



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y
AGRIMENSURA



EVALUACIÓN DE PRECISIÓN EN UN LEVANTAMIENTO
CATASTRAL RURAL CON EQUIPO GNSS SUBMÉTRICO Y
VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO DRON EN EL DISTRITO
DE ATUNCOLLA, PROVINCIA PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ANGEL FELIPE YUCRA CHURA

Bach. ADERLI FREDY CUTIMBO PANCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
EVALUACIÓN DE PRECISIÓN EN UN LEVANTAMIENTO CATASTRAL RURAL CON EQUIPO GNSS SUBMÉTRICO Y VEHÍCULO AÉ	ADERLI FREDY CUTIMBO PANCA, ANGE L FELIPE YUCRA CHURA
RECUENTO DE PALABRAS	RECUENTO DE CARACTERES
19909 Words	111168 Characters
RECUENTO DE PÁGINAS	TAMAÑO DEL ARCHIVO
135 Pages	6.1MB
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
Aug 1, 2024 10:58 AM GMT-5	Aug 1, 2024 10:59 AM GMT-5


● 16% de similitud general


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

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% 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
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)
- Material citado


VICTOR C. FLORES FLORES
ASESOR / DIRECTOR


Dr. Valeriano CONDORI APAZA
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
EPITA - FCA



DEDICATORIA

A nuestro señor que nos bendice con paz, sabiduría y amor.

A mis padres: Jacinto P. Yucra Huancapaza y Justina Chura Tipo.

A mis hermanos y compañeros de trabajo por el apoyo y conocimiento compartido.

Angel Felipe Yucra Chura



DEDICATORIA

A Dios que me bendice grandemente y guía con sabiduría y amor.

A mis padres: Máximo Cutimbo Pacompia y Victoria Panca Cahui.

*A mis hermanos: Soledad, Eloy, Javier, Flor. Cuñados y sobrinos
soy grandemente bendecido por que me apoyan y motivan a seguir
adelante.*

Aderli Fredy Cutimbo Panca



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno – alma mater de la enseñanza Puneña, a la escuela profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura por habernos acogido en sus aulas e instruido conocimientos para nuestra vida profesional.

Agradecemos al Ing. Victor C. Flores Flores y docentes que compartieron sus experiencias y conocimientos para nuestra formación.

Nuestra gratitud a las personas que apoyaron para la realización de esta tesis.

Angel Felipe Yucra Chura

Aderli Fredy Cutimbo Panca



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	17
ABSTRACT	18

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.2. DESARROLLO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.2.1. Problema general	20
1.2.2. Problemas específicos.....	21
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.3.1. Hipótesis general.....	21
1.3.2. Hipótesis específicas.....	21
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	22
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.5.1. Objetivo general.....	22
1.5.2. Objetivos específicos	23

CAPÍTULO II



REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.1.1.	Ámbito global	24
2.1.2.	Antecedentes nacionales	25
2.1.3.	Antecedentes locales.....	26
2.2.	MARCO TEÓRICO	27
2.2.1.	Catastro rural en el Perú.....	27
2.2.2.	Lineamiento para la formulación catastral rural del M.E.F.....	28
2.2.3.	Finalidad del catastro rural	31
2.2.4.	Sistema de información geográfica (SIG)	32
2.2.5.	Predios Catastrales	33
2.2.6.	Problemas del catastro rural.....	33
2.2.7.	Fotogrametría.....	34
2.2.8.	Tipos de vuelo.....	35
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	35
2.3.1.	Catastro.	35
2.3.2.	Dron	35
2.3.3.	Drones e ingeniería	36
2.3.4.	Pixel	37
2.3.5.	Dron phantom 4 rtk.....	37
2.3.6.	Agisoft metashape.....	38
2.3.6.1.	Configuración mínima	38
2.3.6.2.	Configuración recomendada	38
2.3.7.	Limitaciones y Ventajas.....	39
2.3.8.	Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	39



2.3.9. DGPS o GPS diferencial.....	40
2.3.9.1. Un receptor GPS.	40
2.3.9.2. Dos tipos de correcciones	41
2.3.10. Fiabilidad de los datos.....	41
2.3.10.1. Línea base individual (<30km) horizontal	42
2.3.10.2. Precisión (emc) con postproceso.....	42
2.3.10.3. Fiabilidad de la inicialización	43
2.3.11. Fuentes de error.....	43
2.3.11.1. Perturbación ionosférica	43
2.3.11.2. Fenómenos meteorológicos.....	43
2.3.11.3. Imprecisión en los relojes	43
2.3.12. Interferencias eléctricas imprevistas	44
2.3.12.1. Error multisenda.....	44
2.3.12.2. Interferencia "Disponibilidad Selectiva S/A"	44
2.3.12.3. Topología receptor-satélites.....	44
2.3.13. Estación Total.....	45

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO	47
3.2. MATERIALES PARA EL PUNTO DE CONTROL.....	47
3.3. SOFTWARE PARA PROCESAR DATOS DE CAMPO	48
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO	48
3.4.1. Población	48
3.4.2. Muestra	48
3.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	49



3.6. MÉTODO Y ANÁLISIS DE DATOS ESTADÍSTICOS.....	49
3.6.1. Trabajo de campo.....	49
3.6.2. Etapas para toma de datos.....	50
3.6.3. La estación total (método directo)	51
3.6.4. GNSS submétrico (método directo).....	52
3.6.4.1. Características	52
3.6.4.2. Software terrasync.....	53
3.6.4.3. Ventajas.....	53
3.6.4.4. Navegación y planificación de rutas mejoradas.....	54
3.6.4.5. Asistencia y seguimiento en situaciones de emergencia.....	54
3.6.4.6. Reducción de errores en la recopilación y análisis de datos	54
3.6.4.7. Reducción de la necesidad de mano de obra.....	55
3.6.4.8. Desventajas	55
3.6.5. Dron rtk (método indirecto).....	57
3.6.5.1. Características de vuelo.	57
3.6.5.2. Ventajas de phantom 4 rtk.	58
3.6.5.3. Desventajas del phantom 4 rtk.	58
3.6.6. Puntos de control	59
3.6.6.1. Para el segundo objetivo específico en tolerancias registrales. 67	
3.7. MÉTODOS ESTADÍSTICOS.....	68
3.7.1. La muestra.....	68
3.7.1.1. Población.....	68
3.7.1.2. La muestra.....	68
3.7.2. Error muestra y nivel de confianza	68
3.7.3. Los instrumentos de observación.....	68



3.8. ANÁLISIS DE LOS DATOS	69
3.8.1. ANOVA	69
3.8.1.1. Suma de cuadrados.....	70
3.8.1.2. Suma de cuadrados total	70
3.8.1.3. Grados de libertad totales.....	70
3.8.1.4. La varianza.....	71
3.8.1.5. La varianza total.....	71
3.8.1.6. Prueba de TUKEY	71
3.8.2. Cálculo de tolerancias catastrales – registrales.....	72
3.8.2.1. Regla de tres simple.	72

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	74
4.1.1. Límites geográficos de los predios	74
4.2. DATOS FINALES DE CAMPO Y GABINETE PARA EL PRIMER	
OBJETIVO.....	75
4.2.1. Análisis y resultados	75
4.2.1.1. Calculo estadístico de ÁREAS del predio 1.	75
4.2.1.2. Interpretación 1 ANOVA de áreas del predio 1.....	77
4.2.1.3. Interpretación 2 Tukey para áreas del predio 1.....	81
4.2.1.4. Cálculo estadístico de áreas del predio 2	81
4.2.1.5. Interpretación 3 ANOVA áreas para el predio 2.....	83
4.2.1.6. Interpretación 4 Tukey de áreas del predio 2.....	86
4.2.1.7. Cálculo estadístico de ÁREAS del predio 3	87
4.2.1.8. Interpretación 5 ANOVA de áreas del predio 3.....	88



4.2.1.9. Interpretación 6 Tukey de áreas del predio 3	92
4.3. CÁLCULO DE RAPIDEZ CON LAS METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN EMPLEADAS PARA EL SEGUNDO OBJETIVO.....	92
4.3.1. Cálculo de la rapidez del levantamiento topográfico con GNSS submétrico	92
4.4. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES PARA EL TERCER OBJETIVO	97
V. CONCLUSIONES	103
VI. RECOMENDACIONES	106
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
ANEXOS.....	111

ÁREA: Topografía, Geodesia, Cartografía y Catastro.

TEMA: Evaluación de precisión en un levantamiento catastral rural con equipo GNSS submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON en el distrito de Atuncolla, provincia puno.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 02 de agosto de 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Por Naturaleza Rural Tolerancias Catastrales Registrales, 2008 Directiva N° 001-2008-SNCP-CNC	50
Tabla 2 Coordenadas de los puntos geodésicos (PCG) o punto de control.	60
Tabla 3 Coordenadas tomadas con estación total.	60
Tabla 4 Áreas del predio con el software autocad.	61
Tabla 5 Áreas con el software QGIS Lima	61
Tabla 6 Áreas con el software ArcGis 10.5	62
Tabla 7 Áreas con estación total	62
Tabla 8 Datos de áreas (m ²) del predio 1	76
Tabla 9 Hallando las sumas, promedio, varianza y promedio total del predio 1	76
Tabla 10 Valores finales del predio 1.	77
Tabla 11 Hallando mínimos cuadrados, los grados de libertad, varianza y test F. para el predio1.	77
Tabla 12 Tabla ANOVA del predio 1.....	78
Tabla 13 Buscando En La Tabla De F-Fisher $\alpha= 0.05$	78
Tabla 14 Media y muestras para el predio 1	79
Tabla 15 ANOVA del predio 1	80
Tabla 16 Resultados tukey para el predio 1	80
Tabla 17 Datos de áreas (m ²) del predio 2.	82
Tabla 18 Hallando las sumas, promedio, varianza y promedio total.	82
Tabla 19 Valores finales del predio 2.	83
Tabla 20 Hallando mínimos cuadrados, los grados de libertad, varianza y test F.	83
Tabla 21 Tabla ANOVA.....	84



Tabla 22	Buscando En La Tabla De F-Fisher $\alpha= 0.05$	84
Tabla 23	Media y muestras de áreas del predio 2.	85
Tabla 24	ANOVA del predio 2.	85
Tabla 25	Resultados tukey para el predio 2.	86
Tabla 26	Datos de áreas (m2) del predio 3.	87
Tabla 27	Hallando las sumas, promedio, varianza y promedio total.	87
Tabla 28	Valores finales.	88
Tabla 29	Hallando mínimos cuadrados, los grados de libertad, varianza y test F.	88
Tabla 30	ANOVA del predio 3.	89
Tabla 31	Buscando En La Tabla De F-Fisher $\alpha= 0.05$	89
Tabla 32	Buscando En La Tabla De F-Fisher $\alpha= 0.05$	90
Tabla 33	ANOVA del predio 3.	91
Tabla 34	Resultados tukey para el predio 3.	91
Tabla 35	Rapidez con la metodología GNSS submétrico.	93
Tabla 36	Rapidez con la metodología de medición con el vehículo aéreo no tripulado DRON.	95
Tabla 37	Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 1.	98
Tabla 38	Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 1.	99
Tabla 39	Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 2.	99
Tabla 40	Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 2.	100
Tabla 41	Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 3.	101
Tabla 42	Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 3.	102



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Mosaico de fotografías aéreas de un vuelo de DRON para un área de estudio.	37
Figura 2 La imagen muestra el inicio del levantamiento.....	52
Figura 3 Levantamiento de los vértices de los predios, método GNSS submétrico.	56
Figura 4 Vehículo aéreo no tripulado DRON.	59
Figura 5 Se visualiza los vértices y los polígonos en estudio con el software autocad.	64
Figura 6 Ortofoto generada de los predios, con el software arcgis 10.5.....	65
Figura 7 Software Pathfinder, se muestra la certificación para mayor precisión	66
Figura 8 Obtención de áreas por la metodología de estación total.	66
Figura 9 Obtención de áreas por la metodología de GNSS submétrico.	67
Figura 10 Obtención de por la metodología de vehículo aéreo no tripulado DRON..	67
Figura 11 Se muestra la prueba de normalidad en la que por tener menos de 30 muestras tomaremos los datos de shapiro wilk como se muestra a continuación.	69
Figura 12 Mapa vial del distrito de Atuncolla provincia de Puno departamento de Puno.	75
Figura 13 Cuadro de rapidez para la metodología con GNSS submétrico.	94
Figura 14 Rapidez en toma de datos con la metodología de medición con el vehículo aéreo no tripulado DRON.....	96



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Elaboración de material de foto controles.	111
ANEXO 2 Levantamiento topográfico de puntos de control auxiliares.....	111
ANEXO 3 Monumentación de los puntos control.....	112
ANEXO 4 Obtención de datos de puntos geodésicos	112
ANEXO 5 Placa para la identificación de los puntos de control.....	113
ANEXO 6 Levantamiento de los predios con estación total.	113
ANEXO 7 Toma de datos GNSS submétrico.....	114
ANEXO 8 Foto aérea tomada desde el dron al equipo técnico.	114
ANEXO 9 Reporte de los puntos de control tomados con equipo GPS Diferencial.	115
ANEXO 10 Formulario de información de la ERP PU02(Juliaca).	116
ANEXO 11 Certificado de calibración de equipo GPS Diferencial.....	120
ANEXO 12 Certificado de calibración del equipo estación total.....	121
ANEXO 13 Reporte del post proceso del DRON.	122
ANEXO 14 Reporte del post proceso del GNSS submétrico.....	130
ANEXO 15 Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	132
ANEXO 16 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional ...	133
ANEXO 17 Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	134
ANEXO 18 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional....	135



ACRÓNIMOS

GNSS:	Global Navigation Satelital System (Sistema Global de Navegación por Satélite).
GPS:	Global Positionig System.
IGN:	Instituto Nacional Geográfico.
REGGEN:	Red Geodésica Geocéntrica Nacional.
RPAS:	Remotely Piprediod Aircraft System (Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada).
RPA:	Remotely Piprediod Aircraf (Aeronave Pilotada a Distancia).
RTK:	Real Time kinematic (Modo Cinemático en Tiempo Real).
SIG:	Sistema de Información Geográfica.
SNCP:	Sistema Nacional Integrada de Información Catastral.
SARP:	Sistema Aéreos Remotamente Tripulados.
UTM:	Universal Transversal Mercator.
WGS-84:	Word Geodetic System 84 (Sistema Geodesico Mundial 1984).
CAD:	Computer Aided Design.
JPEG:	Joint Photographic Experts Group.
ANOVA:	Análisis de Varianza.
R.M.:	Resolución Ministerial.
USB:	Universal Serial Bus.
SUNARP:	Super Intendencia De Los Registros Públicos.
MINAGRI:	Ministerio De Desarrollo Agrario Y Riego.



RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo general evaluar la diferencia de precisión de un levantamiento catastral rural con equipo GNSS submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON con respecto a los predios levantados con estación total, como objetivos específicos es determinar la rapidez con los métodos de medición GNSS submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON con respecto a predios levantados con estación total y también evaluar los rangos de tolerancias catastrales registrales. El trabajo de investigación inicia con la monumentación de dos puntos de control georreferenciados a la ERP PU02 (Juliaca), luego se inició con el levantamiento de datos en campo con los métodos de medición de estación total, GNSS submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON, posteriormente se realiza el trabajo de gabinete, comprende la descarga de datos del método estación total y su post proceso con el software autocad, para el método GNSS submétrico y su post proceso con el software phatfhainder y para el método de vehículo aéreo no tripulado DRON y su post proceso en el software agisoft metashape. Se tiene un enfoque metodológico de investigación cuantitativo que nos ayuda a resolver nuestras preguntas de investigación utilizando la medición de parámetros, la recolección y obtención de datos estadísticos para llegar a las hipótesis planteada, se utilizó el software IBM SPSS para la prueba de normalidad de shapiro wilk, concluyendo que no son una distribución normal, por lo tanto, las pruebas realizadas a los tres predios se aplicó pruebas estadísticas de comparación como anova y tukey, encontrando una diferencia significativa en los tres predios, en tiempos el DRON tiene mejor Rapidez que el GNSS submétrico y también las áreas obtenidas se encuentran dentro de los rangos de tolerancias catastrales registrales.

Palabras clave: Áreas, Cartografía, Geodesia, Software, Vehículo.



ABSTRACT

The general objective of this research project is to evaluate the difference in precision of a rural cadastral survey with submetric GNSS equipment and DRON unmanned aerial vehicle with respect to the properties surveyed with a total station, as specific objectives is to determine the speed with the methods of submetric GNSS measurement and DRON unmanned aerial vehicle with respect to properties surveyed with a total station and also evaluate the ranges of cadastral registration tolerances. The research work begins with the monumentation of two control points georeferenced to the ERP PU02 (Juliaca), then began with the collection of data in the field with the measurement methods of total station, submetric GNSS and DRON unmanned aerial vehicle, Subsequently, the office work is carried out, it includes the download of data from the total station method and its post-processing with the autocad software, for the submetric GNSS method and its post-processing with the phatfhainder software and for the DRON unmanned aerial vehicle method and its post process in the agisoft metashape software. There is a quantitative research methodological approach that helps us solve our research questions using the measurement of parameters, the collection and obtaining of statistical data to reach the proposed hypotheses, the IBM SPSS software was used for the Shapiro normality test. wilk, concluding that they are not a normal distribution, therefore, the tests carried out on the three properties were applied statistical comparison tests such as anova and tukey, finding a significant difference in the three properties, in times the DRON has better speed than the Submetric GNSS and also the areas obtained are within the ranges of cadastral registration tolerances.

Keywords: Areas, Cartography, Geodesy, Software, Vehicle.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el mundo actual, los avances tecnológicos han transformado drásticamente cómo percibimos nuestro entorno, la demanda de datos precisos en tiempo real impulsa la búsqueda constante de nuevas y mejoradas técnicas para mejorar la precisión de la información catastral, esto es importante para estimar con precisión los datos obtenidos con los diversos instrumentos utilizados actualmente.

Por tal motivo el presente proyecto tiene como procedimientos a realizar como el trabajo de campo en toma de datos y áreas, se ha utilizado los equipos de medición como el GPS diferencial para establecer los dos puntos de control geodésico, como establece la normativa del IGN para puntos de orden tipo “C”, luego se procedió a realizar la metodología de levantamiento de predios rurales con estación total, tomando como puntos de partida los dos puntos de control antes mencionados.

El uso de drones en fotogrametría y el equipo GNSS (sistema global de navegación por satélite) están transformando el campo de la topografía, volviéndose cada vez más accesibles para los profesionales especializados en esta área tecnológica, estas herramientas pueden emplearse para diversas actividades en ingeniería, como la actualización, estudio, monitoreo e inspección de terrenos. Para generar la cartografía en la zona de estudio con la metodología de equipo aéreo no tripulado DRON, se elaboró material de foto control para cada vértice de los predios con una altura de vuelo de 50 m. y para finalizar se realizó el levantamiento catastral con la metodología de GNSS submétrico lo cual en cada vértice se posesiono como mínimo sesenta épocas como mínimo.



1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El catastro rural a través del tiempo ha ido tomando importancia por los beneficios que este proporciona a las familias de en el ámbito rural en el departamento de puno, los encargados de ejecutarlo son los gobiernos locales como municipios, gobierno regional a través de la gerencia de desarrollo agrario y nacionales a través de proyectos sectoriales supervisados como el PTRT3, más conocidas como las entidades generadoras de catastro.

La metodología con la que se empezó a generar esta cartografía catastral fue con las ortofotos, imágenes satelitales de forma indirecta, luego se optó por realizar estos trabajos con estaciones totales de forma directa con lo que se ha realizado la cartografía rural en el departamento de Puno.

En la actualidad, las entidades encargadas del catastro están llevando a cabo levantamientos catastrales en áreas rurales utilizando el método GNSS submétrico para la recolección de datos en campo de manera masiva, por lo tanto, el proyecto de investigación propuesto se centrará en evaluar la precisión del equipo GNSS submétrico en comparación equipos aéreos no tripulados DRON y su rapidez entre ambas metodologías. El objetivo es determinar si estos equipos de medición cumplen con los errores de mediciones permisibles en las tolerancias catastrales registrales establecidas por la directiva N° 01-2008-SNCP/CNC “tolerancias catastrales registrales”.

1.2. DESARROLLO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Problema general

- ¿Existirá diferencia de áreas obtenidos con métodos de medición GNSS submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON con respecto a los predios



levantados con estación total en el distrito de Atuncolla, provincia de Puno?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera se relaciona la rapidez en el levantamiento topográfico catastral con los métodos de medición del GNSS submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON en el distrito de Atuncolla, provincia de Puno?
- ¿Cumplirán con los rangos de tolerancias catastrales registrales de las áreas tomadas con los métodos de medición GNSS submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON con respecto a los predios levantados con estación total?

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Hipótesis general

- Existe diferencia de áreas obtenidos con los métodos de medición GNSS submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON ante predios levantados con estación total en el distrito de Atuncolla, provincia de Puno.

