	Puntos de apoyo (geodésicos)	localización de puntos de control
		Toma de coordenadas del punto (modo estático)
	Plan de trabajo y equipos calibrados	Planificación de vuelo
		Georreferenciación de fotografía
	programa para el proceso de datav c	Interpolación de puntos
		Creación del plano

Tabla 6

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores
Evaluación de precisión, costo y tiempo	Precisión	Tolerancia
		Error de cierre
	Evaluación Presupuestaria	Análisis de precios unitarios
		Costos y presupuesto
	Tiempo	Cronograma de ejecución

Tabla 7

CÓDIGO:	GPS-01
MÉTODO DE POSICIONAMIENTO:	ESTÁTICO
ESTACIÓN BASE:	LI01
INTERVALO DE GRABACIÓN:	5 segundos
MÁSCARA DE ELEVACIÓN:	5°
DATUM HORIZONTAL:	WGS84
TIEMPO DE REGISTRO DE DATOS:	03:55:15 horas

5.1.3

PUNTOS DE CONTROL - ESTACIÓN TOTAL			
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA
GPS-01	266384.0149	8686056.254	2.5723
BM-01	266390.396	8686050.843	2.689
BM-02	266273.266	8686561.952	2.4628
BM-03	266523.171	8686537.145	3.1715
BM-04	266680.454	8686539.286	2.73158
BM-05	266555.892	8686364.655	1.9835
BM-06	266677.984	8686314.476	2.6153
BM-07	266582.185	8686047.751	2.6353

5.2.1

COSTOS UNITARIOS DE LEVANTAMIENTO CON ESTACIÓN TOTAL X DIA					
HA/DIA	12	EQ	12	TOTAL	406.62
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
TOPÓGRAFO	DIA	1	1	80	80
PRISMERO	DIA	1	1	100	100
EQUIPOS					
ESTACIÓN TOTAL/PRISMAS/GPS	DIA	1	1	100	100
HERRAMIENTAS	%	3	3	26.62	26.62
TRABAJO GABINETE	GLB	1	1	100	100

5.2.2

COSTOS UNITARIOS DE LEVANTAMIENTO CON DRON X HA					
HA/DIA	230	EQ	230	TOTAL	30.06
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
DRONERO	DIA	1	0.1	150	15
EQUIPOS					
DRONE	DIA	1	0.1	150	15
HERRAMIENTAS	%	3	3	1.92	0.06
TRABAJO GABINETE	GLB	1	1	100	150
GPS DIFERENCIAL	PTO	1	20	15	300