1.3.2. Hipótesis específicas

- Existe diferencia en la rapidez de un levantamiento catastral rural con la metodología de medición del GNSS submétrico con respecto al vehículo aéreo no tripulado DRON en el distrito de Atuncolla, provincia de Puno.
- Cumplirán con los rangos de tolerancias catastrales registrales las áreas tomadas con los métodos de medición GNSS submétrico y vehículo aéreo



no tripulado DRON con respecto a los predios levantados con estación total en el distrito de Atuncolla, provincia de Puno.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

- En el ámbito de la ingeniería se conocen como equipos de mayor precisión en medición a la estación total, equipo Diferencial e implantación de los equipos aéreo no tripulados Drones, siendo así que la sub gerencia de saneamiento de la propiedad, los Proyectos de Catastro, Titulación y Registro de Tierras Rurales (PTRT) optaron por realizar dichos procedimientos que establece la ley 31145 (27.03.2021) y su reglamento d.s.014 2022-MIDAGRI “procedimientos para el levantamiento catastral rural e inscripción en registros públicos”, por lo tanto se han basado en métodos tradicionales como son el uso de Estación total.
- Como se conoce que la orografía del departamento de Puno es variada con lugares inaccesibles o grandes extensiones para la toma de datos o dificultad para el acceso al personal técnico de campo, sin embargo, la “Ley Sistema Nacional Integrado de Catastro y su vinculación con el Registro de Predios”, (Sunarp,2012), supervisan estas actividades. Como también se quiere evaluar la rapidez de ambas metodología de medición.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

- Comparar la diferencia de precisión de áreas obtenidos con los métodos de medición GNSS Submétrico y Vehículo aéreo no tripulado DRON con



respecto a los predios levantados con estación total en el distrito de Atuncolla, provincia Puno.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la rapidez en la metodología de levantamiento topográfico catastral rural con los métodos de medición GNSS submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON en el distrito de Atuncolla, provincia Puno.
- Evaluar los rangos de tolerancias catastrales registrales de las áreas tomadas con los métodos de medición GNSS submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON con respecto a los predios levantados con estación total.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Ámbito global

Guzmán et al. (2019) la investigación realizada por el Instituto Politécnico Nacional de México aborda la evaluación del uso de drones en levantamientos fotogramétricos y topográficos con fines catastrales. Identifican la falta de actualización de información relacionada con la propiedad inmueble como un componente primordial. Sin embargo, señalan que la adquisición de datos ha sido revolucionada por las nuevas tecnologías, lo que ha llevado a la utilización de programas informáticos especializados y equipos de última generación, como los drones. Estos permiten obtener información de manera más rápida y con menor costo de inversión. A pesar de estas ventajas, la implementación de estas tecnologías en el campo de la ingeniería plantea interrogantes. El estudio se enfoca en evaluar la viabilidad de incorporar estas tecnologías emergentes, que están en tendencia, para actualizar la base de datos catastrales de manera precisa, rigurosa y en menos tiempo.

Jimenez et al. (2019), investigación titulada "Comparación entre levantamientos topográficos utilizando Estación Total y el uso de Drones y GPS como métodos directos" examina cómo la calidad de los datos obtenidos mediante la Estación Total, un equipo reconocido y ampliamente utilizado por su alta precisión, se compara con los datos obtenidos a partir de fotografías aéreas capturadas por drones y mediciones realizadas con el sistema GPS (Sistema de



Posicionamiento Global o Global Positioning System), el cual es un sistema de navegación por satélite universal (GNSS). Además, el estudio compara las coordenadas obtenidas durante un levantamiento topográfico en la Universidad del Salvador, realizado con una Estación Total, con aquellas obtenidas utilizando el GPS en modo RTK, revelando diferentes niveles de precisión que varían entre 1.00 y 3.50 centímetros. Del mismo modo, la comparación entre la Estación Total y el Dron muestra niveles de precisión que oscilan entre 1.00 y 5.00 centímetros.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Sánchez (2018) se establece que el objetivo principal es determinar la fiabilidad del levantamiento topográfico realizado con drones en la Plaza San Luis en 2017. Este estudio busca evaluar la precisión del levantamiento topográfico utilizando drones no tripulados para recopilar datos en campo y procesarlos mediante un programa específico. Se ha programado la ruta de vuelo del dron utilizando la aplicación Pix4D para minimizar posibles errores. Se recolectaron datos de coordenadas Norte, Este y Altura de todos los puntos necesarios. Además, se llevó a cabo un levantamiento topográfico con estación total en los mismos puntos, y se evaluó utilizando fórmulas establecidas para comparar los resultados dentro de los rangos de tolerancia aceptables para levantamientos topográficos. El análisis concluyó que el método utilizando drones es confiable.

Sánchez (2013) tras realizar un estudio preliminar directo, se contrastaron los datos obtenidos de un levantamiento catastral realizado con GPS diferencial basado en puntos con los datos de una ortofoto sobre un área de estudio (N = 660 para ambos casos). Se observaron variaciones en las coordenadas UTM tanto en la dirección Este como en la Norte, en relación con el momento de la toma de



datos. Además, se encontró que los costos asociados fueron menores en las horas de la tarde, y a medida que la altitud disminuía, las diferencias entre los dos procedimientos también eran menores. Los resultados del levantamiento catastral mostraron una diferencia máxima de 3.39 metros en las coordenadas Norte, con una media aritmética de 0.59 y 0.75, y una desviación estándar de 0.81 y 0.60 para las coordenadas Este y Norte, respectivamente. Estas diferencias se compararon teniendo en cuenta el momento de la toma de datos, ya que no se observó un impacto negativo constante, siempre y cuando no se excedieran los valores permisibles.

2.1.3. Antecedentes locales

Flores y Ancori (2022) definió que al examinar los tiempos de postprocesamiento y la calidad de resolución del orto mosaico procesado en los programas Pix4D y Agisoft Metashape en relación con las coordenadas establecidas por el receptor GNSS en la carretera Totorani-Tiquillaca, se observaron desplazamientos en las direcciones Este, Norte y Elevación. La metodología empleada consistió en establecer seis puntos de vista geodésicos en modo Estático y catorce BM's en modo RTK a lo largo de un tramo de 7.3 kilómetros para el análisis. Además, se marcaron puntos de control fotográficos para ajustar las imágenes capturadas con el Dron Phantom 4 RTK. Posteriormente, se realizó el postprocesamiento de los datos utilizando los programas Pix4D y Agisoft Metashape, lo que resultó en una extensa nube de puntos del ortomosaico. A partir de esta nube de puntos, se extrajeron las coordenadas (Este, Norte, Elevación), las cuales se compararon con los datos obtenidos mediante el receptor



GNSS. Asimismo, se analizaron los tiempos de postprocesamiento y la calidad de la imagen.

Tapia y Laurente (2018) afirman que en diversos sectores del centro poblado de Apillani, se llevó a cabo un estudio con el objetivo de analizar las disparidades entre los terrenos que están físicamente presentes y aquellos que están registrados en la Superintendencia de los Registros Públicos en términos de su tamaño en áreas rurales. Llegaron a la conclusión de que, con un nivel de confianza del 95%, hay una diferencia significativa en el tamaño promedio de 71,763 metros cuadrados entre los terrenos físicamente presentes y los registrados en la Superintendencia de los Registros Públicos. Sin embargo, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la ubicación central entre los terrenos físicamente presentes y los que están registrados en la SUNARP. Además, se determinó que el error promedio en la medición lineal es de 2.8406 metros.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Catastro rural en el Perú

Con el paso del tiempo y bajo distintas administraciones gubernamentales, el catastro rural ha mantenido su relevancia. En el año 2007, se transfirió al Organismo de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI) como parte de una fusión por absorción, lo que dio lugar al Plan Particular de Titulación de Tierras y Catastro Rural (PETT). El PETT se enfocó principalmente en el saneamiento físico-legal de los predios rurales y en la creación, consolidación, conservación y actualización del catastro rural a nivel nacional. Una de sus principales tareas fue la generación de un catastro exclusivo de la propiedad



predial. Con la descentralización de competencias y funciones en 2014, mediante el Decreto Supremo 018-2014-VIVIENDA, se transfirió el catastro rural del COFOPRI al Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Además, se ha buscado implementar nuevos métodos para la actualización de la base de datos del catastro rural, adaptándose a las necesidades de la población y de las instituciones (Pinedo, 2020).

2.2.2. Lineamiento para la formulación catastral rural del M.E.F

El manejo del territorio refleja un mosaico de interacciones que abarcan lo físico, social, cultural y económico. La administración de este espacio es un reto continuo para las políticas gubernamentales y la función estatal. La variedad en cultura, economía y lenguaje conlleva requerimientos particulares en sectores como la salud, educación, seguridad pública, empleo, justicia, medio ambiente y manejo de recursos. Estos requerimientos, sumados a los intereses de distintos grupos económicos y políticos, demandan una sinergia entre gobierno, sociedad y actores variados, que puede traducirse en cooperación o conflicto, según el carácter de las partes. Dicha dinámica puede derivar en discrepancias o disputas sociales. Así, para garantizar una gestión territorial efectiva y ordenada, se hace imprescindible fomentar una perspectiva holística que considere todas las facetas y necesidades de la comunidad, además de fomentar el diálogo y la colaboración entre los involucrados (MEF, 2019).

Equipamiento para la implementación de la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE), es esencial contar con dispositivos de hardware de vanguardia y programas informáticos diseñados para tal fin. Estos recursos tecnológicos son fundamentales para efectuar la planificación de la ZEE, ejecutar análisis



detallados, evaluar las condiciones de un área específica, desarrollar iniciativas de ordenamiento del territorio y formular estrategias para la utilización responsable del entorno. Dichos instrumentos deben estar enfocados en la administración del espacio geográfico y tener la capacidad de reconocer e integrar los distintos ámbitos de la administración pública que se ven implicados (MEF, 2019).

Desarrollo de Información. Se emplearán recursos cartográficos y de teledetección para integrar información en las herramientas técnicas de administración territorial pertinentes. Esto implica la creación de escenarios para la ocupación del espacio y el uso de recursos naturales, considerando aspectos como perspectivas futuras, objetivos estratégicos, estudios del entorno y otros factores relevantes (MEF, 2019).

Monitoreo del uso y ocupación del espacio. El desarrollo y aplicación del sistema (MEF, 2019).

Comunicación y difusión. Para promover la interacción social, se emplearán herramientas y actividades que involucren a la población y a los actores relevantes dentro de su grupo (MEF, 2019).

Dotación de Ambientes. Infraestructura adecuada para garantizar el buen uso de los, equipos, recursos humanos, incorporando instalaciones y equipo mobiliario apropiado (MEF, 2019).

Proyecto de Inversión Pública. El análisis y evaluación de los Planes de Inversión Pública (PIP) planteados deben estar diseñados para identificar las limitaciones que enfrentan los Gobiernos Regionales y Locales en la gestión efectiva de sus respectivas jurisdicciones. Sobre esta base, se deben incorporar



acciones que fomenten el desarrollo de habilidades necesarias para ofrecer servicios de gestión territorial adecuados, así como el uso sostenible de los recursos regionales. Este enfoque debe considerar la gestión de riesgos de desastres y la reducción de conflictos sociales como aspectos fundamentales (MEF, 2019).

Por otro lado, mientras la adquisición o generación de información necesaria para que las entidades proporcionen servicios de gestión territorial a los solicitantes puede formar parte del Plan de Inversión Pública (PIP), la actualización de esta información se reserva para la fase de actualización y, por lo tanto, no puede integrarse en otro PIP existente. Sin embargo, esta actualización puede tener en cuenta futuras actividades relacionadas con el diseño e implementación de sistemas para la gestión del territorio, como hardware y software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teledetección, entre otros. (MEF, 2019).

- La obtención, conexión e incorporación de datos provenientes de otras bases de datos sectoriales, junto con la generación de información específica para la gestión territorial, son aspectos clave para optimizar la administración del territorio.
- Los recursos necesarios para la gestión territorial, como los equipos para la impresión de planos, el mobiliario adecuado y los datos especializados, forman parte del equipamiento y la logística esenciales para este fin.
- La capacitación técnica para mejorar las habilidades en la elaboración de instrumentos técnicos para la administración territorial, como los Planes



de Zonificación Ecológica Económica, Ordenamiento Territorial, Desarrollo Urbano y Catastro, es esencial. Los Planes de Inversión Pública (PIP) pueden contemplar la construcción de espacios dedicados para albergar los recursos necesarios, desde donde se brindarán servicios de gestión territorial con el respaldo adecuado.

2.2.3. Finalidad del catastro rural

Después de varios años de desarrollo del catastro en Perú, con el propósito de crear un registro completo de los terrenos rurales que contenga información detallada sobre sus características físicas, uso, infraestructura y derechos de propiedad, ya sea inscritos o no en el registro de predios. Esta información se introduce en la Base de Datos del Catastro Rural Nacional, la cual es gestionada por la entidad del gobierno regional encargada de los procesos relacionados con la función establecida en el literal n) del artículo 51 de la ley N°27867, conocida como la Ley orgánica de los Gobiernos Regionales. Esta entidad también se encarga de supervisar los procedimientos y servicios relacionados con el catastro (MINAGRI, 2019).

En el aspecto cultural puesto que por un lado se salvaguarda el Patrimonio Cultural de la País y, por el otro permite, promueve e incentiva el desarrollo de proyectos de inversión pública y privada, al eximir la tramitación del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos en espacios geográficos donde se pretenden llevar a cabo los mencionados proyectos, resultando primordial afirmar la aplicación de la exclusión recogida en la regla citada en el tomando en cuenta antecedente para lo que es importante que la unidad orgánica competente cuente



con las facultades que le posibilite aprobar o publicar superficies catastradas arqueológicamente de nuestro territorio Nacional (Resolucion Ministerial , 2019).

2.2.4. Sistema de información geográfica (SIG)

El Sistema de Información Geográfica (SIG) opera como una plataforma integral que fusiona datos alfanuméricos con información geográfica, asociándolos visualmente en mapas digitales a través de identificadores. Este enfoque permite identificar los atributos de un objeto con solo señalarlo en el mapa y consultar su ubicación a través de la base de datos. El propósito central del SIG es administrar eficazmente la información espacial, dividiendo los datos en capas temáticas independientes para facilitar su manejo y análisis. Esta organización simplifica la tarea de los profesionales al relacionar los datos existentes mediante la topología geoespacial de los objetos, agilizando el proceso de toma de decisiones y análisis espaciales. (Laboratorio Unidad Pacífico Sur , 2010).

Debido a su gran versatilidad, los sistemas de información geográfica (SIG) tienen un campo de aplicación muy amplio, siendo útiles en prácticamente todas las profesiones que requieran consideraciones espaciales. El desarrollo acelerado de las tecnologías ha sido un factor determinante en la evolución de los SIG, impulsando su transformación y adoptando nuevas herramientas que han revolucionado su funcionamiento y utilidad. (Laboratorio Unidad Pacífico Sur , 2010).



2.2.5. Predios Catastrales

El predio se describe como una superficie circunscrita por una línea poligonal cerrada y continua. Esta área abarca tanto el suelo como el subsuelo y el espacio aéreo, dentro de los límites definidos por el perímetro superficial. En esta delimitación se incluyen recursos naturales, yacimientos, restos arqueológicos y otros activos sujetos a la regulación gubernamental (Peláez, 2010).

Predios Rústicos Se refieren a terrenos dedicados a la agricultura y ganadería, situados en áreas rurales. Incluyen también los terrenos en zonas de crecimiento urbano que se utilizan para fines agropecuarios y que aún no han sido oficialmente designados como urbanos (MEF, 2019).

Predios Rurales Se trata de propiedades situadas en áreas que no están designadas como urbanas según los planes de desarrollo territorial establecidos por la autoridad municipal correspondiente (MEF, 2019).

2.2.6. Problemas del catastro rural

Como bien sabemos que el catastro en el Perú no se está ejecutando de manera ordenada por que las instituciones generan su propio catastro que conllevan a discrepancias y hasta procesos judiciales. Además, la informalidad hace que personas inescrupulosas hagan mal uso de terrenos de manera indiscriminada no respetando el medio ambiente tanto como cultural y social. Por otra parte, el tedioso y costoso proceso de formalización hace que la población no recurra a las entidades, a consecuencia genera una mala recaudación del impuesto predial, por lo general esto se debe alas superposiciones, base de datos no



actualizada, informalidad y falta de conectividad de las instituciones en generar un solo catastro.

2.2.7. Fotogrametría

La fotogrametría es una disciplina que permite obtener la representación plana y el perfil vertical de un área geográfica mediante el análisis de fotografías. Estas imágenes pueden ser capturadas en la superficie terrestre o desde el cielo, lo que origina las dos categorías principales de la fotogrametría: la terrestre y la aérea. Además, la fotogrametría engloba un conjunto de técnicas y procesos que facilitan la extracción de la forma y las medidas precisas de un objeto a partir de su imagen. El término levantamiento fotogramétrico se refiere al uso práctico de estas técnicas en la captura de imágenes. En particular, la fotogrametría aérea se refiere al proceso de tomar fotografías desde el aire para evaluar y medir terrenos (Santamaría & Sanz, 2011).

El fotograma Consiste en una representación gráfica del paisaje capturada desde el aire mediante una cámara especial instalada en la parte inferior de un avión. Los fotogramas resultantes no solo muestran una porción específica del terreno, sino que también incluyen en sus márgenes información técnica como la distancia focal, altitud de vuelo, hora precisa de la captura, y número secuencial de la imagen. Los tamaños comunes de los fotogramas varían, siendo de 18 x 18 cm, 23 x 23 cm, y 30 x 30 cm (Santamaría & Sanz, 2011).

La cámara utilizada en fotogrametría es precisamente métrica, lo que significa que se debe conocer con precisión la distancia focal hasta centésimas de milímetro. Es igualmente importante determinar la proyección de esta distancia



sobre el fotograma, conocida como el “Punto Principal”, el cual se localiza en el punto donde se cruzan las diagonales del fotograma. (Santamaría & Sanz, 2011).

2.2.8. Tipos de vuelo

- Vuelo nadiral se considera el ideal. El eje del levantamiento, que es una prolongación de la focal, es completamente vertical. sin embargo, es difícil de lograr en la práctica y casi imposible en muchas circunstancias.
- Vuelo vertical se define como tal cuando el ángulo de desviación entre la vertical y el eje del levantamiento es inferior a 3 grados. El vuelo vertical se puede equiparar al nadiral sin incurrir en errores apreciables.
- Vuelo inclinado se refiere a cuando el ángulo de desviación entre la vertical y el eje del levantamiento supera los 3 grados. En este caso, se considera que el vuelo ya no es completamente vertical y puede haber cierto margen de error en las mediciones.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Catastro.

Es el registro o inventariado de bienes inmuebles que se encuentran en un determinado territorio. Esto conllevará a un buen manejo de los bienes inmuebles de un determinado territorio.

2.3.2. Dron

Un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT), comúnmente conocido como dron, toma su nombre del término en inglés "drone", que se traduce como "abeja macho". Estos dispositivos vienen en una variedad de tamaños y tienen diversos



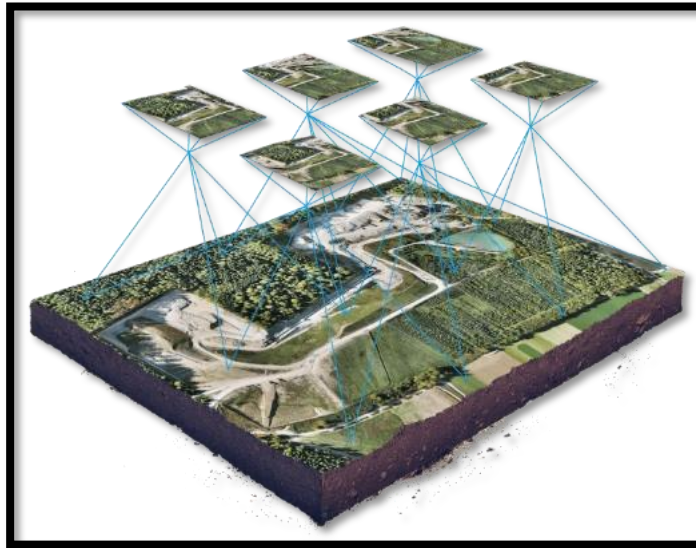
propósitos. Es importante destacar que los drones existen desde hace muchos años, pero anteriormente tenían costos de fabricación elevados. Con el avance de la tecnología a lo largo del tiempo, los costos de producción de estos dispositivos se han reducido considerablemente (Wingtra, 2019).

2.3.3. Drones e ingeniería

La Ingeniería Topográfica ha incorporado nuevas tecnologías, como los drones o vehículos aéreos no tripulados, para obtener imágenes aéreas y datos de alta calidad. Estos drones están equipados con cámaras avanzadas y sensores de última generación, como cámaras multiespectrales y LIDAR. Durante un levantamiento topográfico utilizando drones, se capturan rápidamente imágenes del suelo desde diferentes ángulos con una cámara de alta gama. La altura de vuelo se determina por el profesional, y cada imagen se georreferencia utilizando coordenadas de base (Wingtra, 2019).

Figura 1

Mosaico de fotografías aéreas de un vuelo de DRON para un área de estudio.



Nota. La figura muestra la fotogrametría combinada de imágenes (Wingtra, 2019).

2.3.4. Pixel

Un píxel, también conocido como pixel (acrónimo del inglés "picture element"), es la unidad más pequeña de color que compone una imagen digital, ya sea una fotografía, un fotograma de vídeo o un gráfico. La medida de un píxel no está definida, por lo que no se puede especificar si mide 1 mm, 1 cm o 1 m. Simplemente, es la unidad de división de una retícula en celdas y su tamaño depende del dispositivo utilizado (Vicente, 2015).

2.3.5. Dron phantom 4 rtk

Los drones Phantom 4RTK en la actualidad se utilizan para trabajos de precisión y georreferenciación de áreas topografía de los cuales se requiere tener detalle para lo cual la altura de vuelo es importante obtenerla antes del plan de vuelo para ellos se emplea la siguiente fórmula.

- Escala de la fotografía aérea viene dada por la relación:



$$E_F = \frac{1}{mb} = \frac{F_c}{H}$$

- Donde:

F_c = distancia principal o distancia focal de la cámara

H = Altura de vuelo sobre el terreno

mb = Escala de la fotografía (Pérez, 2001)

2.3.6. Agisoft metashape

Se trata de un software autónomo que lleva a cabo el procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales y produce datos espaciales en 3D para su aplicación en sistemas de información geográfica (SIG), documentación de patrimonio cultural y creación de efectos visuales. Además, permite realizar mediciones indirectas de objetos de diferentes escalas. (MAM, 2021).

2.3.6.1. Configuración mínima

El software es compatible con sistemas operativos Windows XP o posteriores (tanto 32 como 64 bits), Mac OS X Mountain Lion o versiones posteriores, y Debian/Ubuntu con GLIBC 2.13+ en arquitectura de 64 bits. Se recomienda un procesador Intel Core 2 Duo o equivalente, así como al menos 4 GB de memoria RAM para un rendimiento óptimo (MAM, 2021).

2.3.6.2. Configuración recomendada

El software es compatible con sistemas operativos Windows 7 SP1 o posteriores en arquitectura de 64 bits, así como con Mac OS X Mountain Lion o versiones posteriores. También es compatible con Debian/Ubuntu con GLIBC 2.13+ en arquitectura de 64 bits. Se recomienda un procesador



Intel Core i7 o AMD Ryzen 7, junto con una tarjeta gráfica discreta de NVIDIA o AMD. Además, se sugiere disponer de al menos 32 GB de memoria RAM para un rendimiento óptimo (MAM, 2021).

2.3.7. Limitaciones y Ventajas

En la actualidad los drones están ocupando un lugar muy importante en la ingeniería ya que permite un mejor avance y mejor detalle del área de estudio ahorrando tiempo y material con también personal en campo, en cuanto a las limitaciones son el tiempo de vuelo, los obstáculos en campo y los factores climatológicos ya que se pueden distorsionar las imágenes tomadas por los sensores y esto repercute en el procesamiento de datos.

2.3.8. Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Pozo et al. (2002) afirman que el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) es uno de los avances tecnológicos más significativos de las últimas décadas. Inicialmente diseñado como una herramienta militar para una estimación precisa de la posición, velocidad y tiempo, el GPS ha encontrado numerosas aplicaciones civiles. Sin embargo, por razones de seguridad, las señales GPS destinadas al uso civil son deliberadamente degradadas y se emiten en una frecuencia restringida. A pesar de estas limitaciones, el uso de técnicas diferenciales (DGPS) ha permitido que las aplicaciones civiles se expandan de manera exponencial. Estas técnicas introducen principios para mejorar el rendimiento del sistema GPS, abordando los principales errores que afectan la precisión de la ubicación y ofreciendo técnicas de corrección. Se presentan ejemplos de aplicaciones actuales y futuras con



importantes implicaciones económicas y sociales, seguidas de comentarios sobre la posible evolución de los sistemas de posicionamiento global.

2.3.9. DGPS o GPS diferencial

El Differential GPS (DGPS), o GPS diferencial, es un sistema que proporciona correcciones a los datos recibidos por los receptores GPS de los satélites, con el fin de mejorar la precisión en la posición calculada. Surgió principalmente como respuesta a la introducción de la Disponibilidad Selectiva (SA, por sus siglas en inglés). Esta medida se debe a que los errores generados por el sistema GPS afectan de manera similar (o casi idéntica) a los receptores cercanos entre sí. Los errores están altamente correlacionados en receptores cercanos (glmimport, 2016).

Un receptor GPS fijo en tierra (conocido como estación de referencia) que tiene su posición exacta determinada por otros medios, recibe la posición proporcionada por el sistema GPS y puede calcular los errores del sistema comparándolos con su propia posición conocida previamente. Este receptor envía correcciones de errores a receptores cercanos, permitiéndoles corregir los errores del sistema dentro del área cubierta por la transmisión de señales de la estación de referencia (glmimport, 2016).

La estación monitorizada, también llamada estación de referencia, posee un conocimiento preciso de su posición. Sus componentes incluyen:

2.3.9.1. Un receptor GPS.

Un microprocesador se encarga de calcular los errores del sistema GPS y de generar el mensaje que se envía a los receptores, un transmisor



se utiliza para establecer un enlace de datos unidireccional hacia los receptores de los usuarios finales. El equipo de cliente consiste en un receptor DGPS que recibe las correcciones de la estación monitorizada a través de un enlace de datos. Existen varias formas de obtener estas correcciones DGPS, siendo las más comunes, Recibidas por radio. Las correcciones se transmiten a través de un canal de radio preparado para este fin, como el sistema RDS en una emisora de FM (glmimport, 2016).

2.3.9.2. Dos tipos de correcciones

Una corrección directa aplicada a la posición implica que tanto el cliente como la estación de referencia deben utilizar los mismos satélites, ya que las correcciones se basan en la información de estos satélites (glmimport, 2016).

Una corrección se aplica directamente a las pseudodistancias de todos los satélites visibles. De esta manera, el cliente puede corregir su posición utilizando los cuatro satélites con la mejor relación señal-ruido (S/N). Este método ofrece una mayor flexibilidad, ya que no requiere que el cliente y la estación de referencia utilicen los mismos satélites (glmimport, 2016).

2.3.10. Fiabilidad de los datos

Este método de posicionamiento no es adecuado para áreas urbanas densamente pobladas o cerca de edificios debido al efecto multipath, ni en zonas donde sea difícil recibir cuatro o más satélites. Sin embargo, se puede utilizar de forma simultánea con el método estático, donde se realiza la triangulación con el



método estático y la densificación con el método estático rápido, como se ilustra en la figura (Salazar, 2006).

El tiempo requerido para las observaciones depende de varios factores, como la longitud de la línea base entre receptores, el número de satélites visibles, la geometría de los satélites (GDOP), la actividad ionosférica, y las condiciones atmosféricas y la ubicación geográfica del receptor (Salazar, 2006).

2.3.10.1. Línea base individual (<30km) horizontal

Para líneas de base individuales de menos de 30 km, las tolerancias para mediciones horizontales son de 8 mm más 1 parte por millón (ppm) de error de configuración (emc), mientras que para mediciones verticales son de 15 mm más 1 ppm de emc (Leyca, 2016).

2.3.10.2. Precisión (emc) con postproceso

Para mediciones estáticas (fase) con observaciones largas, las tolerancias son de 3 mm más 0.5 partes por millón (ppm) de error de configuración (emc) en la dirección horizontal, y de 3.5 mm más 0.5 ppm de emc en la dirección vertical (Leyca, 2016).

Para mediciones estáticas y estáticas rápidas (fase), las tolerancias son de 3 mm más 1 ppm de emc en la dirección horizontal, y de 5 mm más 1 ppm de emc en la dirección vertical (Leyca, 2016).



2.3.10.3. Fiabilidad de la inicialización

El OTF (On-The-Fly) se optimiza al máximo con una eficiencia del 99,99%. Los tiempos de inicialización típicos son de alrededor de 4 segundos (Leyca, 2016).

2.3.11. Fuentes de error

Aquí se enumeran las fuentes de error que actualmente tienen un impacto significativo en las mediciones realizadas con el GPS:

2.3.11.1. Perturbación ionosférica

La ionosfera consiste en una capa de partículas cargadas eléctricamente que alteran la velocidad de las señales de radio al atravesarla (Pozo, y otros, 2002).

2.3.11.2. Fenómenos meteorológicos

En la troposfera, donde ocurren los fenómenos meteorológicos, la presencia de vapor de agua afecta las señales electromagnéticas, lo que resulta en una disminución de su velocidad. Los errores generados son comparables en magnitud a los causados por la ionosfera, pero corregirlos resulta prácticamente imposible (Pozo, y otros, 2002).

2.3.11.3. Imprecisión en los relojes

A pesar de los cuidadosos ajustes y controles, los relojes atómicos de los satélites y receptores GPS presentan ligeras desviaciones (Pozo, y otros, 2002).



2.3.12. Interferencias eléctricas imprevistas

Las interferencias eléctricas pueden resultar en la interpretación errónea de los códigos pseudo-aleatorios o en un cálculo de órbita impreciso debido a un redondeo inadecuado. Detectar errores grandes es relativamente sencillo, pero cuando las desviaciones son mínimas, pueden generar errores de hasta un metro que son difíciles de detectar (Pozo, y otros, 2002).

2.3.12.1. Error multisenda

Las señales enviadas desde los satélites pueden reflejarse antes de llegar al receptor. Para mitigar este error, los receptores modernos utilizan técnicas sofisticadas de procesamiento de señales y antenas especialmente diseñadas. Sin embargo, este error es difícil de modelar ya que depende del entorno donde se encuentre la antena GPS (Pozo, y otros, 2002).

2.3.12.2. Interferencia "Disponibilidad Selectiva S/A"

Es la principal fuente de error y es introducida deliberadamente por las autoridades militares.

2.3.12.3. Topología receptor-satélites

Los receptores deben tener en cuenta la disposición espacial entre el receptor y los satélites visibles al calcular las distancias, ya que esta configuración puede afectar la precisión de las mediciones. Los receptores más avanzados aplican un factor multiplicativo que ajusta el error de medición de la distancia, conocido como dilución de la precisión geométrica (Pozo, y otros, 2002).



Las fuentes de error pueden clasificarse según su dependencia de la geometría de los satélites. Los errores asociados con la Disponibilidad Selectiva y la imprecisión de los relojes son independientes de la disposición de los satélites, mientras que los retrasos ionosféricos, troposféricos y los errores de multipath dependen de la disposición espacial. Estos errores se acumulan para generar una incertidumbre asociada a cada medida de posición GPS. (Pozo, y otros, 2002).

2.3.13. Estación Total

El funcionamiento del aparato se basa en un principio geométrico sencillo y muy difundido entre los técnicos catastrales conocido como Triangulación, que en este caso consiste en determinar la coordenada geográfica de un punto cualquiera a partir de otros dos conocidos. En palabras claras para realizar un levantamiento con Estación Total se ha de partir de 2 puntos con coordenadas conocidas o en su defecto asumidas, y a partir de esa posición se observan y calculan las coordenadas de cualquier otro punto en campo. Se ha difundido universalmente la nomenclatura para estos tres puntos, y es usada por igual en cualquier modelo de estación total:

- **Coordenadas de la Estación.** Es la coordenada geográfica el punto sobre el cual se ubica el aparato en campo. A partir del mismo se observarán todos los puntos de interés.
- **Vista Atrás.** Es la coordenada geográfica de un punto visible desde la ubicación del aparato. El nombre tiende a confundir al pensar que este punto se ubica hacia atrás en el sentido que se ejecuta el levantamiento, pero más bien se refiere cualquier punto al que anteriormente se le



determinaron sus coordenadas, mediante el mismo aparato o con cualquier otro método aceptable.

- Observación. Es un punto cualquiera visible desde la ubicación del aparato al que se le calcularan las coordenadas geográficas a partir de la coordenada conocida y el punto de referencia.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr el estudio de investigación denominado: “Evaluación de precisión en un levantamiento catastral rural con equipo GNSS submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON en el distrito de Atuncolla, provincia Puno”, se utilizaron los siguientes materiales.

3.1. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

- GPS diferencial TRIMBLE modelo 2 – 01 base y 01 rover, para colocar los puntos de control geodésico.
- Estación total topcom GTS 3000, para tomar los datos de los vértices de los predios.
- Dron phantom 4 RTK, para generar el orto mosaico del área de investigación.
- GPS submétrico TRIMBLE Geo 7x, para la toma de datos crudos y su post corrección.

3.2. MATERIALES PARA EL PUNTO DE CONTROL

- Varilla de fierro, para la monumentación de los puntos de control.
- Cemento, para la monumentación de los puntos de control geodésico.
- Hormigón, para la monumentación de los puntos de control geodésico.
- Agua, para la monumentación de los puntos de control geodésico.
- Tablas para encajonado, para la monumentación de los puntos de control geodésico.
- Libreta de campo, para la monumentación de los puntos de control geodésico.
- Yeso 10 kg, para colocar la foto controles.
- Flexómetro, para tomar medidas en campo.



3.3. SOFTWARE PARA PROCESAR DATOS DE CAMPO

- AutoCAD 2022, para el proceso de datos de la estación total, GNSS y DRON.
- Agisoft metashape, proceso de imágenes del DRON.
- ArcGIS 10.5, vectorización de las imágenes del orto mosaico.
- QGIS Lima, vectorización de las imágenes del orto mosaico.
- Microsoft Office 2020, proceso de la información y ámbito de estudio.
- Phatfinder office, para la descarga y corrección de los puntos tomados con el GNSS submétrico.
- Trimble busines center, para el proceso de datos tomados con el equipo diferencial Trimble tomados en los dos puntos de control geodésico.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.4.1. Población

En este proyecto de investigación se consideró como población a los predios rurales ubicados en el sector denominado Illpa del distrito de Atuncolla, por ser dimensiones que nos permitirán tener el adecuado análisis del proyecto.

3.4.2. Muestra

La muestra de este estudio está con una dimensión aproximada de 30.000 m² sujeto a las áreas obtenidas por los métodos de medición con vehículo aéreo no tripulado DRON, método de medición GNSS submétrico y estación total, en total se obtuvieron tres predios para el muestreo.

3.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se centra en la recopilación y análisis de datos como áreas de predios rurales, por lo tanto, el enfoque de esta investigación es cuantitativo tipo, observacional, diseño no experimental, nivel correlacional.

3.6. MÉTODO Y ANÁLISIS DE DATOS ESTADÍSTICOS

La síntesis de información tiene como objetivo apoyar la realización de este trabajo de investigación para alcanzar los objetivos planteados y verificar o refutar las hipótesis planteadas mediante las siguientes técnicas.

De acuerdo con el Manual de Levantamiento Catastral Urbano del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial (SNCP), aprobado por la Resolución N° 04-2012-SNCP/CNC, junto con la Directiva N° 001-2008-SNCP-CNC sobre Tolerancias Catastrales-Registrales”.

3.6.1. Trabajo de campo

Para cumplir con la normativa del Sistema Nacional de Catastro y el Manual para el Levantamiento Catastral de Predios Rurales, aprobado por la Resolución Ministerial N° 0042-2019-MINAGRI, se llevarán a cabo cuatro etapas según la propuesta metodológica:

Asimismo, la Directiva N° 001-2008-SNCP-CNC, denominada "Tolerancias Catastrales - Registrales", establece los siguientes rangos para los predios de naturaleza rural:

Tabla 1

Por Naturaleza Rural Tolerancias Catastrales Registrales, 2008 Directiva N° 001-2008-SNCP-CNC

Rango de área (Ha)	Tolerancia (%)
Menores de 1	7.5
De 1 a 5	6.3
Mayores a 5	3

Nota. se muestra las (Tolerancias Catastrales Registrales, 2008).

3.6.2. Etapas para toma de datos

- Etapa 1, Se elaboro el posicionamiento de los dos puntos de control utilizando GPS diferencial en el área de estudio, para ello el tiempo de duración para estos puntos de control es de 4 horas sin interrupción el cual debe estar fijado con una placa de bronce en un monumento de concreto de 0.40m x 0.40m con una distancia prudente entre ambos puntos para que abarquen el ámbito de estudio, el post proceso de estos puntos es con la data nativa del equipo diferencial y la data nativa de la ERP PU02 (Juliaca), esto para reducir los errores geodésicos y obtener una mejor precisión en cuanto a la ubicación del punto.
- Etapa 2, Levantamiento topográfico catastral utilizando estación total, se tomó como referencia los puntos de control previamente establecidos, y se procedió a realizar la toma de datos de los vértices de los predios identificados en campo que con anticipación se colocaron con varillas de fierro de 0.40 m, para que estos vértices sean fijos y nos permitan continuar con las otras metodologías.



- Etapa 3, Se llevo a cabo el vuelo del área de estudio con el método de levantamiento catastral a través del vehículo aéreo no tripulado DRON, utilizando como referencia los puntos de control geodésico previamente establecidos y puntos de foto controles en cada vértice de los predios con una medida de 0.50 x0.50 m, Posteriormente se realizó los trabajos de gabinete como la descarga de datos en el software agisoft metashape para obtener el orto mosaico necesario.
- Etapa 4, Se realizo la toma de datos utilizando un GNSS submétrico, se colocó en cada vértice de los predios con un tiempo de 60 épocas como mínimo, el post proceso comprende en descargar los datos en el software phatfinder la data nativa del equipo GNSS y se solicitó la data nativa de la ERP PU02 (Juliaca), para hacer la corrección submétrica de cada punto y tener los datos corregidos.

3.6.3. La estación total (método directo)

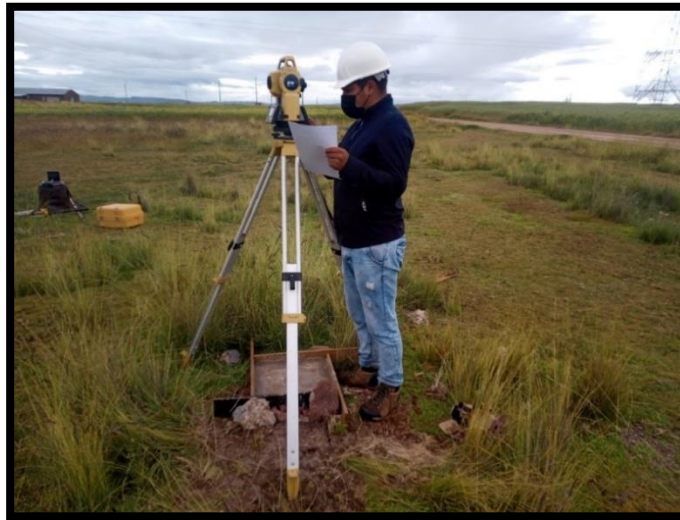
Fue concebida como un reemplazo del teodolito, un instrumento topográfico más antiguo, pero además integraba otros dispositivos de medición de distancias útiles y una unidad de procesamiento interna para realizar los cálculos necesarios, con capacidad de almacenamiento de datos. Esta versatilidad permite el uso de estaciones totales para levantamientos topográficos, especialmente levantamientos topográficos con puntos base.

- Estacionamiento.
- Ingreso de datos para la ubicación de la estación total en el terreno con las coordenadas de los puntos de apoyo.

- Ubicación de los prismas en los puntos y/o vértices altura 1.50.
- Toma de repeticiones para una mejor lectura x 3.

Figura 2

La imagen muestra el inicio del levantamiento.



Nota. Posicionamiento en punto de control 01.

3.6.4. GNSS submétrico (método directo)

3.6.4.1. Características

- El dispositivo cuenta con 220 canales que soportan sistemas de posicionamiento como GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou.
- Posee una antena interna de doble frecuencia (L1/L2) para una mejor recepción de señales.
- Utiliza la tecnología Floodlightz para obtener más posiciones y precisión incluso en entornos difíciles.
- Ofrece precisiones de 10cm/50cm + 1ppm.
- Incorpora un distanciómetro con un alcance de 120 metros y una precisión de 5cm.



- Viene equipado con una pantalla táctil de 4.2 pulgadas VGA.
- Cuenta con una cámara de 5 megapíxeles con geo-etiquetado para capturar imágenes.
- Dispone de conectividad USB, Wi-Fi, Bluetooth, módem celular (para datos) y Serial (opcional).
- Utiliza el sistema operativo Windows Embedded Handheld 6.5 Pro.
- Tiene protección contra polvo y agua con certificación IP65.
- Posee una memoria interna de 4GB.

Nota: La opción de utilizar Trimble RTX, para obtener correcciones en tiempo real a través del Internet con una precisión de 30cm con el software APP (terrasync) que contiene el quipo, se realizó el levantamiento catastral.

3.6.4.2. Software terrasync

- sistema UTM WGS 84 19 s
- altura de instrumento 0
- 60 segundos de recolección de datos
- clima despejado
- hora del levantamiento 11am a 13 horas

Nota: Por punto se recolectaron tres repeticiones de datos para un buen análisis estadístico.

3.6.4.3. Ventajas

Localización en tiempo real: uno de los principales beneficios de la tecnología GPS es su capacidad para rastrear la ubicación de vehículos,



activos y personas en tiempo real. Esto permite a las empresas optimizar rutas y horarios, reducir el tiempo de inactividad y aumentar la eficiencia en general.

3.6.4.4. Navegación y planificación de rutas mejoradas

Las señales GPS también facilitan la navegación y la planificación de rutas para individuos y empresas, lo que ahorra tiempo y combustible, y reduce el riesgo de perderse o retrasarse.

3.6.4.5. Asistencia y seguimiento en situaciones de emergencia

En casos de emergencia, la tecnología GPS puede utilizarse para localizar rápidamente personas o propiedades y enviar servicios de emergencia. Además, el rastreo por GPS puede garantizar la seguridad de los empleados que trabajan en lugares remotos o peligrosos.

3.6.4.6. Reducción de errores en la recopilación y análisis de datos

Al utilizar la tecnología GPS, se pueden recopilar datos con mayor precisión, lo que mejora la calidad del análisis de datos y la toma de decisiones.

Opciones avanzadas para tareas remotas: la tecnología GPS permite realizar tareas de forma remota, como el monitoreo y control de equipos, así como la recopilación de datos en tiempo real, lo que ahorra tiempo, dinero y aumenta la eficiencia.



3.6.4.7. Reducción de la necesidad de mano de obra

Al automatizar muchas tareas, como el seguimiento de activos y la planificación de rutas, la tecnología GPS reduce los requisitos de mano de obra.

Mejora de la eficiencia en la gestión de recursos: el uso del GPS para optimizar rutas, horarios y recursos ayuda a reducir costos y mejorar la eficiencia general.

3.6.4.8. Desventajas

Limitaciones en áreas específicas: La tecnología GPS depende de una red de satélites en órbita alrededor de la Tierra. Sin embargo, en áreas como cañones urbanos, bosques densos o lugares remotos donde el cielo no es visible, las señales satelitales pueden estar bloqueadas o débiles, lo que limita la funcionalidad del GPS.

Interferencias potenciales: Las señales de satélite pueden ser interrumpidas por diversos factores, como erupciones solares, condiciones atmosféricas o interferencia humana, lo que puede resultar en datos de ubicación incorrectos o pérdida temporal del servicio.

Monitoreo y seguimiento: Aunque el GPS puede utilizarse para monitorear y rastrear personas o propiedades, esto plantea preocupaciones sobre privacidad y libertades civiles.

Riesgo de fuga de datos personales: La tecnología GPS puede recopilar y almacenar datos personales que pueden ser vulnerables a piratas informáticos u otros actores malintencionados.

Costos iniciales y continuos: La implementación de la tecnología GPS requiere una inversión inicial significativa en equipos e infraestructura, así como costos continuos de mantenimiento, actualización y resolución de problemas.

Riesgo de fallas del equipo: Dado que la tecnología GPS se basa en una red compleja de dispositivos, existe el riesgo de fallas o mal funcionamiento, lo que puede resultar en datos de ubicación incorrectos o interrupciones temporales del servicio.

Figura 3

Levantamiento de los vértices de los predios, método GNSS submétrico.



Nota. La imagen muestra material de foto control y el equipo GNSS submétrico.



3.6.5. Dron rtk (método indirecto)

Los drones profesionales como la serie EVO 2 utilizan una combinación de constelaciones de satélites artificiales como GPS y GLONASS o GPS y BeiDou para determinar su ubicación. Su función es triangular señales para determinar la ubicación geográfica de nuestro dispositivo en la Tierra. La base de la coordinación. Dependiendo de nuestra región, utilizaremos una constelación de satélites.

Esta conexión entre nuestro dron y el satélite no es del todo precisa, se producen interrupciones en la comunicación o retrasos durante la conexión, lo que produce un error de posicionamiento de unos pocos metros en nuestra posición respecto a las coordenadas registradas en la triangulación.

En nuestro caso comenzamos en nuestro levantamiento fotogramétrico con los puntos de apoyo (punto de control 1 y 2) corregidas con certificación. siendo suficiente para comenzar la toma de imágenes.

3.6.5.1. Características de vuelo.

- Altura de vuelo: 50 m.
- Área de vuelo 5 has aproximadamente (en general).
- Clima aparentemente nublado.
- Velocidad de viento leve.
- Hora entre las 2 y 3 de la tarde.
- Tiempo de vuelo 25 min.
- Ventajas de Phantom 4 RTK.



3.6.5.2. Ventajas de phantom 4 rtk.

- Portabilidad y facilidad de transporte: El dispositivo es ligero y fácil de transportar, lo que facilita su manejo en diferentes entornos. Además, ofrece una vista en vivo del vuelo a través de la aplicación, y cuenta con detección de obstáculos para evitar colisiones durante el vuelo.
- Control remoto y posicionamiento de la cámara integrados: La estación terrestre incluye un control remoto y permite posicionar la cámara durante el vuelo, lo que ofrece mayor versatilidad y control sobre la captura de imágenes.
- Control de vuelo preciso: El sistema garantiza un buen control de vuelo, gracias al receptor RTK fácil de usar y al módulo GNSS redundante, lo que asegura una corrección precisa de la posición incluso en condiciones climáticas desafiantes.

3.6.5.3. Desventajas del phantom 4 rtk.

- Limitaciones en el tiempo de vuelo y cobertura: El dispositivo tiene una duración de vuelo limitada y su cobertura es adecuada únicamente para proyectos de pequeña escala, cubriendo hasta 35 hectáreas en un vuelo con una resolución de 1.8 cm/píxel de GSD (resolución espacial).
- Restricciones en la resolución del sensor: El sensor de 20MP de 1 pulgada limita la resolución de las imágenes y puede resultar en capturas de baja calidad cuando se vuela a alturas superiores a 100 metros.
- Cámara con funcionalidad fija para RGB y video: El dispositivo cuenta con una cámara integrada que ofrece funcionalidad fija para captura de

imágenes en color (RGB) y video, lo que puede limitar la versatilidad en la captura de datos.

- Dependencia de la opción RTK: La opción de posicionamiento RTK depende de múltiples señales de trabajo, lo que puede ocasionar fallos si estas señales son bloqueadas o se pierden durante el vuelo.

Figura 4

Vehículo aéreo no tripulado DRON.



Nota. la imagen muestra la fase de reconocimiento para realizar el vuelo.

3.6.6. Puntos de control

A continuación, se muestra en la tabla 2 las coordenadas de los puntos de control que nos servirán de apoyo para los diferentes métodos de levantamiento catastral.



Tabla 2

Coordenadas de los puntos geodésicos (PCG) o punto de control.

Numero	Este (X)	Norte (Y)	Código de característica
PCG-001	383458.859	8268760.498	
PCG-002	383254.096	8268686.409	
PU02	373508.229	8284432.165	PU02

Nota. en el siguiente cuadro se muestra los datos de puntos de control.

A continuación, se muestra en la tabla 3 las coordenadas de los vértices de los predios tomados con la metodología de estación total.

Tabla 3

Coordenadas tomadas con estación total.

Vértice de los predios	Este (X)	Norte (Y)
v1	383400.0510	8268828.4460
V2	383375.2200	8268820.7980
V3	383341.3400	8268808.2770
V4	383303.4360	8268794.8190
V5	383253.7670	8268776.8340
V6	383284.2940	8268689.7740
V7	383335.1100	8268705.4000
V8	383370.7230	8268717.4010
V9	383404.7830	8268730.5090
V10	383429.2330	8268738.0320

Nota. en este cuadro se muestra los datos de coordenadas de los vértices.

A continuación, se muestra la tabla 4 con las áreas obtenidas con la metodología de levantamiento con el vehículo aéreo no tripulado DRON utilizando diferentes softwares.

Tabla 4

Áreas del predio con el software autocad.

Predio	Área (m2)
1	4956.77
2	3453.22
3	2449.64

Nota. en la siguiente tabla se muestra las áreas del predio 1,2 y 3.

A continuación, se muestra la tabla 5 con las áreas obtenidas con la metodología de levantamiento con el vehículo aéreo no tripulado DRON utilizando el software QGIS Lima.

Tabla 5

Áreas con el software QGIS Lima

Predio	Área (m2)
1	4957.41
2	3452.94
3	2449.61

Nota. en la siguiente tabla se muestra las áreas del predio 1,2 y 3.

A continuación, se muestra la tabla 6 con las áreas obtenidas con la metodología de levantamiento con el vehículo aéreo no tripulado DRON utilizando el software ArcGis 10.5.



Tabla 6

Áreas con el software ArcGis 10.5

Predio	Área (m2)
1	4956.82
2	3453.03
3	2449.12

Nota. en la siguiente tabla se muestra las áreas del predio 1,2 y 3

A continuación, se muestra la tabla 7 con las áreas obtenidas con la metodología de levantamiento de estación total.

Tabla 7

Áreas con estación total

Predio	Área (m2)
1	4956.03
2	3454.77
3	2449.11

Nota. en la siguiente tabla se muestra las áreas del predio 1,2 y 3

A continuación, se muestra la tabla 8 con las áreas obtenidas de la primera repetición con la metodología de levantamiento con GNSS submétrico, en el software autocad.

Tabla 8

Áreas con GNSS submétrico primera repetición

Predio	Área (m2)
1	4948.90
2	3441.00
3	2459.75

Nota. en la siguiente tabla se muestra las áreas del predio 1,2 y 3.

A continuación, se muestra la tabla 9 con las áreas obtenidas de la segunda repetición con la metodología de levantamiento con GNSS submétrico, en el software autocad.

Tabla 9

Áreas con GNSS submétrico segunda repetición

Predio	Área (m2)
1	4950.04
2	3438.45
3	2456.90

Nota: en la siguiente tabla se muestra las áreas del predio 1,2 y 3

A continuación, se muestra la tabla 10 con las áreas obtenidas de la tercera repetición con la metodología de levantamiento con GNSS submétrico, en el software autocad.

Tabla 10

Áreas con GNSS submétrico tercera repetición

Predio	Área (m2)
1	4952.73
2	3446.45
3	2453.96

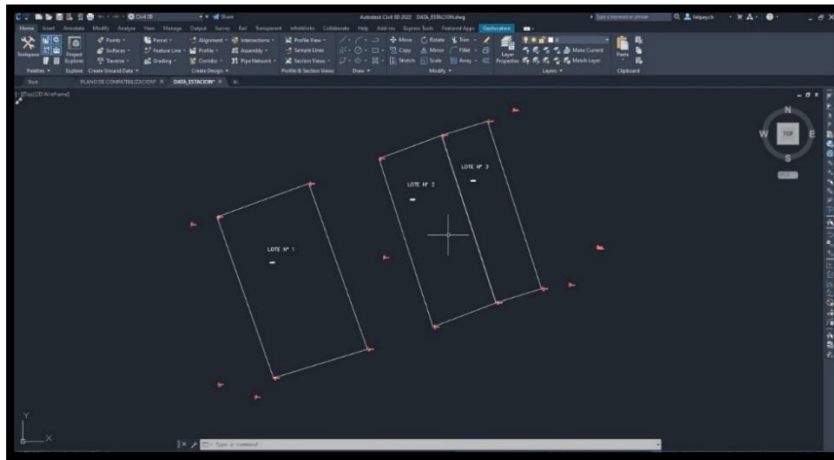
Nota: en la siguiente tabla se muestra las áreas del predio 1,2 y 3

- **Trabajo de gabinete**

Los datos recolectados concerniente a la estación total se realizó con el siguiente proceso de datos descargados (Estación total) en formato txt y luego convertirlos al formato CSV para poder importar desde el Autocad luego aplicando el programa ya mencionado se procedió a la creación de una nueva nube de puntos, para así poder trazar los polígonos y así obtener datos de áreas y perímetros de los predios que son motivo de estudio.

Figura 5

Se visualiza los vértices y los polígonos en estudio con el software autocad.



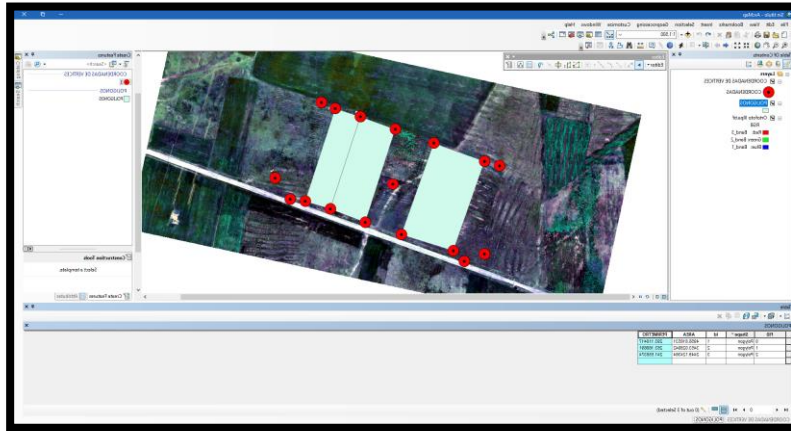
Nota. La siguiente imagen muestra la elaboración de la base grafica.

- De la misma manera haciendo uso de un dispositivo de almacenamiento de datos se realizó la extracción de las imágenes para el proceso de traslape de imágenes se consideró usar el software agisoft metashape.
- Configuración:
 - sistema WGS 84 19s.
 - altura de vuelo 50 m.
 - resolución en terreo 1.39 cm/pix.
 - resolución 5472 x 3648.
 - numero de imágenes 522.

Tras el vuelo del dron, el trabajo de gabinete se realizó de la siguiente manera: utilizando el siguiente software denominado agisoft metashape donde se traslapan las imágenes obtenidas por el dron y así obtener el producto final (Ortofoto).

Figura 6

Ortofoto generada de los predios, con el software arcgis 10.5.

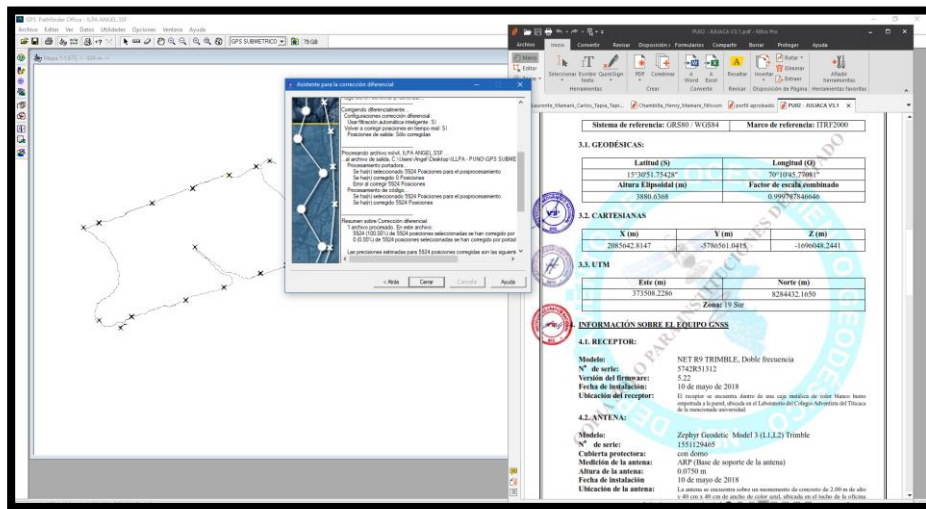


Nota. En la imagen se muestra el enmarcado de los predios.

Para el proceso de la información del equipo GNSS submétrico se realizó la extracción de dato mediante un cable de transferencia de datos, utilizando el siguiente software Phatfinder se descargan los datos en formato SSF, los datos nativos del equipo móvil no están listos para trabajar, se tiene que solicitar datos nativos de la ERP PU02 (Juliaca) para poder hacer el post proceso y obtener las coordenadas corregidas submétricas, una vez obtenido los datos finales ya corregidos procedemos a la elaboración de los polígonos. para la obtención de los predios y finalmente los atributos de cada uno de ellos (Áreas). usamos el software autocad.

Figura 7

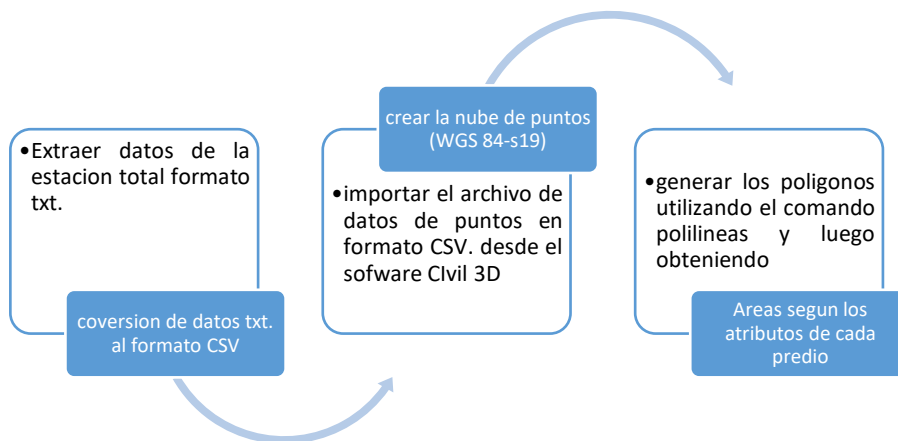
Software Pathfinder, se muestra la certificación para mayor precisión



Nota. En la imagen se muestra el documento técnico de los datos corregidos de dichos puntos para mayor precisión.

Figura 8

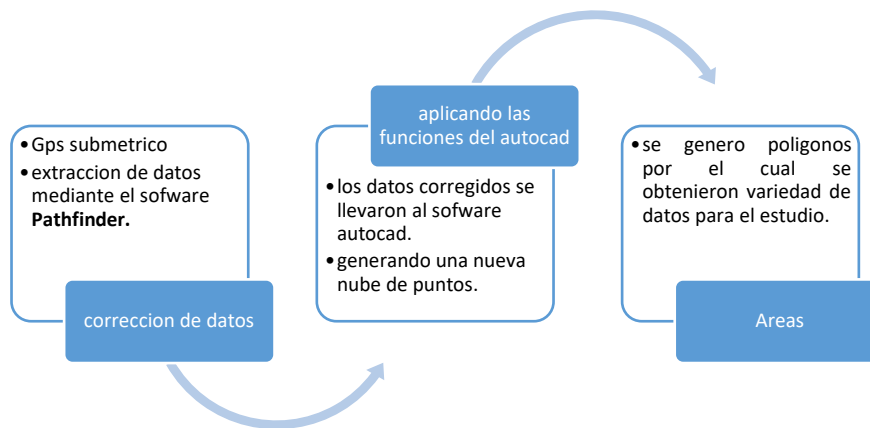
Obtención de áreas por la metodología de estación total.



Nota. En la imagen se muestra los pasos de creación de polígonos.

Figura 9

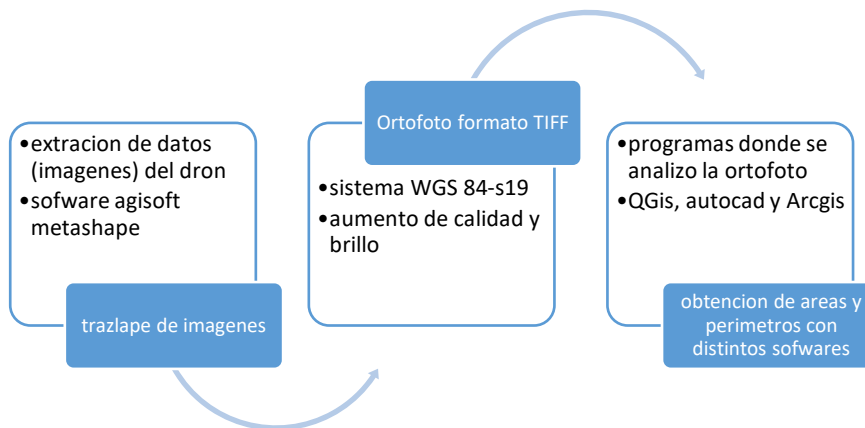
Obtención de áreas por la metodología de GNSS submétrico.



Nota. En la imagen se muestra los pasos de creación de polígonos.

Figura 10

Obtención de por la metodología de vehículo aéreo no tripulado DRON.



Nota. En la imagen se muestra los pasos de creación de polígonos.

3.6.6.1. Para el segundo objetivo específico en tolerancias registrales.

Se verificarán los rangos de tolerancias catastrales – registrales establecidas por la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos,



esto se hará mediante el análisis de los datos y cálculos matemáticos de porcentajes de ambos equipos (GPS submétrico y vehículo aéreo no tripulado dron) en relación con los datos de áreas obtenidos a través de la estación total.

3.7. MÉTODOS ESTADÍSTICOS

3.7.1. La muestra

3.7.1.1. Población

La población fue tomada del centro poblado Illpa.

3.7.1.2. La muestra

Estadística, que consta de un total de tres predios rurales sobrepuestos por las diferentes tomas de datos, se selecciona de manera no probabilística, siendo designada por el investigado ya que no es posible determinar el total de la población.

3.7.2. Error muestra y nivel de confianza

Este proyecto emplea medidas para comprender y evaluar el margen de error. Se establece un nivel de confianza del 95%, lo que indica un error muestral del 5%, con una confiabilidad de 0.95.

3.7.3. Los instrumentos de observación

La investigación empleará notas digitales para recopilar los datos pertinentes. Este método de recolección de datos es versátil y puede utilizarse tanto en investigaciones cualitativas como en las cuantitativas. El uso del GNSS submétrico y el levantamiento con vehículo aéreo no tripulado DRON se

considerarán como secundarios, ya que se priorizará el levantamiento catastral con Estación total, para garantizar la validez y confiabilidad de los datos obtenidos, se utilizarán equipos calibrados.

3.8. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para nuestro primer objetivo se utilizarán las siguientes fórmulas matemáticas establecidas por los autores citados, según los resultados tomados de la prueba de normalidad se considera tomar los datos de shapiro wilk.

Figura 11

Se muestra la prueba de normalidad en la que por tener menos de 30 muestras tomaremos los datos de shapiro wilk como se muestra a continuación.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
→ LOTE1	.360	9	.001	.778	9	.011
LOTE2	.349	9	.002	.767	9	.008
LOTE3	.370	9	<.001	.726	9	.003

a. Corrección de significación de Lilliefors

El test de shapiro wilk plantea la hipótesis nula que una muestra proviene de una distribución normal, elegimos un nivel de significancia, por ejemplo 0,05 y tenemos una hipótesis alternativa que sostiene que la distribución no es normal. Tenemos lo siguiente:

H_0 : la distribución es normal

H_1 : la distribución no es normal

3.8.1. ANOVA

El Análisis de Varianza (ANOVA) constituye la herramienta fundamental para investigar el impacto de uno o más factores (cada uno con 2 o más niveles) en la media de una variable continua. Es el procedimiento estadístico a emplear



cuando se desea comparar las medias de dos o más grupos. Esta técnica también puede aplicarse para estudiar los posibles efectos de los factores en la variabilidad de una variable.

La hipótesis nula que subyace a los diferentes tipos de ANOVA es que la media de la variable en cuestión es la misma en los distintos grupos, en contraposición a la hipótesis alternativa de que al menos dos medias difieren significativamente. El ANOVA permite comparar varias medias, pero lo hace mediante el análisis de las variaciones entre ellas. Fisher (1949).

3.8.1.1. Suma de cuadrados

Es la sumatoria de la diferencia entre los datos observados y la media elevando al cuadrado.

$$SS = \sum (x_i - \bar{x})^2$$

3.8.1.2. Suma de cuadrados total

La suma de cuadrados total (SST) es una medida que evalúa la variabilidad total de una variable dependiente. Indica tanto la porción de variabilidad explicada por el modelo como aquella que no puede ser explicada por él.

$$SST = \sum (x_i - \bar{x} \text{ total})^2$$

3.8.1.3. Grados de libertad totales

Los grados de libertad representan la cantidad de variables independientes que pueden ser estimadas en un análisis estadístico.



Se define como el número de observaciones que pueden variar de manera independiente, es decir, es igual al número total de observaciones menos uno.

$$GL = n - 1$$

3.8.1.4. La varianza

Se refiere a la suma de los cuadrados de las desviaciones de cada valor respecto a la media, dividida por el número de observaciones menos uno.

$$S^2 = \frac{SS}{n-1} \qquad S^2 = \frac{SS}{LG}$$

3.8.1.5. La varianza total

La varianza total captura todas las variaciones presentes en las mediciones de la variable dependiente. Para este análisis, se utilizarán las tablas de Fisher.

3.8.1.6. Prueba de TUKEY

La prueba de Tukey, también conocida como procedimiento de Tukey o prueba de diferencia significativa honesta de Tukey, es un método post hoc que se fundamenta en la distribución de rangos estudentizados.

Nota: Una prueba ANOVA puede determinar si hay diferencias significativas en general, pero no identifica específicamente dónde se encuentran esas diferencias. Después de realizar un ANOVA y obtener resultados significativos, el HSD de Tukey se utiliza para determinar qué medias de grupos específicos (comparadas entre sí) son distintas. Esta prueba compara todos los pares de medias posibles.

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{MSE}{n}}$$



3.8.2. Cálculo de tolerancias catastrales – registrales

Para entender mejor la parte técnica matemática debemos dirigirnos a la Tabla1, donde indica los porcentajes tolerancias catastrales – registrales, de naturaleza rural, por consiguiente, a partir de los siguientes datos que manifiesta la tabla, calcularemos el área máxima permitida.

3.8.2.1. Regla de tres simple.

La regla de tres simple es una (Alvarez Perez, 1997) que nos ayudara a resolver problemas de proporcionalidad en las diferencias de áreas obtenidas con los diferentes métodos de medición “En la regla de tres simple, se establece la relación de proporcionalidad entre dos valores conocidos y conociendo un tercer valor 'X', calculamos un cuarto valor Y.” (Placencia Valero, 2008).

$$\begin{array}{l} A \rightarrow B \\ X \rightarrow Y \end{array}$$

La relación de proporcionalidad en las pruebas de diferencia de áreas puede ser directa o inversa. Será directa cuando a un mayor valor de A habrá un mayor valor de B, y será inversa cuando a un mayor valor de A corresponda un menor valor de B.

La regla de tres simple directa como se conoce desde un inicio es una relación de proporcionalidad, por lo que rápidamente se observa que:

$$\frac{B}{A} = \frac{Y}{X} = K$$

“Donde k es la constante de proporcionalidad. Para que esta proporcionalidad se cumpla se tiene que a un aumento de A le corresponde



un aumento de B en la misma proporción. Se representa matemáticamente con la siguiente formula” (Alvarez Perez, 1997)

$$\left. \begin{array}{l} A \rightarrow X \\ B \rightarrow Y \end{array} \right\} \rightarrow Y = \frac{B \cdot X}{A}$$



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

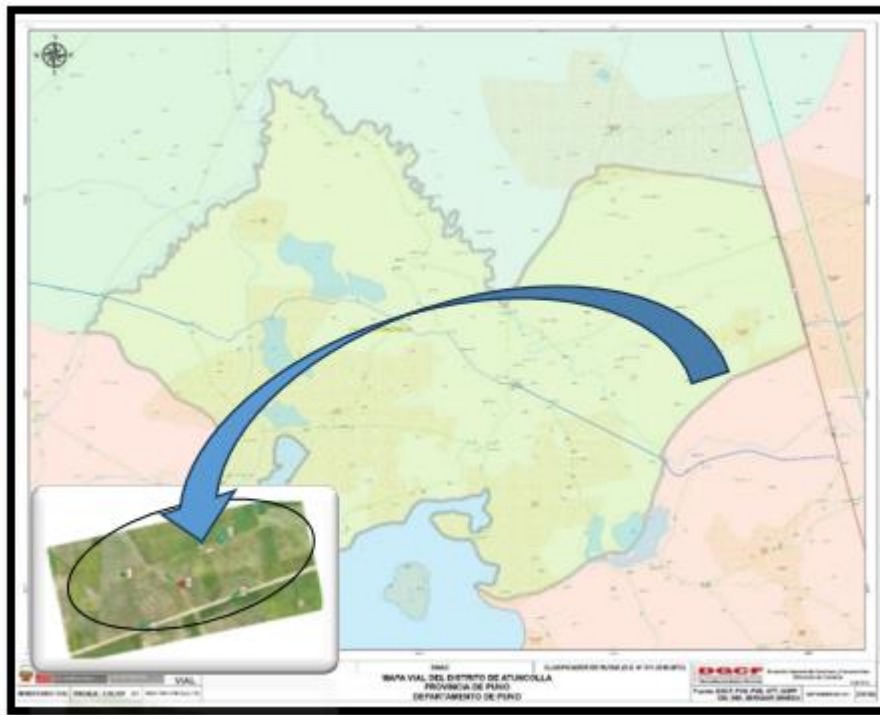
El distrito de Atuncolla fundado en la época de la independencia como integrantes de la provincia de Puno, se ubica en la región sierra a 33Km de la capital región Puno. Latitud sur: 15°41'43" Longitud oeste: 70° 08' 40" del meridiano de Greenwich Políticamente se encuentra ubicado en la Provincia de Puno, Región Puno. (CEDER, 2015 - 2025)

4.1.1. Límites geográficos de los predios

- Lugar: Illpa
- Distrito: Atuncolla
- Provincia: Puno
- Departamento: Puno
- Región natural: Sierra
- Cartografía: coordenadas UTM (centroide) norte 8268754.74 y Este 383340.46. (CEDER, 2015 - 2025)

Figura 12

Mapa vial del distrito de Atuncolla provincia de Puno departamento de Puno.



Nota. la presente imagen es autoría. (MTC, 2016)

4.2. DATOS FINALES DE CAMPO Y GABINETE PARA EL PRIMER OBJETIVO

4.2.1. Análisis y resultados

4.2.1.1. Cálculo estadístico de ÁREAS del predio 1

Cálculo de análisis de varianza de un factor – ANOVA, en la tabla 8 se muestra los datos de las áreas de los predios tomados por cada metodología de levantamiento, cada uno con tres repeticiones tanto con la metodología de estación total, vehículo aéreo no tripulado DRON y GNSS submétrico.

Tabla 8*Datos de áreas (m²) del predio 1*

N° de repeticiones	GNSS submétrico	Dron	Estación Total
1	4948.90	4956.82	4956.03
2	4950.04	4956.77	4956.03
3	4952.73	4957.41	4956.03

A continuación, se muestra en las tablas 9, 10 y 11 el procedimiento para obtener las sumas, varianza, mínimos cuadrados, grados de libertad y test F para el predio 1.

Tabla 9*Hallando las sumas, promedio, varianza y promedio total del predio 1*

Suma $\sum(y_i)$	Media \bar{y}_i	Varianza (s^2): $\sum(y - \bar{y}_i)^2 / (n - 1)$
$\sum(y_1) = 14851.67$	$\bar{y}_i = 4950.5567$	$(s^2): \sum(y - \bar{y}_1)^2 / (2) = 3.8674$
$\sum(y_2) = 14871.0$	$\bar{y}_i = 4957.0$	$(s^2): \sum(y - \bar{y}_2)^2 / (2) = 0.1267$
$\sum(y_3) = 14868.09$	$\bar{y}_i = 4956.03$	$(s^2): \sum(y - \bar{y}_3)^2 / (2) = 0.0$

Tabla 10

Valores finales del predio 1.

Grupos	muestras	suma	media	varianza
Grupo 1	3	14851.67	4950.5567	3.8674
Grupo 2	3	14871.0	4957.0	0.1267
Grupo 3	3	14868.09	4956.03	0.0

Tabla 11

Hallando mínimos cuadrados, los grados de libertad, varianza y test F. para el predio 1.

SCE: $\sum(\hat{y} - \bar{y})^2 =$ 72.4148	GLm: k-1 = 2	SCE/GLm: MSCE= 36.2074	MSCE/MSCR: FC=27.1954
SCR: $\sum(y - \hat{y})^2 =$ 7.9883	GLn: N-k = 6	SCE/GLn: MSCR= 1.3314	
SCT: $\sum(y - \bar{y})^2 =$ 80.4031	GLT: N-1 = 8		

4.2.1.2. Interpretación 1 ANOVA de áreas del predio 1

En las Tablas 12 y 13 se muestra el análisis de varianza unidireccional (ANOVA) realizado al predio N°1 considerando tres grupos.

Los datos recopilados de tres métodos diferentes de levantamiento topográfico - GPS submétrico, dron y estación total - han sido analizados mediante cálculos de suma de cuadrados, grados de libertad y cuadrados

medios, lo que ha arrojado un valor F calculado. Según estos resultados, podemos rechazar la hipótesis nula (H_0) a favor de la hipótesis de investigación (H_a). Además, el valor de p asociado es inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$).

Tabla 12

Tabla ANOVA del predio 1.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianzas o media (\bar{y})	Estadístico test	P-value
Entre los grupos	72.4148	2	36.2074	27.1954	0.001
Dentro de los grupos	7.9883	6	1.3314		
Total	80.4031	8			

Tabla 13

Buscando En La Tabla De F-Fisher $\alpha = 0.05$

$\alpha = 0.05$	
N/D	2
6	5.143

FC = 27.195

FT (0.05,2,6) = 5.143

Contraste de hipótesis y conclusiones

- H_0 : todas las medias distribucionales son iguales independientemente.
- $H_0 : \mu_1 = \mu_2 \dots \mu_n$



- H_1 : al menos una medida distribucional es diferente independientemente.
- $H_0 : \mu_1 \neq \mu_2 \dots \mu_n$

Conclusión

- se rechaza la hipótesis Nula (H_0) y se toma la hipótesis alterna (H_a), ya que: $0.05 > 0.001$, ($\alpha > p$ - value) lo que quiere decir existe diferencia significativa al menos en una media.
- Se rechaza la hipótesis Nula (H_0) y se toma la hipótesis alterna (h_a), ya que: $27.195 > 5.143$ ($FC > FT$) lo que quiere decir existe diferencia significativa al menos en una media.

Cálculo de la prueba TUKEY

Tabla 14

Media y muestras para el predio 1

Grupos	Media (\bar{y})	n!
Grupo 1	4950.5567	3
Grupo 2	4957.0	3
Grupo 3	4956.03	3

Tabla 15

ANOVA del predio 1

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianzas o media	Estadístico test
Entre los grupos	72.4148	2	36.2074	27.1954
Dentro de los grupos	7.9883	6	1.3314	
Total	80.4031	8		

- Para la prueba TUKEY tendremos en cuenta lo siguiente:

$$HSD = Q_{\alpha, C, gLR} \sqrt{\frac{SCM_R}{n}} \rightarrow Q_{0.05, 3, 6} = 4.3421$$

$$HSD_i = Q_{0.05, 3, 6} \sqrt{\frac{1.3314}{n_i}} \rightarrow n_i = [n_{max}, n_{min}] = n_{min}$$

Tabla 16

Resultados tukey para el predio 1

Hipótesis	$ \bar{y}_i - \bar{y}_j $	Verificar	Conclusiones
$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$	6.4433	$6.4433 > 2.8926$	H_0 : rechaza
$H_0 : \mu_1 = \mu_3$ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_3$	5.4733	$5.4733 > 2.8926$	H_0 : rechaza
$H_0 : \mu_2 = \mu_3$ $H_1 : \mu_2 \neq \mu_3$	0.97	$0.97 < 2.8926$	H_0 : acepta



4.2.1.3. Interpretación 2 Tukey para áreas del predio 1

La Tabla 16 muestra el resultado de la prueba estadística de Tukey y ANOVA se deduce que con el equipo GNSS submétrico existe una diferencia significativa en ÁREAS con respecto a los levantamientos topográficos catastrales realizados con drones y estación total. los resultados obtenidos son 6.4433 m². y 5.4733 m² son mayores a HSD = 2.8926 m². Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se utiliza la hipótesis alterna (H_a) ya que No todas las medias de los grupos son iguales. Al menos una de las medias es distinta. con un nivel de confianza del 95%.

Por último, entre los equipos DRON y Estación total. No existe diferencia significativa entre sus medias ya que 0.97 m² es menor a HSD = 2.8926 m². Se acepta la hipótesis nula ya que la media de áreas de los grupos es igual.

4.2.1.4. Cálculo estadístico de áreas del predio 2

Cálculo de análisis de varianza de un factor – ANOVA, en la tabla 17 se muestra los datos de las áreas de los predios tomados por cada metodología de levantamiento, cada uno con tres repeticiones tanto con la metodología de estación total, vehículo aéreo no tripulado DRON y GNSS submétrico.

Tabla 17*Datos de áreas (m²) del predio 2.*

N° de repeticiones	GNSS submétrico	Dron	Estación Total
1	3441.00	3453.03	3454.77
2	3438.45	3453.22	3454.77
3	3446.45	3452.94	3454.77

A continuación, se muestra en las tablas 18, 19 y 20 el procedimiento para obtener las sumas, varianzas, mínimos cuadrados, grados de libertad y test F para el predio 2.

Tabla 18*Hallando las sumas, promedio, varianzas y promedio total.*

Suma $\sum(y_i)$	Media \bar{y}_i	Varianza $(s^2): \sum(y - \bar{y}_i)^2 / (n - 1)$
$\sum(y_1) =$ 10325.9	$\bar{y}_1 =$ 3441.9667	$(s^2): \sum(y - \bar{y}_1)^2 / (2) =$ 16.7008
$\sum(y_2) =$ 10359.19	$\bar{y}_2 =$ 3453.0633	$(s^2): \sum(y - \bar{y}_2)^2 / (2) =$ 0.0204
$\sum(y_3) =$ 10364.31	$\bar{y}_3 =$ 3454.77	$(s^2): \sum(y - \bar{y}_3)^2 / (2) =$ 0.0

Tabla 19*Valores finales del predio 2.*

Grupos	Muestras	suma	Media (\bar{y})	varianza
Grupo 1	3	10325.9	3441.9667	16.7008
Grupo 2	3	10359.19	3453.0633	0.0204
Grupo 3	3	10364.31	3454.77	0.0

Tabla 20*Hallando mínimos cuadrados, los grados de libertad, varianza y test F.*

SCE: $\sum(\hat{y} - \bar{y})^2 =$ 289.9741	GLm: $k-1$ = 2	SCE/GLm: MSCE= 144.987	MSCE/MSCR: FC=26.0124
SCR: $\sum(y - \hat{y})^2 =$ 33.4425	GLn: $N-k =$ 6	SCE/GLn: MSCR= 5.5738	
SCT: $\sum(y - \bar{y})^2 =$ 323.4166	GLT: $N-1 =$ 8		

4.2.1.5. Interpretación 3 ANOVA áreas para el predio 2

En la Tabla 21 se muestra el análisis de varianza unidireccional (ANOVA) realizado al predio 2 considerando tres grupos:

Según el levantamiento topográfico con GNSS submétrico, levantamiento topográfico con dron y Levantamiento topográfico con estación total. Muestra los resultados de la investigación. Según las muestras se realiza los cálculos de suma de cuadrados, grados de libertad y cuadrados medios. El resultado es un valor F calculado Con base en los

resultados obtenidos, rechazar la hipótesis nula (H_0) a favor de la hipótesis de investigación (H_a). Además, el valor de P está por debajo del nivel de significancia ($\alpha = 0,05$).

Tabla 21

Tabla ANOVA.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianzas o media	Estadístico test	P-value
Entre los grupos	289.9741	2	144.987	26.0124	0.0011
Dentro de los grupos	33.4425	6	5.5738		
Total	323.4166	8			

Tabla 22

Buscando En La Tabla De F-Fisher $\alpha = 0.05$

$\alpha = 0.05$	
N/D	2
6	5.143

FC = 27.195

FT (0.05,2,6) = 5.143

- Contraste de hipótesis y conclusiones
- H_0 : todas las medias distribucionales son iguales independientemente.
- $H_0 : \mu_1 = \mu_2 \dots \mu_n$
- H_1 : al menos una medida distribucional es diferente independientemente.
- $H_0 : \mu_1 \neq \mu_2 \dots \mu_n$
- Conclusiones

- se rechaza la hipótesis Nula (H_0) y se toma la hipótesis alterna, ya que:
 $0.05 > 0.0011$, ($\alpha > p$ - value) lo que quiere decir que existe diferencia significativa al menos en una media.
- Se rechaza la hipótesis Nula (H_0) y se toma la hipótesis alterna, ya que:
 $26.012 > 5.143$ ($FC > FT$) lo que quiere decir existe diferencia significativa al menos en una media.

Cálculo de la prueba TUKEY.

Tabla 23

Media y muestras de áreas del predio 2.

Grupos	Media (\bar{y})	n
Grupo 1	3441.9667	3
Grupo 2	3453.0633	3
Grupo 3	3454.77	3

Tabla 24

ANOVA del predio 2.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianzas o media	Estadístico test
Entre los grupos	289.9741	2	144.987	26.0124
Dentro de los grupos	33.4425	6	5.5738	
Total	323.4166	8		

- Para la prueba TUKEY tendremos en cuenta lo siguiente:

$$HSD = Q_{\alpha, C, glR} \sqrt{\frac{SCM_R}{n}} \rightarrow Q_{0.05, 3, 6} = 4.3421$$
$$HSD_i = Q_{0.05, 3, 6} \sqrt{\frac{5.5738}{n_i}} \rightarrow n_i = [n_{max}, n_{min}] = n_{min}$$

Tabla 25

Resultados tukey para el predio 2.

Hipótesis	$ \bar{y}_i - \bar{y}_j $	Verificar	Conclusiones
$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$	11.0966	$11.0966 > 5.9185$	H_0 : rechaza
$H_0 : \mu_1 = \mu_3$ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_3$	12.8033	$12.8033 > 5.9185$	H_0 : rechaza
$H_0 : \mu_2 = \mu_3$ $H_1 : \mu_2 \neq \mu_3$	1.7067	$1.7067 < 5.9185$	H_0 : acepta

4.2.1.6. Interpretación 4 Tukey de áreas del predio 2

En la Tabla 25 muestra el resultado de la prueba estadística de Tukey y ANOVA se deduce que el equipo GNSS submétrico, existe una diferencia significativa entre las AREAS con respecto a los levantamientos topográficos catastrales realizados drones y estación total. los resultados obtenidos son 11.0966 m2. y 12.8033 m2 son mayores a $HSD = 5.9185$ m2. Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se utiliza la hipótesis alterna (H_a) ya que No todas las medias de los grupos son iguales. Al menos una de las medias es distinta. con un nivel de confianza del 95%.

Por último, entre los equipos GNSS Submétrico y Estación total. No existe diferencia significativa entre sus medias ya que 1.7067 m2 es menor a $HSD = 5.9185$ m2. Se acepta la hipótesis nula ya que la media de áreas de los grupos es igual.

4.2.1.7. Cálculo estadístico de ÁREAS del predio 3

Cálculo de análisis de varianza de un factor – ANOVA, en la tabla 26 se muestra los datos de las áreas de los predios tomados por cada metodología de levantamiento, cada uno con tres repeticiones tanto con la metodología de estación total, vehículo aéreo no tripulado DRON y GNSS submétrico.

Tabla 26

Datos de áreas (m²) del predio 3.

Nº de pruebas	GNSS submétrico	Dron	Estación Total
1	2459.75	2449.12	2449.11
2	2456.90	2449.64	2449.11
3	2453.96	2449.61	2449.11

A continuación, se muestra en las tablas 27, 28 y 29 el procedimiento para obtener las sumas, varianza, mínimos cuadrados, grados de libertad y test F para el predio 3.

Tabla 27

Hallando las sumas, promedio, varianza y promedio total.

Suma $\sum(y_i)$	Media \bar{y}_i	Varianza $(s^2): \sum(y - \bar{y}_i)^2 / (n - 1)$
$\sum(y_1) = 7370.61$	$\bar{y}_i = 2456.87$	$(s^2): \sum(y - \bar{y}_1)^2 / (2) = 8.3817$
$\sum(y_2) = 7348.37$	$\bar{y}_i = 2449.4567$	$(s^2): \sum(y - \bar{y}_2)^2 / (2) = 0.0852$
$\sum(y_3) = 7347.33$	$\bar{y}_i = 2449.11$	$(s^2): \sum(y - \bar{y}_3)^2 / (2) = 0.0$

Tabla 28*Valores finales.*

Grupos	Muestras	suma	Media (\bar{y})	varianza
Grupo 1	3	7370.61	2456.87	8.3817
Grupo 2	3	7348.37	2449.4567	0.0852
Grupo 3	3	7347.33	2449.11	0.0

Tabla 29*Hallando mínimos cuadrados, los grados de libertad, varianza y test F.*

SCE: $\sum(\hat{y} - \bar{y})^2 =$ 115.2953	GLm: k-1 = 2	SCE/GLm: MSCE= 57.6476	MSCE/MSCR: FC=20.4257
SCR: $\sum(y - \hat{y})^2 =$ 16.9339	GLn: N-k = 6	SCE/GLn: MSCR= 2.8223	
SCT: $\sum(y - \bar{y})^2 =$ 132.2292	GLT: N-1 = 8		

4.2.1.8. Interpretación 5 ANOVA de áreas del predio 3

En la Tabla 30 y 31 se muestra el análisis de varianza unidireccional (ANOVA) realizado al predio 3 considerando tres grupos:

Según el levantamiento topográfico con GNSS submétrico, levantamiento topográfico con dron y Levantamiento topográfico con estación total. Muestra los resultados de la investigación. Según las muestras se realiza los cálculos de suma de cuadrados, grados de libertad



y cuadrados medios. El resultado es un valor F calculado Con base en los resultados obtenidos, rechazar la hipótesis nula (H_0) a favor de la hipótesis de investigación (H_a). Además, el valor de P está por debajo del nivel de significancia ($\alpha = 0,05$).

Tabla 30

ANOVA del predio 3.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianzas o media	Estadístico test	P-value
Entre los grupos	115.2953	2	57.6476	20.4257	0.0021
Dentro de los grupos	16.9339	6	2.8223		
Total	132.2292	8			

Tabla 31

Buscando En La Tabla De F-Fisher $\alpha= 0.05$.

$\alpha= 0.05$	
N/D	2
6	5.143

FC = 20.426

FT (0.05,2,6) = 5.143

- Contraste de hipótesis y conclusiones
- H_0 : todas las medias distribucionales son iguales independientemente.



- $H_0 : \mu_1 = \mu_2 \dots \mu_n$
- H_1 : al menos una medida distribucional es diferente independientemente.
- $H_0 : \mu_1 \neq \mu_2 \dots \mu_n$

Conclusiones

- se rechaza la hipótesis Nula (H_0) y se toma la hipótesis alterna, ya que:
 $0.05 > 0.0021$, ($\alpha > p$ - value) lo que quiere decir existe diferencia significativa al menos en una media.
- Se rechaza la hipótesis Nula (H_0) y se toma la hipótesis alterna, ya que:
 $20.426 > 5.143$ ($FC > FT$) lo que quiere decir existe diferencia significativa al menos en una media.
- Cálculo de la prueba TUKEY.

Tabla 32

Buscando En La Tabla De F-Fisher $\alpha = 0.05$.

Grupos	Media (\bar{y})	n!
Grupo 1	2456.87	3
Grupo 2	2449.4567	3
Grupo 3	2449.11	3

Tabla 33

ANOVA del predio 3.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Varianzas o media	Estadístico test
Entre los grupos	115.2953	2	57.6476	20.4257
Dentro de los grupos	16.9339	6	2.8223	
Total	132.2292	8		

- Para la prueba TUKEY tendremos en cuenta lo siguiente:

$$HSD = Q_{\alpha, C, gLR} \sqrt{\frac{SCM_R}{n}} \rightarrow Q_{0.05, 3, 6} = 4.3421$$

$$HSD_i = Q_{0.05, 3, 6} \sqrt{\frac{2.8223}{n_i}} \rightarrow n_i = [n_{max}, n_{min}] = n_{min}$$

Tabla 34

Resultados tukey para el predio 3.

Hipótesis	$ \bar{y}_i - \bar{y}_j $	Verificar	Conclusiones
$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$	7.4133	$7.4133 > 4.2115$	H_0 : rechaza
$H_0 : \mu_1 = \mu_3$ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_3$	7.76	$7.76 > 4.2115$	H_0 : rechaza
$H_0 : \mu_2 = \mu_3$ $H_1 : \mu_2 \neq \mu_3$	0.3467	$0.3467 < 4.2115$	H_0 : acepta



4.2.1.9. Interpretación 6 Tukey de áreas del predio 3

En la Tabla 34 muestra el resultado de la prueba estadística de Tukey y ANOVA se deduce que el equipo GNSS submétrico, existe una diferencia significativa de ÁREAS con respecto a los levantamientos topográficos catastrales realizados drones y estación total. los resultados obtenidos son 7.4133 m². y 7.76 m² son mayores a HSD = 4.2115 m². Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se utiliza la hipótesis alterna (H_a) ya que No todas las medias de los grupos son iguales. Al menos una de las medias es distinta. con un nivel de confianza del 95%.

Por último, entre los equipos GNSS Submétrico y Estación total. No existe diferencia significativa entre sus medias ya que 0.3467 m² es menor a HSD = 4.2115 m². Se acepta la hipótesis nula ya que la media de áreas de los grupos es igual.

4.3. CÁLCULO DE RAPIDEZ CON LAS METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN EMPLEADAS PARA EL SEGUNDO OBJETIVO

4.3.1. Cálculo de la rapidez del levantamiento topográfico con GNSS submétrico

En la siguiente tabla 35 tendremos la rapidez para cada actividad realizado con la metodología GNSS submétrico.



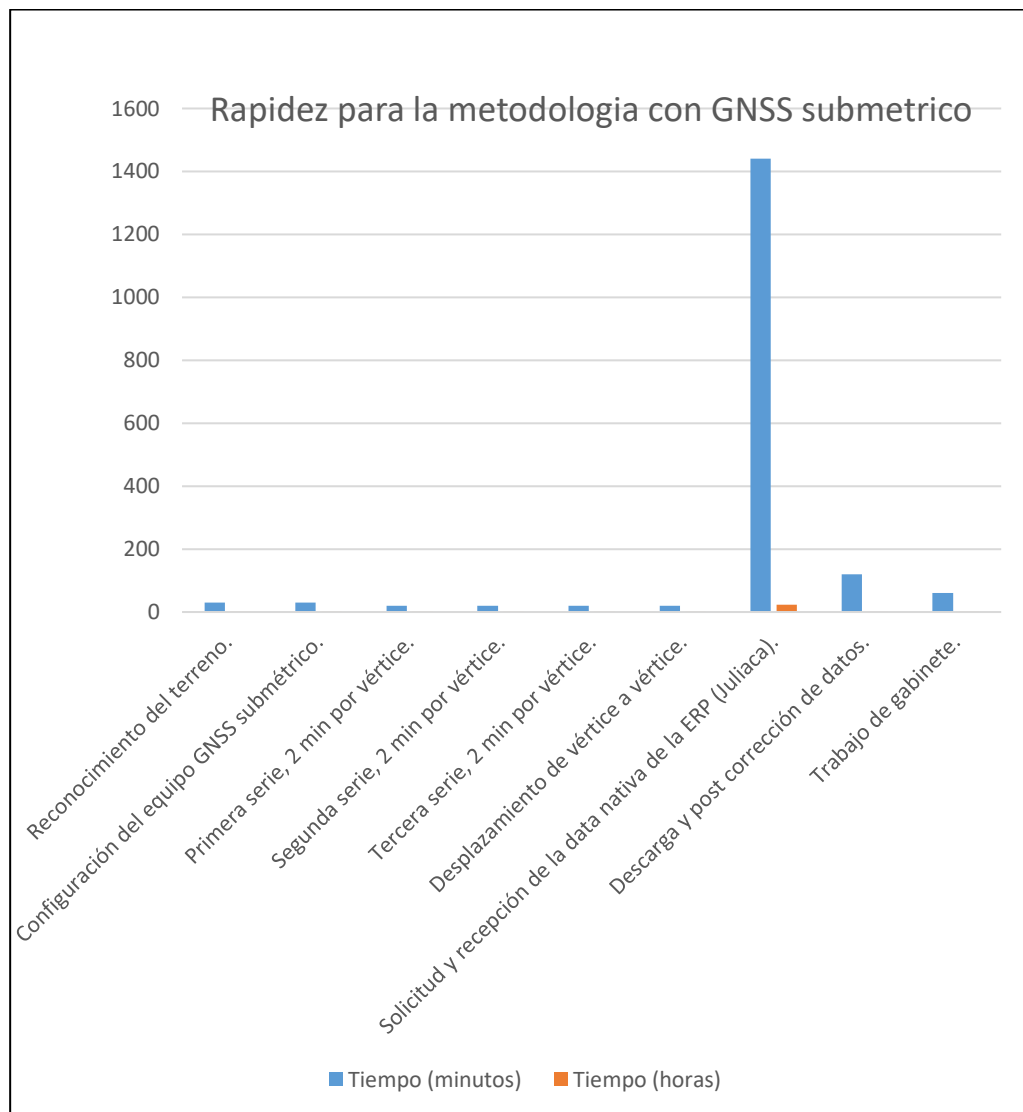
Tabla 35

Rapidez con la metodología GNSS submétrico.

Levantamiento con GNSS submétrico			
Nº	Actividad	Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)
1	Reconocimiento del terreno.	30	0.5
2	Configuración del equipo GNSS submétrico.	30	0.5
3	Primera repetición, 2 min por vértice.	20	0.3
4	Segunda repetición, 2 min por vértice.	20	0.3
5	Tercera repetición, 2 min por vértice.	20	0.3
6	Desplazamiento de vértice a vértice.	30	0.3
7	Solicitud y recepción de la data nativa de la ERP (Juliaca)	1440	24
8	Descarga y post corrección de datos.	120	2
9	Trabajo de gabinete.	60	1
9	Total	1770	29.2

Figura 13

Cuadro de rapidez para la metodología con GNSS submétrico.



Interpretación: En la figura observamos y tomamos como análisis la rapidez en las actividades realizadas para la metodología de levantamiento topográfico con GNSS submétrico y nos muestra una distribución de variada de duraciones en las diferentes actividades tomando en cuenta un área aproximada de 30,000 m². La primera actividad que es reconocimiento del terreno se hizo con una rapidez de 0.5 hrs., lo que indica reconocer los vértices área de intervención y metodología a emplear. En la configuración del equipo tuvo una rapidez de 0.5



hrs., el cual tiene que configurarse los parámetros necesarios para la toma de datos. En la primera, segunda y tercera serie nos tomó 0.3 hrs. cada uno con un total de 0.9 hrs. en total para la toma de datos en cada vértice con el equipo GNSS submétrico, el desplazamiento de vértice a vértice tuvo una rapidez de 0.3 hrs, por ser una zona llana y fácil acceso. En la solicitud y recepción de la data nativa de la ERP (Juliaca) se considera que demora 24 hrs. en mejor de los casos. La descarga y post corrección se hizo con una rapidez de 2 hrs. y para finalizar el trabajo en gabinete tuvo una rapidez de 1 hrs. por no ser un trabajo complejo. En total, la metodología de medición GNSS submétrico tuvo una rapidez de 29.2 hrs.

En la siguiente tabla 36 tendremos la rapidez para cada actividad realizado con la metodología del vehículo aéreo no tripulado DRON.

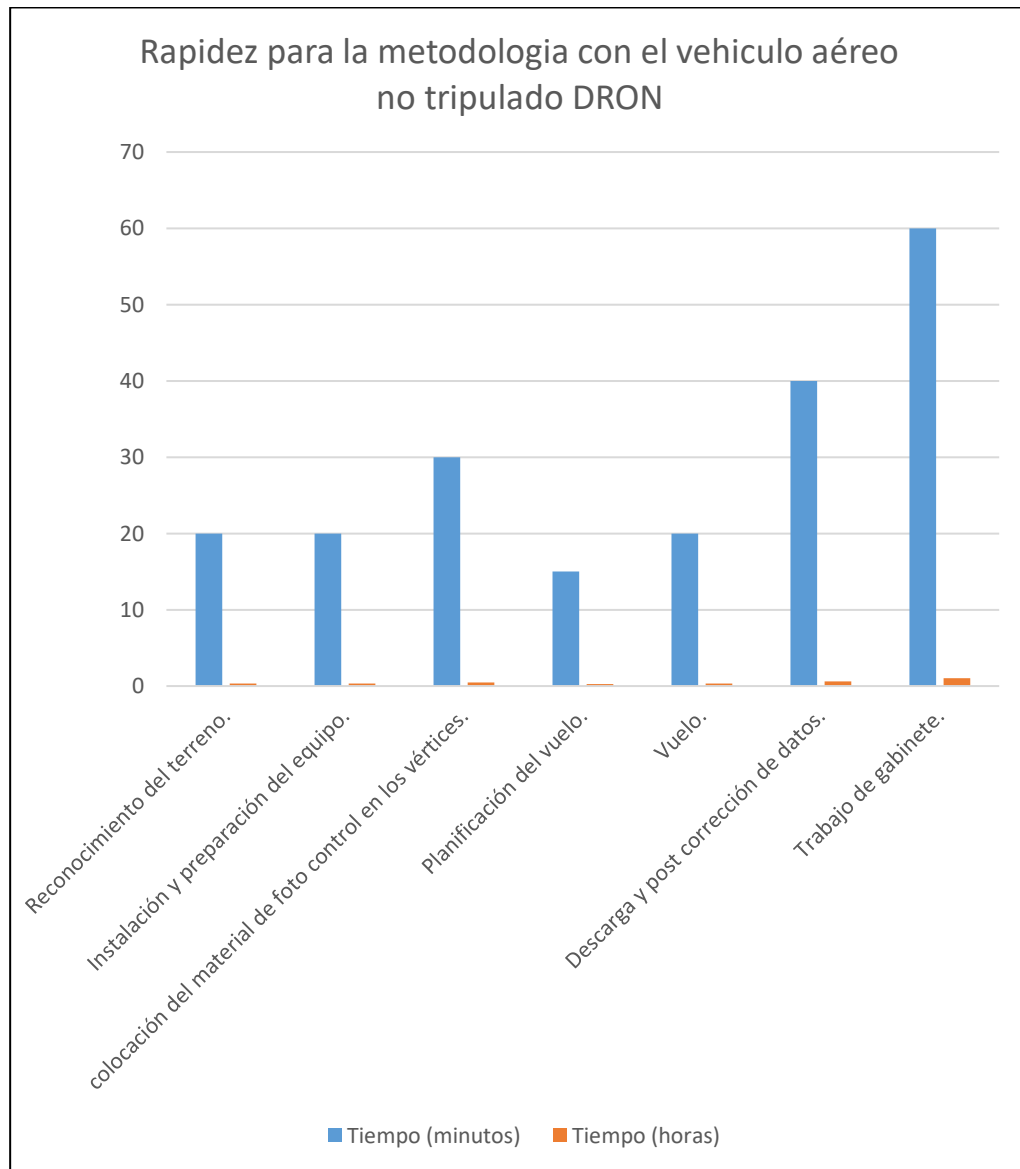
Tabla 36

Rapidez con la metodología de medición con el vehículo aéreo no tripulado DRON.

Levantamiento con Vehículo aéreo no tripulado DRON.			
Nº	Actividad	Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)
1	Reconocimiento del terreno.	20	0.3
2	Instalación y preparación del equipo.	20	0.3
3	colocación del material de foto control en los vértices.	30	0.5
4	Planificación del vuelo.	15	0.25
5	Vuelo.	20	0.3
6	Descarga y post corrección de datos.	40	0.6
7	Trabajo de gabinete.	60	1
	Total	205	3.25

Figura 14

Rapidez en toma de datos con la metodología de medición con el vehículo aéreo no tripulado DRON.



Interpretación: En la figura observamos y tomamos como análisis la rapidez en las actividades realizadas para la metodología de levantamiento topográfico con vehículo aéreo no tripulado DRON y nos muestra una distribución menos variada en las diferentes actividades tomando en cuenta un área aproximada de 30,000 m². La primera actividad que es reconocimiento del terreno



se hizo con una rapidez de 0.5 hrs., lo que indica reconocer los vértices área de intervención y metodología a emplear. En la instalación y preparación del equipo se toma la rapidez en instalar la base y preparar el DRON con una rapidez de 0.3 hrs. En la colocación del material de foto control en los vértices la rapidez fue de 0.5 hrs. La planificación de vuelo es ver obstáculos y el área de vuelo por lo que se hizo una rapidez de 0.25 hrs. El vuelo fue programado para 0.3 hrs de vuelo. En la descarga y post corrección de datos se hizo con una rapidez de 0.6 hrs. y para finalizar se hizo el trabajo en gabinete con una rapidez de 1 hrs.

4.4. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES PARA EL TERCER OBJETIVO

- En la tabla 37 se muestra el promedio de la diferencia de áreas entre la metodología de levantamiento de estación total con la metodología de GNSS submétrico igual a 0.1211, el cual aplicando la regla de tres simple nos da un valor de 0.03717%, por lo tanto, no amerita rectificación.

Tabla 37

Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 1.

	Área	Área de	Tolerancia (%)		Observación	Resultados	
	E.T(ha)	GNSS(ha)	Calculado	Norma			
1	0.4956	0.4948	0.1614205	7.5	Cumple	No Amerita	Prevalece
			0.0008	0.03717		Rectificación	0.4956
2	0.4956	0.495	0.121065375	7.5	Cumple	No Amerita	Prevalece
			0.0006	0.03717		Rectificación	0.4956
3	0.4956	0.4952	0.08071025	7.5	Cumple	No Amerita	Prevalece
			0.0004	0.03717		Rectificación	0.4956
Promedio			0.1211				

- En la tabla 38 se muestra el promedio de la diferencia de áreas entre la metodología de levantamiento de estación total con la metodología de DRON igual a 0.0174, el cual aplicando la regla de tres simple nos da un valor de 0.03717%, por lo tanto, no amerita rectificación.

Tabla 38

Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 1.

	Área	Área de	Tolerancia (%)		Observación	Resultados	
	E.T(ha)	DRON(ha)	Calculado	Norma			
1	0.4956	0.495682	0.016542864	7.5	Cumple	No	Prevalece
			0.00008	0.03717615		Rectificación	0.4956
2	0.4956	0.495677	0.01553431	7.5	Cumple	No	Prevalece
			0.00007	0.037175775		Rectificación	0.4956
3	0.4956	0.4957	0.020173492	7.5	Cumple	No	Prevalece
			0.00009	0.0371775		Rectificación	0.4956
Promedio			0.0174				

- En la tabla 39 se muestra el promedio de la diferencia áreas entre la metodología de levantamiento de estación total con la metodología de GNSS igual a 0.3706, el cual aplicando la regla de tres simple nos da un valor de 0.0259%, por lo tanto, no amerita rectificación.

Tabla 39

Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 2.

	Área	Área de	Tolerancia (%)		Observación	Resultados	
	E.T(ha)	GNSS(ha)	Calculado	Norma			
1	0.345477	0.3441	0.398579355	7.5	Cumple	No	Prevalece
			0.001377	0.025910775		Rectificación	0.345477
2	0.345477	0.343845	0.472390347	7.5	Cumple	No	Prevalece
			0.001632	0.025910775		Rectificación	0.345477
3	0.345477	0.344645	0.240826452	7.5	Cumple	No	Prevalece
			0.000832	0.025910775		Rectificación	0.345477
Promedio			0.3706				

- En la tabla 40 se muestra el promedio de la diferencia áreas entre la metodología de levantamiento de estación total con la metodología de DRON igual a 0.0494, el cual aplicando la regla de tres simple nos da un valor de 0.0259%, por lo tanto, no amerita rectificación.

Tabla 40

Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 2.

	Área	Área de	Tolerancia (%)		Observación	Resultados	
	E.T(ha)	DRON(ha)	Calculado	Norma			
1	0.345477	0.345303	0.050365147	7.5	Cumple	No	Prevalce
			0.000174	0.025910775		Rectificación	0.345477
2	0.345477	0.345322	0.044865505	7.5	Cumple	No	Prevalce
			0.000155	0.025910775		Rectificación	0.345477
3	0.345477	0.345294	0.052970241	7.5	Cumple	No	Prevalce
			0.000183	0.025910775		Rectificación	0.345477
Promedio			0.0494				

- En la tabla 41 se muestra el promedio de la diferencia áreas entre la metodología de levantamiento de estación total con la metodología de GNSS igual a 0.3158, el cual aplicando la regla de tres simple nos da un valor de 0.0184%, por lo tanto, no amerita rectificación.

Tabla 41

Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 3.

	Área	Área de	Tolerancia (%)		Observación	Resultados	
	E.T(ha)	GNSS(ha)	Calculado	Norma			
1	0.244911	0.245975	0.432564285	7.5	Cumple	No Amerita	Prevalece
			0.001064	0.018448125		Rectificación	0.244911
2	0.244911	0.24569	0.317066222	7.5	Cumple	No Amerita	Prevalece
			0.000779	0.01842675		Rectificación	0.244911
3	0.244911	0.245396	0.197639733	7.5	Cumple	No Amerita	Prevalece
			0.000485	0.0184047		Rectificación	0.244911
Promedio			0.3158				

- En la tabla 42 se muestra el promedio de la diferencia áreas entre la metodología de levantamiento de estación total con la metodología de DRON igual a 0.00005, el cual aplicando la regla de tres simple nos da un valor de 0.0183%, por lo tanto, no amerita rectificación.



Tabla 42

Resultados de tolerancias catastrales registrales para el predio 3

	Área	Área de	Tolerancia (%)		Observación	Resultados	
	E.T(ha)	DRON(ha)	Calculado	Norma			
1	0.244911	0.244912	0.00040831	7.5	Cumple	No	Prevalence
			0.000001	0.0183684		Rectificación	0.244911
2	0.244911	0.244964	0.021635832	7.5	Cumple	No	Prevalence
			0.000005	0.0183723		Rectificación	0.244911
3	0.244911	0.244961	0.020411412	7.5	Cumple	No	Prevalence
			0.000005	0.018372075		Rectificación	0.244911
Promedio			0.000005				



V. CONCLUSIONES

De la ejecución del presente trabajo de investigación se pueden obtener las siguientes conclusiones:

PRIMERA: Para el predio 1, de la metodología de levantamiento catastral de dron y estación total, los resultados obtenidos son 6.4433 m². y 5.4733 m² son mayores a HSD = 2.8926 m². Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se utiliza la hipótesis alterna (H_a) ya que no todas las medias de los grupos son iguales al menos una de las medias es distinta. con un nivel de confianza del 95% Por último, entre los equipos DRON y Estación total, no existe diferencia significativa entre sus medias ya que 0.97 m² es menor a HSD = 2.8926 m², se acepta la hipótesis nula ya que la media de áreas de los grupos es igual.

Para el predio 2, de la metodología de levantamiento catastral realizados dron y estación total, los resultados obtenidos son 11.0966 m². y 12.8033 m² son mayores a HSD = 5.9185 m², se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se utiliza la hipótesis alterna (H_a) ya que no todas las medias de los grupos son iguales, al menos una de las medias es distinta con un nivel de confianza del 95% por último, entre los equipos GNSS submétrico y Estación total. No existe diferencia significativa entre sus medias ya que 1.7067 m² es menor a HSD = 5.9185 m², se acepta la hipótesis nula ya que la media de áreas de los grupos es igual.

Para el predio 3, de la metodología de levantamiento catastral de dron y estación total, los resultados obtenidos son 7.4133 m². y 7.76 m² son mayores a HSD = 4.2115 m², se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se utiliza



la hipótesis alterna (H_a) ya que No todas las medias de los grupos son iguales, al menos una de las medias es distinta con un nivel de confianza del 95% por último, entre los equipos GNSS submétrico y Estación total, no existe diferencia significativa entre sus medias ya que 0.3467 m^2 es menor a $HSD = 4.2115 \text{ m}^2$. Se acepta la hipótesis nula ya que la media de áreas de los grupos es igual.

SEGUNDA: Se validó que el levantamiento catastral rural con la metodología de medición con GNSS submétrico se hizo con una rapidez de 29.2 horas y con la metodología de medición con el vehículo aéreo no tripulado DRON fue de 3.25 horas, teniendo una diferencia de 25.95 horas a favor de vehículo aéreo no tripulado DRON.

TERCERA: Se determinó los siguientes datos de acuerdo a la naturaleza del predio rural que comprenden a predios menores de 1.0 Ha y se tiene como tolerancia el 7.5 %. Con respecto al predio 1, según los datos obtenidos con los equipos GNSS Submétrico y Estación Total se tiene un área promedio de sobreposición de 0.1211% (Tabla 37), entre los equipos Vehículo Aéreo No tripulado DRON y Estación Total se tiene un área de sobreposición de 0.0174% (Tabla 38). Con respecto al predio 02, según los datos obtenidos con los equipos GNSS Submétrico y Estación Total se tiene un área promedio de sobreposición de 0.3706% (Tabla 39). entre los equipos Vehículo Aéreo No tripulado DRON y Estación Total se tiene un área de sobreposición de 0.0494% (Tabla 40). Con respecto al predio 3, según los datos obtenidos con los equipos GNSS Submétrico y Estación Total se tiene un área promedio de sobreposición de 0.3158% (Tabla 41).



entre los equipos Vehículo Aéreo No tripulado DRON y Estación Total se tiene un área de sobreposición de 0.0142% (Tabla 42). Se concluye que los datos obtenidos con los equipos de medición GNSS Submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON, si cumplen y se encuentran dentro de las tolerancias catastrales registrales.



VI. RECOMENDACIONES

Al término del desarrollo del siguiente trabajo de investigación formulamos las siguientes recomendaciones:

PRIMERA: Se recomienda que entre las metodologías de medición GNSS Submétrico y Vehículo Aéreo no tripulado DRON cumplen con la precisión requerida para trabajos de catastro rural en donde mejor se desempeña es el Vehículo Aéreo no Tripulado DRON con el uso adecuado y un buen procedimiento de georreferenciación y puntos de control.

SEGUNDA: Teniendo como experiencia el presente trabajo de investigación se recomienda el uso del equipo de medición con el Vehículo aéreo no Tripulado DRON por tener mejor rapidez en la ejecución de levantamientos topográficos catastrales y más proximidad en precisión a la Estación Total.

TERCERA: Se recomienda el uso de los dos equipos de medición GNSS Submétrico y vehículo aéreo no tripulado DRON, para trabajos de levantamientos de catastro rural, rigiéndose en la normativa vigente de la superintendencia nacional de registros públicos y cumplan con los rangos de tolerancias catastrales registrales.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Perez, A. (1997). Enciclopedia Alvarez, 3er grado . Edaf.
- Biblioteca Nacional del Peru. (2018). Compendio de normas para el saneamiento físico legal de la propiedad agraria de predios rurales, comunidades campesinas y comunidades nativas. *Ministerio de Agricultura y Riego. Direccion General de Saneamiento de la propiedad agraria y catastro rural.*
- Cabada Quiliche, J. (2018). *Evaluación De Precisión Y Costo En Un Levantamiento Topográfico Con Estación Total Y Aeronave Pilotada Remotamente (Rpa-Dron) En El Centro Poblado Cashapampa.* Cajamarca: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE.
- Camposano Guerra, Y. I. (2018). *El Catastro Y Registro De Predios En El Peru.* PERU. CEDER. (2015 - 2025). *Plan de desarrollo concertado atuncolla - puno.*
- Chambilla Rizalazo, H. F., & Mamani Mamani, N. (2018). *Diferencia De Areas De Predios Catastrales Con Estacion Total, Drone E Imagenes Satelitales Del Centro Poblado Salcedo - Puno.* PUNO.
- Davila Meza, A. K. (2017). *Levantamiento Y Actualizacion De Predios Rurales E Integracion En Un Sistema De Informacion Geografica En El Canton Patate Provincia Tungurahua En La Republica Del Ecuador.* JAEN.
- Flores Garcia, V. H. (12 de diciembre de 2018). *Georural Minagri.* Obtenido de <https://georural.minagri.gob.pe>
- Flores, L. J., & Ancori, V. J. (2022). *Comparación de desplazamientos (X, Y, Z) obtenidos en el software Pix4D y Agisoft Metashape con el dron Phantom 4 RTK en la carretera Emp. PE - 3S (Puno) - Vilque - Mañazo - Emp. PE - 34A (Huataquita).* [titulo de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano], Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/17949>
- glmimport. (2016). Obtenido de glmimport: <http://glmimport.com.pe/>



- Guzmán, G. A., Reyes, C. S., & González, O. I. (2019). *Evaluacion del uso de UAV (DRON) en un Levantamiento Fotogrametrico y Topografico, con fines catastrales*. [tesis de titulo profesional, Instituto Politecnico Nacional], Mexico.
- Jimenez, C. N., Magaña Monge, A. O., & Soriano, M. E. (2019). *Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con Estación Total como método directo y el uso de Drones y GPS como metodo directo*. [Tesis de titulo profesional, Universidad de el Salvador].
- Laboratorio Unidad Pacífico Sur . (2010). *Langleruben*. Obtenido de Wordpress: <https://langleruben.wordpress.com/>
- Leyca. (2016). *Posicionamiento inteligente en cualquier obra*. Lima: GeoTop .
- MAM. (2021). *Agisoft*. Obtenido de Agisoft Metashape: <https://skeleton-id.com/wp-content/uploads/2021/01/Manual-Agisoft-Metashape.pdf>
- MEF. (2019). *actualizacion del ANEXO N° 05: “lineamiento para las modificaciones de la cartera de inversiones del PMI de la directiva N°001-2019-EF/63.1*. Ministerio de Economía y Finanzas. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100275&lang=es-ES&view=article&id=3070
- MINAGRI. (2019). *Manual para el Levantamiento Catastral de Predios Rurales resolucion ministerial N°0042-MINAGRI (Art.1 Art.2 y Art3)*. LIMA: El Peruano.
- MTC. (2016). *Mapa vial del distrito de atuncolla provincia de puno departamento de puno*. clasificador de rutas (D.S N° 011-2016-MTC).
- Peláez, d. I. (2010). *Saneamiento fisico legal de predios rurales*. Obtenido de <http://www.cip-trujillo.org/subir/uploads/Expo%20PREDIO%20RURALES.pdf>
- Pérez, Á. J. (2001). *Apuntes de fotogrametria III*. Mérida: Universidad de Extremadura. Obtenido de <http://redgeomatica.rediris.es/cartoprofesores/Fotogrametria/ApuntesFotogrametria3.pdf>



- Pinedo, A. L. (2020). *Ley de castro rural multiproposito*. Congreso de la Republica.
- Placencia Valero, J. (2008). *Compendio de matematica basica Elemental*. Editorial Tebar.
- Portillo Flores, A. (2009). *El Catastro En El Peru; Estudio Teorico, Juridico Y De Gestion*. LIMA: PALESTRA.
- Pozo, R. A., Ribeiro, A., García, A. M., García, L., Guinea, D., & Sandoval, F. (2002). *Sistema de posicionamiento global (GPS): Descripción, Análisis de errores, Aplicaciones y futuro*. Madrid: Instituto de Autonomia Industrial. Obtenido de <https://www.peoplesmatters.com/Archivos/Descargas/GPS.pdf>
- Resolucion Ministerial . (2019). Delegan en el la directora de la direccion de catastro y saneamiento fisoco legal de la Direccion General de patrimonio Aquelogico mueble, la facultad para declarar y aprobar areas catastradas arqueologicamente en el territorio nacional. *El Peruano*(N° 086-2019-VMPCIC-MC). Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/delegan-en-el-la-directora-de-la-direccion-de-catastro-y-s-resolucion-vice-ministerial-no-086-2019-vmptic-mc-1773956-1>
- Resolucion Ministerial N°0042- MINAGRI. (2019). *Manual para el levantamiento de predios rurales*. El Peruano.
- Salazar, M. S. (2006). *Guia práctica para el uso del receptor GPS de monofrecuencia LI*. Universidad De San Carlos De Guatemala.
- Sánchez, V. C. (2013). *Comparación de los métodos de levantamiento catastral: con gps diferencial y ortofotografías del caserío de santa rosa de tananta - provincia de tocacha*. [titulo de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva], Peru. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1059>
- Sánchez, V. I. (2018). *Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la Plaza San Luis - 2017*. [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo], Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12246>



- Santamaría, P. J., & Sanz, M. T. (2011). *Fundamentos de Fotogrametría*. España: Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones.
- SERFOR. (2016). *inventario y evaluacion del patrimonio natural*. Lima: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/primer-informe-parcial-inventario-nacional-forestal-fauna-silvestre>
- SUNARP. (2012). *Ley Sistema Nacional Integrado de Catastro y su vinculacion con el Registro de Predios*. LIMA.
- SUNARP. (2013). *Res. N° 097-2013-SUNARP/SN Reglamento de Inscripciones del Registro de Predios*. LIMA.
- Superintendencia de los Registros Publicos. (2008). *Normas Legales*. El Peruano. Obtenido de <https://sncp.gob.pe/wp-content/uploads/2022/10/Directiva-Nro-01-2008-SNCP-CNC-Tolerancias-Catastrales-y-Registrales.pdf>
- Tacca Qquelca, H. (2015). *Comparacion De Resultados Obtenidos De Un Levantamiento Topografico Utilizando La Fotogrametria Con Drones Al Metodo Tradicional*. PUNO.
- Tapia, T. G., & Laurente, M. C. (2018). *Análisis comparativo dimensional de predios existentes físicamente y predios titulados inscritos en la SUNARP de las zonas rurales de la provincia de Yunguyo*. [Titulo de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano], Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7410>.
- Vicente, D. M. (2015). *aulainformatica*. Obtenido de <http://aulainformatica.eu/>: http://aulainformatica.eu/datos/dise%C3%B1o_grafico/gimp/capitulo2/Teoria2.pdf
- webster, a. (2000). *estadistica aplicada a los negocios y la economia*. Santa fe de bogota: McGRAW-HILL LINTERAMERICANA, S.A.
- Wingtra. (2019). *Topografía y SIG*. Obtenido de Wingtra: <https://wingtra.b-cdn.net/wp-content/uploads/photogrammetry-1.png.webp>

ANEXOS

ANEXO 1. Elaboración de material de foto controles.



ANEXO 2. Levantamiento topográfico de puntos de control auxiliares



ANEXO 3. Monumentación de los puntos control.



ANEXO 4. Obtención de datos de puntos geodésicos



ANEXO 5. Placa para la identificación de los puntos de control



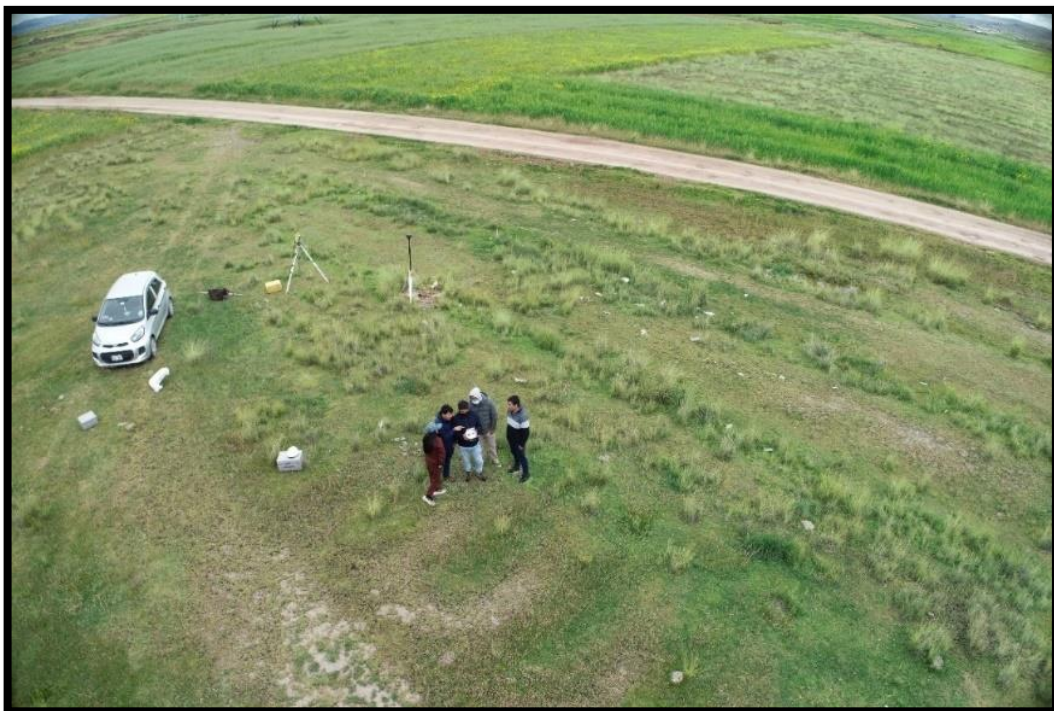
ANEXO 6. Levantamiento de los predios con estación total.



ANEXO 7. Toma de datos GNSS submétrico.



ANEXO 8. Foto aérea tomada desde el dron al equipo técnico.





ANEXO 9. Reporte de los puntos de control tomados con equipo GPS Diferencial.

Información del proyecto		Sistema de coordenadas	
Nombre:		Nombre:	UTM
Tamaño:		Datum:	WGS 1984
Modificado/a:		Zona:	19 South (69W)
Zona horaria:		Geoide:	EGM96 (Global)
Número de referencia:		Datum vertical:	
Descripción:			

Lista de puntos

ID	Este (Metro)	Norte (Metro)	Elevación (Metro)	Código de característica
PCG-001	383458.859	8268760.498	3815.823	
PCG-002	383254.096	8268686.409	3815.753	
PU02	373508.229	8284432.165	3834.852	PU02

18/03/2022 13:27:56		Trimble Business Center
---------------------	--	-------------------------

ANEXO 10. Formulario de información de la ERP PU02(Juliaca).

	INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO	
<u>FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE</u>		
0. DATOS GENERALES:		
Preparado por:	Departamento de Procesamiento Geodésico	
Realizado:	30 de noviembre de 2020	
Versión:	3.1.0	
1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:		
Nombre:	Juliaca	
Código Nacional:	PU02	
Código Internacional:	42228M001	
Inscripción:	Placa de bronce	
Orden de la estación:	"0"	
Fecha de monumentación:	3 de abril de 2010	
2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:		
Departamento:	Puno	
Provincia:	San Román	
Distrito:	Juliaca	
Ubicación de la estación:	Universidad Peruana la Unión	
CROQUIS DE UBICACIÓN		
		
FECHA: 8/01/2021 15:39 / MINAGRI - PTRT3		PU02 1 4



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN:

Sistema de referencia: GRS80 / WGS84	Marco de referencia: ITRF2000
---	--------------------------------------

3.1. GEODÉSICAS:

Latitud (S)	Longitud (O)
15°30'51.75428"	70°10'45.77081"
Altura Elipsoidal (m)	Factor de escala combinado
3880.6368	0.999797846646

3.2. CARTESIANAS

X (m)	Y (m)	Z (m)
2085642.8147	-5786561.0415	-1696048.2441

3.3. UTM

Este (m)	Norte (m)
373508.2286	8284432.1650
Zona: 19 Sur	

4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS

4.1. RECEPTOR:

Modelo: NET R9 TRIMBLE, Doble frecuencia
N° de serie: 5742R51312
Versión del firmware: 5.22
Fecha de instalación: 10 de mayo de 2018
Ubicación del receptor: El receptor se encuentra dentro de una caja metálica de color blanco humo empotrada a la pared, ubicada en el Laboratorio del Colegio Adventista del Titicaca de la mencionada universidad.

4.2. ANTENA:

Modelo: Zephyr Geodetic Model 3 (L1,L2) Trimble
N° de serie: 1551129465
Cubierta protectora: con domo
Medición de la antena: ARP (Base de soporte de la antena)
Altura de la antena: 0.0750 m
Fecha de instalación: 10 de mayo de 2018
Ubicación de la antena: La antena se encuentra sobre un monumento de concreto de 2.00 m de alto y 40 cm x 40 cm de ancho de color azul, ubicada en el techo de la oficina de informática de la mencionada universidad.

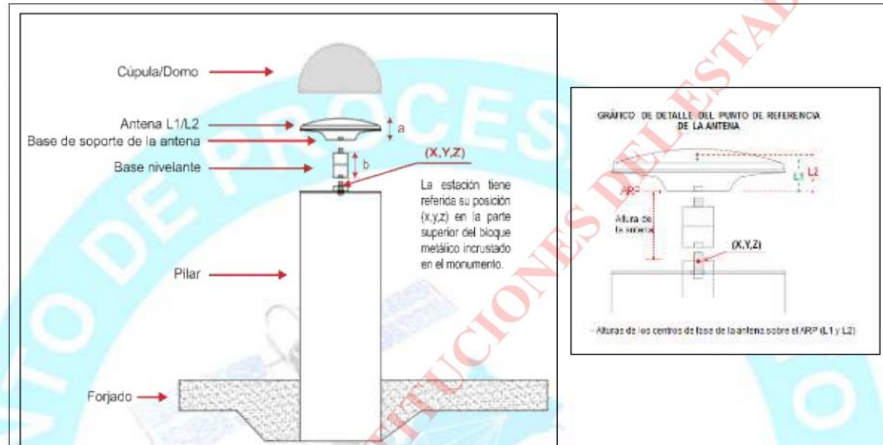


INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



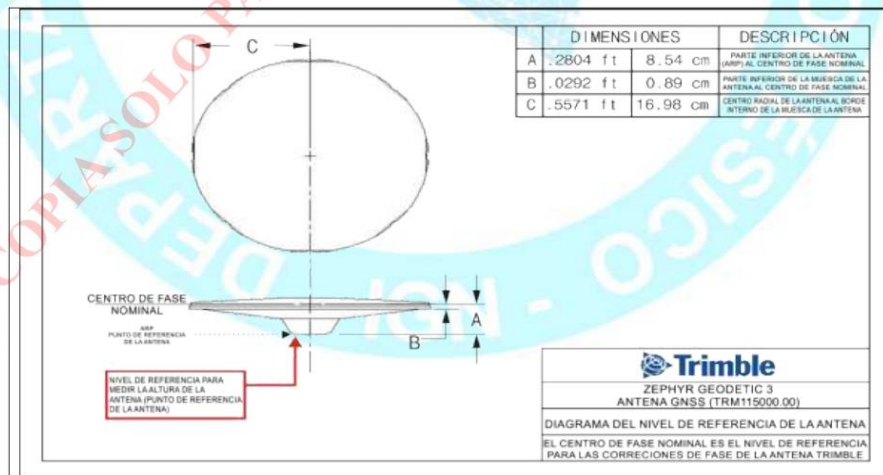
5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN

5.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA



a = 8.54 cm	Distancia de compensación del centro de fase. (Phase Center Offset)
b = 7.50 cm	Distancia entre la base de soporte de la antena y el límite superior del bloque metálico incrustado en el monumento.

5.2. DIMENSIONES DE LA ANTENA





**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO

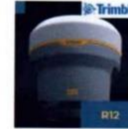
Área de mantenimiento: DPG
Área de control: DPG
Área de procesamiento: DPG
Observables: L1, L2, C1, P2
Intervalo de registro: 5 seg
Máscara de elevación: 5°
Archivo diario: 24 HRS
Formato de archivo nativo: *T02
Datos para el procesamiento: 06 al 19 de septiembre de 2020
Tipo de órbita: Efemérides precisas finales
Archivo procesado: Rinex 2.11
Software de procesamiento: Gamit / Globk V 10.71
Procesador y analista GNSS: Lic. Franklin Maylle Gamarra
Revisado por: CAP. EP. Rogger Montoya Monroy

7. CONTACTOS

Oficina: Departamento de Procesamiento Geodésico
Dirección: Av. Andrés Aramburú 1184, Surquillo, Lima 34, Perú
Teléfono: 4759960 / 4753030 Anexo 120
Correo: cpg@ign.gob.pe / sirgas_peru@ign.gob.pe
Web site: http://209.45.65.186/rastreo_permanente



ANEXO 11. Certificado de calibración de equipo GPS Diferencial.



COINSER AQP SAC

CENTRO COMERCIAL LA NEGRITA OF.10
Telf. 407419-Cel 966377037 AREQUIPA

Certificado de Operatividad

N° de Certificado: COINSER 022-056/2022 N° de Servicio: 22-00103/GPS

Cliente: ROSMERY ANAHUA APOMAYTA
Domicilio: JR. SAN SANTIAGO N° 107 - PUNO
Instrumento
Descripción: GPS DIFERENCIAL ROBER
Marca: TRIMBLE Modelo: R8-2
N° de Serie 4621115082

COINSER declara que emplea procedimientos normalizados, patrones en la calidad suficiente y de nivel de precisión adecuada, y personal competente. Los resultados son trazables a los patrones nacionales y por este medio a los patrones internacionales. En las pruebas efectuadas en tiempo real el equipo se encuentra dentro de las tolerancias del fabrica.

PRECISION LEVANTAMIENTO GPS POST PROCESO ESTATIC & FAST ESTATIC

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

Condiciones ambientales de medición: Temperatura 20°C

FECHA DE MANTENIMIENTO	21 FEBRERO 2022
FECHA DE VENCIMIENTO	21 FEBRERO 2023

Procedimiento Utilizado 840-ACPT.
Fecha de emisión 21 FEBRERO 2022

CERTIFICADO POR	SELLO DE GARANTIA
 Juan José Navarro Ancoitia	



ANEXO 12. Certificado de calibración del equipo estación total.

2



ORD. N° 2899/01/2023

CERTIFICADO DE CALIBRACION
CERTIFICATE OF CALIBRATION

OTORGADO A: OSCAR CONDORI CONDORI

ESTACION TOTAL	TOPCON	GPT-3005	Y0558
Equipo	Marca	Modelo	Serie

VALOR DE PATRON DE MEDICION		
GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
360	00	00

VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
VERT.	359	59	52
HORIZ.	179	59	54

VALOR A CORREGIR			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
VERT.	00	00	08
HORIZ.	00	00	06

RANGO DE TOLERANCIA			
	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
+	359	59	59
-	179	59	59

SISTEMA DE MEDICION DE DISTANCIA

PATRON DE MEDICION	15.000mts.	30.000mts.	60.000mts.	90.000mts.	209.000mts.
VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	15.00	30.00	60.00	90.00	209.00
ERROR AL CORREGIR	00mm	00mm	00mm	00mm	00mm

COMPENSADORES - TILT	HORIZONTAL	VERTICAL
VALOR LEIDO	08 seg.	08 seg.
VALOR A CORREGIR	01 seg.	01 seg.

PRECISION DEL INSTRUMENTO:

-Sistema Angular según normas DIN 18723 e ISO 12857 la precisión es de 1", lectura mínima en Display 1" o 5".
-Sistema de Medición de Distancia +- (2mm+2ppm XD) m.s.e.

TRAZABILIDAD Y PATRON UTILIZADO:

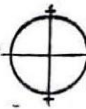
Colimador Modelo MUTI-COLLIMATORS MODELO F420-3de marca SOUTH SERIE N° S22-170707 Siendo controlado periódicamente con un teodolito electrónico DT-201 de 1" de precisión de segundo recomendado por esta entidad, con el método de lecturas directo 90°00'00" he invertido 270°00'00" y enfocados los retículos de referencia al infinito garantizando el ajuste en +/- 0.5". y refrendado por un nivel automático TOPCON modelo ATG1 de precisión +/-0. Inivelacion doble de 1 km.

GEOTOP AQP E.I.R.L. Mediante su laboratorio de Servicio Técnico certifica que el equipo en mención se encuentra totalmente revisado, controlado, calibrado y 100% operativo: se sugiere efectuar una recalibración en un periodo máximo de 06 meses, se estima que sea el 21 de enero del 2024

Se expide el presente certificado de calibración, para los fines que estime conveniente.

Arequipa, 21 de julio del 2023

www.geotopaqp.com.pe
La solución GPS/GNSS



GEOTOP AQP
E.I.R.L.
Roy Narváez Ponte
JEFE DE LABORATORIO

GEOTOP AQP
E.I.R.L.
Ing. J. Vitorino Andrade
GERENTE GENERAL

Calle Paucarpatá N° 397 Cercado Arequipa Telf: 054-232210 RPC:997956888 MOV: 959997622
group.geotop.aqp@gmail.com geotopaqp@hotmail.com www.geotopaqp.com.pe



ANEXO 13. Reporte del post proceso del DRON.

Agisoft Metashape Illpa

Informe de procesamiento
02 April 2022



Datos del levantamiento

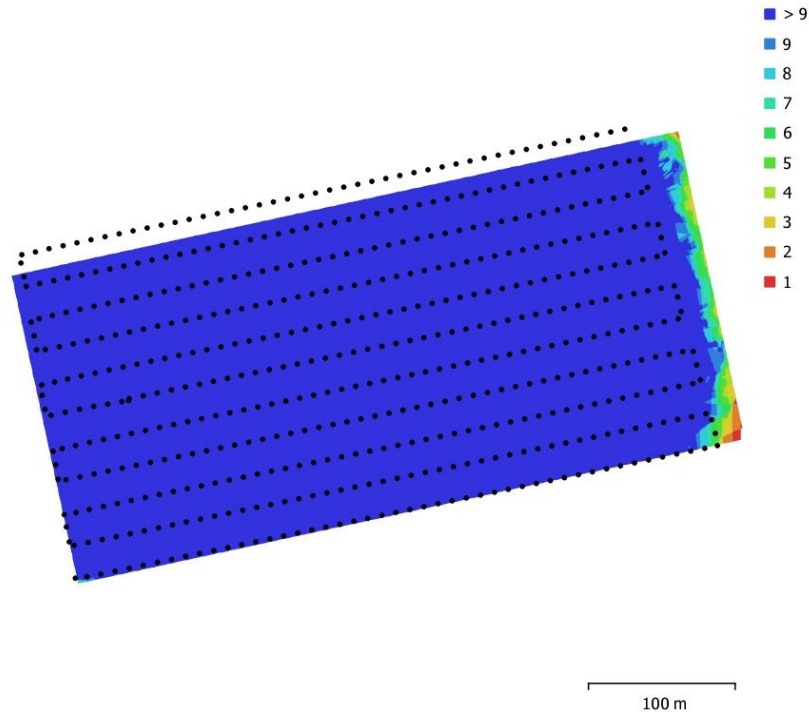


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 522

Panorámicas multicámara: 522

Altitud media de vuelo: 50.0 m

Puntos de paso: 602,069

Resolución en terreno: 1.39 cm/pix

Proyecciones: 1,884,350

Área cubierta: 0.0998 km²

Error de reproyección: 0.411 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
FC6310R (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 micras	No

Tabla 1. Cámaras.

Calibración de cámara

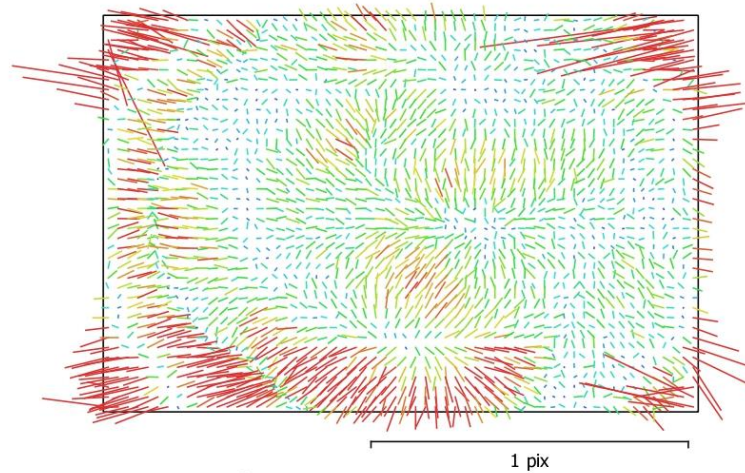


Fig. 2. Gráfico de residuos para FC6310R (8.8mm).

FC6310R (8.8mm)

522 imágenes

Tipo	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel
Cuadro	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 micras
F:	252.42		
Cx:	-19.0006	B1:	0
Cy:	43.9962	B2:	0
K1:	-0.000950162	P1:	-2.47234e-005
K2:	1.68222e-006	P2:	5.29319e-005
K3:	-2.29409e-009	P3:	0
K4:	0	P4:	0

Puntos de control terrestre

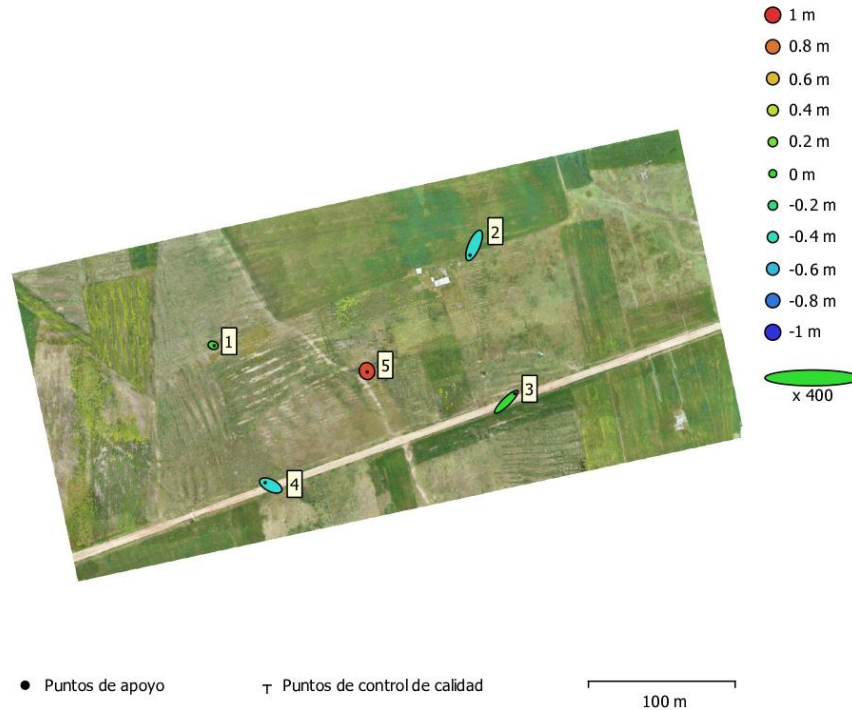


Fig. 3. Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores.
El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.
Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se marcan con puntos o cruces.

Número	Error en X (cm)	Error en Y (cm)	Error en Z (cm)	Error en XY (cm)	Total (cm)
5	1.68483	2.00144	50.9566	2.61618	51.0237

Tabla 2. ECM de puntos de apoyo.
X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.



Nombre	Error en X (cm)	Error en Y (cm)	Error en Z (cm)	Total (cm)	Imagen (pix)
1	0.355901	-0.129103	1.92597	1.96283	0.582 (25)
2	-1.41765	-3.33105	-46.27	46.4114	1.405 (24)
3	2.89119	2.80808	0.688357	4.08878	0.838 (22)
4	-1.92087	0.966849	-48.4745	48.5222	0.630 (23)
5	0.0898606	-0.310165	92.1302	92.1308	0.413 (23)
Total	1.68483	2.00144	50.9566	51.0237	0.849

Tabla 3. Puntos de apoyo.
X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Modelo digital de elevaciones

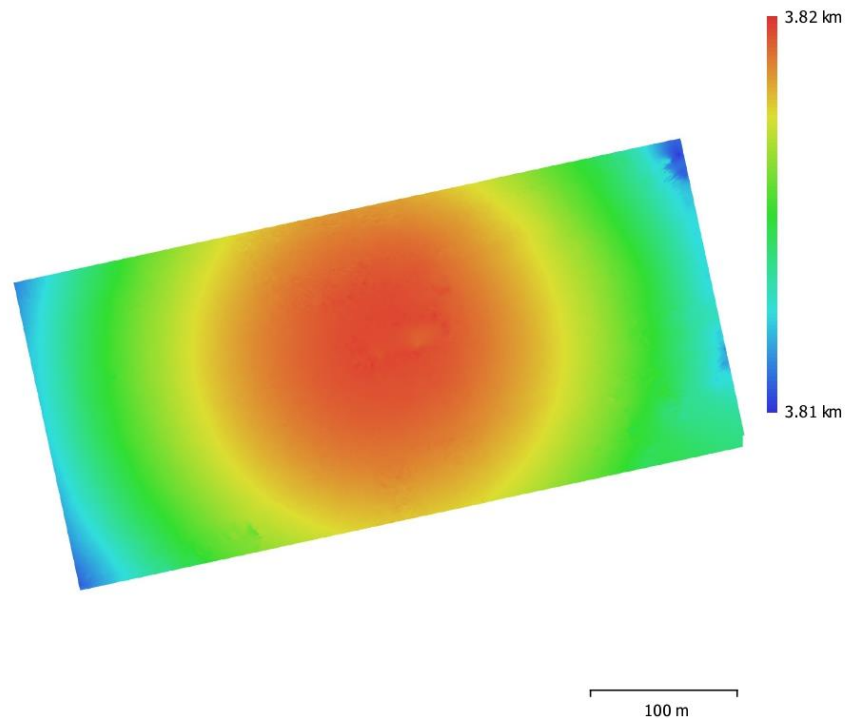


Fig. 4. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 5.56 cm/pix
Densidad de puntos: 323 puntos/m²



Parámetros de procesamiento

Generales

Cámaras	522
Cámaras orientadas	522
Marcadores	5
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 19S (EPSG::32719)
Ángulo de rotación	Guiñada, cabeceo, alabeo

Nube de puntos

Puntos	602,069 de 634,918
RMS error de reproyección	0.116719 (0.410864 pix)
Error de reproyección máximo	0.351054 (22.6512 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	3.15868 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	3.34764

Parámetros de orientación

Precisión	Alta
Pre-selección genérica	Sí
Pre-selección de referencia	Sí
Puntos claves por foto	40,000
Puntos de paso por foto	4,000
Adaptativo ajuste del modelo de cámara	No
Tiempo búsqueda de emparejamientos	4 minutos 18 segundos
Tiempo de orientación	12 minutos 6 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Mapas de profundidad

Número	522
--------	-----

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Media
Nivel de filtrado	Agresivo
Tiempo de procesamiento	6 minutos 59 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Nube de puntos densa

Puntos	29,088,166
Colores de puntos	3 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Media
Nivel de filtrado	Agresivo
Tiempo de procesamiento	6 minutos 59 segundos

Parámetros de generación de la nube densa

Tiempo de procesamiento	8 minutos 52 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Modelo digital de elevaciones

Tamaño	9,000 x 5,557
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 19S (EPSG::32719)

Parámetros de reconstrucción

Datos fuente	Nube de puntos densa
Interpolación	Extrapolada
Tiempo de procesamiento	22 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Ortomosaico



Generales

Tamaño	35,988 x 22,184
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 19S (EPSG::32719)
Colores	3 bandas, uint8

Parámetros de reconstrucción

Modo de mezcla	Deshabilitado
Superficie	Modelo digital de elevaciones
Permitir el cierre de agujeros	Sí
Tiempo de procesamiento	18 minutos 19 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Software

Versión	1.5.2 build 7838
Plataforma	Windows 64



ANEXO 14. Reporte del post proceso del GNSS submétrico.

Buscando archivos base...

Búsqueda concluida.

-----Detalles datos base:-----

Usando posición de referencia del proveedor base:

Nombre: JULIACA

Posición: 15°30'51.75428"S, 70°10'45.77081"O, 3,880.64 m

Fuente: C:\Users\Angel\Desktop\ILLPA - PUNO\GPS SUBMETRICO\Base

PU02311aA.22o

Hora local: 06/11/2022 18:59:45 a 07/11/2022 18:59:40

Posición: 15°30'51.69883"S, 70°10'45.70684"O, 3,886.81 m, 0.07 m Altura antena

Distancia desde proveedor base: 2.56m

-----Detalles cobertura:-----

Archivo móvil: ILPA ANGEL.SSF

Hora local: 07/11/2022 12:13:33 a 07/11/2022 13:56:02

Cobertura total 100%

100% cobertura por PU02311aA.22o

Corrigiendo diferencialmente...

Configuraciones corrección diferencial:

Usar filtración automática inteligente: Sí

Volver a corregir posiciones en tiempo real: Sí

Posiciones de salida: Sólo corregidas

Procesando archivo móvil, ILPA ANGEL.SSF ...

...al archivo de salida, C:\Users\Angel\Desktop\ILLPA - PUNO\GPS SUBMETRICO\ILPA ANGEL.cor



Procesamiento portadora...

Se ha(n) seleccionado 5924 Posiciones para el posprocesamiento

Se ha(n) corregido 0 Posiciones

Error al corregir 5924 Posiciones

Procesamiento de código...

Se ha(n) seleccionado 5924 Posiciones para el posprocesamiento

Se ha(n) corregido 5924 Posiciones

Resumen sobre Corrección diferencial:

1 archivo procesado. En este archivo:

5924 (100.00%) de 5924 posiciones seleccionadas se han corregido por código mediante posprocesamiento.

0 (0.00%) de 5924 posiciones seleccionadas se han corregido por portadora mediante posprocesamiento

Las precisiones estimadas para 5924 posiciones corregidas son las siguientes:

Rango	Porcentaje
-------	------------

-----	-----
-------	-------

0-5cm	-
-------	---

5-15cm	-
--------	---

15-30cm	8.05%
---------	-------

30-50cm	82.17%
---------	--------

0.5-1m	7.53%
--------	-------

1-2m	1.94%
------	-------

2-5m	0.30%
------	-------

>5m	-
-----	---

Corrección diferencial concluida.



ANEXO 15. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo ANGEL FELUPE YUCRA CHURA,
identificado con DNI 46875280 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
"EVALUACIÓN DE PRECISIÓN EN UN LEVANTAMIENTO CATASTRAL RURAL
CON EQUIPO GNSS SUBMETRICO Y VEHICULO AEREO NO
TRIPULADO DRON EN EL DISTRITO DE ATUNCOLLA PROVINCIA PUNO"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 30 de JULIO del 20 24


FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 16. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo ANGEL FELIPE YUCRA CHURA,
identificado con DNI 46875280 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA,
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"EVALUACIÓN DE PRECIÓN EN UN LEVANTAMIENTO CATASTRAL
RURAL CON EQUIPO GNSS SUBMETRICO Y VEHICULO AÉREO
NO TRIPULADO DRON EN EL DISTRITO DE ATUNCOLLA PROVINCIA PUNO"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 30 de JULIO del 2024


FIRMA (obligatoria)





ANEXO 17. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo ADELI FREDY CUTIMBO PANCA
identificado con DNI 45525762 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"EVALUACIÓN DE PRECISION EN UN LEVANTAMIENTO CATASTRAL
RURAL CON EQUIPO GNSS SUBMETRICO Y VEHICULO AÉREO NO
TRIPULADO DRON EN EL DISTRITO DE ATUNCOLLA PROVINCIA PUNO"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 30 de JULIO del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 18. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo ADERLI FREDY CUTIMBO PANCA,
identificado con DNI 45525762 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ EVALUACIÓN DE PRECISIÓN EN UN LEVANTAMIENTO CATASTRAL RURAL
CON EQUIPO GNSS SUBMETRICO Y VEHICULO AEREO NO TRIPULADO
DRON EN EL DISTRITO DE ATUNCOLLA PROVINCIA DE PUNO ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 30 de JULIO del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella