

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL LEVANTAMIENTO  
FOTOGRAMÉTRICO MEDIANTE AERONAVE NO TRIPULADA  
Y BASE GRÁFICA DE PREDIOS INSCRITOS EN SUNARP  
CARAZ. 2021.**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR**

**RICARDO RAUL CLEMENTE BRICEÑO**

**ID: 0009-0008-4696-9323**

**ASESOR**

**Ing. ALBERTO JULIO RAMÍREZ ERAZO**

**ID: 0009-0008-7190-0125**

**LIMA- PERÚ**

**2024**

© 2024, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte,  
con fines estrictamente académicos.”**

Ricardo Raúl Clemente Briceño

[ricardo.clemente.b@uni.pe](mailto:ricardo.clemente.b@uni.pe)

971-780791

## **DEDICATORIA**

*Dedicado a mi madre Dora por ser ella una gran fuente de inspiración para conseguir mis metas y a mi padre Raúl, por su apoyo incondicional.*

## **AGRADECIMIENTO**

El arte de investigar es una tarea muy abnegada, en la cual se suman esfuerzos y conocimientos por parte del autor además de un valioso grupo humano detrás de ello, para poder llegar a ser tangible la presente tesis. Debido a ello es para mí un honor realizar un agradecimiento especial a las siguientes instituciones y personas:

- A mi “Alma mater”, la Universidad Nacional de Ingeniería, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil que, a través de sus profesores, tuve el privilegio de gozar de una gran formación académica y ética.
- Al Ing. Alberto Ramírez Erazo por sus alcances y recomendaciones que permitieron realizar esta investigación.
- Al Ing. Arturo Jimmy Centeno Sairitupa y al Ing. Heinz Jesús Paucarpura, por haberme apoyado en la presente investigación, y haberme permitido la obtención de información que hicieron posible la realización de esta tesis.
- Al Bach. David Gonzalo Ccama Flores y al Ing. Irving Gómez Morales, por su apoyo auxiliar para el desarrollo de esta tesis.



## ÍNDICE

<b>Resumen .....</b>	<b>7</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>8</b>
<b>Prólogo .....</b>	<b>9</b>
<b>Lista de tablas.....</b>	<b>10</b>
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>12</b>
<b>Lista de símbolo y siglas .....</b>	<b>14</b>
<b>Capítulo I: Introducción.....</b>	<b>16</b>
1.1. Generalidades .....	16
1.2. Descripción del problema de la investigación .....	17
1.2.1. Problema General .....	19
1.2.2. Problemas Específicos .....	19
1.3. Objetivos del estudio .....	19
1.3.1. Objetivo General .....	19
1.3.2. Objetivos Específicos. ....	20
1.4. Antecedentes investigativos .....	20
<b>Capítulo II: Marco teórico y conceptual .....</b>	<b>23</b>
2.1. Marco teórico .....	23
2.1.1. Catastro de Predios.....	23
2.1.2. Catastro Rural de Predios .....	23
2.1.3. Sistemas geodésicos en el catastro rural .....	23
2.1.4. Levantamiento Catastral.....	23
2.1.5. Tolerancia Catastral - Registral .....	23
2.1.6. Sistema de Posicionamiento Global GPS.....	24
2.1.6.1. Posicionamiento estático .....	24
2.1.6.2. Posicionamiento Método RTK.....	25
2.1.7. Fotogrametría.....	26
2.1.7.1. Clasificación de la fotogrametría.....	26
2.1.8. Fotogrametría digital .....	27
2.1.8.1. La Imagen digital .....	27
2.1.8.2. Tamaño del archivo .....	28
2.1.8.3. Compresión de imágenes .....	29
2.1.9. Principios fundamentales de la fotogrametría .....	30

2.1.9.1. Visión Estereoscópica .....	30
2.1.9.2. Paralaje estereoscópica.....	30
2.1.9.3. Orientación interna .....	31
2.1.9.4. Orientación relativa.....	32
2.1.9.5. Orientación absoluta.....	32
2.1.9.6. Puntos de control terrestre (GCP).....	33
2.1.10. Aerotriangulación fotogramétrica.....	33
2.1.10.1. Método de haces de luz en ajuste de bloques .....	33
2.1.11. Restitución fotogramétrica.....	34
2.1.12. Uso de vehículo aéreo no tripulado en la fotogrametría.....	35
2.1.13. Vehículo aéreo no tripulado (VANT) .....	35
2.1.13.1. Tipos de Vehículo aéreo no tripulado.....	35
2.1.14. Dron Phantom 4 PRO.....	37
2.1.15. Proyecto de vuelo fotogramétrico mediante aeronave no tripulada .....	39
2.1.15.1. Sistema de Referencia.....	39
2.1.15.2. Escala de imagen .....	39
2.1.16. Plan de vuelo .....	40
2.1.16.1. Ground Sample Distance (GSD).....	40
2.1.16.2. Altura de vuelo.....	41
2.1.16.3. Fotograma .....	42
2.1.16.4. Recubrimiento.....	43
2.1.16.5. Número de fotos por pasada.....	45
2.1.16.6. Número de Pasadas .....	46
2.1.17. Dimensión y configuración de la misión de vuelo .....	46
2.1.18. Ejecución del Vuelo.....	47
2.1.19. Procesamiento digital de imágenes.....	47
2.1.20. Productos fotogramétricos.....	48
2.1.20.1. Modelos Digitales de Terreno .....	48
2.1.20.2. Ortomosaico .....	48
2.1.21. Marco técnico-legal .....	49
2.1.21.1. Norma Técnica “Especificaciones Técnicas para la producción de Cartografía Básica Escala 1:1000”.....	49
2.1.21.2. NTC 001-2015 .....	49

2.1.21.3. Ley N°30740 y su Reglamento.....	49
2.1.21.4. Manual Técnico MT N°5 – 01.....	49
2.1.22. Prueba de hipótesis t-student .....	50
2.2. Marco conceptual .....	52
2.2.1. Geodesía.....	52
2.2.2. Geoide .....	52
2.2.3. Elipsoide de referencia .....	52
2.2.4. Sistema de Referencia Terrestre .....	53
2.2.5. PSAD 56 .....	54
2.2.6. WGS 84.....	54
2.2.7. Cartografía .....	55
2.2.8. Proyección Cartográfica .....	55
2.2.9. Coordenadas Geodésicas .....	55
2.2.10. Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM).....	56
2.2.11. Coordenadas UTM .....	56
2.2.12. Sistema satelital de navegación global (GNSS).....	56
2.2.13. Estaciones de rastreo permanente (ERP) .....	57
2.2.14. Red Geodésica.....	57
2.2.15. Red Geodésica Horizontal Oficial (REGGEN) .....	57
2.2.16. Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC) .....	57
2.2.17. Georreferenciación.....	57
2.2.18. Vuelo Fotogramétrico. ....	58
2.2.19. Aerotriangulación. ....	58
2.2.20. Ortorrectificación .....	58
2.2.21. Norma Técnica.....	58
2.2.22. SRPA .....	58
2.2.23. SUNARP .....	59
2.2.24. IGN.....	59
<b>Capítulo III: Levantamiento catastral fotogramétrico.....</b>	<b>60</b>
3.1. Característica de la zona estudio .....	60
3.1.1. Ubicación política .....	60
3.1.2. Ubicación geográfica.....	60
3.1.3. Colindancias.....	61

3.1.4. Principales Vías de acceso .....	61
3.1.5. Clima.....	62
3.2. Tipo de investigación.....	62
3.3. Muestra .....	62
3.4. Materiales, equipos y herramientas .....	63
3.5. Obtención de punto geodésico de orden C.....	65
3.5.1. Planeamiento .....	65
3.5.2. Reconocimiento.....	65
3.5.3. Monumentación.....	67
3.5.4. Georreferenciación de punto geodésico .....	68
3.5.5. Cálculos de gabinete .....	70
3.5.6. Certificación .....	71
3.6. Levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada.....	72
3.6.1. Inspección de zona de estudio .....	72
3.6.2. Planificación y dimensión de vuelo fotogramétrico .....	72
3.6.2.1. Plan de vuelo aplicado al presente estudio .....	72
3.6.2.2. Dimensionamiento manual de misiones de vuelo .....	73
3.6.2.3. Dimensión y configuración de vuelo con programa Pix4dCapture.....	74
3.6.3. Colocación de puntos de control terrestre .....	75
3.6.4. Ejecución de vuelo para la zona de estudio.....	78
3.6.5. Procesamiento en gabinete mediante programa Agisoft Photoscan .....	80
3.7. Generación de planos catastrales a partir de ortomosaico .....	84
3.8. Catastro registral según SUNARP .....	86
3.9. Superposición entre plano catastral de levantamiento fotogramétrico y base gráfica SUNARP.....	88
3.9.1. Análisis del desfase con Google Earth .....	89
3.9.2. Análisis del desfase con SINCAR de MIDAGRI.....	91
3.9.3. Posibles Causas del desfase.....	92
3.9.4. Análisis de variación de áreas .....	95
<b>Capítulo IV: Prueba de hipótesis T-student .....</b>	<b>97</b>
4.1 Hipótesis general.....	97
4.2 Prueba de hipótesis T-student para el caso de muestras relacionadas .....	97
4.2.1 Muestra materia de análisis.....	97

4.2.2	Normalidad de las muestras .....	97
4.2.3	Nivel de Significancia( $\alpha$ ).....	98
4.3	Prueba de hipótesis t-student para coordenadas norte de los centroides ....	98
4.3.1	Datos para realizar la prueba de hipótesis t-student.....	98
4.3.2	Cálculo de prueba de normalidad Shapiro-Wilk de Coordenadas Norte .....	99
4.3.2.1.	Cálculo manual de la prueba para Levantamiento fotogramétrico.....	99
4.3.2.2.	Cálculo manual de la prueba para Base gráfica SUNARP .....	101
4.3.2.3.	Cálculo con programa SPSS de prueba de normalidad Shapiro-Wilk ....	103
4.3.3.	Formulación de Hipótesis en las coordenadas Norte.....	105
4.3.4.	Cálculo manual de prueba de hipótesis en las coordenadas Norte.....	106
4.3.5.	Prueba de hipótesis de coordenadas Norte con programa SPSS v25.....	108
4.4.	Prueba de hipótesis T-student para coordenadas este de los centroides ...	109
4.4.1.	Datos para realizar la prueba de hipótesis t-student.....	109
4.4.2.	Cálculo de prueba de normalidad Shapiro-Wilk de Coordenadas Este.....	110
4.4.2.1.	Cálculo manual de la prueba para Levantamiento Fotogramétrico.....	110
4.4.2.2.	Cálculo manual de la prueba para Base gráfica Sunarp .....	112
4.4.2.3.	Cálculo con programa SPSS de prueba de normalidad Shapiro-Wik.....	113
4.4.3.	Formulación de Hipótesis en las coordenadas Este .....	116
4.4.4.	Cálculo manual de prueba de hipótesis en las coordenadas Este .....	116
4.4.5.	Prueba de hipótesis de Coordenadas Este con programa SPSS v25.....	118
4.5.	Prueba de hipótesis T-student para las áreas .....	119
4.5.1.	Datos para realizar la prueba de hipótesis t-student.....	119
4.5.2.	Cálculo de prueba de normalidad Shapiro-Wilk para las áreas.....	120
4.5.2.1.	Cálculo manual de la prueba para Levantamiento Fotogramétrico.....	120
4.5.2.2.	Cálculo manual de la prueba para Base gráfica Sunarp .....	121
4.5.2.3.	Cálculo con programa SPSS de prueba de normalidad Shapiro-Wilk ....	123
4.5.3.	Formulación de Hipótesis en las áreas.....	125
4.5.4.	Cálculo manual de prueba de Hipótesis en las áreas .....	125
4.5.5.	Prueba de hipótesis para las áreas con programa SPSS v25.....	127
4.6.	Prueba de hipótesis T-student para los perímetros .....	128
4.6.1.	Datos para realizar la prueba de hipótesis t-student.....	128
4.6.2.	Cálculo de prueba de normalidad Shapiro-Wilk para perímetros .....	129
4.6.2.1.	Cálculo manual de la prueba para Levantamiento Fotogramétrico.....	129

4.6.2.2. Cálculo manual de la prueba para Base gráfica SUNARP .....	131
4.6.2.3. Cálculo con programa SPSS de prueba de normalidad Shapiro-Wilk ....	133
4.6.3. Formulación de Hipótesis en los perímetros .....	135
4.6.4. Cálculo manual de prueba de hipótesis en los perímetros .....	135
4.6.5. Prueba de hipótesis para los perímetros con programa SPSS v25 .....	137
<b>Conclusiones .....</b>	<b>138</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>141</b>
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>142</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>146</b>

## Resumen

La presente investigación fue realizada en el centro poblado de Conchup distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash, y tiene como principal objetivo realizar un análisis estadístico comparativo entre dos muestras de datos relacionadas mediante la prueba de hipótesis de t-student, las muestras usadas corresponden a las coordenadas geodésicas (Este, Norte) de los centroides correspondientes a predios afectados por el derecho de vía de la Red Vial Nacional PE-3N Km 651+000, así como también las áreas y perímetros de los mismos predios. Los datos de las muestras han sido calculados teniendo como referencia un levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP. Para realizar el levantamiento fotogramétrico se tomaron puntos apoyo topográficos los cuales fueron obtenidos mediante el método de levamiento cinemático (RTK), que sirvieron para amarrar la nube de puntos obtenida con el vuelo fotogramétrico a la red geodésica. Para realizar el método de levamiento cinemático (RTK), se tuvo como base el punto certificado de orden C “ANC120234”, el cual fue obtenido usando el procedimiento dispuesto por el IGN, georreferenciado desde el punto estación de orden 0 “42232M01”, ubicado en el distrito de Tauca. Una vez realizado el levamiento fotogramétrico se comparó con la base gráfica SUNARP, analizando la superposición de ambas datas, que tuvo como resultado una distancia promedio de 6.66 m entre los centros de gravedad, una variación absoluta en promedio de 67.23 m<sup>2</sup> en el área y 4.28 m en el perímetro, posterior a ello se procedió a realizar el análisis estadístico t-student de forma manual y mediante el programa IBM SPSS v25, obteniendo como resultado el valor estadístico “t” que en todos los casos fue superior a los valores teóricos demostrándose que existe una diferencia significativa entre el levantamiento fotogramétrico, superponiendo las datas con el programa Google Earth y la plataforma de base gráfica rural SICAR se pudo verificar que el levantamiento fotogramétrico guarda más relación con la realidad física que la base gráfica de SUNARP. Sin embargo, actualmente para efectos de procesos relacionados a saneamiento físico legal de predios sigue vigente y vinculante la base gráfica de SUNARP generando problemas de desplazamiento y superposición entre partidas en la nueva generación del catastro, al existir actualmente métodos más precisos para la obtención del catastro.

### **Abstract**

The present investigation was carried out in the town of Conchup, district of Caraz, province of Huaylas, Ancash region, whose main objective is to perform a comparative statistical analysis between two related samples by means of the t-student hypothesis test, the samples used correspond to the geodesic coordinates (East, North) of the centroids corresponding to properties affected by the right of way of the National Road Network PE-3N Km 651+000, as well as the areas and perimeters of the same properties, the data of the samples have been calculated taking as reference a photogrammetric survey by means of unmanned aircraft and the graphic base of SUNARP. To carry out the photogrammetric survey, topographic support points were taken, which were obtained using the kinematic survey method (RTK), which were used to tie the point cloud obtained with the photogrammetric flight to the geodetic network. To perform the kinematic survey method (RTK), the certified point of order C "ANC120234" was used as a base, which was obtained using the procedure provided by the IGN, georeferenced from the station point of order 0 "42232M01", located in the district of Tauca. Once the photogrammetric survey was carried out, it was compared with the SUNARP graphic base, making the superposition of both data, which resulted in an average distance of 6.66 m between the centers of gravity, an average absolute variation of 67.23 m<sup>2</sup> in the area and 4.28 m in the perimeter, then proceeded to perform the t-student statistical analysis manually and using the IBM SPSS v25 program, obtaining as a result the statistical value "t" that in all cases was higher than the theoretical values, demonstrating that there is a significant difference between the photogrammetric survey, Superimposing the data with the Google Earth program and the rural graphic base platform SICAR, it was possible to verify that the photogrammetric survey is more closely related to the physical reality than the SUNARP graphic base, however, currently for the purposes of processes related to the legal physical reorganization of properties, the SUNARP graphic base is still in force and binding, generating problems of displacement and overlap between items in the new generation of the cadastre, since there are currently more precise methods for obtaining the cadastre, since there are currently more precise methods for obtaining the cadastral.



## Prólogo

La presente tesis ha sido producto de un trabajo de investigación en el área adquisición de predios del derecho de vía a favor del estado de una vía de interés nacional, en ese sentido surge la necesidad de corroborar la precisión de las bases graficas existentes de registros públicos con la finalidad de poder adquirir los predios acordes a la realidad física y posteriormente inscribirlos a nombre del estado, y evitar problemas de superposición con predios colindantes.

En ese sentido para poder darle la solides técnica a esta investigación, usamos los procedimientos establecidos por el IGN a través de la Norma Técnica, “Especificaciones Técnicas para Procedimiento de Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital De Navegación Global”, para la obtención de los puntos de Orden C los mismos que son usados en el método GNSS Real Time Kinees (RTK) para obtención de puntos de apoyo en el levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada.

Asimismo, con el objetivo de realizar un análisis estadístico comparativo entre el levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y base gráfica de predios inscritos en SUNARP en el centro poblado de Conchup, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, Región de Ancash se utilizaron las fórmulas estadísticas con el apoyo del programa Microsoft Excel, adicionalmente a ello estas son corroboradas con el uso del programa IBM SPSS v25.

Como conclusión, es preciso indicar que la investigación muestra la necesidad de realizar una actualización de la base grafica de SUNARP en el centro poblado de Conchup, del distrito de Caraz, provincia de Huaylas, Región de Ancash.

Me complace agregar que la presente investigación es un aporte metodológico para los profesionales que se dedican al campo del Saneamiento Físico Legal de predios, así como un aporte académico para la Universidad Nacional de ingeniería.

ASESOR

## Lista de tablas

Tabla N°2.1: Tolerancia catastral - registral de predios rurales .....	24
Tabla N°2.2: Dimensiones de imagen según proporción y cantidad de pixeles .....	28
Tabla N°2.3: Profundidad de color .....	29
Tabla N°2.4: Especificaciones del DRON DJI Phantom 4 Pro .....	38
Tabla N°2.5: Valores de t en la tabla de t-student.....	51
Tabla N°3.1: Datos de ubicación geográfica .....	60
Tabla N°3.2: Equipamiento para trabajos de campo y gabinete según tipo de trabajo .....	63
Tabla N°3.3: Coordenadas Geográficas.....	70
Tabla N°3.4: Coordenadas UTM WGS-84 ZONA 18S .....	70
Tabla N°3.5: Cálculos de tiempo de vuelo para determinar el número de misiones.....	73
Tabla N°3.6: Data obtenida del levantamiento con RTK.....	78
Tabla N°3.7: Datos técnicos de coordenadas obtenidas mediante ambas fuentes .....	89
Tabla N°3.8: Comparación de la variación de áreas respecto a las tolerancias .....	95
Tabla N°4.1: Datos de coordenadas norte .....	98
Tabla N°4.2: Coeficientes ain para el contraste de Shapiro-Wilks.....	99
Tabla N°4.3: Datos de coordenadas norte según fotogrametría .....	100
Tabla N°4.4: Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilk.....	101
Tabla N°4.5: Datos de coordenadas norte según SUNARP .....	102
Tabla N°4.6: Cálculos estadísticos con programa SPSS para las coordenadas norte .....	103
Tabla N°4.7: Cálculos para prueba de hipótesis de coordenadas norte .....	106
Tabla N°4.8: Cálculos para prueba de hipótesis .....	107
Tabla N°4.9: Cálculos estadísticos de muestras relacionadas coordenadas Norte .....	108
Tabla N°4.10: Prueba de hipótesis t-student para coordenadas Norte .....	108
Tabla N°4.11: Datos de coordenadas Este .....	109
Tabla N°4.12: Datos de coordenadas este según fotogrametría .....	111
Tabla N°4.13: Datos de coordenadas este según SUNARP .....	112
Tabla N°4.14: Cálculos estadísticos con programa SPSS para las coordenadas este.....	114
Tabla N°4.15: Cálculos para prueba de hipótesis de coordenadas este.....	116
Tabla N°4.16: Cálculos estadísticos de muestras relacionadas coordenadas Este.....	118
Tabla N°4.17: Prueba de hipótesis t-student para coordenadas Este.....	118
Tabla N°4.18: Datos de áreas .....	119
Tabla N°4.19: Datos de áreas según fotogrametría .....	120
Tabla N°4.20: Datos de áreas según SUNARP .....	122
Tabla N°4.21: Cálculos estadísticos con programa SPSS para las áreas. ....	123
Tabla N°4.22: Cálculos para prueba de hipótesis para áreas. ....	126

Tabla N°4.23: Cálculos estadísticos de muestras relacionadas de las áreas .....	127
Tabla N°4.24: Prueba de hipótesis t-student para las áreas .....	128
Tabla N°4.25: Datos de perímetros .....	128
Tabla N°4.26: Datos de perímetros según fotogrametría .....	130
Tabla N°4.27: Datos de perímetros según SUNARP .....	132
Tabla N°4.28: Cálculos estadísticos con programa SPSS para los perímetros .....	133
Tabla N°4.29: Cálculos para prueba de hipótesis para perímetros .....	135
Tabla N°4.30: Cálculos estadísticos de muestras relacionadas para los perímetros .....	137
Tabla N°4.31: Prueba de hipótesis t-student para los perímetros .....	137

## Lista de figuras

Figura N°2.1: Receptores instalados bajo la observación de los mismos satélites.....	25
Figura N°2.2: Representación de una imagen digital.....	27
Figura N°2.3: Visión estereométrica natural y artificial.....	30
Figura N°2.4: Representación gráfica de paralaje.....	31
Figura N°2.5: Representación de la orientación interna.....	31
Figura N°2.6: Orientación relativa de dos imágenes.....	32
Figura N°2.7: Orientación absoluta.....	33
Figura N°2.8: Representación gráfica del método de haces de luz.....	34
Figura N°2.9: VANT de ala fija.....	36
Figura N°2.10: VANT de ala rotatoria de 4 rotores.....	37
Figura N°2.11: Dron Phantom 4 PRO.....	37
Figura N°2.12: Relación de la escala de una imagen.....	40
Figura N°2.13: Semejanza de parámetros en un vuelo.....	41
Figura N°2.14: Semejanza entre fotografía y superficie de cobertura en el terreno.....	42
Figura N°2.15: Traslape longitudinal y transversal.....	43
Figura N°2.16: Representación gráfica de recubrimiento longitudinal.....	44
Figura N°2.17: Representación gráfica de recubrimiento transversal.....	45
Figura N°2.18: Interfaz de programa PIX4DCapture.....	47
Figura N°2.19: Representación gráfica del geode.....	52
Figura N°2.20: Elipsoide de referencia.....	53
Figura N°2.21: Sistemas de Referencia.....	53
Figura N°2.22: Representación de sistema de referencia local.....	54
Figura N°2.23: Sistema de coordenadas del WGS 84.....	54
Figura N°2.24: Coordenadas geodésicas.....	55
Figura N°2.25: Proyección UTM.....	56
Figura N°3.1: Ubicación de Caraz en el mapa del Perú.....	60
Figura N°3.2: Mapa de ubicación geográfica.....	61
Figura N°3.3: Ruta para llegar a la zona de estudio.....	62
Figura N°3.4: Especificaciones técnicas Receptor GNSS South Galaxy G1.....	64
Figura N°3.5: Cálculo de distancia entre puntos con Google Earth.....	65
Figura N°3.6: Datos de la estación de rastreo permanente AN03.....	66
Figura N°3.7: Encofrado y vaciado de concreto.....	67
Figura N°3.8: Placa de cobre empotrada.....	67
Figura N°3.9: Estacionamiento de Receptor GNSS en punto monumentado.....	68
Figura N°3.10: Diario de observaciones llenado en campo.....	69

Figura N°3.11: Ajuste de red mediante software Leica Infinity entre puntos AN03 y ANC12034 ..	70
Figura N°3.12: Certificado del punto geodésico ANC12034 .....	71
Figura N°3.13: Áreas correspondientes a las misiones de vuelo en programa Google Earth .....	74
Figura N°3.14: Configuración de plan de vuelo para la primera misión de vuelo.....	75
Figura N°3.15: Colocación de dianas para puntos de control .....	76
Figura N°3.16: Receptor GNSS con radio externo en punto de orden C .....	76
Figura N°3.17: Levantamiento de puntos de control con método RKT .....	77
Figura N°3.18: Control de vuelo de dron con mando y celular.....	79
Figura N°3.19: Seguimiento de vuelo mediante programa Pix4dCapture .....	79
Figura N°3.20: Importación de aerofotografías .....	80
Figura N°3.21: Georreferenciación de proyecto .....	80
Figura N°3.22: Orientación interna y relativa de fotografías .....	81
Figura N°3.23: Importación de puntos.....	81
Figura N°3.24: Puntos etiquetados en las fotografías .....	82
Figura N°3.25: Colación de marcadores en las fotografías .....	82
Figura N°3.26: Optimización de cámaras.....	83
Figura N°3.27: Generación de nube de puntos densa .....	83
Figura N°3.28: Modelo digital de elevación .....	84
Figura N°3.29: Ortomosaico del área de estudio .....	84
Figura N°3.30: Generación de información catastral a partir de ortomosaico.....	85
Figura N°3.31: Generación de catastro para predios en estudio .....	86
Figura N°3.32: Compra en línea de base gráfica Sunarp por partida registra .....	86
Figura N°3.33: Base gráfica correspondiente a la partida 02224268 en formato chape.....	87
Figura N°3.34: Transformación de coordenadas mediante el programa Arc GIS 10.6 .....	87
Figura N°3.35: Visualización de base grafica SUNARP en línea .....	88
Figura N°3.36: Importación de polígonos a Google Earth.....	90
Figura N°3.37: Comparación de polígonos Google Earth .....	91
Figura N°3.38: Comparación polígonos según SICAR.....	92
Figura N°3.39: Certificado de Información Catastral .....	93
Figura N°4.1: Gráfico Q-Q normal para las coordenadas norte según Lev. Fotogramétrico .....	104
Figura N°4.2: Gráfico Q-Q de normalidad para las coordenadas norte según Sunarp .....	105
Figura N°4.3: Gráfico Q-Q de normalidad para las coordenadas este fotogramétricas .....	115
Figura N°4.4: Gráfico Q-Q de normalidad para las coordenadas este según SUNARP .....	115
Figura N°4.5: Gráfico Q-Q de normalidad para las áreas según Lev. Fotogramétrico.....	124
Figura N°4.6: Gráfico Q-Q de normalidad para las áreas según SUNARP.....	125
Figura N°4.7: Gráfico Q-Q de normalidad para los perímetros según Lev. Fotogramétrico .....	134
Figura N°4.8: Gráfico Q-Q de normalidad para los perímetros según Sunarp.....	134

## Lista de símbolo y siglas

### Símbolos:

$m_b$ : Escala de imagen

$F_C$ : Distancia focal de la cámara

$S_W$ : Anchura del sensor óptico

$S_1$ : Ancho del fotograma

$p\%$ : Porcentaje de recubrimiento longitudinal

$q\%$ : Porcentaje de recubrimiento transversal

$\bar{D}$ : Media muestral de las diferencias

$t$ : Valor del estadístico de prueba para la prueba de hipótesis t-student

$\alpha$ : Nivel de Significancia

$H_0$ : Hipótesis Nula

$H_1$ : Hipótesis Alterna

$\mu_d$  : Media de una muestra

$a_{n-i+1}$ : Coeficientes para el contraste de Shapiro-Wilks

$W$ : Valor del estadístico de prueba para la prueba de normalidad

$W_C$ : Valor del estadístico de prueba para la prueba de normalidad teórico

$S_D$ : Desviación estándar muestral de las diferencias

$^{\circ}C$ : Grados Celsius

### Siglas:

COFOPRI: Organismo de Formalización de la Propiedad Informal

DGAC: Dirección General de Aeronáutica Civil

DJI: Da Jiang Innovations

ERP: Estación de Rastreo Permanente.

GNSS: Sistema de Satelitales de Navegación Global (Global Navigation Satellite System)

GPS: Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)

GSD: Distancia de muestra del suelo (Ground Sample Distance)

IGN: Instituto Nacional de Geografía

MINAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego

MIDAGRI: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.

MTC: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

NTC: Norma Técnica Complementaria

PETT: Proyecto Especial de Titulación de Tierras y Catastro Rural

PSAD: Datum Provisional Sudamericano (Provisional South American DATUM)

RTK: Cinemática en tiempo real (Real Time Kinematic)

REGGEN: Red Geodésica Geocéntrica Nacional

SINCAR: Nuevo sistema integrado de catastro rural.

SUNARP: Superintendencia Nacional de Registros Públicos

UTM: Universal Transversal Mercator

UAV: Vehículo Aéreo No Tripulado (Unmanned Aerial Vehicle)

VANT: Vehículo Aéreo No Tripulado

WGS: Sistema Geodésico Mundial (World Geodetic System)

## Capítulo I: Introducción

### 1.1. Generalidades

El catastro en nuestro país ha ido evolucionando a paso lento en el tiempo, sin embargo, ha quedado rezagado en su proceso de crecimiento, en comparación con otras entidades proveedoras de información de base de datos sistematizada (INEI, RENIEC, SUNARP), ello ha causado un desfase con la necesidad de uso de las demás instituciones. Entra las cuales podemos destacar como ejemplo la institucionalidad del registro de la propiedad en comparación con el catastro; el registro se retroalimenta de la información de las características de las unidades territoriales, el uso del suelo, sus titulares, la geometría y los planos de los predios, que sean elaborados por un catastro oficial; pero al no existir tal información, genera limitaciones en los procesos de titulación y registro de la propiedad de la tierra. (Rosas et al., 2018).

En el año 2002 se crea el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial SNCP, con la finalidad de regular la integración y unificación de los estándares, nomenclatura y procesos técnicos de las diferentes entidades generadoras de catastro en el Perú, esto se realizó para no cometer los errores en el momento de realizar un catastro para posteriormente realizar el saneamiento, pero vemos que no todas las entidades lo toman en cuenta (Laurente y Tapia, 2018).

SUNARP no cuenta con un catastro, sino que efectúa un trabajo de gabinete, que se ha superado en gran medida con los avances tecnológicos y la adecuación de la información que brindan otras instituciones; no obstante, esta información brindada por las instituciones cooperativas como COFOPRI, las Municipalidades y el Sistema Nacional Integrado de Catastro de Perú – SNCP no ha sido idónea, pues en el transcurso del tiempo la información no ha sido actualizada y erróneamente han sido inscritas propiedades superpuestas a otras que ya contaban con una delimitación específica (Reyes, 2018).



Las Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPA por sus siglas en inglés) o comúnmente llamados drones, actualmente se han convertido en una herramienta muy útil para múltiples trabajos, dentro de las cuales están los levantamientos fotogramétricos de las cuales se obtienen información que servirá de base para la elaboración de planos topográficos, cartográficos y más. (Mamani y Platero, 2021).

Las nuevas tecnologías como el uso del Dron y el GPS Diferencial, son cada vez más accesibles a los profesionales que la emplean para actualizar, estudiar, monitorear y/o inspeccionar áreas puntuales y concretas. Usando la metodología más idónea, podemos obtener ortofotos y Modelos Digitales de Elevación (MDE), con resoluciones espaciales óptimas, de mayor calidad que las imágenes de satélite, para posteriormente obtener información topográfica con mayor precisión y en menor tiempo (Cruz y Ramos, 2019).

En ese sentido en la presente investigación pretende realizar un análisis comparativo entre la base gráfica SUNARP del distrito de Caraz y el levantamiento fotogramétrico mediante dron, de esa forma verificar si existen diferencias y sus posibles causas.

## 1.2. Descripción del problema de la investigación

El catastro en el Perú empezó posterior a la independencia de España en el año 1856, cuando se vio en la necesidad de recopilar datos para la conformación de su catastro (Del Águila y Sánchez, 2021).

El catastro rural se inició mediante la reforma agraria de acuerdo con la Ley 17716 de fecha 24 de junio de 1969, conocido como la Ley de Reforma Agraria y Asentamiento Rural, en el cual entregó catastro a tierras agrícolas que permitió realizar las expropiaciones y colectivaciones de parcelas agrícolas a favor de los campesinos (Del Águila y Sánchez, 2021).

Sin embargo, estas posesiones que se catastraban no tenían un catastro jurídico que no permitía proteger la titularidad, es por ello, que, en el año 1992, mediante el Decreto Ley No. 25902 se creó el Proyecto Especial de titulación de Tierras y Catastro

Rural (PETT) que tenía como fin realizar un catastro y realizar el saneamiento físico legal. Asimismo, en el 2007 se crea COFOPRI (Organismo de Formalización de la Propiedad Informal) y asume las funciones del PETT, para luego pasar el catastro rural al ministerio de agricultura (MINAGRI) (Erba, 2021).

De la misma forma, aquellos predios que no se encuentran dentro de propiedades informales, por tanto, no recaen sobre dominios de COFOPRI, MINAGRI o Gobiernos Regionales son realizados por las municipalidades (Congreso de la Republica del Perú, 2003, Ley 27972, Artículo 79).

Posteriormente, el catastro urbano fue asignado a COFOPRI realizando catastro y saneamiento técnico-legal sobre posesiones informales de los pueblos jóvenes asentados en las afueras de las ciudades (Presidencia de la República del Perú, 2018, Decreto Legislativo 1365, Artículo 5).

Es preciso indicar, que a la fecha el catastro en el Perú no cuenta con un inventario completo o con información actualizada lo cual no permite realizar un diagnóstico técnico-legal exacto de la realidad peruana, es por ello, que hasta el 2017, solo el 0.3% de las municipalidades a nivel nacional se encuentran totalmente catastradas siendo estas Miraflores, San Isidro y Los Olivos en Lima y otras dos (2) municipalidades catastradas en provincia: San Jerónimo en Cusco y Casa Grande en Trujillo (Rosas et al., 2018).

Asimismo, con el fin de salvaguardar la propiedad de los propietarios se crea la SUNARP( Superintendencia Nacional de los Registros Públicos) quien en sus inicios solo se almacenaban información alfanumérica trayendo problemas de ubicación gráfica exacta del predio siendo esto un problema en el saneamiento técnico-legal de la inscripción de los predios colindantes, asimismo, a lo largo del tiempo se han ido cometiendo errores técnicos y legales al momento de inscribir debido a errores de georreferenciación o humanos (Erba, 2021).

Con el fin de evitar errores en la georreferenciación en el catastro, se han ido modernizando los equipos geodésicos, georreferenciando los puntos monumentados con estaciones de rastreo permanente y, asimismo, el empleo de drones que son

vehículos no tripulados que permiten capturas de imágenes georreferenciadas teniendo el catastro y la realidad física en gabinete (Santana et al., 2019).

Finalmente, es necesario realizar un estudio de catastro en el distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Áncash con moderna tecnología que permita evaluar la existencia de problemas catastrales tales como duplicidad de partidas, superposición de predios, desplazamientos gráficos, etc., teniendo en cuenta estos errores son comunes a lo largo del Perú siendo esto un punto de urgencia debido a que un buen catastro y el posterior registro ante SUNARP es la forma más segura de salvaguardar la titularidad del predio.

#### 1.2.1. Problema General

¿Existe una diferencia significativa en los resultados entre el levantamiento fotogramétrico mediante el uso de vehículo aéreo no tripulado y la información de la base gráfica de SUNARP en los predios afectados por el derecho de vía en el distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Áncash?

#### 1.2.2. Problemas Específicos

- ¿El levantamiento fotogramétrico mediante el uso de vehículo aéreo no tripulado genera coordenadas de los vértices de los polígonos de los predios afectados por el derecho de vía del distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Áncash más ajustados a la realidad física que la información de la base gráfica de SUNARP?
- ¿El levantamiento fotogramétrico mediante el uso de vehículo aéreo no tripulado genera un cálculo de los perímetros y de las áreas de los predios afectados por el derecho de vía del distrito Caraz, provincia de Huaylas, región Áncash más ajustados a la realidad física que la información de la base gráfica de SUNARP?

#### 1.3. Objetivos del estudio

##### 1.3.1. Objetivo General

Realizar un análisis estadístico comparativo entre los resultados del levantamiento fotogramétrico mediante el uso de vehículo aéreo no tripulado y la información de la base gráfica de SUNARP de los predios afectados por el derecho de vía en el distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Áncash.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos.

- Analizar el desfase de los centroides de los polígonos obtenidos mediante el levantamiento fotogramétrico mediante el uso de vehículo aéreo no tripulado y la información de la base gráfica de SUNARP de los predios afectados por el derecho de vía en el distrito de Caraz
- Evaluar la variación del perímetro y el área de los predios afectados por el derecho de vía en el distrito Caraz usando el levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada con puntos de orden C GNSS RTK y la información de la base gráfica de SUNARP.

#### 1.4. Antecedentes investigativos

Una primera investigación realizada en la Universidad de El Salvador tuvo como objetivo principal el Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos. En ese sentido, se utilizaron dos puntos de control geodésicos por el método estático FIA-1, FIA-2 y para el análisis comparativo se tuvieron como muestra 8 puntos. Se procedió a realizar el levantamiento topográfico con Estación Total Sokia set 610 y se levantó una poligonal a través de la cual se obtuvieron las coordenadas de 8 puntos, posteriormente se realizó el levantamiento topográfico mediante GPS diferencial, por el método RTK de 8 puntos, para finalizar se realizó el levantamiento fotogramétrico con Dron, utilizando 7 puntos de control, para el procesamiento de las imágenes se utilizó el programa Pix4d, y se extrajeron las coordenadas de los mismos 8 puntos, encontrándose la siguiente relación, en lo que respecta a tiempos y costos realizados en cada sistema se determinó que el sistema topográfico convencional es más costoso porque demanda alta cantidad de mano de obra y es menos eficiente

por el tiempo que toma en realizarse, en lo que respecta a comparación de coordenadas obtenidas con estación total y con GPS en técnica RTK presentan desviaciones que varían en un rango de 1.00 a 3.50 cm; así también el comparativo de coordenadas obtenidas entre estación total y Dron presentan desviaciones que varían en un rango de 1.00 a 5.00 cm (Jiménez et al., 2019).

Una segunda investigación realizada en la Región, Provincia, Distrito de Puno, centro poblado de Icho, teniendo como objetivo determinar la precisión de una aeronave no tripulada de ala fija en un levantamiento catastral rural a diferentes alturas de vuelo en contrastación con GPS diferencial en modo RTK, para ello, comprobó la información proveniente de campo a través de las medidas obtenidas de las fotografías aéreas con el vehículo no tripulado de ala fija con los datos obtenidos con el GPS diferencial con el modo RTK para diferentes alturas. El primer vuelo es a 154 metros y el segundo a 205 metros realizando una comparación estadística mediante la prueba de hipótesis t-student con respectos al desplazamiento de los vértices y área de los predios, en tal sentido, se concluye que la aeronave no tripulada de ala fija utilizada para un levantamiento catastral rural permite obtener una precisión confiable. Finalmente, se recomienda realizar vuelos fotogramétricos a menor altura con una aeronave de ala fija ya que se obtiene resultados con mayor precisión (Cruz y Ramos, 2018).

Otra investigación realizada en el distrito de Calapuja provincia de Lampa, región Puno, tuvo como objetivos determinar el grado de precisión de la información obtenida del RPAS ala fija y RPAS ala rotatoria en el cálculo de volúmenes en contrastación con una estación total, para ello, se monumentó 3 puntos geodésicos de orden C denominados P-1, P-2 y P-3 georreferenciados de la estación de rastreo permanente JCA7. Seguidamente, los autores realizaron el diseño del plan de vuelo fotogramétrico con el ron de ala rotatoria y el cálculo con la estación total, para luego realizar la prueba de hipótesis con el software R Project, teniendo como resultados un alto grado de precisión de la información obtenida del vehículo aéreo no tripulado de ala fija y de ala rotatoria para el cálculo de volumen al constatar con la estación total con una correlación mayor a 0.99990620, de igual manera al comparar el tiempo en el cálculo

se encontró que el tiempo es menor para el procedimiento del cálculo de volúmenes respecto al método convencional con estación total, presentando una diferencia de 3.7 horas como indicador mayor en un área de 1.00 Hectárea (Mamani y Platero, 2021).

Una siguiente investigación se desarrolló en la provincia Constitucional del Callao, ciudad de Lima. Tiene como objetivo principal realizar la comparación de un levantamiento topográfico de alta precisión con estación total y un levantamiento fotogramétrico de un drone (UAV) apoyado de un software especializado de procesamiento de imágenes, para de esa forma determinar la similitud de los datos obtenidos, comparar la rapidez y el costo de ambos métodos, obteniendo como conclusión que el levantamiento con el drone Phantom 2 Visión + y la estación total tienen resultados similares sin embargo, el drone es menos costoso evaluando con un 95% de confianza, con respecto a los cálculos de volúmenes y excavaciones el uso de la fotogrametría permitió realizarlo con un menor tiempo, asimismo, se requiere menos personal que el método clásico, de igual manera, se comparó el método indirecto con el método tradicional con el uso de la estación total en el cual se pudo concluir que el costo es menor con el método indirecto (Tacca, 2015).

.

## **Capítulo II: Marco teórico y conceptual**

### **2.1. Marco teórico**

#### **2.1.1. Catastro de Predios**

Es el inventario físico de los predios orientado a un uso multipropósito y se encuentra constituido por la suma de predios contiguos que conforman el territorio de la República, a los cuales se les asigna un Código Único Catastral con referencia al titular o titulares del derecho de propiedad del predio (Congreso de la Republica del Perú, 2004, Ley 28294, Artículo 14).

#### **2.1.2. Catastro Rural de Predios**

Es la identificación física de predios en el área rural, por lo cual están orientados a terrenos dedicados a cultivos., en ese sentido se establece para el ordenamiento territorial y desarrollo agrario como una importante herramienta de gestión estratégica.

#### **2.1.3. Sistemas geodésicos en el catastro rural**

El catastro rural ha utilizado el sistema de georreferenciación PSAD56, hasta que la Resolución Jefatural N°079-2006-IGN/OAJ/DGC oficializa el sistema de georreferenciación World Geodetic System 1984 (WGS84), dando por concluido el sistema PSAD56.

#### **2.1.4. Levantamiento Catastral**

Se basa en medir la cantidad de distancias y ángulos ya sea de forma directa o indirecta con la finalidad de describir la forma del predio y así determinar ya sea gráfica o analíticamente la superficie del predio (Posadas, 2012).

#### **2.1.5. Tolerancia Catastral - Registral**

Se define como el rango aceptable de variación en la medición de áreas de un mismo predio efectuadas por diferentes métodos, a fin de tener un catastro preciso y ordenado que garantice realizar actos inscribibles en registros públicos sin afectar derechos de terceros.

Existen dos tipos de tolerancias para predios urbanos y para predios rurales, para el caso de la presente investigación nos enfocamos en los predios rurales.

Tabla N°2.1: Tolerancia catastral - registral de predios rurales

Rango de Áreas (Ha)	Tolerancia (%)
Menor a 1	7.5
1 a 5	6.3
Mayor a 5	3.0

Fuente: Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial, 2008.

#### 2.1.6. Sistema de Posicionamiento Global GPS

EL GPS (Global Positioning System) es un sistema de navegación creado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, sustentado en un grupo de satélites que giran en orbitas respecto a la Tierra y que gracias a la presencia de un receptor tienen el objetivo de determinar la posición de un punto en cualquier parte de nuestro planeta, (Mendoza, 2019).

##### 2.1.6.1. Posicionamiento estático

Este tipo de posicionamiento se refiere cuando uno o más instrumentos GPS están involucrados en la medición, con la finalidad de eliminar los errores propios del sistema GPS, y calcular las coordenadas sobre un punto monumentado.

Este método consiste en tener un punto llamado “base” enlazado a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN) con coordenadas conocidas, y otro punto llamado “rover” con coordenadas que se quieren conocer, y que se calculan mediante un software en gabinete, asimismo este punto tiene que ser monumentado de acuerdo con la NORMA TÉCNICA GEODÉSICA.



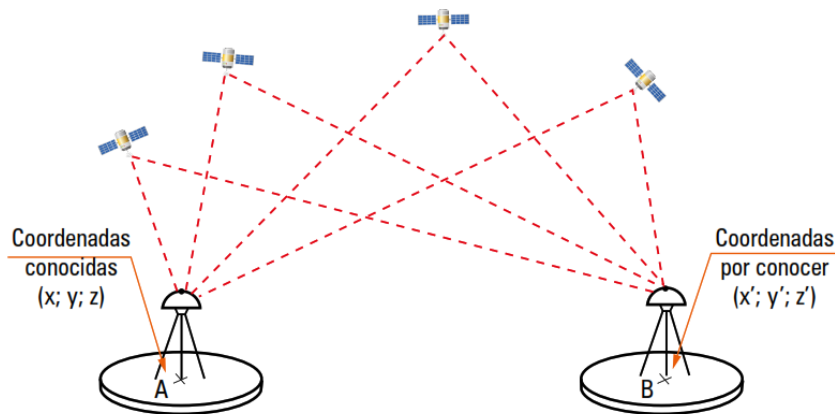


Figura N°2.1: Receptores instalados bajo la observación de los mismos satélites

Fuente: Mendoza, 2019

En la medición del posicionamiento estático existen posibles errores a causa de las llamadas incertidumbres que son parámetros que pueden condicionar la precisión; entre ellos tenemos: El tiempo (relojes), Error por efecto Ionosfera, Error por efecto Tropósfera, Efecto multitrayectoria, Efecto Intencionales.

Para enlazar puntos geodésicos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), es necesario tener establecidos puntos que se clasifican en el territorio nacional según el IGN de la siguiente manera:

- Punto Geodésico de Orden 0: Puntos destinados al estudio de la deformación regional y global, con una precisión máxima de 4 mm.
- Punto Geodésico de Orden A: Puntos destinados al estudio de la deformación local de corteza terrestre, con una precisión máxima de 6 mm.
- Punto Geodésico de Orden B: Puntos destinados al estudio de la geodinámica e ingeniería de alta precisión, con una precisión máxima de 8 mm.
- Punto Geodésico de Orden C: Puntos destinados a proyectos de ingeniería básica y desarrollo urbano-rural, con una precisión máxima de 10 mm.

#### 2.1.6.2. Posicionamiento Método RTK

Este método de posicionamiento consiste en establecer una base con un receptor GNSS con coordenadas georreferenciadas conocidas y un receptor en movimiento colocada en puntos que deseamos conocer, obteniendo coordenadas en tiempo real

a través de las correcciones diferenciales que genera la estación base (Ferrecio, 2006).

#### 2.1.7. Fotogrametría

La fotogrametría se define como el arte, ciencia y tecnología orientada a obtener información relevante de diversos objetos físicos de la corteza terrestre y de su medio ambiente, a través de procesos de medición e interpretación de imágenes fotográficas y de patrones de energía electromagnética radiante (Herrera, 1987).

##### 2.1.7.1. Clasificación de la fotogrametría

Existen dos tipos importantes de fotogrametría:

##### a. Fotogrametría Terrestre

Consiste en el principio de la obtención de las mediciones de un objeto a través de fotografías tomadas desde tierra.

##### b. Fotogrametría Aérea.

Consiste en el principio de la obtención de las mediciones de un objeto a través de fotografías tomadas con un vehículo aéreo con la cámara perpendicular a la superficie terrestre.

Según el método empleado la fotogrametría se subdivide en:

- Fotogrametría Analógica: Se basan en el uso de equipos de restitución ópticos, donde en el procesamiento se realiza una alineación de imágenes y se crea un modelo estereoscópico nivelado y escalado.
- Fotogrametría Analítica: Con el uso de la computadora surgió el uso de un restituidor analítico que agiliza tiempos, y se logra niveles de detalle a diferentes escalas y se facilita la exportación a programas de CAD.
- Fotogrametría Digital: Se basa en una entrada en formato digital, que proviene de la digitalización de las imágenes analógicas adquiridas con cámaras fotográficas, y el procesamiento mediante software especializado para una salida en formato digital.

### 2.1.8. Fotogrametría digital

La fotogrametría digital, nace como producto del desarrollo de las computadoras, que permitió manejar y administrar todos los procesos fotogramétricos mediante el uso de computadores. Con la fotogrametría digital aumenta la capacidad de explotación de las imágenes, debido a que la tecnología simplifica los procesos fotogramétricos, ello conlleva la generación automática de modelos de elevación del terreno, ortoimágenes, estereortoimágenes, y creación de modelos tridimensionales (Tacca, 2015).

#### 2.1.8.1. La Imagen digital

Una imagen digital corresponde a una función  $F(x,y)$ , donde  $x$  e  $y$  representan unas coordenadas y el valor  $F(x,y)$ , es proporcional a la transmitancia o reflectividad de la luz, que se puede diferenciar visualmente por el nivel de color o gris de la misma en el punto considerado  $(x,y)$ . Por tanto, se puede deducir que una imagen digital se asemeja a una matriz de  $n$  filas y  $m$  columnas donde cada celda de la matriz se le denomina pixel (Pérez, 2001).

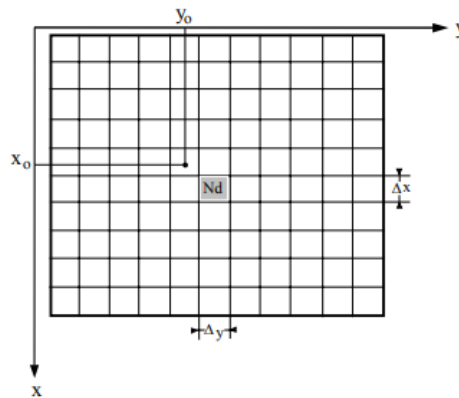


Figura N°2.2: Representación de una imagen digital

Fuente: Pérez, 2001

#### a. Resolución de imagen

La resolución de una imagen depende de la cantidad y del tamaño de pixel empleada para la codificación: elementos de gran tamaño generan pérdida de información y elementos demasiado pequeños necesitan disponer de un gran espacio de almacenamiento.

- Pixel

Un píxel, (acrónimo del inglés picture element), es la menor unidad homogénea de color que en suma y con una importante variación de colores dan como resultado una imagen más o menos compleja. (Tacca, 2015).

Siendo un megapíxel (Mpx) equivalente a 1 millón de píxeles, la cantidad de megapíxeles se usan para expresar la resolución de imagen de cámaras digitales, a su vez definen el tamaño de las fotografías y el tamaño de las impresiones que se pueden realizar con una cámara digital

b. Dimensión de la imagen

Esta característica se representa con el alto y el ancho de la imagen, en ese sentido las unidades de medida pueden ser en cm, pulgadas o píxeles, también es posible obtener la relación de píxeles de ancho entre el número de píxeles de alto, y conocer la proporción de la imagen obtenida (Claros et al., 2016).

Tabla N°2.2: Dimensiones de imagen según proporción y cantidad de pixeles

Megapíxeles	Tamaño imagen 3:2 (Píxeles)	Tamaño imagen 4:3 (Píxeles)	Megapíxeles	Tamaño imagen 3:2 (Píxeles)	Tamaño imagen 4:3 (Píxeles)
0,3	671x447	632x474	20	5477x3651	5164x3873
1	1224x816	1155x866	21	5613x3742	5292x3969
1,2	1341x894	1265x949	22	5745x3830	5416x4062
2	1733x1155	1633x1225	24	6000x4000	5657x4243
3	2121x1414	2000x1500	25	6123x4082	5773x4330
4	2450x1633	2309x1732	28	6480x4320	6111x4583
5	2739x1826	2581x1936	30	6708x4472	6324x4743
5,3	2820x1880	2659x1994	32	6929x4619	6532x4899
6	3000x2000	2828x2121	34	7142x4761	6733x5050
6,3	3074x2049	2899x2174	35	7245x4830	6831x5123
8	3464x2309	3265x2449	36	7349x4899	6928x5196
10	3873x2582	3652x2739	39	7649x5099	7211x5408
12	4242x2828	4000x3000	40	7746x5164	7303x5477
14	4583x3055	4320x3240	44	8124x5416	7660x5745
15	4743x3162	4472x3354	48	8486x5657	8000x6000
16	4899x3266	4619x3464	50	8661x5774	8165x6124
18	5196x3464	4899x3674			

Fuente: Claros et al., 2016

### 2.1.8.2. Tamaño del archivo

El tamaño del archivo es la cantidad de memoria necesaria para almacenar la información de la imagen. El número de bits que se necesitan para almacenarla está

en función de la resolución de su largo y ancho y la profundidad de color (Quirós, 2014).

Cálculo del Tamaño del archivo (T):

$$T = R^2 * L * A * P$$

donde:

R : Resolución (ppp)

L : Largo (pulg)

A : Ancho (pulg)

P : Profundidad de Color

- Profundidad de color.

Esta característica corresponde al número de bits utilizados para describir el color en cada pixel. Por lo tanto, cuanto mayor sea la profundidad, más colores habrá en la imagen tomada. Existiendo una relación entre el número de colores y profundidad, de acuerdo con la siguiente tabla (Quirós, 2014).

Tabla N°2.3: Profundidad de color

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

Fuente: Quirós, 2014

#### 2.1.8.3. Compresión de imágenes

La compresión de las imágenes digitales es un proceso necesario para la mayoría de las aplicaciones, en las que la cantidad y el gran tamaño de las imágenes deben de ser almacenadas en un espacio limitado o bien cuando sea necesario transmitir las desde un sistema a otro. La idea fundamental de la compresión es la eliminación de

la redundancia de la imagen original. Esto se logra mediante la transformación de la imagen en una serie de coeficientes que serán posteriormente codificados (Pérez, 2001).

#### 2.1.9. Principios fundamentales de la fotogrametría

##### 2.1.9.1. Visión Estereoscópica

La visión estereoscópica natural se basa en la capacidad que tenemos los seres humanos en apreciar el relieve de las cosas. Para ello, cada ojo captura una imagen del mismo objeto y en el cerebro, se unen por un proceso mental produciéndose una única imagen en relieve. (Quirós, 2014).

Para la fotogrametría se emplea la visión estereométrica artificial como principio fundamental basado en el principio de la visión estereométrica natural, con este principio mediante imágenes del terreno, tomadas desde dos puntos de vista distintos, se pueda reproducir el relieve de este.

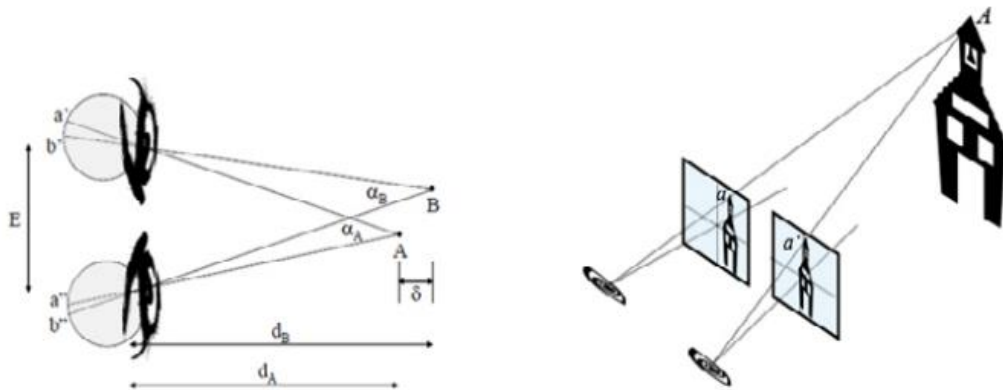


Figura N°2.3: Visión estereométrica natural y artificial

Fuente: Quirós, 2014

##### 2.1.9.2. Paralaje estereoscópica

Se define como el desplazamiento relativo de objetos inmóviles, desde el punto de vista de un observador en movimiento que visualiza dichos puntos en vistas diferentes. En fotogrametría se reemplaza el observador por el avión (cámara), el objeto inmóvil por la superficie de toma y los puntos de vista por las imágenes consecutivas (Zapata, 2003).

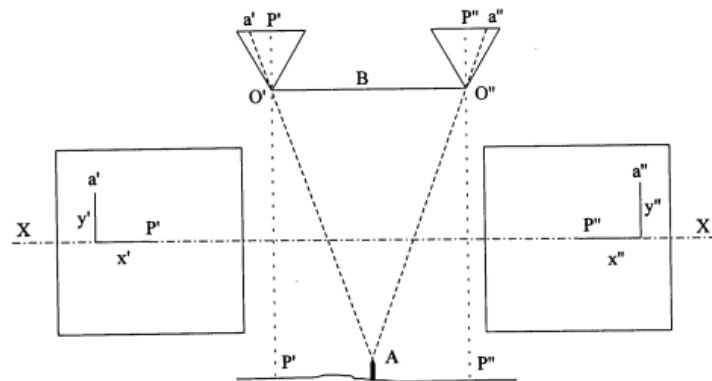


Figura N°2.4: Representación gráfica de paralaje

Fuente: Quirós, 2014

#### 2.1.9.3. Orientación interna

La orientación interna en fotogrametría digital se define como un proceso de transformación del sistema de coordenadas píxel (fila, columna) hacia el sistema de coordenadas de la cámara expresadas en mm tomando como referencia a un sistema cartesiano 3D cuyo origen está en el centro de proyección de la cámara (Quirós, 2014).

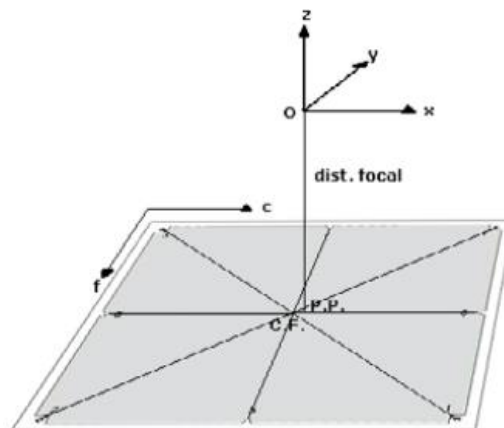


Figura N°2.5: Representación de la orientación interna

Fuente: Quirós, 2014

#### 2.1.9.4. Orientación relativa

En este proceso se busca relacionar geoméricamente imágenes que forman un par estereoscópico, para ello es necesario buscar como mínimo cinco puntos de paralaje o también llamados puntos homólogos más un punto adicional para minimizar errores, con la finalidad de calcular los parámetros de orientación y traslación bajo las condiciones de colinealidad (entre un punto en la imagen, centro de proyección, punto terreno) y coplanaridad (entre puntos homólogos, centro de proyección y punto terreno). Para finalmente posterior a ello se proceden a calcular las coordenadas del modelo

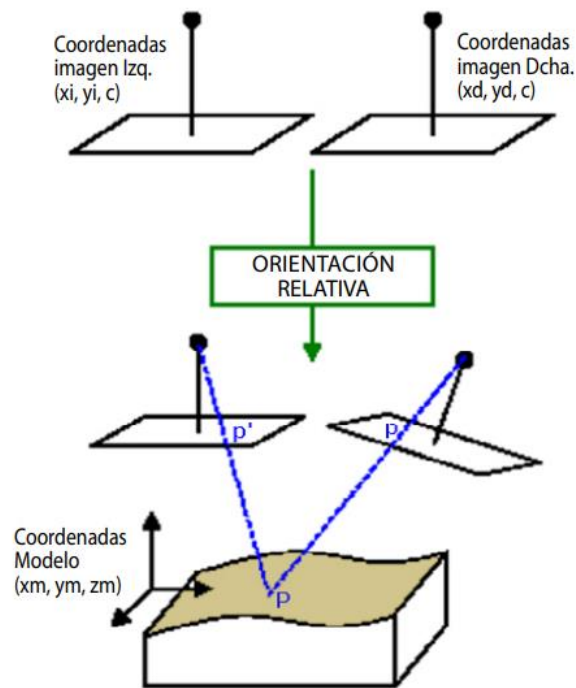


Figura N°2.6: Orientación relativa de dos imágenes

Fuente: Quirós, 2014

#### 2.1.9.5. Orientación absoluta

Una vez calculadas las coordenadas modelo, la siguiente operación consiste en realizar la nivelación del modelo y la traslación a su verdadera posición en el espacio. Partiendo del hecho de que se conocen las coordenadas de una serie de puntos



( $n \geq 3$ ), tanto en el sistema modelo como en el terreno (puntos de apoyo), se plantean ecuaciones para determinar, las traslaciones, las rotaciones y el factor de escala que relacionan ambas coordenadas, con ello con cualquier punto del sistema modelo se pueden obtener las coordenadas de terreno directamente (Pérez, 2001).

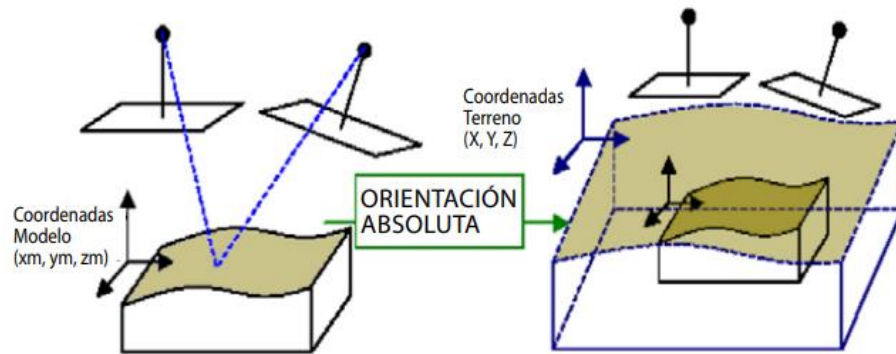


Figura N°2.7: Orientación absoluta

Fuente: Quirós, 2014

#### 2.1.9.6. Puntos de control terrestre (GCP)

Son puntos definidos en la fotografía, con coordenadas conocidas, con estos puntos de apoyo obtenemos la orientación absoluta del modelo, estos puntos deben ser distribuidos de forma regular, deben estar bien identificados en las fotografías y deben guardar relación con el nivel de detalle que se tenga en la misma.

#### 2.1.10. Aerotringulación fotogramétrica

La aerotringulación es el proceso mediante el cual se busca reducir el número de puntos de apoyo tomados en campo, mediante operaciones fotogramétricas de gabinete, para de esa forma reducir los costos de trabajo en campo y el ingreso a zonas de difícil acceso en campo.

##### 2.1.10.1. Método de haces de luz en ajuste de bloques

En este método las ecuaciones se resuelven y se plantean para todo un bloque fotogramétrico siendo la unidad base el fotograma; es decir, las ecuaciones de colinealidad y coordenadas de terreno se compensan corrigiendo y eliminando

errores residuales de cualquier elemento que interviene en la orientación (Sánchez, 2007). Este método es empleado actualmente por los programas de procesamiento fotogramétrico digital.

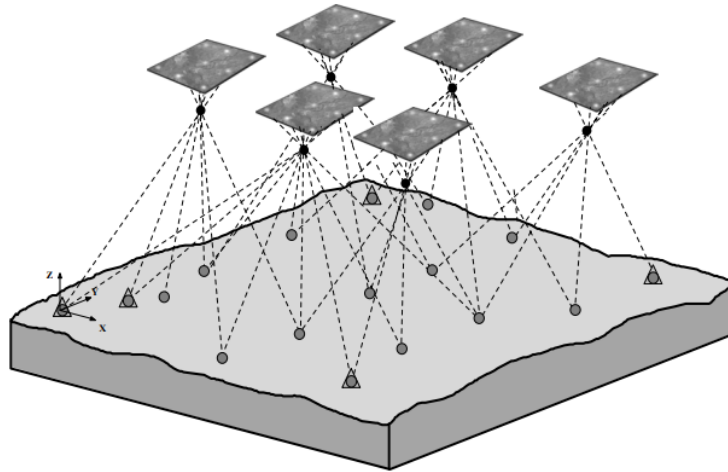


Figura N°2.8: Representación gráfica del método de haces de luz

Fuente: Pérez 2001

#### 2.1.11. Restitución fotogramétrica

Es el procedimiento para generar modelo 3D del terreno, teniendo como referencia un par estereoscópico con la finalidad de extraer elementos del terreno, para la elaboración de un mapa nuevo o actualizado (IGN, 2011).

A su vez puede ser considerada como el proceso principal de extracción de datos a partir de imágenes digitales, teniendo como objetivo la obtención de la interpretación de diversas características evidentes en el suelo y la adquisición estos elementos geográficamente referenciados (coordenadas en el espacio-objeto) cuya finalidad consiste en componer el mapa base de esa región, a una escala dada, mediante la utilización de los sistemas CAD (Dibujo asistido por computadora) con soporte para los sistemas de coordenadas cartográficas (Coelho y Brito, 2007).

#### 2.1.12. Uso de vehículo aéreo no tripulado en la fotogrametría

La fotogrametría tradicional utiliza avionetas y helicópteros que encarecen el trabajo, además de no poder hacerse a todas horas debido a normas de seguridad. El uso de vehículos aéreos no tripulados cuesta menos, tienen mayor maniobrabilidad y son más fáciles de operar que otros sistemas tradicionales y no interfieren con las líneas aéreas comerciales, por lo tanto, pueden ser utilizadas más rápidamente (Claros et al., 2016).

Dependiendo del tipo de trabajo, la naturaleza del terreno, el área de trabajo, el clima, la resolución, el espacio para despegue y aterrizaje, el tiempo de vuelo, etc. existen actualmente una gran cantidad de drones disponibles en el mercado.

#### 2.1.13. Vehículo aéreo no tripulado (VANT)

El vehículo aéreo no tripulado (UAV: Unmanned Aerial Vehicle) o DRON, es un vehículo que tiene la capacidad de ser autónomo por lo tanto puede despegar, volar y aterrizar automáticamente, aunque en algunas ocasiones, se comporta en forma dual, es decir, puede ser intervenido y controlado por un operador desde tierra. Otra cualidad resaltante es que permite obtener información de lugares inaccesibles (Guizado, 2018).

Dron es un vehículo aéreo no tripulado, que es una categoría amplia que podría incluir cualquier cosa, desde un avión a control remoto de juguete hasta un avión comercial o de carga sin piloto como también un avión militar de ataque o de vigilancia en cualquier lugar del planeta (Martínez de Carvajal, 2015).

##### 2.1.13.1. Tipos de Vehículo aéreo no tripulado

Actualmente existen dos tipos de vehículos aéreos no tripulados, aquellos que son de Ala Fija y Ala Rotatoria.

##### a. Vehículo aéreo no tripulado de Ala Fija

Este tipo de VANT está compuesto por un ala rígida, y una superficie de sustentación determinada con diseño aerodinámico, que se propulsa hacia adelante con una fuerza de empuje causada por una hélice. Su control proviene de las superficies de control

integradas en el ala, éstos tradicionalmente consisten en alerones, un ascensor y un timón, lo que le permite girar libremente alrededor de tres ejes que son perpendiculares el uno al otro y se interceptan en el centro de gravedad del dron (Claros et al., 2016).

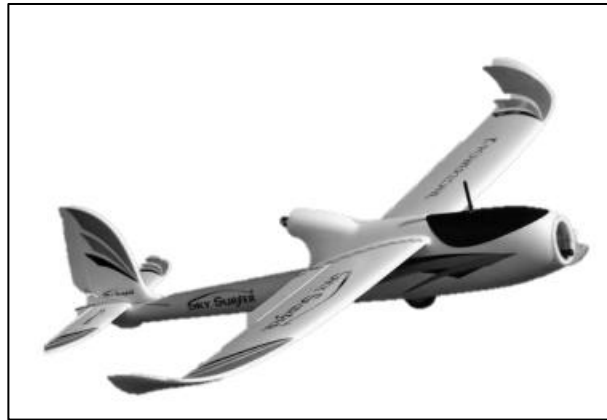


Figura N°2.9: VANT de ala fija

Fuente: Pino, 2019

b. Vehículo aéreo no tripulado de Ala Rotatoria.

Este tipo de VANT se caracteriza por disponer de una o varias hélices que rotan impulsadas por un motor, a cuyo conjunto se denomina rotor. Este sistema es el encargado de proveer el impulso necesario para el despegue y maniobrabilidad de la aeronave. Los vehículos de ala rotatoria se clasifican en función del número de rotores que disponen para despegar y mantener el vuelo, varían entre un rotor como los helicópteros y los multicópteros que varían desde 3 rotores (tricopter), 4 rotores (quadcopter), 6 rotores (hexacopter), 8 rotores (octocopter) (Benito, 2015).



Figura N°2.10: VANT de ala rotatoria de 4 rotores

Fuente: Pino, 2019

#### 2.1.14. Dron Phantom 4 PRO

El dron de ala rotaria de la marca DJI destacado por un sensor de una pulgada para evitar obstáculos en cinco direcciones, puede realizar videos con calidad profesional con una cámara 4k.



Figura N°2.11: Dron Phantom 4 PRO

Fuente: <https://www.dji.com/phantom-4-pro>

Tabla N°2.4: Especificaciones del DRON DJI Phantom 4 Pro

<b>AERONAVE</b>	
Tiempo de vuelo máximo	30 minutos aproximadamente
Peso (incluido batería y hélices)	1388 gr.
Tamaño diagonal (sin incluir hélices)	350 mm
Velocidad de ascenso máx.	Modo Sport: 6 m/s (19,7 pies/s); Modo GPS: 5 m/s (16,4 pies/s)
Velocidad de descenso máx.	Modo Sport: 4 m/s (13,1 pies/s); Modo GPS: 3 m/s (9,8 pies/s)
Velocidad máxima	72 km/h (45 mph) (modo S); 58 km/h (36 mph) (modo A); 50 km/h (31 mph) (modo P)
Ángulo de inclinación máximo	42° (modo Sport); 35° (modo Attitude); 25° (modo GPS)
Velocidad angular máxima	250°/s (modo Sport); 150°/s (modo Attitude)
Altitud de vuelo máx. por encima del nivel del mar	6000 m (19 685 pies)
<b>CÁMARA</b>	
Sensor	CMOS de 1"; píxeles efectivos: 20 M
Objetivo	FOV (campo de visión) 84°, 8,8 mm (equivalente a formato de 35 mm: 24 mm), f/2.8 - f/11, enfoque automático a 1 m - ∞
Intervalo ISO	Vídeo: 100 - 3200 (Auto); 100 - 6400 (Manual) Foto: 100 - 3200 (Auto); 100 - 12800 (Manual)
Obturador mecánico	8 - 1/2000 s
Obturador electrónico	8 - 1/8000 s
Tamaño de la Imagen	Relación de aspecto 3:2: 5472×3648 Relación de aspecto 4:3: 4864×3648 Relación de aspecto 16:9: 5472×3078
<b>MANDO DE CONTROL REMOTO</b>	
Distancia Máxima de Transmisión	2,400 - 2,483 GHz (sin obstáculos, libre de interferencias) FCC: 7 km (4,3 mi); CE: 3,5 km (2,2 mi); SRRC: 4 km (2,5 mi) 5,725 - 5,825 GHz (sin obstáculos, libre de interferencias) FCC: 7 km (4,3 mi); CE: 2 km (1,2 mi); SRRC: 5 km (3,1 mi)
Potencia de transmisión (EIRP)	2,400 - 2,483 GHz: FCC: 26 dBm; CE: 17 dBm; SRRC: 20 dBm 5,725 - 5,825 GHz: FCC: 28 dBm; CE: 14 dBm; SRRC: 20 dBm
Corriente/Voltaje de operación	1,2 Amperios/ 7,4 Voltios
<b>BATERÍA DE VUELO INTELIGENTE</b>	
Capacidad	5870 mAh
Voltaje	15,2 V
Tipo de batería	LiPo 4S
Energía	89,2 Wh
Peso neto	468 g
Potencia de carga máx.	100 W

Fuente: <https://www.dji.com/phantom-4-pr>

#### 2.1.15. Proyecto de vuelo fotogramétrico mediante aeronave no tripulada

Consiste en realizar todas las tareas necesarias para realizar la ejecución de un vuelo mediante aeronave no tripulada y con ellos se pueda obtener las fotos necesarias para la generar de información geográfica. Este proyecto está compuesto por el: Plan de vuelo, el dimensionamiento y configuración de la de misión de vuelo, la ejecución de vuelo, y la colocación de puntos de control terrestre.

##### 2.1.15.1. Sistema de Referencia

El primer paso es detallar el sistema de referencia en el que se desean obtener las coordenadas del trabajo. Por lo general se podrán definir los siguientes sistemas de referencia para un proyecto:

- Sistema de referencia Locales: Se definen mediante un elipsoide de referencia y un punto datum, debido a ello existen sistemas de acuerdo con cada región o país.
- Sistema de referencia geodésico mundial: Se definen mediante coordenadas 3D de acuerdo con el elipsoide geocéntrico (latitud, longitud, altitud).

##### 2.1.15.2. Escala de imagen

Es la relación entre dos líneas homólogas cualesquiera; una correspondiente a la imagen y la otra correspondiente al terreno. En un terreno no llano existen diferentes valores de escala, es por ello por lo que al referirnos a un valor de escala de imagen lo hacemos en base a un valor medio respecto a un plano de referencia. Expresión para el cálculo de la escala de imagen (E):

$$E = \frac{1}{m_b} = \frac{F_c}{H} = \frac{l}{L}$$

donde:

$F_c$  : Distancia focal de la cámara (mm)

$H$  : Altura de vuelo sobre el terreno (m)

$m_b$  : Escala de la imagen

$l$  : Línea en la imagen (m)

$L$  : Línea en el terreno (m)

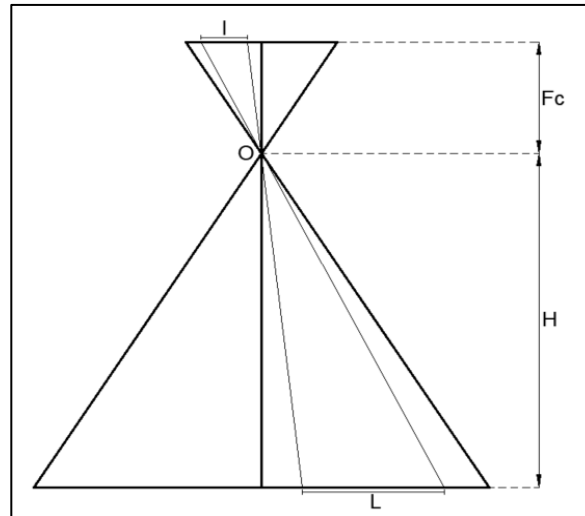


Figura N°2.12: Relación de la escala de una imagen.

Fuente: elaboración propia

#### 2.1.16. Plan de vuelo

Para realizar el plan de vuelo fotogramétrico mediante dron es necesario definir ciertas variables que dependen del requerimiento del trabajo (resolución), las características del dron a usar, las propiedades de su cámara, el tipo de terreno donde se realiza el trabajo. Los elementos más importantes al planear un vuelo fotogramétrico de manera tradicional son: La altura de vuelo, la resolución requerida, el traslape longitudinal y transversal, velocidad de vuelo, así como las características de la cámara para la toma de fotos que depende del modelo de dron a usar.

El objetivo es cubrir cada parte del terreno, por pequeña que sea, para visualizarlo de manera estereoscópica con los vuelos de dron (Jiménez et al., 2019).

##### 2.1.16.1. Ground Sample Distance (GSD)

Este término es usado en fotografía digital para hacer referencia a la distancia entre el centro de píxeles adyacentes medido desde tierra y utilizando unidades de medidas relativas. (Cruz y Ramos, 2019)



Usualmente la unidad medida para el GSD es cm/pixel, tener en cuenta la siguiente relación, para alturas grandes de vuelo se generan GSD grandes (menor resolución), mientras que alturas de vuelo bajas generan GSD pequeños (mayor resolución).

#### 2.1.16.2. Altura de vuelo

La altura de vuelo a la que tomaremos las imágenes es un parámetro que depende de las dimensiones del sensor, la distancia focal y el GSD.

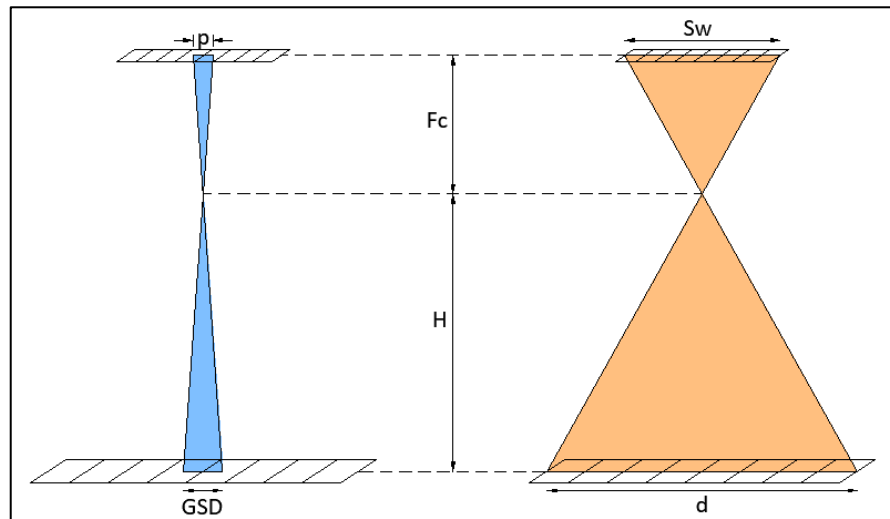


Figura N°2.13: Semejanza de parámetros en un vuelo.

Fuente: Ruiz, 2013

Realizando semejanza de triángulos en la Figura N°5 se obtienen las relaciones:

$$\frac{H}{d} = \frac{F_c}{S_w}$$

$$\frac{d}{S_w} = \frac{GSD}{p}$$

Despejando se obtiene la fórmula para el cálculo de la altura de vuelo (H):

$$H = \frac{F_c * GSD}{p} * 0.01$$

donde:

p : tamaño de pixel (mm/pixel)

$S_w$  : anchura del sensor óptico (mm)

$F_c$  : distancia focal (mm)

$d$  : distancia cubierta por el suelo por una imagen (m).

GSD: Ground Sample Distance (cm/pixel)

### 2.1.16.3. Fotograma

Se define como el área en una superficie terrestre al momento de realizar una toma con la cámara en un vuelo fotogramétrico.

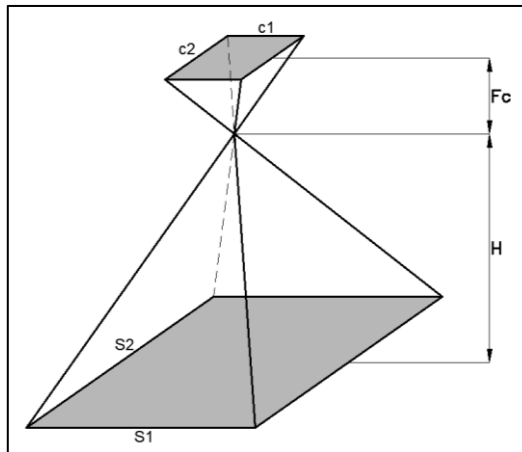


Figura N°2.14: Semejanza entre fotografía y superficie de cobertura en el terreno.

Fuente: Santamaría y Sanz, 2011

Cálculo del ancho y el alto del fotograma:

$$S_1 = C_1 * GSD$$

$$S_2 = C_2 * GSD$$

donde:

$C_1$  : Cantidad de pixeles en el ancho de sensor

$C_2$  : Cantidad de pixeles en el alto de sensor

GSD : Ground Sample Distance (cm/pixel)

#### 2.1.16.4. Recubrimiento

En cada pasada que se realiza en el vuelo fotogramétrico, la cámara hace fotografías del terreno con un tiempo entre ellas, tal que, la distancia entre los puntos principales de dos fotografías consecutivas o entre bandas de fotografías, tengan un recubrimiento fijado de antemano (Jiménez et al., 2019).

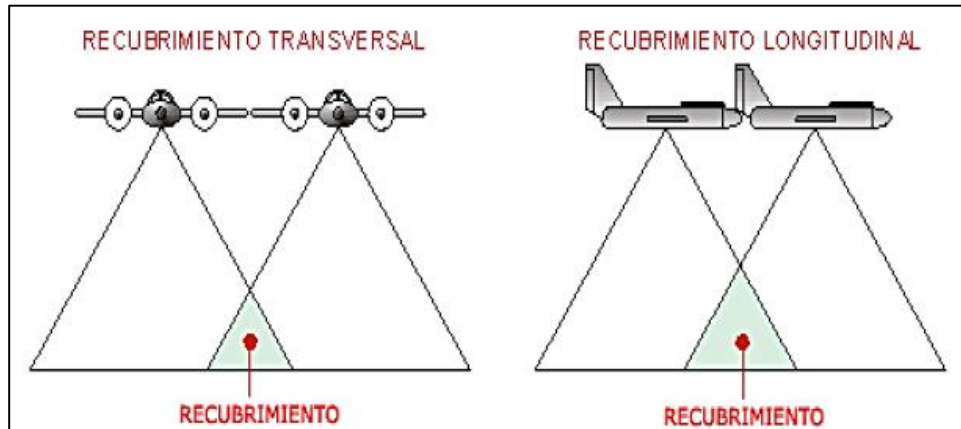


Figura N°2.15: Traslape longitudinal y transversal

Fuente: Jiménez et al., 2019

##### a. Recubrimiento longitudinal

Corresponde a la superposición longitudinal entre imágenes tomadas por la cámara de una nave, según la dirección de vuelo, que se expresa en porcentaje del ancho del fotograma como p%.

En el supuesto caso que la nave, describa una línea de vuelo con altitud constante, entre dos fotografías consecutivas se generan intervalos constantes de distancia, que se denominan Base (B).

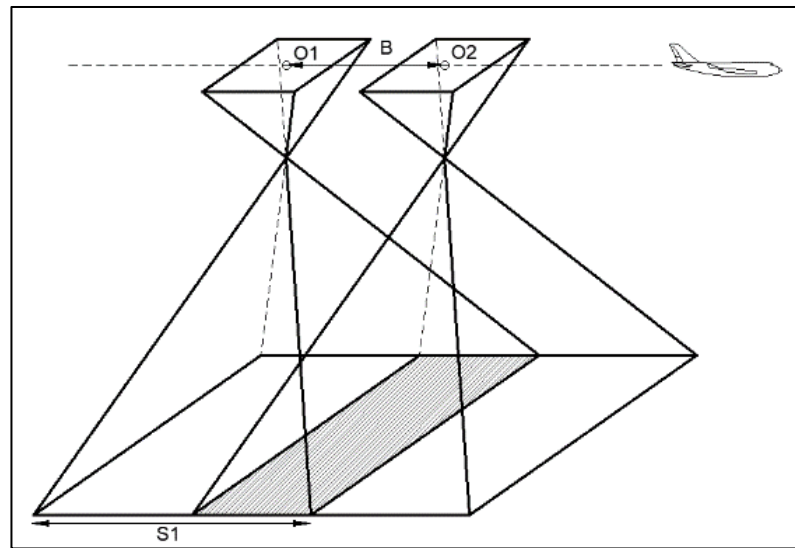


Figura N°2.16: Representación gráfica de recubrimiento longitudinal

Fuente: elaboración propia

Cálculo de la Base (B):

$$B = S_1 * (1 - p) = S_1 * (1 - p\% / 100)$$

donde:

$S_1$  : Ancho de fotograma

$p$  : Porcentaje de recubrimiento longitudinal.

#### b. Recubrimiento Transversal

Para poder cubrir un terreno es necesario realizar varias pasadas de vuelo con la nave, en ese sentido se define el Recubrimiento Transversal como la superposición que se da entre pasadas de la aeronave, que se expresa en porcentaje del alto del fotograma como  $q\%$ .

En un terreno llano, entre dos ejes de vuelo adyacentes, se genera una distancia constante denominada anchura entre dos pasadas (A).

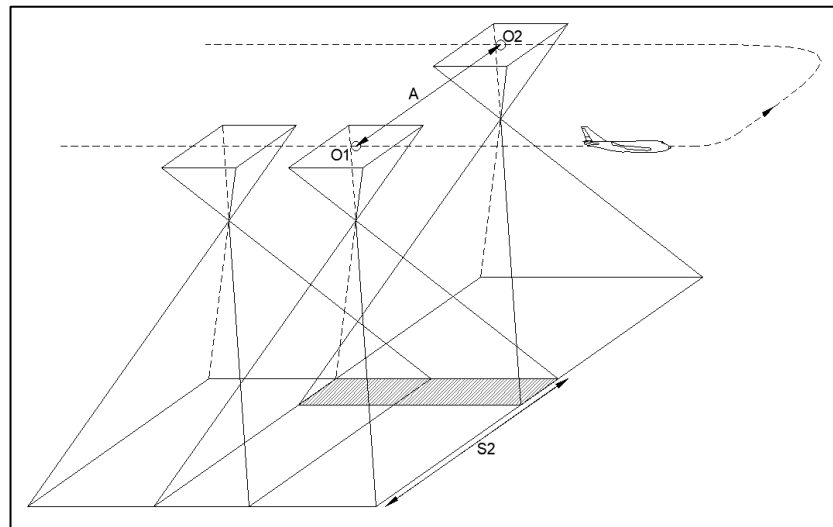


Figura N°2.17: Representación gráfica de recubrimiento transversal

Fuente: elaboración propia

Cálculo de la Anchura (A):

$$A = S_2 * (1 - q) = S_2 * (1 - q\% / 100)$$

donde:

$S_2$  : Alto de fotograma

$q$  : Porcentaje de recubrimiento transversal.

#### 2.1.16.5. Número de fotos por pasada

De acuerdo con la dirección del vuelo, el dron hace la toma de fotografías por cada pasada que depende del traslape longitudinal y el lado paralelo a la dirección de vuelo del área a cubrir.

Número de fotos por pasada ( $N_p$ ):

$$N_p = \frac{L_p}{B} + 1$$

donde:

$L_p$  : Lado paralelo al vuelo del área

$B$  : Base

#### 2.1.16.6. Número de Pasadas

De acuerdo con la dirección transversal del vuelo, el dron hace una cantidad de pasadas para la toma de fotografías que depende del traslape transversal y el lado transversal al vuelo del área a cubrir.

Número de pasada ( $N_q$ ):

$$N_q = \frac{L_q}{A} + 1$$

donde:

$L_q$  : Lado transversal al vuelo del área

$A$  : Anchura

#### 2.1.17. Dimensión y configuración de la misión de vuelo

Luego de definir las variables correspondientes a la planificación del vuelo, teniendo definida un área materia de análisis, es necesario definir la dirección de vuelo, el tipo de vuelo o malla a usar y la cantidad de misiones para cubrir la zona del proyecto, este proceso se conoce como el dimensionamiento y configuración de la misión de vuelo, para el cual nos podemos apoyar de una gran cantidad de programas que disponibles en el mercado.

- Programa PIX4DCapture

Este programa fue diseñado para drones de la marca DJI, se encuentra disponible como aplicación para celulares y tabletas con sistema Android. Para el diseño de un plan de vuelo este programa nos permite escoger el modelo de dron a usar y el tipo de misión de vuelo a realizar, adicionalmente a ello permite el ingreso de las variables: GSD, altura de vuelo, velocidad de vuelo, y traslapes con ello se puede dimensionar el área de la malla de vuelo y calcular el tiempo requerido para realizar la misión.

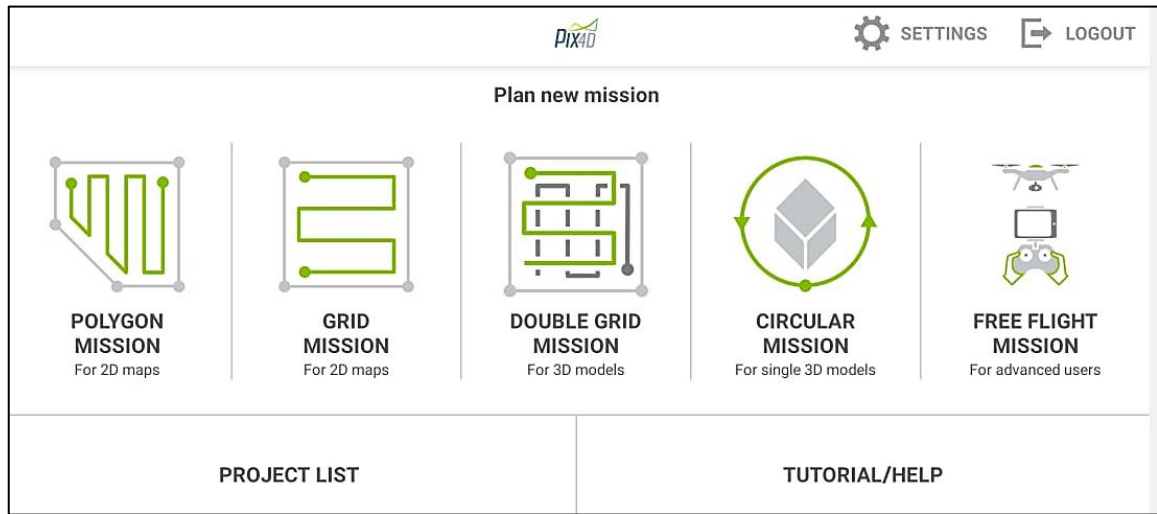


Figura N°2.18: Interfaz de programa PIX4DCapture

Fuente: elaboración propia

#### 2.1.18. Ejecución del Vuelo.

La ejecución del proyecto fotogramétrico consiste en poner en marcha la misión de vuelo previamente dimensionada con el apoyo de los programas como el PIX4DCapture, también se usa como apoyo el mando del dron. Esta ejecución comienza desde la calibración del dron, el despegue de la aeronave, el recorrido del dron sobre la ruta planificada, el retorno a casa y el aterrizaje.

Previa a la ejecución del vuelo es necesario verificar las condiciones meteorológicas de la zona donde se va a realizar el vuelo, así como verificar que el punto de despegue y aterrizaje este despejado de algún obstáculo.

#### 2.1.19. Procesamiento digital de imágenes

En la etapa de procesamiento de datos se utiliza un software especializado en fotogrametría que hace uso de los principios fundamentales de la técnica para hacer el tratamiento digital de las imágenes, integrando la información de cada imagen aérea georreferenciada y de los puntos de apoyo terrestre para la obtención de un modelo tridimensional de la superficie, una imagen rectificada de la zona en tratamiento y la generación de cartografía básica (Jiménez et al., 2019).

Agisoft Photoscan es un programa para el procesamiento de imágenes digitales mediante la combinación de técnicas de fotogrametría digital, para generar modelos digitales de superficie (DSM), modelos digitales 3D u ortofotomosaicos.

El flujo de trabajo de Agisoft Photoscan, inicialmente alinea las imágenes y genera puntos de enlace. Este software utiliza la estructura del algoritmo de movimiento para reconstruir la superficie real a partir de un gran número de fotos superpuestas. El software localiza las características coincidentes en cada imagen y utiliza el ajuste de bloque de paquete iterativo para estimar la orientación de la imagen, los parámetros de orientación exterior y la geometría del modelo de construcción, con los puntos GPC para la aerotriangulación se mejoran la precisión de los parámetros de orientación exterior y mejora la precisión de la georreferenciación espacial (Rusnák et al., 2016).

#### 2.1.20. Productos fotogramétricos.

##### 2.1.20.1. Modelos Digitales de Terreno

Un modelo digital del terreno constituye una representación numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua. Esta variable por lo general representa las características topográficas del terreno (sin incluir objetos no propios de la superficie terrestre como edificios, vegetación, etc.) y que puede estar enriquecida con elementos geomórficos que permitan una mejor definición (Pérez, 2001).

##### 2.1.20.2. Ortomosaico

Es una proyección ortogonal de una fotografía aérea que se genera a partir de varias fotografías aéreas en las cuales se han rectificado los errores producidos por el cámara eliminado también los desplazamientos y deformaciones debidos al relieve del terreno, por lo tanto, tiene la misma validez que un plano cartográfico (Ramírez, 2013).



#### 2.1.21. Marco técnico-legal

##### 2.1.21.1. Norma Técnica “Especificaciones Técnicas para la producción de Cartografía Básica Escala 1:1000”

Esta norma permite definir los criterios que permitan garantizar el aseguramiento de la calidad, a través de lineamientos que se deben ser implementados durante los procesos de generación de cartografía básica, a fin de obtener información homogénea, estructurada, confiable que permitan a las entidades productoras de catastro conformar un sistema estructurado.

##### 2.1.21.2. NTC 001-2015

Norma Técnica Complementaria emitida por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) mediante Resolución Directoral N°501-2015-MTC/12 el 3 de noviembre del 2015.

Esta norma cuyo objetivo fundamental es de garantizar la seguridad operacional de todos los demás usuarios del espacio aéreo, adicionalmente la seguridad de las personal y bienes en tierra por esa razón establece los requisitos y limitaciones para la operación de RPAS de uso civil.

##### 2.1.21.3. Ley N°30740 y su Reglamento

Ley emitida por el Congreso de la República 21 de marzo de 2018, se encarga de regular el uso y las operaciones de las aeronaves pilotadas a distancia (RPAS), como objetivo principal de garantizar la seguridad operacional de todos los demás usuarios del espacio aéreo, así como la seguridad de las personas y bienes en la superficie terrestre y acuática.

Dicha Ley está compuesta por siete artículos, los cuales se denominan: Objeto de la Ley, Licencias, Requisitos y limitaciones, Exclusiones, Operaciones no permitidas, Infracciones y sanciones, Zonas geográficas para ensayos, asimismo cuenta con un reglamento de ley que está compuesto por 12 capítulos y 38 artículos.

##### 2.1.21.4. Manual Técnico MT N°5 – 01

Este manual elaborado por el IGN y aprobado mediante Resolución Jefatural N°109-2018/IGN/DC/DCE el 2 de diciembre del 2018, prescribe normas y técnicas para la

generación de cartografía de emergencia. Mediante el empleo de Aeronaves Pilotada Remotamente.

### 2.1.22. Prueba de hipótesis t-student

Es una prueba de hipótesis permite para comparar dos muestras, de las cuales se extraen grupos que son seleccionadas aleatoriamente, asimismo estos grupos deben de seguir una distribución normal, y determinar que la diferencia entre ambos grupos no se deba al azar o que las diferencias sean estadísticas significativas (Juárez et al., 2002)

- Prueba de hipótesis t de student para muestras relacionadas

Usado para comparar promedios en grupos de muestras relativamente pequeños ( $n < 30$ ).

Sean dos muestras relacionadas del mismo tamaño:

$$\text{Muestras de tamaño } n \begin{cases} X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \\ Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n \end{cases}$$

Cálculo de diferencias ( $D_i$ )

$$D_i = X_i - Y_i$$

Cálculo de la media muestral de las diferencias ( $\bar{D}$ )

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)}{n}$$

Cálculo de la desviación estándar muestral de las diferencias ( $S_D$ )

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n - 1}}$$

Cálculo del estadístico de prueba (t)

$$t = \frac{\bar{D}}{S_D / \sqrt{n}}$$

Sean las hipótesis:

$H_0$ : Hipótesis Nula

$H_1$ : Hipótesis Alterna

Se presentan tres casos:

a) **Caso 1**  $\begin{cases} H_0: \mu_d = 0 \\ H_1: \mu_d \neq 0 \end{cases}$

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  si:

$$t < -t_{(1-\frac{\alpha}{2}).(n-1)} \quad \text{ó} \quad t > t_{(1-\frac{\alpha}{2}).(n-1)}$$

b) **Caso 2**  $\begin{cases} H_0: \mu_d \leq 0 \\ H_1: \mu_d > 0 \end{cases}$

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  si:

$$t > t_{(1-\alpha).(n-1)}$$

c) **Caso 3**  $\begin{cases} H_0: \mu_d \geq 0 \\ H_1: \mu_d < 0 \end{cases}$

Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  si:

$$t < t_{(\alpha).(n-1)}$$

donde:

$n$  : Es el tamaño de la muestra.

$t_{(n-1)}$ : Es la distribución t de student con  $n - 1$  grados de libertad.

$\alpha$  : Nivel de significación de la prueba

Tabla N°2.5: Valores de t en la tabla de t-student

$n/\alpha$	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.010	0.005
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845

Fuente: Tabla de t-student

## 2.2. Marco conceptual

### 2.2.1. Geodesía

Ciencia que se encarga del estudio de la forma y dimensiones de la tierra, para lo cual se eligen puntos en la superficie distribuidos por toda ella, llamados geodésicos, de cuya posición se deduce la forma de un país o de todo el globo (Gámez, 2010).

### 2.2.2. Geoide

Es la superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre, perpendicular en todos sus puntos a la dirección de la gravedad que mejor se ajusta al nivel medio del mar sin perturbaciones, y que se extiende de manera continua por debajo de los continentes. (IGN, 2015)

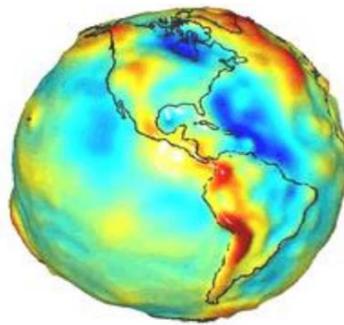


Figura N°2.19: Representación gráfica del geoide

Fuente: Vera,2015

### 2.2.3. Elipsoide de referencia

Es una representación matemática aproximada de la superficie terrestre, ya que el geoide carece de una forma matemática, por lo tanto, a lo largo del tiempo la tierra ha sido representada por muchos elipsoides dependiendo de sus parámetros tales como el semi eje mayor ( $a$ ), semi eje menor ( $b$ ), aplanamiento ( $f$ ), excentricidad ( $e$ ) y la 2da excentricidad ( $e'$ ). (Mendoza, 2019)

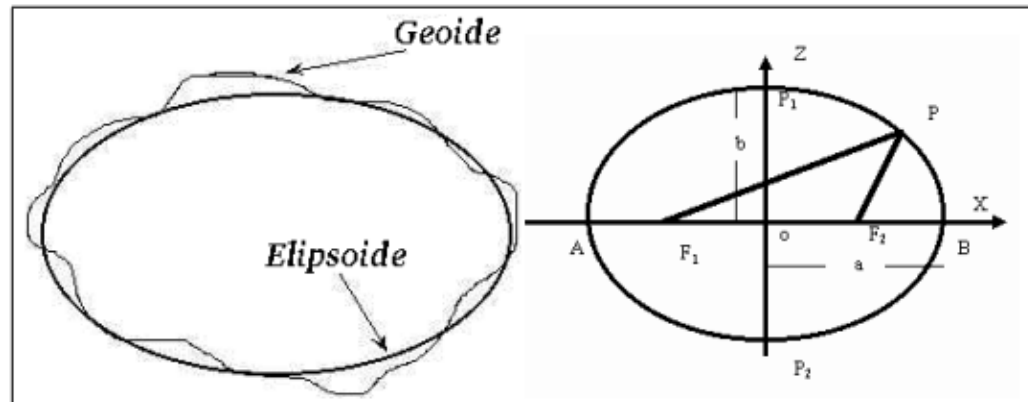


Figura N°2.20: Elipsoide de referencia

Fuente: Universidad de Murcia

#### 2.2.4. Sistema de Referencia Terrestre

Existe el sistema de referencia local que consiste en referenciar la superficie terrestre mediante puntos de control en un área determinada, y el sistema de referencia geocéntrico elipsoidal donde el centro de masa de todo el planeta es el origen, asimismo el elipsoide de referencia que se considera tiene su centro en el centro terrestre permitiendo una referenciación global.

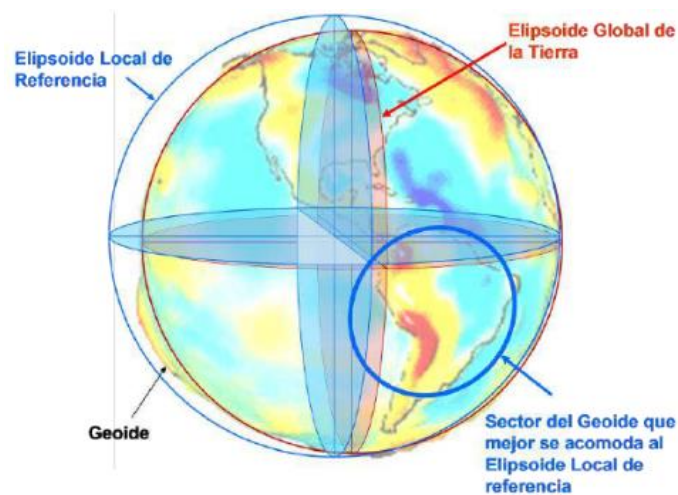


Figura N°2.21: Sistemas de Referencia

Fuente: Vera, 2015

### 2.2.5. PSAD 56

En el Perú se utilizó el Datum Provisional Sudamericano 1956 (PSAD-56), teniendo su punto Datum en Canoa –Venezuela con el elipsoide Internacional 1924 (Hayford). (Mendoza, 2019)

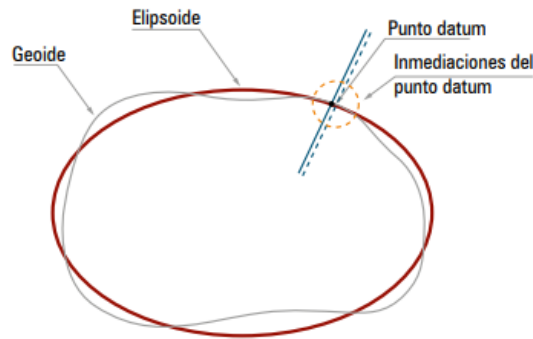


Figura N°2.22: Representación de sistema de referencia local

Fuente: Mendoza, 2019

### 2.2.6. WGS 84

Por las cifras en ingles World Geodetic System 84 que significa Sistema Geodésico Mundial 1984 es un sistema geocéntrico elipsoidal, fundado y monitoreado por la Agencia de Mapeo del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norte América, obtenido exclusivamente a partir de los datos de la constelación de satélites GPS (Mendoza, 2019).

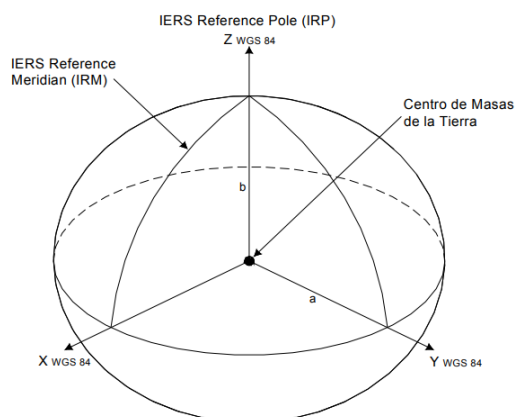


Figura N°2.23: Sistema de coordenadas del WGS 84

Fuente: Meza, 2011

### 2.2.7. Cartografía

La Cartografía una ciencia que se encarga del estudio de los métodos para representar sobre un plano una parte de la superficie terrestre o su totalidad, de forma que las deformaciones que se generan sean conocidas y se mantengan dentro de ciertos límites o condiciones, que dependen de las características que en cada caso se pidan a la representación y el método que se aplique (Santamaría, 2011).

### 2.2.8. Proyección Cartográfica

La proyección cartográfica es la correspondencia biunívoca entre un punto en la superficie terrestre y el mapa. Se utiliza una figura matemática para poder representar la tierra en un mapa, es decir pasar de una superficie 3D a una superficie 2D (Plano, mapa). (Guillen y Cabello, 2021)

### 2.2.9. Coordenadas Geodésicas

Coordenadas que permiten la ubicación de cualquier punto en la tierra basados en un elipsoide de referencia, para la cual se usan dos referencias las cuales representan una posición horizontal (latitud, longitud) y una tercera referencia la cual se encarga de representar la altura elipsoidal. (Guillen y Cabello, 2021).

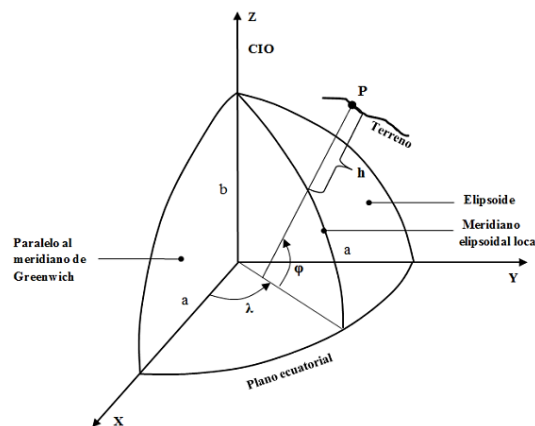


Figura N°2.24: Coordenadas geodésicas

Fuente: Rosas, 2013

### 2.2.10. Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)

En esta proyección se divide el mundo en franjas o husos de proyección, con un ancho de 30 a 60 grados de longitud, donde el meridiano central del uso es tangente, por lo que no tiene deformación  $K=1$  (línea automecoica), creciendo la deformación lineal a medida que se aleja del meridiano central. Una característica muy importante de esta proyección es su conformidad, por lo tanto, los ángulos medidos sobre la superficie terrestre y su proyección al elipsoide no sufren deformaciones cuando se pasan al plano, por ello era muy importante su empleo para usos militares y de ingeniería. (Salazar, 2016).

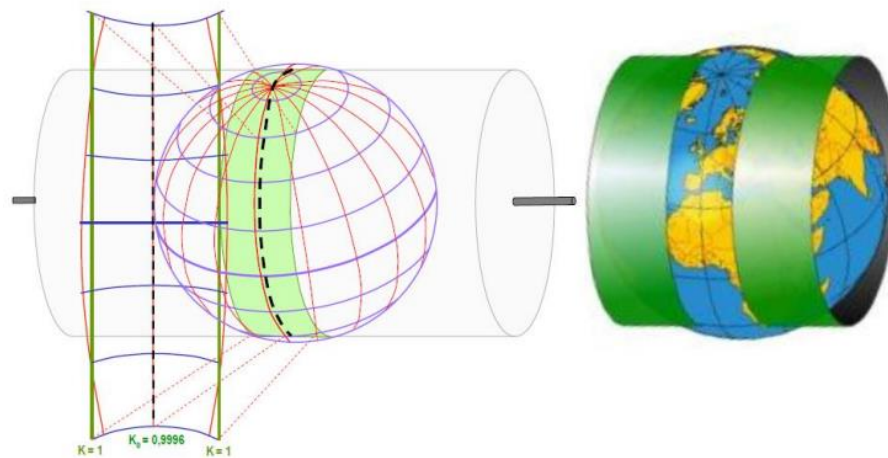


Figura N°2.25: Proyección UTM

Fuente: Vera, 2015

### 2.2.11. Coordenadas UTM

Valores numéricos Norte y Este que permiten representar la posición horizontal de un punto basado en la proyección cartográfica Universal Transversal de Mercator.

### 2.2.12. Sistema satelital de navegación global (GNSS)

Un sistema de navegación por satélite es un sistema de satélites que proporciona un posicionamiento geoespacial autónomo con cobertura global. Permite a pequeños receptores electrónicos determinar su localización (longitud, latitud, altitud y Tiempo) utilizando señales temporales de radio transmitidas a través de los satélites. (Laurente y Tapia, 2018).



### 2.2.13. Estaciones de rastreo permanente (ERP)

Son un conjunto de estaciones distribuidas estratégicamente en el territorio nacional, cuya función es el monitoreo de datos de GNSS de manera continua, que materializan el Sistema Geodésico Nacional.

### 2.2.14. Red Geodésica.

Una red geodésica está establecida por un conjunto de puntos que proporcionan coordenadas geodésicas, medidas con gran precisión y se encuentran enlazados y ajustados a marcos geodésicos nacionales o mundiales.

### 2.2.15. Red Geodésica Horizontal Oficial (REGGEN)

Es la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), la misma que tiene como base el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), relacionado con el elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico 1980 – Geodetic Reference System 1980 (GRS80) o para fines prácticos el elipsoide WGS 84 La Red Geodésica Geocéntrica Nacional está conformada por las Estaciones de Rastreo Permanente (ERP) y los hitos o señales de orden “0”, “A”, “B” y “C”, distribuidos dentro del ámbito del Territorio Nacional, los mismos que constituyen bienes del Estado.(IGN,2015).

### 2.2.16. Red Geodésica Peruana de Monitoreo Continuo (REGPMOC)

Es un conjunto de estaciones GNSS de referencia de operación continua, distribuida estratégicamente a lo largo de todo el territorio nacional, que materializan el Sistema Geodésico WGS84. Se compone básicamente de un receptor GNSS estático que se posiciona de manera permanente en una localidad geográfica conocida, y recolecta datos de posicionamiento de manera continua las 24 horas del día, 7 días a la semana y los 365 días del año. (IGN,2015).

### 2.2.17. Georreferenciación.

Es la técnica mediante la cual se obtiene la posición de un objeto sobre la superficie terrestre mediante coordenadas en un sistema de referencia geodésico único y definido

#### 2.2.18. Vuelo Fotogramétrico.

Procedimiento de sobrevolar con sensores un determinado espacio geográfico para recabar información a una determinada altura y velocidad constante. Dentro de una trayectoria, la cámara irá tomando fotografías de terreno con cadencia tal, que la distancia asegure un recubrimiento longitudinal prefijado entre fotografías adyacentes. (Guizado, 2018).

#### 2.2.19. Aerotriangulación.

Es un método que pertenece al proceso fotogramétrico y se emplea en la determinación de coordenadas del terreno sobre fotografías aéreas o imágenes digitales, con el mínimo de trabajo de campo, aprovechando sus propiedades geométricas; estas mediciones se realizan con equipos fotogramétricos digitales que permiten manejar un enorme número de datos, obteniendo buena precisión. (Hernández, 2007).

#### 2.2.20. Ortorrectificación

Proceso de eliminación de los efectos de inclinación, relieve y otras distorsiones de una imagen original a fin de obtener una ortoimagen, en la cual se transforma el sistema de proyección central de la imagen digital en una proyección ortogonal. (IGN,2021)

#### 2.2.21. Norma Técnica.

Documento compuesto por Reglas, directivas o lineamientos para actividades, procesos o resultados, establecidos por consenso, y que es aprobado por un organismo reconocido, que se establece para un uso común y repetitivo a fin de lograr un grado óptimo de orden en un contexto dado.

#### 2.2.22. SRPA

Sistema de aeronave pilotada a distancia (Remote Piloted Aircraft System RPAS) es el conjunto de elementos configurables integrado por una aeronave pilotada a distancia, sus estaciones de piloto remoto conexas, los necesarios enlaces de mando y control y cualquier otro elemento de sistema que pueda requerirse en cualquier

punto durante la operación de vuelo. (Congreso de la Republica del Perú,2018, Ley 30740).

#### 2.2.23. SUNARP

Es un organismo descentralizado del Sector Justicia y ente rector del Sistema Nacional de los Registros Públicos, y tiene entre sus principales funciones y atribuciones el dictar las políticas y normas técnico - registrales de los registros públicos. (Congreso de la Republica del Perú,2002, Ley 26366, Artículo 10).

#### 2.2.24. IGN

Es un organismo público descentralizado del estado del Ministerio de Defensa que tiene como objetivo promover y producir la generación de conocimiento gráfico precisa para la cartografía básica oficial del Perú.

### Capítulo III: Levantamiento catastral fotogramétrico

#### 3.1. Característica de la zona estudio

##### 3.1.1. Ubicación política

La zona de estudio se ubica en:

- País: Perú
- Departamento: Ancash
- Provincia: Huaylas
- Distrito: Caraz
- Centro poblado: Conchup
- Región Geográfica: Sierra
- Ruta Nacional: PE-3N

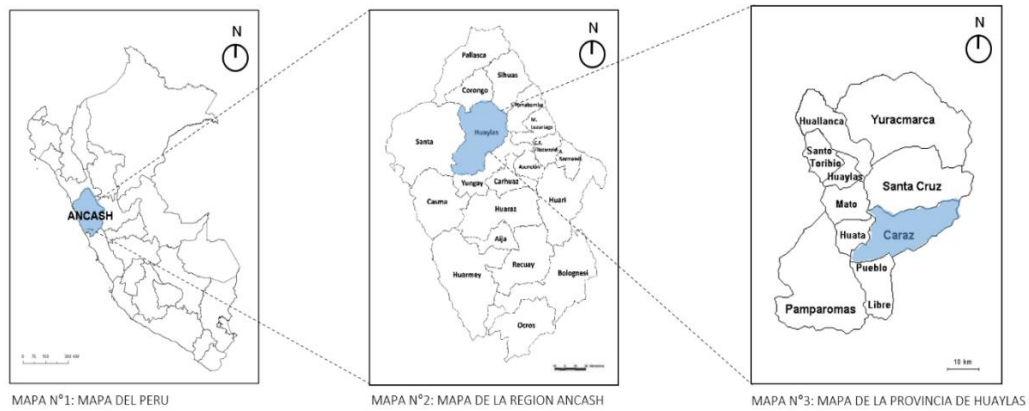


Figura N°3.1: Ubicación de Caraz en el mapa del Perú

Fuente: Municipalidad de Caraz

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

- Centro poblado de Conchup

Tabla N°3.1: Datos de ubicación geográfica

Coordenada Geográficas		Coordenadas geodésicas (UTM WGS84)	
Latitud (Global)	Longitud (Global)	Este	Norte
9° 01' 14.8539" S	77° 49' 13.9195" O	189881.80	9001651.50

Fuente: Elaboración propia

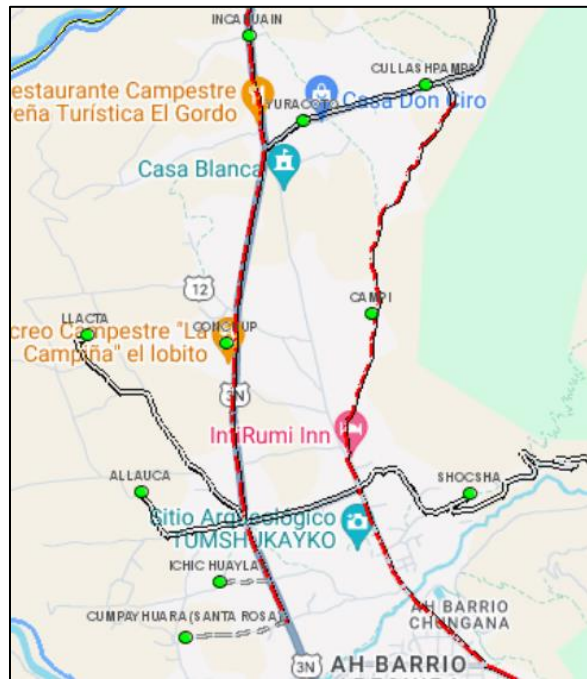


Figura N°3.2: Mapa de ubicación geográfica

Fuente: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

### 3.1.3. Colindancias

Con el Norte: Con el centro poblado de Incahuain

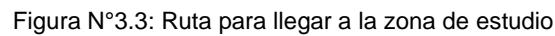
Con el Sur: Con el distrito de Caraz

Con el Este: Con el centro poblado de Yuracora y Campi

Con el Oeste: Con el centro poblado de Llahta

### 3.1.4. Principales Vías de acceso

Para acceder al área de trabajo, se optó por tomar la vía terrestre, a través de la carretera Panamericana Norte hasta llegar a la ciudad de Paramonga, posteriormente siguiendo la dirección NE, por la vía nacional PE-16 hasta la altura de la laguna Conococha, ahora en dirección N, por la vía nacional PE-3N hasta llegar al distrito de Caraz, seguir por la misma vía nacional hasta la altura del Km 651+000.



### 3.1.5. Clima

### 3.2. Tipo de investigación

### 3.3. Muestra

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO MEDIANTE AERONAVE  
NO TRIPULADA Y BASE GRÁFICA DE PREDIOS INSCRITOS EN SUNARP CARAZ.2021.  
BACH. CLEMENTE BRIGENÓ RICARDO RAUL

fotogramétrico mediante una aeronave no tripulada y las mismas variables obtenidas de la base gráfica de SUNARP, en el centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, Región Ancash.

### 3.4. Materiales, equipos y herramientas

En el desarrollo de la presente investigación se han efectuado trabajos de campo y trabajos de gabinete, para el desarrollo de estos trabajos es necesario materiales, herramientas, equipos y software de procesamiento.

Tabla N°3.2: Equipamiento para trabajos de campo y gabinete según tipo de trabajo

Materiales y equipos de campo	Monumentación de punto geodésico	Materiales	Ocre rojo, yeso, cinta métrica 30m, thinner, brocha, cemento, arena gruesa y fina, piedra chancada, varillas de acero $\phi 3/8"$ , encofrado de madera, placa de bronce, $\frac{1}{2}$ Kg de clavo de 2", nivel de mano.
		Herramientas	Pala, pico, carretilla, badilejo, martillo
		Equipos	01 trípode, 01 receptor GNSS South Galaxy G1.
	Levantamiento fotogramétrico	Materiales	Cinta métrica, plástico, clavos de calamina, pintura en aerosol.
		Herramientas	Badilejo, martillo.
		Equipos	01 trípode, 01 receptor GNSS South Galaxy G1 Base y Rover, Radio Externa, 01 Dron Phantom 4 PRO, Smartphone.
Materiales para gabinete	Procesamiento de información	Equipos y materiales de escritorio	01 computadora (Procesador Ryzen 5, Memoria Ram DDR4 16 Gb, Memoria gráfica GeForce GTX 1660 SUPER 6 Gb), 01 impresora, 01 escáner, 01 escritorio y silla, 01 paquete de 500 hojas bond, 01 memoria USB de 8 Gb, 01 libreta de campo, 01 lápiz técnico, 01 borrador, 01 tajador, 01 lapicero, 01 corrector, 01 calculadora científica, 01 cámara fotográfica.
		Programas	AutoCAD Civil 3D 2019, ArcGIS 10.6, Google Earth pro, Microsoft Excel 2013, Microsoft Word 2013, IBM SPSS v25, Pix4dCapture, Agisoft Photoscan.

Fuente: elaboración propia

SPECIFICATIONS	
<b>Signal Tracking</b>	
Channels	440 channels
GPS	L1, L1 C/A, L2, L2C, L2P, L5
BeiDou	B1, B2, B3
GLONASS	L1, L1C/A, L1P, L2, L2C/A, L2P
Galileo	E1, E5a, E5b
QZSS	Reserved
SBAS	WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN
<b>GNSS Features</b>	
Cold start	<50s
Warm start	<45s
Hot start	<15s
RTK Initialization time	typically<10s
Signal reacquisition	<1.5s
Initialization reliability	typically>99.9%
<b>Positioning Specifications</b>	
Static GNSS Surveying	2.5 mm+0.5 ppm Horizontal 5 mm+0.5 ppm Vertical
Real-time kinematic surveying	8 mm + 1 ppm Horizontal 15 mm + 1 ppm Vertical
E-RTK (<100km)	0.2m + 1 ppm Horizontal 0.4m + 1 ppm Vertical
DGPS	<0.4 m 3D RMS
SBAS	1 m 3D RMS
Standalone	1.5 m 3D RMS
<b>Communications</b>	
I/O port	5-pin LEMO external power port +RS232 7-pin LEMO USB 1 network/radio data link antenna port SIM card slot
Radio	Integrated internal radio 1W/2W/3W External radio 5W/25W 410-470MHz TrimTalk450s, TrimMark3, PCC EOT, SOUTH
Cellular	LTE-FDD(B1/B3), LTE-TDD(B38/B39/B40/B41), TDSCDMA(B34/B39), WCDMA(B1), CDMA(B0), GSM(900/1800MHz)
Bluetooth	BLEBluetooth 4.0, Bluetooth 2.1+EDR standard
NFC (Optional)	Realizing close range (<10cm) automatic pair
<b>Data Format</b>	
Correction data I/O	RTCM 2.X, 3.X, CMR(GPS only), CMR+(GPS only)
Position data output	-ASCII: NMEA-0183 GSV, RMC, HDT, VHD, GGA, GSA, ZDA, VTG, GST; PTNL, PJK PTNL, AVR PTNL, GKG
Network protocol	VRS, FKP, MAC, supporting NTRIP protocol
Memory	8 GB
<b>Environmental</b>	
Working temperature	-40°C to +80°C
Storage temperature	-55°C to +95°C
Humidity	95% no condensation
Weight	920g
Waterproof	IP67
Shock and Vibration	MIL-STD-810G
<b>Electrical</b>	
Operating time	>6hours



**SOUTH SURVEYING & MAPPING TECHNOLOGY CO., LTD.**

Add: South Geo-information Industrial Park, No. 39 Si Cheng Road, Tian He IBD, Guangzhou 510663, China  
Tel: +86-20-23380888 Fax: +86-20-23380800  
E-mail: mail@southsurvey.com export@southsurvey.com impexp@southsurvey.com gnss@southsurvey.com  
http://www.southinstrument.com http://www.southsurvey.com

Figura N°3.4: Especificaciones técnicas Receptor GNSS South Galaxy G1

Fuente: obtenido de [https://www.southinstrument.com/product/details/pro\\_tid/3/id/12.html](https://www.southinstrument.com/product/details/pro_tid/3/id/12.html)







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



**FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE**

**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: Tauca  
Código Nacional: AN03  
Código Internacional: 42232M001  
Inscripción: Placa de bronce  
Orden de la estación: "0"  
Fecha de monumentación: 8 de junio de 2010

**2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:**

Departamento: Ancash  
Provincia: Pallasca  
Distrito: Tauca  
Ubicación de la estación: Municipalidad Distrital de Tauca



**CROQUIS DE UBICACIÓN**




FECHA: 20/07/2021 14:46 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: F001-013303 AN03 1 | 4

Figura N°3.6: Datos de la estación de rastreo permanente AN03

Fuente: elaboración propia

### 3.5.3. Monumentación

Con la ubicación del punto definido en campo, se procedió a realizar la monumentación, para lo cual se desarrollaron las siguientes actividades: excavación a una profundidad de 65 cm respecto al terreno natural, colocación de encofrado, colocación del acero de refuerzo con varillas de acero de  $\frac{1}{2}$  ", y posteriormente se rellenó con concreto, finalmente sobre el concreto fresco se empotró la placa de cobre con el nombre grabado del punto geodésico ANC12034 otorgado por el IGN.



Figura N°3.7: Encofrado y vaciado de concreto

Fuente: elaboración propia



Figura N°3.8: Placa de cobre empotrada

Fuente: elaboración propia

#### 3.5.4. Georreferenciación de punto geodésico

Una vez realizada la monumentación se procedió a estacionar el equipo geodésico llamado Receptor SOUTH GNSS GALAXY G1 en el punto geodésico ANC12034, para de esta forma encontrar las coordenadas horizontales del punto geodésico en estudio. A continuación, se presentan los datos del diario GNSS Georreferenciación del Punto ANC12034:

- La fecha de la georreferenciación: 16-07-2021
- Antena SOUTH GNSS GALAXY G1 Serie N° SG139A126323504
- Inicio de la medición: 14:36:57 p.m.
- Final de la medición: 18:38:57 p.m.
- Intervalo de medición: 5 seg
- Altura inclinada de antena con respecto al punto de control ANC12034 :1.679m
- Datum: WGS 84, Zona: 18 Sur
- Precisión Horizontal: 2.5 mm, Precisión Vertical: 5 mm

Se puede verificar que el equipo usado cumple la precisión exigida por la norma técnica geodésica del IGN para posicionamientos estáticos de Puntos de Orden C; siendo la precisión Horizontal: hasta 10 mm, precisión Vertical: 15 mm.

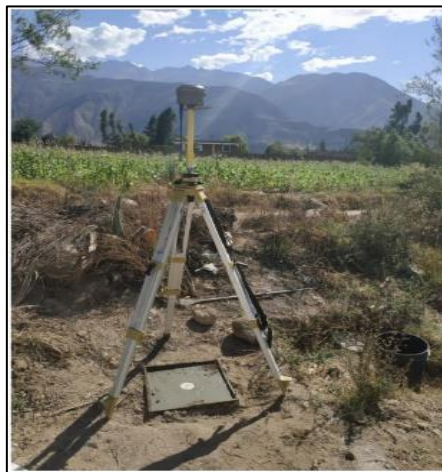


Figura N°3.9: Estacionamiento de Receptor GNSS en punto monumentado

Fuente: elaboración propia




Diario de Observación GNSS		Proyecto: <u>Proyas Nacional</u>	
<b>Estación</b> Nombre Completo: <u>Punto de control geodésico</u>		Identificación (4 letras): <u>ANC12034</u>	
Incripción en el monumento: <u>ANC12034</u>		Fecha: <u>16/07/2021</u>	
<b>Coordenadas Aproximadas:</b> Latitud: <u>09° 01' 15"</u> Longitud: <u>77° 49' 14"</u> Altura: <u>2238</u> m			
<b>Receptor / Antena</b>	<b>Tipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Nro. Serie</b>
Receptor: <u>SOUTH</u>	<u>GNSS</u>	<u>GALAXY G1</u>	<u>56139A126323504</u>
Antena: <u>SOUTH</u>	<u>GNSS</u>	<u>GALAXY G1</u>	<u>56139A126323504</u>
Software del Receptor (Versión): <u>S60 V10.118.127</u> SOUTH S60			
Longitud del Cable Antena – Receptor: _____ m			
<b>Altura de la Antena</b> Sobre el monumento Punto de referencia: <u>Instrumento de medición de altura inclinada de 12cm</u> <input type="checkbox"/> Vertical    ó <input checked="" type="checkbox"/> Inclinada Antes de las Observaciones: <u>1.679</u> m Después de las Observaciones: <u>1.679</u> m Datos del Receptor: _____ m		<b>Croquis de las medidas de la Antena</b> (Ejemplo) El punto ANC12034, esta ubicado a la altura de la progresiva 6514 487 de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte a 3km. aprox. al nor. oeste de la plaza principal del distrito de Corazal lado izquierdo del Rio Santa, en el distrito de Coraz, provincia Huaylas, departamento Ancash.	
<b>Observación:</b> Nro. de la sesión del mismo día: <u>1</u> Intervalo de Medición: <u>05</u> Seg. Elevación Mínima: <u>10</u> Hora de Inicio: <u>14:36:57 p.m.</u> Hora de Término: <u>18:38:57 p.m.</u> Operador / Institución: <u>Francis A. Mamani Bueno</u>			

Figura N°3.10: Diario de observaciones llenado en campo

Fuente: elaboración propia

### 3.5.5. Cálculos de gabinete

El cálculo postproceso para conocer las coordenadas del punto geodésico ANC12034, se llevó a cabo mediante el software de procesamiento Leica Infinity, para lo cual fueron necesarios todos los archivos provenientes del equipo geodésico SOUTH GNSS GALAXY G1 transformados a formato RIDEX, los archivos provenientes de la estación de rastreo permanente, y las efemérides.

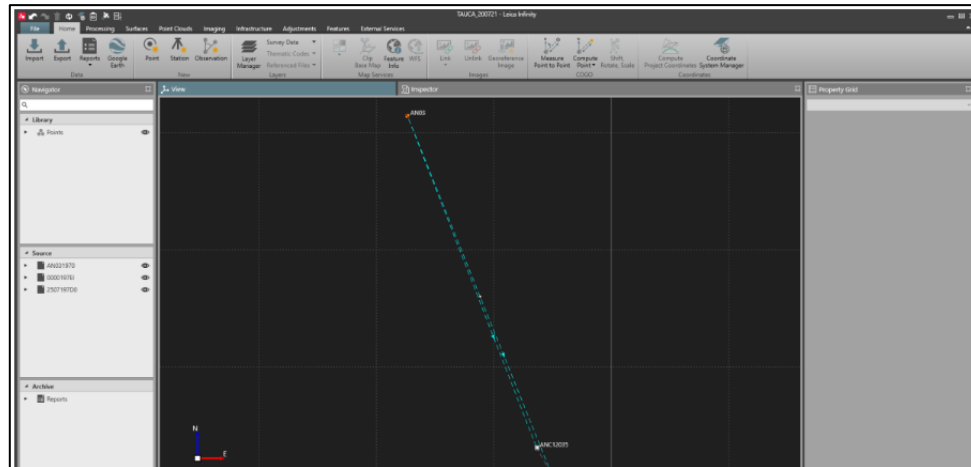


Figura N°3.11: Ajuste de red mediante software Leica Infinity entre puntos AN03 y ANC12034

Fuente: elaboración propia

- Resultados

Tabla N°3.3: Coordenadas Geográficas

Código de Punto	Latitud (Global)	Longitud (Global)	Altura (Global)
ANC12034	9° 01' 14.8539" S	77° 49' 13.9195"O	2,237.1628

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°3.4: Coordenadas UTM WGS-84 ZONA 18S

Código de Punto	Este (m)	Norte (m)	Elevación (msnm)
ANC12034	9'001,651.4762	189,881.7527	2,213.5000

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.6. Certificación

Para obtener la certificación de un Punto de orden C, se elabora un expediente técnico de acuerdo con la Norma Técnica Geodésica el cual se presenta al IGN, previo del pago del trámite correspondiente. Finalmente, la mencionada entidad emite el Certificado de punto geodésico.



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
**SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES**



### CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **ANC12034** y habiendo verificado el resultado obtenido por el **PROVIAS NACIONAL**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		ANC12034	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	189881.753 m	LATITUD	09°01'14.85399" S
NORTE	9001651.476 m	LONGITUD	77°49'13.91955" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	2237.163 m

**Datos Generales:**

- ORDEN: "C"
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): HUAYLAS - ANCASH
- ESTACIÓN GNSS BASE: TAUCA (AN03) - 2020
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: JULIO 2021
- NÚM. CORRELATIVO: 2556 – 2021/IGN/DIG/SDCERTIF



Lima, 22 de setiembre de 2021



000000002222





**SILVA CELESTINO Clari Luz**  
TTE EP  
Subdirectora de Certificaciones

Figura N°3.12: Certificado del punto geodésico ANC12034

Fuente: elaboración propia

### 3.6. Levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada

#### 3.6.1. Inspección de zona de estudio

Antes de realizar el levantamiento es necesario realizar una inspección de campo a fin de verificar la presencia de vegetación, la morfología del terreno, el clima de la zona de trabajo, verificar posibles interferencias durante el vuelo del equipo.

Uno de los factores más importantes de verificar en la zona son las condiciones meteorológicas de la zona de vuelo como: Ráfaga de viento < 10 ms, Precipitación nula, Ambiente despejado

#### 3.6.2. Planificación y dimensión de vuelo fotogramétrico

##### 3.6.2.1. Plan de vuelo aplicado al presente estudio

El plan de vuelo es el conjunto de cálculos previos a la realización de un vuelo fotogramétrico, mediante los cuales se organizan las operaciones que permitan conseguir el fin propuesto bajo unas condiciones establecidas previamente.

Para el caso de estudio, de acuerdo con el tipo de trabajo se ha previsto usar GSD=2.5 cm/pixel, asimismo debido al tipo de dron usado se obtienen datos del fabricante que corresponden a una distancia focal  $F_c=8.8$  mm, resolución de la cámara de 20 Mp (5472x3648), y ancho del sensor de  $S_w=13.2$  mm.

Teniendo estos datos del fabricante procedemos a calcular la Altura de vuelo, el tamaño de fotograma, cálculo de la Base y cálculo de Anchura, para después de ello calcular el tiempo total de vuelo.

##### • Altura de vuelo

Sea, el Tamaño de un pixel (mm/pixel): p

Cantidad de pixeles en el ancho de sensor:  $C_1=5472$

$$p = \frac{S_w}{c_1} = \frac{S_w}{5472} = \frac{13.2}{5472} = 2.41 * 10^{-3} \text{ mm/pixel}$$

$$H = \frac{F_c * GSD}{p} = \frac{8.8 \text{ mm} * 2.5 \text{ cm/pixel}}{2.41 * 10^{-3} \text{ mm/pixel}} = 9128.63 \text{ cm} = 91.29 \text{ m}$$

##### • Tamaño de fotograma

Sean  $C_1=5472$  y  $C_2=3648$ , la cantidad de pixeles en el ancho y alto del sensor.

Ancho de fotograma (m): S1

$$S_1 = C_1 * GSD = 5472 * 2.50 = 13680 \text{ cm} = 136.80 \text{ m}$$



Alto del fotograma (m): S2

$$S2 = C2 * GSD = 3648 * 2.50 = 9120 \text{ cm} = 91.20 \text{ m}$$

- Cálculo de la Base (B):

Para el presente caso el traslape longitudinal usado es p=80%

$$B = S1 * \left(1 - \frac{p\%}{100}\right) = 136.80 * (1 - 0.80) = 27.36 \text{ m}$$

- Cálculo de Anchura (A):

Para el presente caso el traslape longitudinal usado es q=80%

$$A = S2 * \left(1 - \frac{q\%}{100}\right) = 91.20 * (1 - 0.80) = 18.24 \text{ m}$$

### 3.6.2.2. Dimensionamiento manual de misiones de vuelo

Para la planificación del vuelo fue necesario conocer la cantidad vuelos a realizar en 100 Ha, teniendo como variables: Duración máxima de baterías de aproximadamente 25 min (baterías con uso frecuente), velocidad de toma de fotos aproximada de 7 m/s, velocidad de ascenso de 5 m/s y la velocidad de descenso de 4 m/s, por cuestiones de seguridad y para garantizar la plena operatividad del equipo en vuelo fue necesario particionar el área total teniendo en cuenta el tiempo de vuelo por misión , el resumen de cálculos que lo sustentan se muestra a continuación en la tabla 3.5.

Tabla N°3.5: Cálculos de tiempo de vuelo para determinar el número de misiones

N° Misión	Área (Ha)	Ancho (m)	Largo (m)	Fotos por pasada	Número de pasadas	Número total de fotos	Tiempo toma de fotos (min)	Tiempo ascenso y descenso (min)	Tiempo de retorno (min)	Tiempo total de vuelo (min)
1	12.83	745.89	171.99	29	6	174	11.33	0.68	1.78	13.80
2	12.07	504.38	239.31	20	10	200	13.03	0.68	1.2	14.91
3	14.39	943.31	152.59	36	5	180	11.73	0.68	2.25	14.66
4	11.89	788.42	150.76	30	5	150	9.77	0.68	1.88	12.33
5	13.33	867.26	153.68	33	5	165	10.75	0.68	2.06	13.49

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los cálculos realizados se pudo determinar que fueron necesarias realizar 5 misiones de vuelo para cubrir el área de estudio, debido a que con los

tiempos totales de vuelo en cada misión no es factible realizar dos misiones de vuelo consecutivas con una sola batería de 25 min.

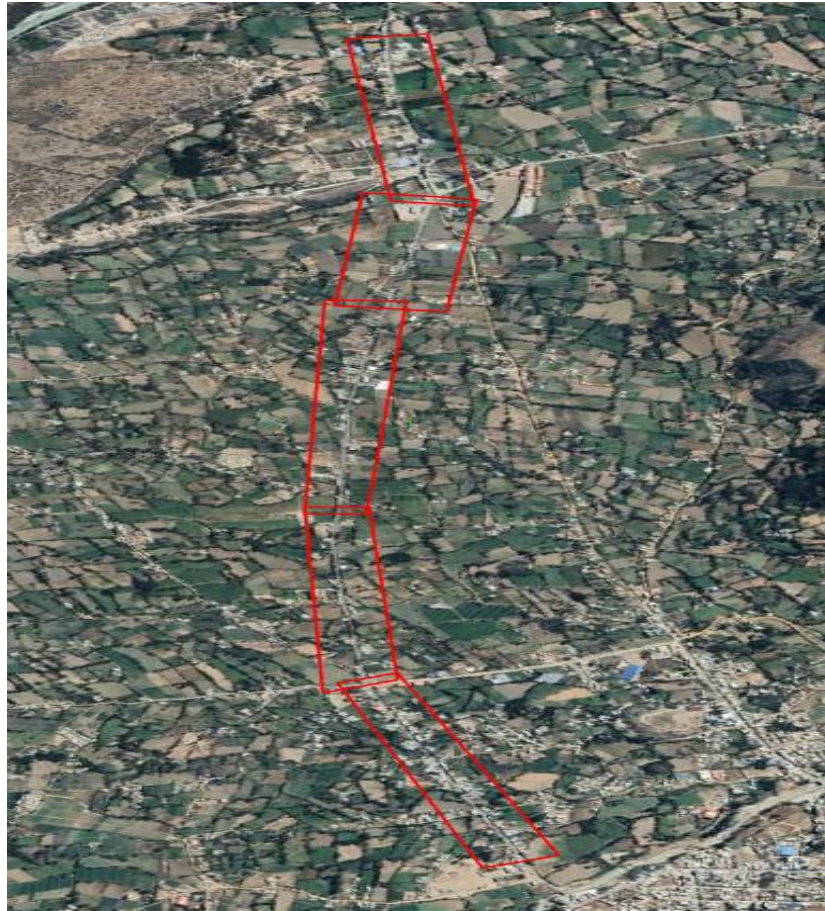


Figura N°3.13: Áreas correspondientes a las misiones de vuelo en programa Google Earth

Fuente: elaboración propia

#### 3.6.2.3. Dimensión y configuración de vuelo con programa Pix4dCapture

Con el programa Pix4dCapture se realizó el dimensionamiento de la misión de vuelo, para lo cual usamos las áreas correspondientes a las misiones de vuelo calculadas manualmente previamente que son importadas de un archivo Kmz.

Se configuró en el programa los parámetros:

H= 92 m

Speed (Velocidad): Con la barra manual se configuró una velocidad media.

Overlap (Traslape): 80%

Angle (Ángulo): 90°

El programa de manera automática calculó el GDS= 2.51 cm/pixel y el tiempo total para realizar la misión dependiendo el área a trabajar.

Para el presente estudio se tuvo que dimensionar 5 misiones de vuelo para las 5 áreas determinadas, con las configuraciones antes descritas el dron ejecutó las misiones de vuelo.

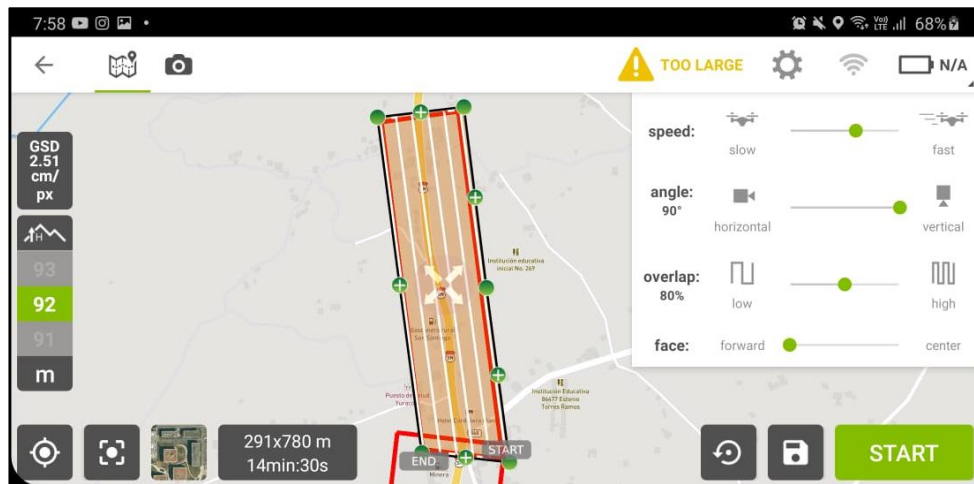


Figura N°3.14: Configuración de plan de vuelo para la primera misión de vuelo

Fuente: elaboración propia

Adicionalmente a ello se usó la configuración de retorno a casa, cuando finalice el trabajo y en caso de pérdida de señal, esto garantizó que el dron pueda ser volado desde un punto fijo hasta una distancia máxima de 2 km.

### 3.6.3. Colocación de puntos de control terrestre

Los puntos de control terrestre o GCP's son puntos de referencia que se colocan físicamente en el entorno, se fotografían desde el aire, por lo tanto, es necesario colocar una referencia visual (un objeto o una marca de pintura en el suelo). Estos objetos deben ser claramente visibles desde el aire, e idealmente, localizables en varias fotos.

Fue necesario utilizar un GNSS diferencial de alta precisión para establecer la posición de cada punto, con la finalidad de realizar la aerotriangulación entre las imágenes y/o fotos tomadas en campo con el dron. Este método consiste en instalar nuestra base en el punto monumentado de orden C conocido y a partir de este proceder a ubicar y levantar las coordenadas de los Puntos de control terrestre (GPC's).



Figura N°3.15: Colocación de dianas para puntos de control

Fuente: elaboración propia



Figura N°3.16: Receptor GNSS con radio externo en punto de orden C

Fuente: elaboración propia

Dicho levantamiento geodésico se realizó con Receptor GNSS por método de radiación y en Real Time Cinematic (RTK) toma de puntos en tiempo real. Ubicadas a lo largo del área de proyecto específicamente distribuidos estratégicamente, para la localización y visualización de los puntos.





Figura N°3.17: Levantamiento de puntos de control con método RKT

Fuente: elaboración propia

Para el caso de presente estudio existieron restricciones para la colocación de los GCP's, debido a presencia de vegetación, permisos a propietarios y el alcance de la señal del equipo por interferencias en zona.

En ese sentido se colocaron los puntos en los fotogramas céntricos donde hay mayor traslape de acuerdo con la dirección de vuelo, distribuidos cada dos fotogramas (250 m aproximadamente) que coincidieron con la dirección de la vía existente, colocando un total de 15 puntos a lo largo del polígono de trabajo.

Finalizado el levantamiento cinemático con GNSS método RTK, se realizó la extracción de la información a través de la tarjeta SD la cual es integrada al receptor, la misma que fue insertada a una laptop con lector de SD, y como resultado se obtuvieron los puntos en formato CSV.

Tabla N°3.6: Data obtenida del levantamiento con RTK

NOMBRE	CODIGO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	ALTURA ANTENA
BASE	ANC12034	9001651.480	189881.753	2237.163	1.707
1	PC	9002697.152	189911.410	2236.92	1.4
2	PC	9002448.315	189936.708	2237.546	1.4
3	PC	9002230.453	189981.481	2237.180	1.4
4	PC	9001953.721	189978.023	2233.403	1.4
5	PC	9001690.468	189940.136	2236.560	1.4
6	PC	9001434.565	189892.811	2251.312	1.4
7	PC	9001188.118	189852.732	2263.119	1.4
8	PC	9000933.097	189841.933	2272.800	1.4
9	PC	9000667.184	189840.145	2281.123	1.4
10	PC	9000439.889	189840.556	2288.164	1.4
11	PC	9000168.802	189867.498	2293.683	1.4
12	PC	8999914.714	189898.437	2296.145	1.4
13	PC	8999680.081	190005.175	2300.984	1.4
14	PC	8999442.485	190104.597	2300.223	1.4
15	PC	8999442.629	190104.743	2300.277	1.4

Fuente: elaboración propia

#### 3.6.4. Ejecución de vuelo para la zona de estudio

Se realizó la ejecución de vuelo con apoyo del programa Pix4dxCapture que consistió en el ascenso del dron, vuelo de dron para la toma de fotografías, descenso del dron, y retorno a casa, todo ello asistido desde un Smartphone para realizar el seguimiento de la ejecución de vuelo, con apoyo del mando del equipo para el despegue y aterrizaje.

Para el caso del presente estudio se desarrollaron cinco vuelos por separado, debido a que el área total de vuelo fue particionada teniendo como referencia la duración de las baterías del dron para cada vuelo.



Figura N°3.18: Control de vuelo de dron con mando y celular

Fuente: elaboración propia

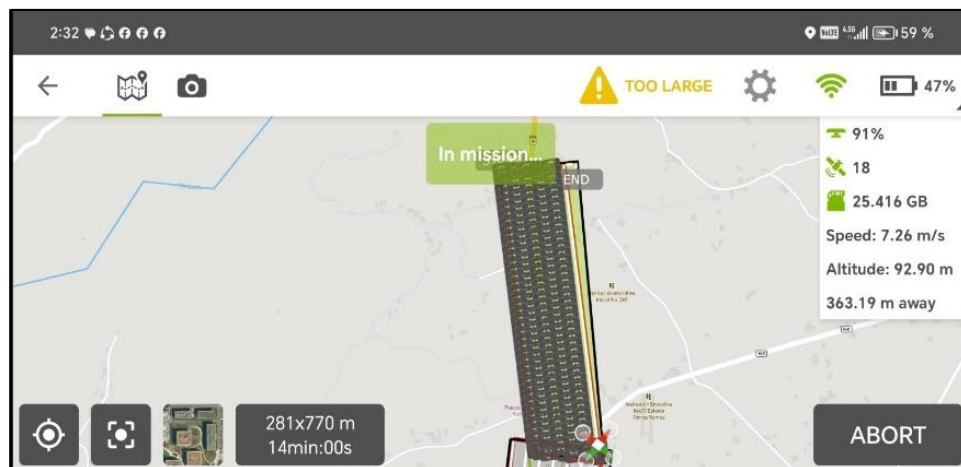


Figura N°3.19: Seguimiento de vuelo mediante programa Pix4dCapture

Fuente: elaboración propia

### 3.6.5. Procesamiento en gabinete mediante programa Agisoft Photoscan

Primero, se realizó la importación de todas las aerofotografías tomadas a través del dron en formato JPG al programa Agisoft Photoscan.

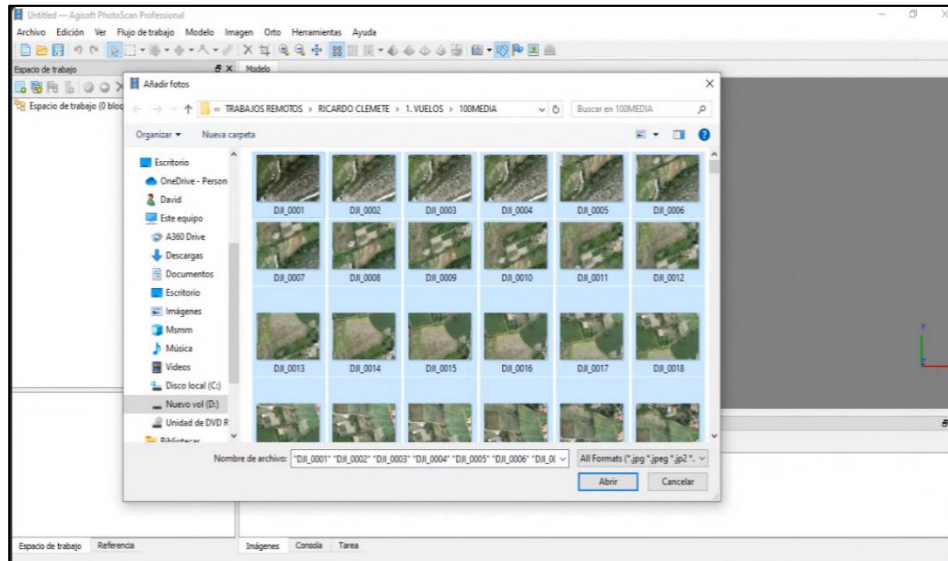


Figura N°3.20: Importación de aerofotografías

Fuente: elaboración propia

Posteriormente se realizó la configuración del sistema de coordenadas y georreferenciación del proyecto de estudio, Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18S

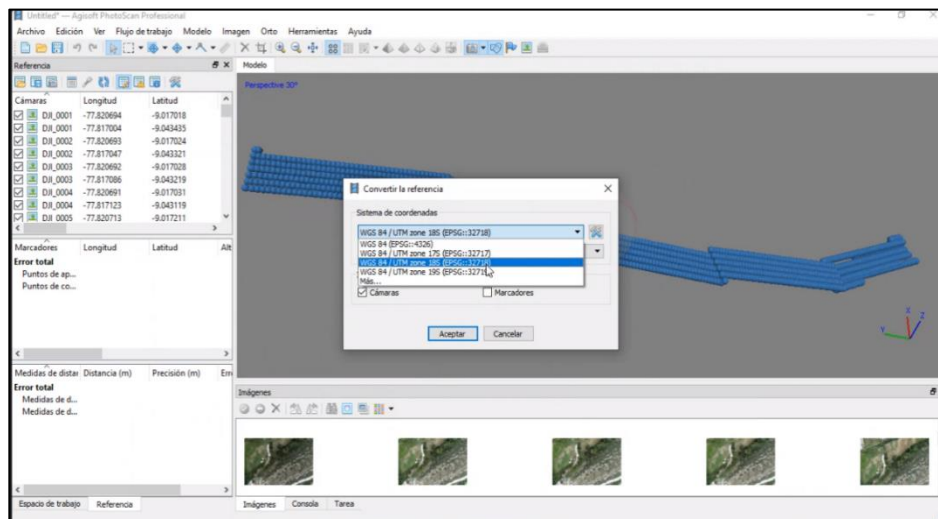


Figura N°3.21: Georreferenciación de proyecto

Fuente: elaboración propia



Al importar las fotos, al inicio no tienen una orientación determinada, debido a ello necesitamos realizar la orientación (interna y relativa), de esa forma determinar su correcta ubicación respecto a las demás.

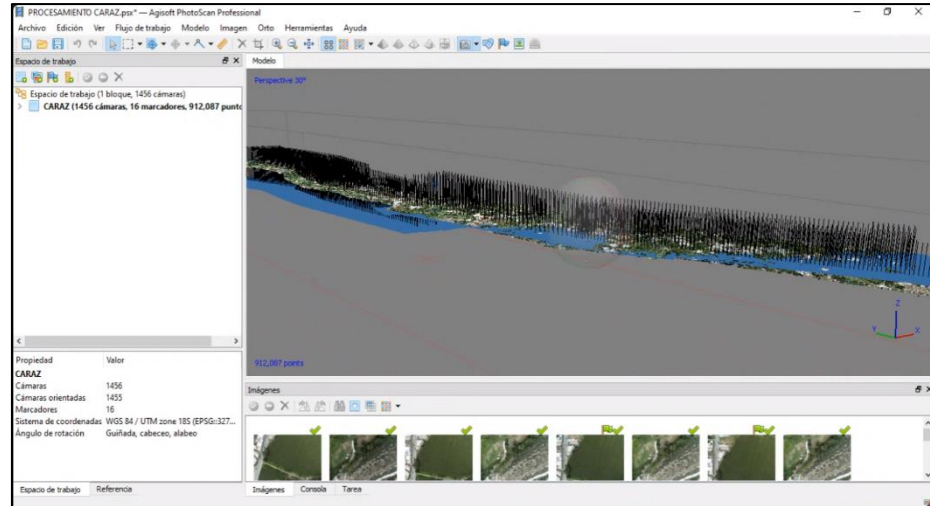


Figura N°3.22: Orientación interna y relativa de fotografías

Fuente: elaboración propia

Para corregir las orientaciones relativas de cada imagen, resulta necesario los GCP's los cuales fueron establecidos en campo con marcas localizadas en el terreno, los mismos que se proceden a importar al software y etiquetarlos.

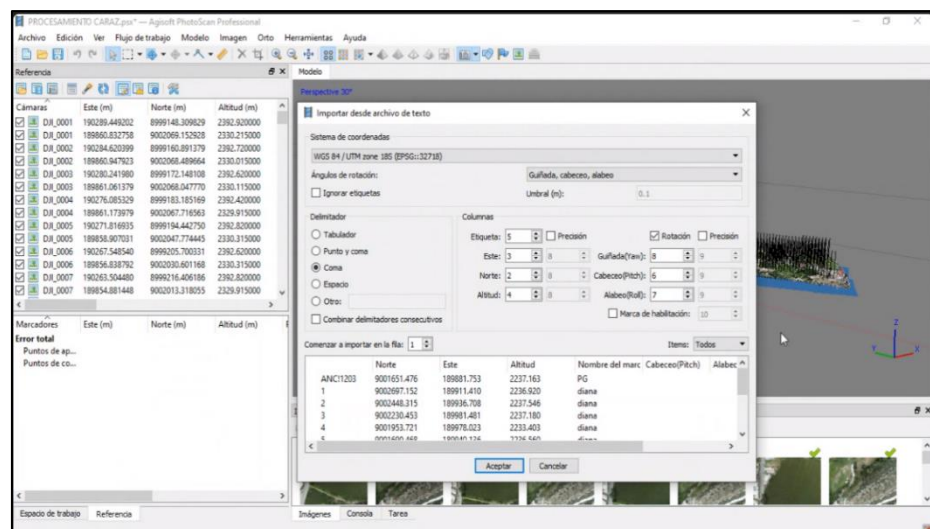


Figura N°3.23: Importación de puntos

Fuente: elaboración propia

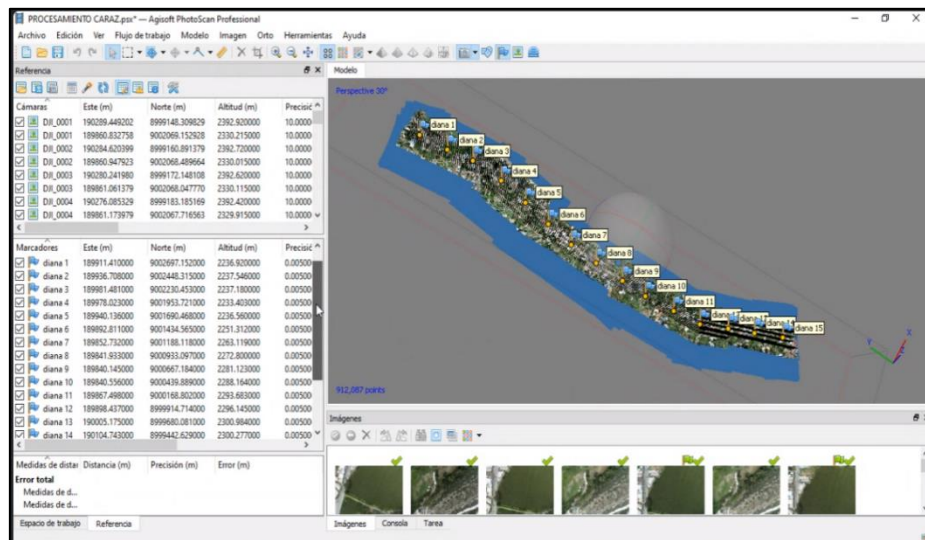


Figura N°3.24: Puntos etiquetados en las fotografías

Fuente: elaboración propia

Se proceden a ajustar las fotos, primero localizando los GCP's importados previamente en las imágenes visualizadas con las marcas.

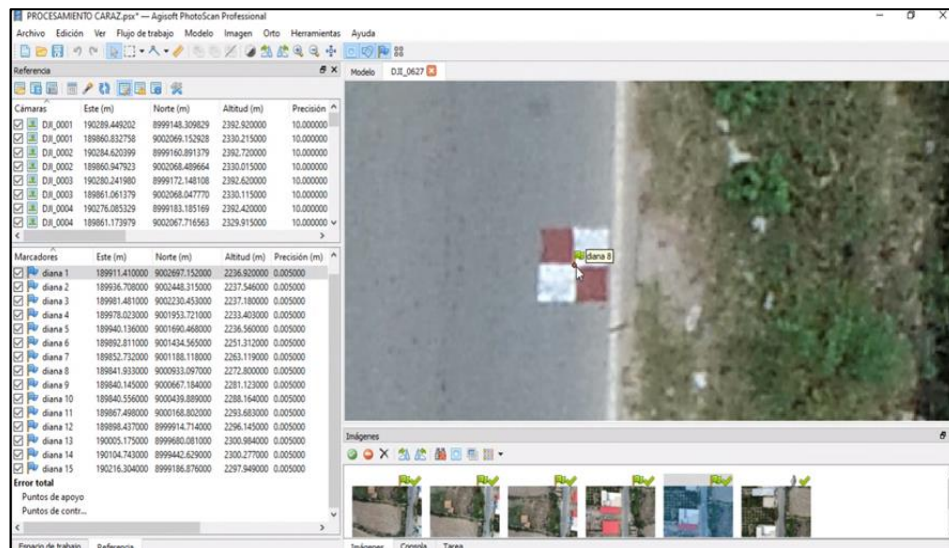


Figura N°3.25: Colación de marcadores en las fotografías

Fuente: elaboración propia

Posterior a ello aplicamos optimización de cámaras para corregir sus orientaciones relativas y obtener la orientación absoluta de las cámaras.

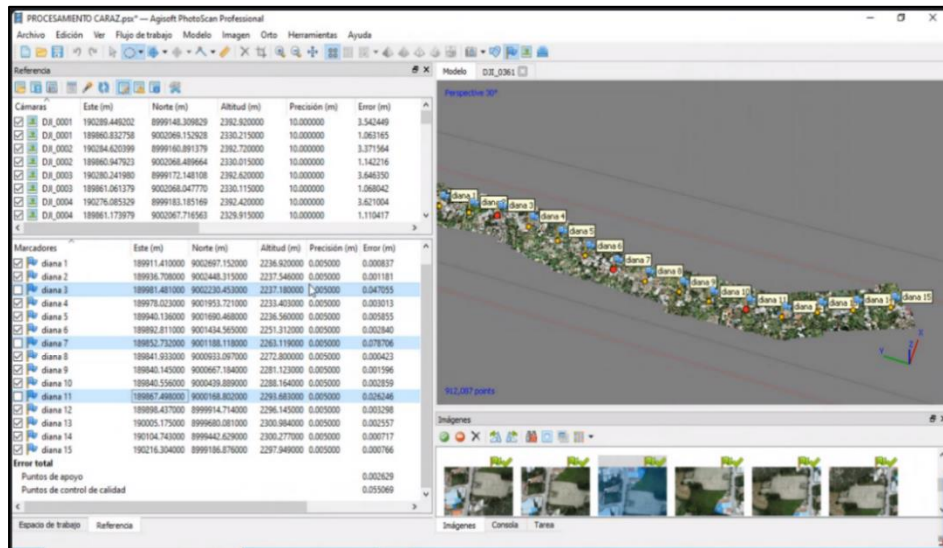


Figura N°3.26: Optimización de cámaras

Fuente: elaboración propia

Teniendo como referencia la orientación absoluta de las cámaras el programa calcula la información de profundidad para cada cámara que se combina en un solo punto de enturbiamiento denso generando la nube de puntos densa.

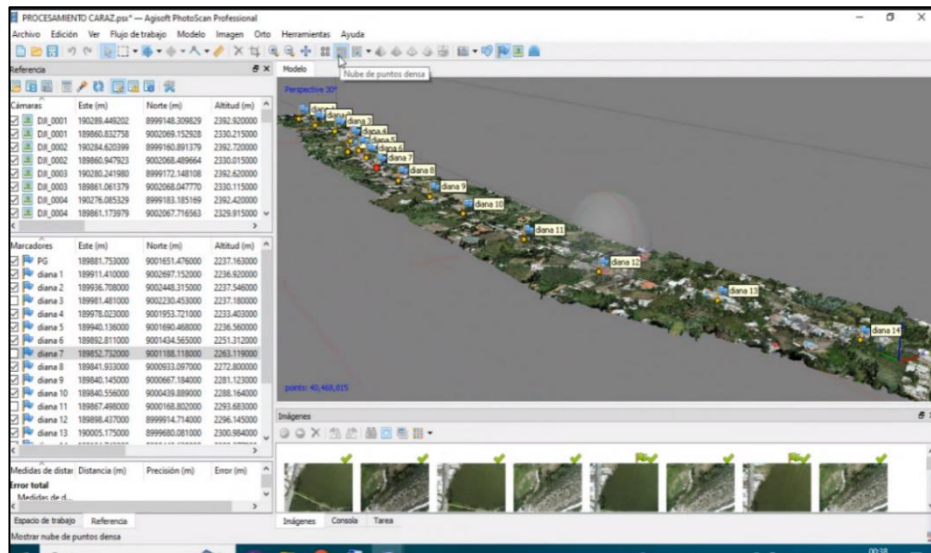


Figura N°3.27: Generación de nube de puntos densa

Fuente: elaboración propia

Con la nube de puntos densa se procede a generar el modelo digital de elevación.

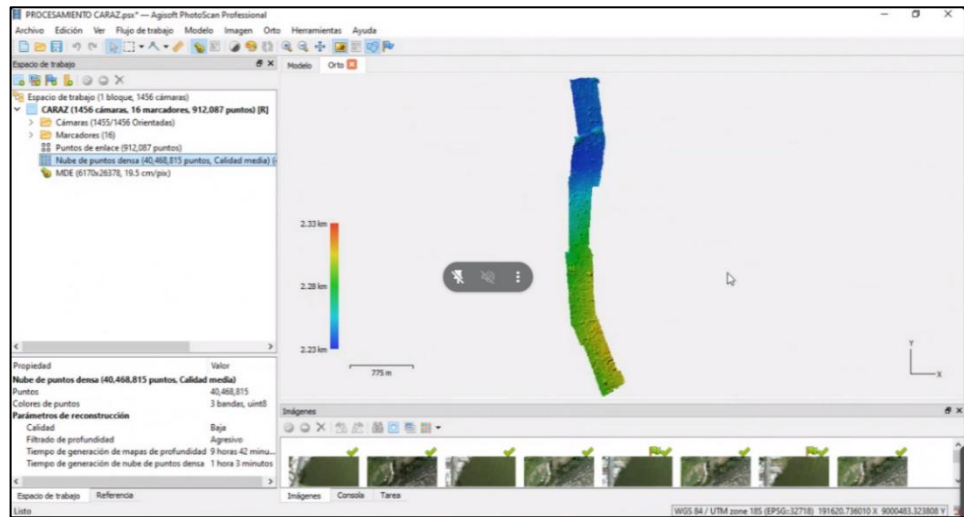


Figura N°3.28: Modelo digital de elevación

Fuente: elaboración propia

A partir del modelo digital de elevación antes descrito procedemos a generar el ortomosaico.

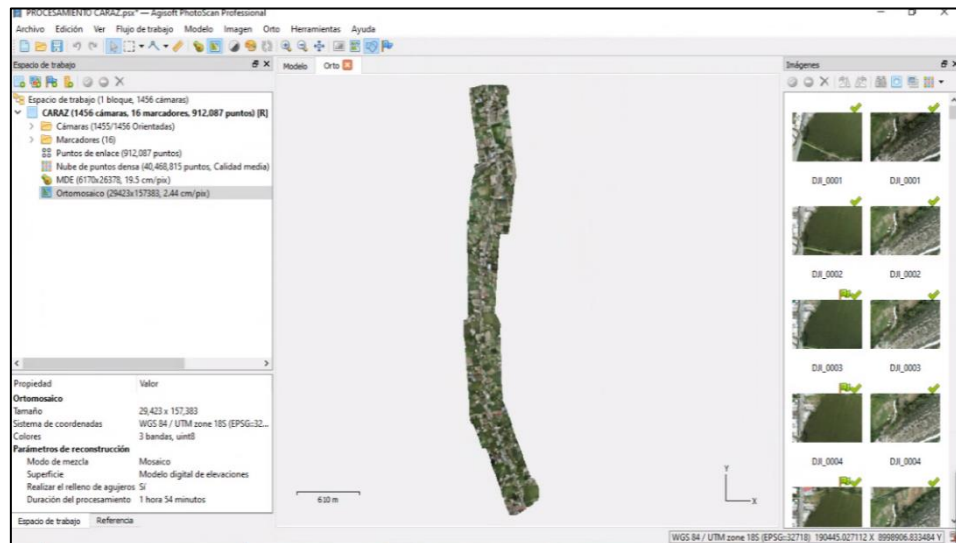


Figura N°3.29: Ortomosaico del área de estudio

Fuente: elaboración propia

### 3.7. Generación de planos catastrales a partir de ortomosaico

Teniendo los ortomosaicos georreferenciados, estas se guardan en formato ECW, para la generación de planos catastrales usamos el software Autocad CIVIL 3D 2019,



para ello abrimos el programa y como primer paso georreferenciamos en el sistema WGS84 UTM Zona 18S, y luego procedemos a usar la herramienta “MAPIINSERT”, para cargar el ortomosaico al Model del Autocad CIVIL 3D 2019. Para generar información catastral procedemos a vectorizar los linderos de los predios materia de estudio con ayuda de los ortomosaicos que permiten apreciar linderos físicos en planta.



Figura N°3.30: Generación de información catastral a partir de ortomosaico

Fuente: elaboración propia

Una vez realizada la vectorización de los polígonos de cada predio procedemos a realizar los planos catastrales.

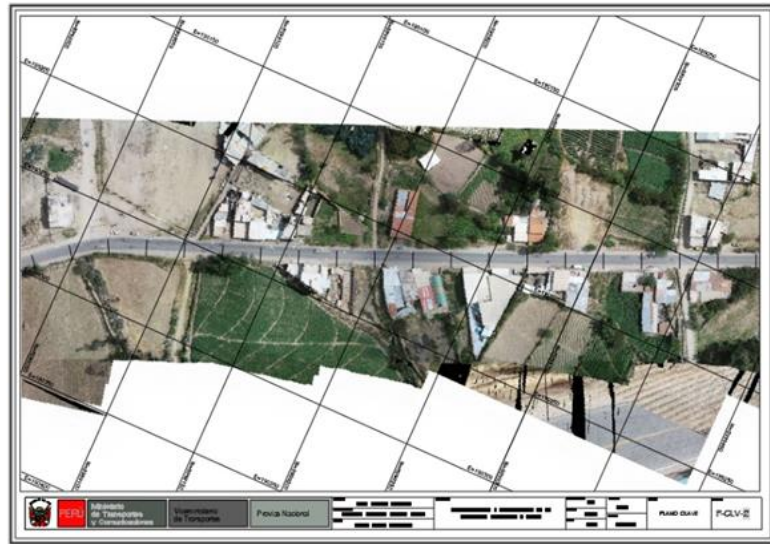


Figura N°3.31: Generación de catastro para predios en estudio

Fuente: elaboración propia

### 3.8. Catastro registral según SUNARP

De los predios materia de estudio se realizó la compra de la base gráfica proporcionada por SUNARP por cada predio materia de análisis, previo pago de las tasas correspondientes.

**Publicidad Registral en Línea**

USUARIO: 47701687 SALDO DISPONIBLE: 80.0 Soles ¿QUÉ TE PARECIÓ EL SERVICIO?

SERVICIOS >> Datos Adicionales

Usted ha solicitado un servicio de: " BASE GRÁFICA REGISTRAL" de la Partida: 02224268. Por favor, complete los datos de envío y la forma de pago, y presione el botón Pagar para cancelar el monto de su solicitud.

La esquila de liquidación o denegación del servicio le será comunicada en un plazo de dos (02) días hábiles desde el día siguiente de generada la solicitud. Usted tiene un máximo de treinta (30) días hábiles contados desde el día siguiente de la liquidación, para efectuar el pago por la expedición del servicio de publicidad simple de la BGR en archivo digital.

**DATOS DEL SOLICITANTE**

TIPO PERSONA: ☒ Persona Natural ☐ Persona Jurídica

Apellidos y Nombres:

Apellido Paterno Apellido Materno Nombres

Tipo Documento:  Número de Documento:

**DATOS DEL PAGO**

COSTO SERVICIO TOTAL S/. 0 S/. 0.00

FORMA DE PAGO: ☒ EN LÍNEA CON MI SALDO DISPONIBLE ☐ EN LÍNEA CON TARJETA VISA/MASTERCARD ☐ PAGALO.PE

Efectuado el pago, se activará en su cuenta SPRL la opción para descargar el polígono solicitado. La descarga también puede ser efectuada desde la web, previa consignación del número de la solicitud y un código de descarga que se mostrará en el reporte de transacción del SPRL.

Figura N°3.32: Compra en línea de base gráfica Sunarp por partida registra

Fuente: elaboración propia

La información fue entregada mediante correo electrónico, en formato shape, una vez descargada la información se pudo corroborar que la base gráfica estuvo georreferenciada con el sistema geodésico local PSAD 56, Zona 18 S.

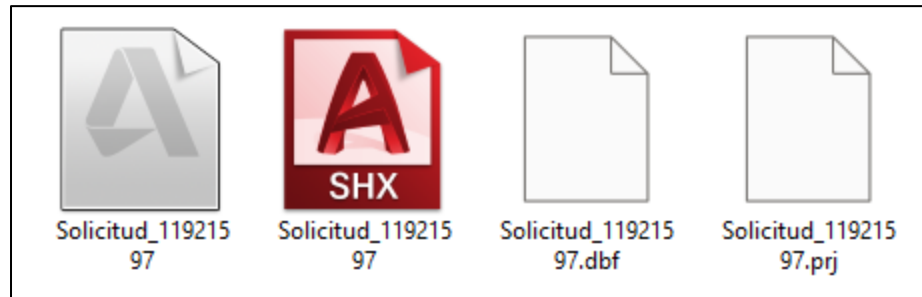


Figura N°3.33: Base gráfica correspondiente a la partida 02224268 en formato chape

Fuente: elaboración propia

Debido al sistema en la cual fue entregada la base gráfica se tuvo la necesidad de transformar al sistema de geodésico mundial WGS84. Para realizar esta transformación el autor usó el programa ArcGIS 10.6, este programa realiza la transformación de coordenadas por el método de Molodensky, que es un método de transformación de coordenadas geodésicas que usa tres parámetros  $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ , y considera los sistemas a transformar como paralelos.

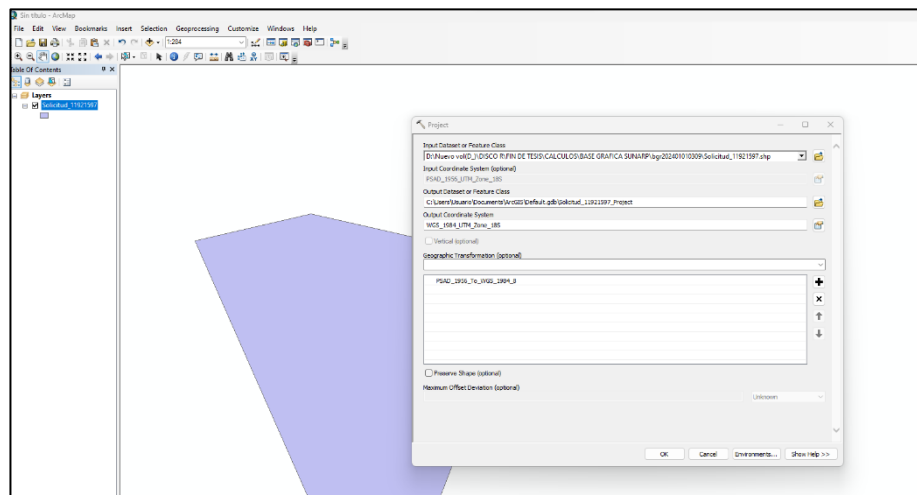


Figura N°3.34: Transformación de coordenadas mediante el programa Arc GIS 10.6

Fuente: elaboración propia

A manera de corroborar las coordenadas de los predios obtenidos mediante la transformación con el programa ArcGIS 10.6, usamos la visualización de la base gráfica registral en línea que ofrece SUNARP, de esta forma corroboramos que las coordenadas obtenidas por el mencionado programa son aceptadas por SUNARP.

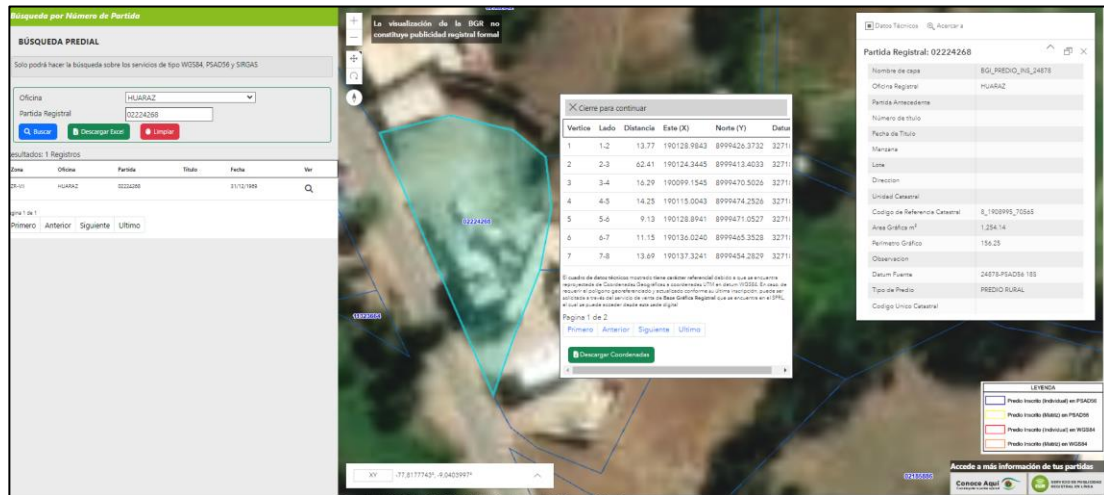


Figura N°3.35: Visualización de base grafica SUNARP en línea

Fuente: elaboración propia

La información de la base gráfica en línea visualizada correspondiente a las coordenadas de los vértices del predio en el sistema WGS 84 UTM 18 S es concordante con la información obtenida mediante el programa Arc GIS 10.6.

### 3.9. Superposición entre plano catastral de levantamiento fotogramétrico y base gráfica SUNARP

Luego de obtener la información del levantamiento fotogramétrico y la base gráfica de SUNARP se procedió a realizar la superposición de ambas datas y así poder calcular el desfase entre cada predio de un total de 20 predios.



Tabla N°3.7: Datos técnicos de coordenadas obtenidas mediante ambas fuentes

N°	PARTIDA	LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO		BASE GRÁFICA SUNARP		$\Delta X$	$\Delta Y$	DISTANCIA GEOMÉTRICA (m)
		N	E	N	E			
1	02224282	8999563.2250	190080.3227	8999557.5833	190078.6999	5.6417	1.6228	5.87
2	11091353	9002643.8748	189946.6001	9002638.3010	189940.3001	5.5738	6.3000	8.41
3	02265042	9002252.4240	189956.6619	9002247.9720	189954.7861	4.4520	1.8758	4.83
4	02265115	9002714.1702	189920.8070	9002708.0085	189918.0089	6.1617	2.7981	6.77
5	11178264	9002096.6620	190026.1373	9002086.9063	190023.5256	9.7557	2.6117	10.10
6	11035260	8999849.0223	189959.0997	8999843.9903	189956.2234	5.0320	2.8763	5.80
7	11310497	9001632.4782	189914.3375	9001626.0346	189910.8531	6.4436	3.4844	7.33
8	02227252	9001843.2999	189914.7998	9001835.7123	189913.4529	7.5876	1.3469	7.71
9	02201823	9000998.5517	189829.3184	9000992.5777	189828.9243	5.9740	0.3941	5.99
10	11319512	9000068.8403	189893.9440	9000063.0851	189892.9951	5.7552	0.9489	5.83
11	02192257	9000013.1828	189860.2173	9000006.2101	189857.9859	6.9727	2.2314	7.32
12	11323663	8999448.3684	190084.7185	8999441.2708	190083.3155	7.0976	1.4030	7.23
13	02189206	9000364.8542	189829.3297	9000361.0059	189826.5180	3.8483	2.8117	4.77
14	02224268	8999460.6809	190121.6089	8999451.2688	190121.0187	9.4121	0.5902	9.43
15	02225868	9001891.3823	190021.9087	9001886.0625	190021.6293	5.3198	0.2794	5.33
16	11034678	9000574.4509	189807.7521	9000570.6177	189807.0145	3.8332	0.7376	3.90
17	02202056	9000765.2513	189810.7300	9000763.5389	189809.3605	1.7124	1.3695	2.19
18	11039018	8999192.9100	190238.9558	8999186.8933	190237.8179	6.0167	1.1379	6.12
19	02225785	9001463.7408	189867.8562	9001456.5411	189865.0295	7.1997	2.8267	7.73
20	11300195	8999258.4297	190215.6382	8999249.2850	190210.3802	9.1447	5.2580	10.55

Fuente: elaboración propia

### 3.9.1. Análisis del desfase con Google Earth

Para obtener una representación gráfica y verificar las distancias entre los polígonos generados usamos el programa Google Earth, que ofrece fotos satelitales para poder realizar la comparación, así tenemos que los polígonos correspondientes al color magenta son los levantados mediante el levantamiento fotogramétrico, y los de color rojo corresponde a la base gráfica de SUNARP.

Por lo tanto, realizamos la importación directa desde el programa AutoCAD CIVIL 3D hacia el programa Google Earth, con ello se procedieron a realizar lo análisis, donde se pudo comprobar que los polígonos correspondientes al Levantamiento fotogramétrico guardan más relación con las fotos satelitales



Figura N°3.36: Importación de polígonos a Google Earth

Fuente: elaboración propia

Analizamos por separado los polígonos de la base gráfica SUNARP y el levantamiento fotogramétrico correspondiente a la partida N °11178264, por ser estos los que presentan mayor desfase.

Se pudo comprobar que el polígono del levantamiento fotogramétrico guarda mayor semejanza con la imagen satelital del Google Earth, en cambio el polígono de la base gráfica de SUNARP se encuentra parcialmente superpuesto con un camino rural no guardando mucha correspondencia con la realidad física y demostrando que existe un error en la base gráfica, en ese sentido medimos aproximadamente el desfase entre los centroides de los polígonos del levantamiento fotogramétrico y la base gráfica SUNARP con la herramienta regla de programa Google Earth Pro, siendo esta distancia aproximada de 10 m de separación.



Figura N°3.37: Comparación de polígonos Google Earth

Fuente: elaboración propia

### 3.9.2. Análisis del desfase con SINCAR de MIDAGRI

Realizando la búsqueda de bases graficas disponibles por las instituciones generadoras de catastro, para este análisis usamos la base grafica de SINCAR de MIDAGRI que se encuentra de libre acceso en la red, la cual sirve para realizar búsqueda de predios rurales por unidades catastrales, para la partida N °11178264 materia de análisis le corresponde la Unidad Catastral 201324.

La base gráfica SINCAR permite cargar polígonos en formato shape a través de la red con esa herramienta, se pudo realizar la comparación, el polígono color magenta corresponde a la información gráfica que ofrece el propio SINCAR y se aproxima al polígono cargado color morado de la base gráfica SUNARP, sin embargo estas dos bases gráficas no guardan relación con la imagen satelital, caso contrario al polígono morado que se aproxima mejor a la imagen satelital y corresponde al obtenido mediante el levantamiento fotogramétrico, el mismo patrón se repite en todos los predios materia de análisis.

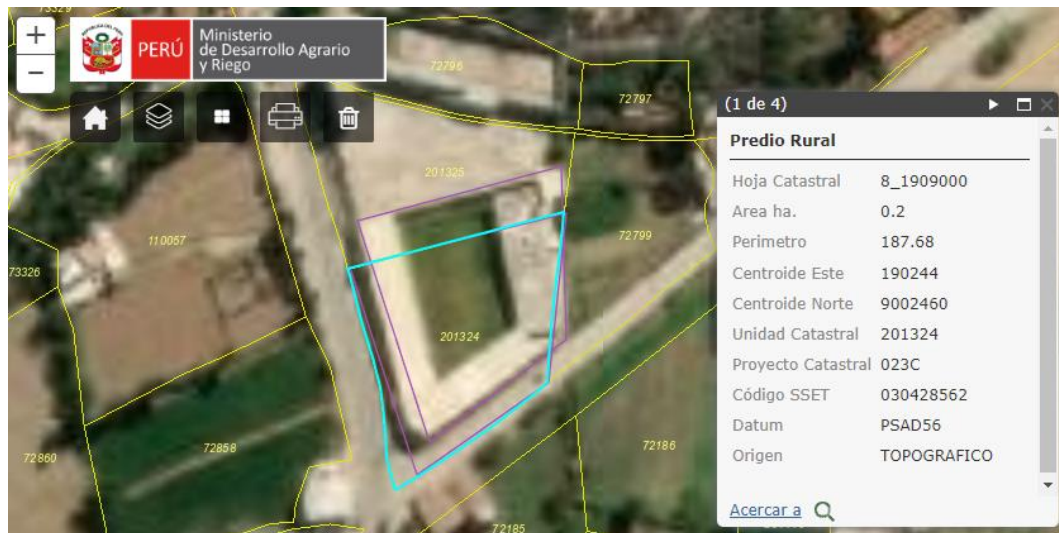


Figura N°3.38: Comparación polígonos según SICAR

Fuente: elaboración propia

### 3.9.3. Posibles Causas del desfase.

Con la finalidad de conocer el origen de la base gráfica de SUNARP, se realizó la revisión de la información correspondiente a los títulos archivados de las partidas, donde se pudo verificar que todas las partidas tienen un origen en común que es la base gráfica de COFOPRI correspondiente al catastro rural de predios del distrito de Caraz, la misma que se encuentra georreferenciada en el sistema de referencia local PASD56, la misma que estuvo basada en la antigua Red Geodésica Nacional, que usaba procedimientos astronómicos, analíticos y satelitales que ya no son compatibles con los niveles de precisión actuales, este sistema de referencia tuvo vigencia desde el año 1957 hasta el año 2006.

ORGANISMO DE FORMALIZACIÓN DE LA PROPIEDAD INFORMAL  
**COFOPRI**

**CERTIFICADO DE INFORMACIÓN CATASTRAL**  
(Predios de Costa y Sierra)

**7300072540**

**TITULAR CATASTRAL:**  
Apellidos y Nombres:  
TRANCA PEREZ, ROSA MARGARITA  
VELASQUEZ ARELLANO, WILLIAM ELMER

**DATOS DEL PREDIO:**  
CUC(\*):  
COD\_REF\_CATASTRAL: 8\_1909000\_201324  
ESCALA DE IMPRESION: 1:500  
ESCALA\_LEVANTAMIENTO: 1:2500  
ÁREA (ha): 0.2000  
PERIMETRO (m): 187.68  
CENTROIDE ESTE: 190244  
CENTROIDE NORTE: 9002460  
DEPARTAMENTO: ANCASH  
PROVINCIA: HUAYLAS  
DISTRITO: CARAZ  
SECTOR: INCA HUAIN  
CASERIO:  
VALLE: CALLEJON DE HUAYLAS  
NOMBRE DEL PREDIO: YURACOTO  
MÉTODO\_LEVANTAMIENTO: TOPOGRAFICO  
MÉTODO\_CÁLCULO\_ÁREA: Cartesiano  
DATUM HORIZONTAL: PSAD56

**FECHA:** 12/09/2014

**PROFESIONAL RESPONSABLE:**  
MAZA QUINONES, ALCIRA NICOLAZA  
ING. ARQUITECTA  
C.I.P. Nº 85056  
C.V. Nº 001717VC/ANCA

**JEFE OFICINA ZONAL:**  
BENIGNO WALTER PALACIOS DE LA ROSA  
Jefe Oficina Zonal Inca Huain, Anca

\*La asignación del código único catastral (CUC) se implementará en coordinación con el sistema nacional integrado de catastro.  
Nota: para su presentación al registro de predios, en los trámites de modificación y/o inmatriculación, se adjunta el archivo digital del predio.  
Se expide el certificado de información catastral en el sistema local geodésico provisional sudamericano 1956 - psad 56, en vista que aún no se cuenta con los parámetros de transformación al sistema world geodetic system - wgs84 a cargo de instituto geográfico nacional - ign (resolución jefatural nº 086-2011-ign/ajagc).

Fuente: cuc.cofopri.gob.pe  
Page 1 of 1

2014-00018820 SIR

Figura N°3.39: Certificado de Información Catastral

Fuente: Título archivado de partida N°11178264

Tal como se muestra en la Figura N°3.39 se realizó la revisión del título archivado correspondiente a la Partida N°11178264 encontrándose que el Certificado de Información Catastral emitido por COFOPRI en el año 2014 a favor de los propietarios, para el posterior trámite de la inscripción registral de su predio en

SUNARP, fue entregado Datum Horizontal PASD56, el mismo caso se detectó en los predios materia de análisis.

Según Resolución Jefatural IGN N°097-2006-IGN/OAJ/DGC emitida por el IGN el año 2006, se constituye como red geodésica horizontal oficial a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), la misma que tiene como base el SIRGAS sustentado en el ITRF 2000 para la época 2000.4 (WGS 84), asimismo en el caso que las entidades generadoras de catastro se encuentran realizando levantamientos geodésicos y topográficos que no tienen como base el Sistema de Referencia Geocéntrico para la Américas (SIRGAS) presentarán su información obligatoria en doble sistema el utilizado por la entidad y el referido a la REGGEN y de manera progresiva convertirán su marco de referencia a lo establecido.

Según Resolución Jefatural IGN N°086-2011-IGN/OAJ/DGC emitida por el IGN del 03 de mayo de 2011 resuelve dar por concluido el período de conversión progresivo finiquitando, por tanto, la vigencia y uso del sistema PSAD56.

Debido a que la información gráfica se encuentra en un sistema de referencia que ya no está vigente (PASD 56), es necesario realizar las transformaciones al sistema actual vigente (WGS84).

Existen métodos de transformación entre sistemas, que varían en precisión de acuerdo con la cantidad de parámetros que se usan en el cálculo. El método de transformación usado en la presente investigación es el método de Molodensky que usa tres parámetros de transformación únicos para cualquier zona, este método es usado por los programas comerciales como el ArcGIS asimismo la SUNARP lo emplea de manera referencial para realizar sus conversiones. Adicionalmente a ello existe el método de transformación de Bursa-Wolfe que emplea siete parámetros de transformación zonales, siendo este el método más preciso para transformación de sistemas de referencia.



### 3.9.4. Análisis de variación de áreas

Para realizar el análisis de la variación de áreas nos vamos a enfocar en las tolerancias catastrales para predios rural de acuerdo con la Directiva N°01-2008 SNCP/CNC “Tolerancias Catastrales Registrales” modificada con la Resolución N°02-2010-SNCP/CNC de SUNARP, las tolerancias catastrales – registrales de los predios rurales dependen del área materia de análisis, en ese sentido de acuerdo a la Tabla N°2.1, como todas las áreas materia de análisis de la presente investigación son menores a 1Ha la tolerancia catastral es de 7.5%.

Tabla N°3.8: Comparación de la variación de áreas respecto a las tolerancias

Partida Registral	Área según Base Gráfica (Ha)	Área según Lev. Fotogramétrico (Ha)	ΔÁrea	Tolerancias
02224282	0.14298	0.1382	3.35%	7.50%
11091353	0.05714	0.0535	6.32%	7.50%
02265042	0.13440	0.1242	7.62%	7.50%
02265115	0.06589	0.0602	8.66%	7.50%
11178264	0.20000	0.2097	4.84%	7.50%
11035260	0.29801	0.3013	1.12%	7.50%
11310497	0.06637	0.0724	9.10%	7.50%
02227252	0.28080	0.2950	5.04%	7.50%
02201823	0.06011	0.0632	5.19%	7.50%
11319512	0.01682	0.0180	7.17%	7.50%
02192257	0.27024	0.2902	7.39%	7.50%
11323663	0.03696	0.0385	4.27%	7.50%
02189206	0.10880	0.1122	3.17%	7.50%
02224268	0.12541	0.1214	3.18%	7.50%
02225868	0.36152	0.3661	1.26%	7.50%
11034678	0.27850	0.2795	0.37%	7.50%
02202056	0.19556	0.2156	10.23%	7.50%
11039018	0.07699	0.0857	11.35%	7.50%
02225785	0.22186	0.2333	5.17%	7.50%
11300195	0.06654	0.0709	6.49%	7.50%

Fuente: elaboración propia

Calculamos el promedio de las variaciones de áreas de total de los predios donde se obtiene un promedio que desfase de 5.6%, en promedio las áreas de estudio no exceden las tolerancias catastrales de 7.5 %.

Sin embargo en cuanto a los predios materia de análisis se pueden verificar que 7 de ellos con Partidas registrales: 02265042, 02265115, 11310497, 11319512, 02192257, 02202056, 11039018, superan las tolerancias catastrales - registrales en ese sentido de acuerdo con la directiva vigente, *“Cuando las mediciones catastrales exceden las tolerancias establecidas en la presente Directiva, deberán ser rectificadas siguiendo los procedimientos de actualización y mantenimiento catastral vigente”*, por lo tanto según SUNARP es necesaria realizar la actualización del catastro.

Tener en consideración que para el caso de predios rurales hay que tener en consideración que los linderos usados para la generación del catastro por lo general son caminos, canales de riego, carreteras u otros predios rurales razón por cual la mayor parte de los propietarios no tienen bien definidos sus linderos, eso sumado a la informalidad de replantear en campo las áreas de manera poco exacta, sin el uso de equipos de precisión sujetos al error humano.

Todo ello ocasiona que en muchos casos las propiedades tengan áreas que no le corresponden en su partida registral, esto conlleva a problemas de afectación de propiedades de terceros ocasionando que algunos propietarios tengan una propiedad de mayor área a lo que indica en su partida y en la contraparte otros propietarios tengan una propiedad menor a lo que indica en su partida registral, estos inconvenientes en el catastro ocasionan problemas cuando se realicen actos inscribibles de las propiedades en registros públicos.



## Capítulo IV: Prueba de hipótesis T-student

Para realizar la prueba de hipótesis t-student, es necesario que las muestras sean de tipo relacionadas. En ese sentido en la presente investigación se calcularon las coordenadas de los centroides, las áreas y los perímetros de 20 predios ubicados en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, departamento de Ancash mediante 2 formas y en dos distintas circunstancias, la primera mediante un levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada por el autor y la segunda proviene de la base gráfica de SUNARP del distrito de Caraz, centro poblado de Chumpe en el año 2021, asimismo el número de la muestra es menor a 30, en ese sentido se puede observar que el análisis estadístico corresponde a una prueba de hipótesis t-student para muestra relacionadas o pareadas.

### 4.1 Hipótesis general

Existe una diferencia significativa entre el levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base grafica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

### 4.2 Prueba de hipótesis T-student para el caso de muestras relacionadas

#### 4.2.1 Muestra materia de análisis

Para el presente estudio de los 20 predios se efectuó el cálculo de las coordenadas Norte del centroide del predio, las coordenadas Este del centroide del predio, las áreas de los predios y los perímetros de los predios correspondientes al levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP.

#### 4.2.2 Normalidad de las muestras

Se menciona que es necesario que las muestras se asemejen a una distribución normal para realizar un uso correcto de la prueba de hipótesis t-student en la investigación, por ello, mediante el empleo de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para muestras menores a 30, el autor se asegura que la muestra no contenga anomalías que puedan perjudicar en la investigación.

#### 4.2.3 Nivel de Significancia( $\alpha$ )

Para efectos de esta investigación se ha determinado usar un valor de 5% de nivel de significancia para la prueba de hipótesis y por ende un valor de 95% de nivel de confianza.

#### 4.3 Prueba de hipótesis t-student para coordenadas norte de los centroides

##### 4.3.1 Datos para realizar la prueba de hipótesis t-student.

Recopilación de datos de las coordenadas Norte de los centroides de los predios en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz levantados en campo mediante levantamiento fotogramétrico y la base gráfica de SUNARP.

Tabla N°4.1: Datos de coordenadas norte

N°	Partida Registral	Coordenadas Norte		$\Delta N$
		Levantamiento Fotogramétrico	Base gráfica SUNARP	
1	02224282	8999563.2250	190080.3227	5.6417
2	11091353	9002643.8748	189946.6001	5.5738
3	02265042	9002252.4240	189956.6619	4.4520
4	02265115	9002714.1702	189920.8070	6.1617
5	11178264	9002096.6620	190026.1373	9.7557
6	11035260	8999849.0223	189959.0997	5.0320
7	11310497	9001632.4782	189914.3375	6.4436
8	02227252	9001843.2999	189914.7998	7.5876
9	02201823	9000998.5517	189829.3184	5.9740
10	11319512	9000068.8403	189893.9440	5.7552
11	02192257	9000013.1828	189860.2173	6.9727
12	11323663	8999448.3684	190084.7185	7.0976
13	02189206	9000364.8542	189829.3297	3.8483
14	02224268	8999460.6809	190121.6089	9.4121
15	02225868	9001891.3823	190021.9087	5.3198
16	11034678	9000574.4509	189807.7521	3.8332
17	02202056	9000765.2513	189810.7300	1.7124
18	11039018	8999192.9100	190238.9558	6.0167
19	02225785	9001463.7408	189867.8562	7.1997
20	11300195	8999258.4297	190215.6382	9.1447

Fuente: elaboración propia

El desfase en las Coordenadas Norte de los centroides de los predios producto de la superposición entre ambas datas genera un desfase promedio de 6.15 m, siendo el máximo desfase en el predio con P.E. N° 11178264 de 9.7557 m y el mínimo desfase en el predio con P.E. N° 02202056 de 1.7124.

#### 4.3.2 Cálculo de prueba de normalidad Shapiro-Wilk de Coordenadas Norte

##### 4.3.2.1. Cálculo manual de la prueba para Levantamiento fotogramétrico

###### a. Formulación de prueba de hipótesis

- Ho: datos se aproximan a la distribución normal

$$H_0: W \geq W_c$$

- H1: datos no se aproximan a la distribución normal

$$H_1: W < W_c$$

###### b. Ordenamos los 20 datos de menor a mayor de la muestra aleatoria $N_i$

$$N_1 < N_2 < \dots < N_{19} < N_{20}$$

###### c. Calculamos la media $\bar{N}$ y el valor de $S^2$

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^{20} N_i}{20} = 9000804.7900$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^{20} (N_i - \bar{N})^2 = 26715854.7855$$

###### d. Calculamos el valor de b

Como  $n=20$  es par, usamos

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (N_{n-i+1} - N_i)$$

Los coeficientes  $a_i$ , se obtienen de la tabla N°4.2, para  $n=20$ , corresponde un total 10 coeficientes, estos son  $a_1 = 0.4734$ ,  $a_2 = 0.3211$ ,  $a_3 = 0.2565$ ,  $a_4 = 0.2085$ ,  $a_5 = 0.1686$ ,  $a_6 = 0.1334$ ,  $a_7 = 0.1013$ ,  $a_8 = 0.0711$ ,  $a_9 = 0.0422$ ,  $a_{10} = 0.0140$ .

Tabla N°4.2: Coeficientes  $a_i$  para el contraste de Shapiro-Wilks.

$\begin{matrix} n \\ i \end{matrix}$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.5601	0.5475	0.5359	0.5251	0.515	0.5056	0.4968	0.4886	0.4808	0.4734
2	0.3315	0.3325	0.3325	0.3318	0.3306	0.329	0.3273	0.3253	0.3232	0.3211
3	0.226	0.2347	0.2412	0.2495	0.2495	0.2521	0.254	0.2553	0.2561	0.2565
4	0.1429	0.1586	0.1707	0.1802	0.1878	0.1988	0.1988	0.2027	0.2059	0.2085
5	0.0695	0.0922	0.1099	0.124	0.1353	0.1447	0.1524	0.1587	0.1641	0.1686
6	0	0.0303	0.0539	0.0727	0.088	0.1005	0.1109	0.1197	0.1271	0.1334
7			0	0.024	0.0433	0.0593	0.0725	0.0837	0.0932	0.1013

$\begin{matrix} n \\ i \end{matrix}$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
8					0	0.0196	0.0359	0.0496	0.0612	0.0711
9							0	0.0163	0.0303	0.0422
10									0	0.014

Fuente: Obtenido de [http://dm.udc.es/profesores/ricardo/Archivos/tablas\\_estadisticas.pdf](http://dm.udc.es/profesores/ricardo/Archivos/tablas_estadisticas.pdf)

Tabla N°4.3: Datos de coordenadas norte según fotogrametría

N°	Partida Registral	Levantamiento Fotogramétrico (Coord. Norte)	Orden de menor a mayor (Coord. Norte)	$(N_i - \bar{N})^2$	coeficiente $a_i$	$(N_{n-i+1} - N_i)$	$a_i (N_{n-i+1} - N_i)$
1	02224282	8999563.2250	8999192.9100	2598157.0860	0.4734	3521.2602	1666.9646
2	11091353	9002643.8748	8999258.4297	2391230.1310	0.3211	3385.4451	1087.0664
3	02265042	9002252.4240	8999448.3684	1839879.5163	0.2565	2804.0556	719.2403
4	02265115	9002714.1702	8999460.6809	1806629.2324	0.2085	2635.9811	549.6021
5	11178264	9002096.6620	8999563.2250	1541483.6120	0.1686	2328.1573	392.5273
6	11035260	8999849.0223	8999849.0223	913491.8677	0.1334	1994.2776	266.0366
7	11310497	9001632.4782	9000013.1828	626641.9353	0.1013	1619.2954	164.0346
8	02227252	9001843.2999	9000068.8403	541621.9389	0.0711	1394.9005	99.1774
9	02201823	9000998.5517	9000364.8542	193543.4949	0.0422	633.6975	26.7420
10	11319512	9000068.8403	9000574.4509	53056.0941	0.0140	190.8004	2.6712
11	02192257	9000013.1828	9000765.2513	1563.3076			
12	11323663	8999448.3684	9000998.5517	37543.6022			
13	02189206	9000364.8542	9001463.7408	434216.1766			
14	02224268	8999460.6809	9001632.4782	685067.7813			
15	02225868	9001891.3823	9001843.2999	1078502.8436			
16	11034678	9000574.4509	9001891.3823	1180682.8590			
17	02202056	9000765.2513	9002096.6620	1668933.3031			
18	11039018	8999192.9100	9002252.4240	2095644.2414			
19	02225785	9001463.7408	9002643.8748	3382232.9568			
20	11300195	8999258.4297	9002714.1702	3645732.8054			

Fuente: elaboración propia

Entonces reemplazando en la fórmula tenemos:

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (N_{n-i+1} - N_i) = 4974.0626$$

e. Calculamos el valor W

$$W = \frac{b^2}{s^2} = 0.9261$$

Tabla N°4.4: Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilk

$\alpha$ n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987
16	0.844	0.863	0.887	0.906	0.952	0.976	0.981	0.985	0.987
17	0.851	0.869	0.892	0.910	0.954	0.977	0.981	0.985	0.987
18	0.858	0.874	0.897	0.914	0.956	0.978	0.982	0.986	0.988
19	0.863	0.879	0.901	0.917	0.957	0.978	0.982	0.986	0.988
20	0.868	0.884	0.905	0.920	0.959	0.979	0.983	0.986	0.988

Fuente: Obtenido de [http://dm.udc.es/profesores/ricardo/Archivos/tablas\\_estadisticas.pdf](http://dm.udc.es/profesores/ricardo/Archivos/tablas_estadisticas.pdf)

De la tabla N° 4.4 interceptando el valor de  $n=20$  y  $\alpha=5\%$ , escogido se obtiene el valor  $W_c=0.905$

f. Decisión estadística de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Procedemos a comparar el valor de  $W$  con el valor de  $W_c$  así tenemos que  $0.9261 > 0.905$ , entonces se acepta  $H_0$ , por lo tanto, los datos de la muestra de las coordenadas Norte de los centroides correspondientes a los predios del levantamiento fotogramétrico se ajustan a una distribución normal.

#### 4.3.2.2. Cálculo manual de la prueba para Base gráfica SUNARP

a. Formulación de prueba de hipótesis

- $H_0$ : datos se aproximan a la distribución normal

$H_0: W \geq W_c$

- $H_1$ : datos no se aproximan a la distribución normal

$$H1: W < W_c$$

b. Ordenamos los 20 datos de menor a mayor de la muestra aleatoria  $N_i$

$$N_1 < N_2 < \dots < N_{19} < N_{20}$$

c. Calculamos la media  $\bar{N}$  y el valor de  $S^2$

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^{20} N_i}{20} = 9000798.6433$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^{20} (N_i - \bar{N})^2 = 26724670.5697$$

d. Calculamos el valor de b

Como  $n=20$  es par, usamos

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (N_{n-i+1} - N_i)$$

Los coeficientes  $a_i$ , se obtienen de la tabla N°4.2, para  $n=20$ , corresponde un total 10 coeficientes, estos son  $a_1 = 0.4734$ ,  $a_2 = 0.3211$ ,  $a_3 = 0.2565$ ,  $a_4 = 0.2085$ ,  $a_5 = 0.1686$ ,  $a_6 = 0.1334$ ,  $a_7 = 0.1013$ ,  $a_8 = 0.0711$ ,  $a_9 = 0.0422$ ,  $a_{10} = 0.0140$ .

Tabla N°4.5: Datos de coordenadas norte según SUNARP

N°	Partida Registral	Base Grafica Sunarp (Coord. Norte)	Orden de menor a mayor (Coord. Norte)	$(N_i - \bar{N})^2$	coeficiente $a_i$	$(N_{n-i+1} - N_i)$	$a_i (N_{n-i+1} - N_i)$
1	02224282	8999557.5833	8999186.8933	2597737.9336	0.4734	3521.1152	1666.8959
2	11091353	9002638.3010	8999249.2850	2400511.0178	0.3211	3389.0160	1088.2130
3	02265042	9002247.9720	8999441.2708	1842459.9952	0.2565	2806.7012	719.9189
4	02265115	9002708.0085	8999451.2688	1815417.9355	0.2085	2635.6375	549.5304
5	11178264	9002086.9063	8999557.5833	1540229.8243	0.1686	2328.4792	392.5816
6	11035260	8999843.9903	8999843.9903	911362.2740	0.1334	1991.7220	265.6957
7	11310497	9001626.0346	9000006.2101	627950.3131	0.1013	1619.8245	164.0882
8	02227252	9001835.7123	9000063.0851	541045.8067	0.0711	1393.4560	99.0747
9	02201823	9000992.5777	9000361.0059	191526.4589	0.0422	631.5718	26.6523
10	11319512	9000063.0851	9000570.6177	51995.6560	0.0140	192.9212	2.7009
11	02192257	9000006.2101	9000763.5389	1232.3161	0.4734	3521.1152	1666.8959
12	11323663	8999441.2708	9000992.5777	37610.5670			
13	02189206	9000361.0059	9001456.5411	432829.5679			
14	02224268	8999451.2688	9001626.0346	684576.4295			
15	02225868	9001886.0625	9001835.7123	1075512.1937			
16	11034678	9000570.6177	9001886.0625	1182480.6035			
17	02202056	9000763.5389	9002086.9063	1659621.6602			

N°	Partida Registral	Base Grafica Sunarp (Coord. Norte)	Orden de menor a mayor (Coord. Norte)	$(N_i - \bar{N})^2$	coeficiente $a_i$	$(N_{n-i+1} - N_i)$	$a_i (N_{n-i+1} - N_i)$
18	11039018	8999186.8933	9002247.9720	2100553.7966			
19	02225785	9001456.5411	9002638.3010	3384340.6003			
20	11300195	8999249.2850	9002708.0085	3645675.6197			

Fuente: elaboración propia

Entonces reemplazando en la fórmula tenemos:

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (N_{n-i+1} - N_i) = 4975.3517$$

e. Calculamos el valor W

$$W = \frac{b^2}{s^2} = 0.9263$$

De la tabla N° 4.4 interceptando el valor de n=20 y  $\alpha=5\%$ , escogido se obtiene el valor  $W_c=0.905$

f. Decisión estadística de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Procedemos a comparar el valor de W con el valor de  $W_c$  así tenemos que  $0.9263 > 0.905$ , entonces se acepta  $H_0$ , por lo tanto, los datos de la muestra de las coordenadas Norte de los centroides correspondientes a los predios del levantamiento fotogramétrico se ajustan a una distribución normal.

#### 4.3.2.3. Cálculo con programa SPSS de prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Con la finalidad de corroborar los cálculos efectuados manualmente de las coordenadas norte, se procedió a realizar los cálculos mediante el programa SPSS.

Tabla N°4.6: Cálculos estadísticos con programa SPSS para las coordenadas norte

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Coordenadas Norte Lev. Fotogramétrico	.133	20	.200 <sup>*</sup>	.9262	20	.130
Coordenadas Norte Base Gráfica SUNARP	.132	20	.200 <sup>*</sup>	.9264	20	.131

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

Para los datos correspondientes a las coordenadas norte del levantamiento fotogramétrico, el valor del estadístico de Shapiro-Wilk  $W=0.9262$  obtenido mediante el programa SPSS, corresponde a un valor similar al obtenido manualmente, asimismo el valor  $p$  asociado a la probabilidad del estadístico tiene un valor de  $p=0.130$ , teniendo en cuenta que la hipótesis planteada  $H_0$  tiene un nivel de significancia de 0.05, siendo  $p=0.130 > 0.05$  entonces la hipótesis nula cae en la región de aceptación, en sentido se puede afirmar que la muestra se comporta de acuerdo con una distribución normal

Para los datos correspondientes a las coordenadas norte de Sunarp, el valor del estadístico de Shapiro-Wilk  $W=0.9264$ , corresponde a un valor similar al obtenido manualmente, asimismo el valor  $p$  asociado a la probabilidad del estadístico tiene un valor de  $p=0.131$ , teniendo en cuenta que la hipótesis planteado  $H_0$  tiene un nivel de significancia de 0.05, siendo  $p=0.131 > 0.05$  entonces la hipótesis nula cae en la región de aceptación, en sentido se puede afirmar que la muestra se comporta de acuerdo con una distribución normal

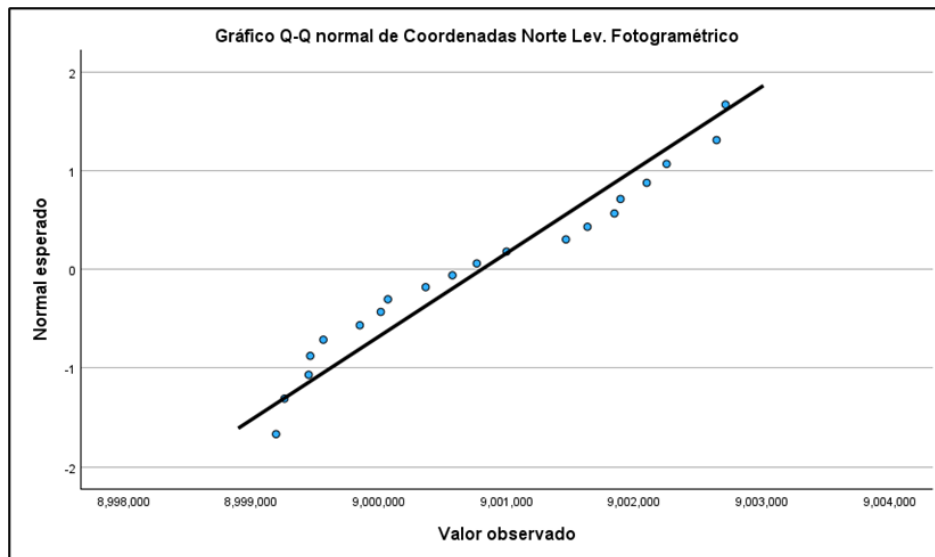


Figura N°4.1: Gráfico Q-Q normal para las coordenadas norte según Lev. Fotogramétrico

Fuente: elaboración propia



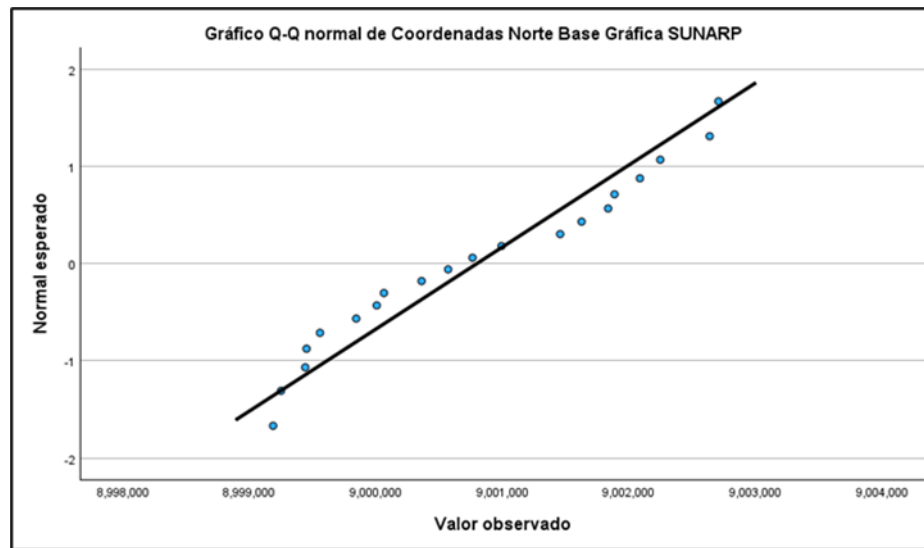


Figura N°4.2: Gráfico Q-Q de normalidad para las coordenadas norte según Sunarp

Fuente: elaboración propia

Los gráficos Q-Q nos muestran el comportamiento de los datos de una muestra respecto a una distribución normal, que se obtienen de plotear los cuantiles teóricos de una tabla de distribución normal en el eje de las ordenadas y los valores de ordenados de los datos de la muestra en el eje de las abscisas, adicionalmente a ello se grafica la línea de tendencia de los datos mediante una regresión lineal. Cuanto más próximos los valores se aproximan a la línea recta se puede afirmar que la muestra se aproxima a una distribución normal.

En ese sentido de acuerdo con las figuras 4.1 y 4.2 se aprecia que los datos de las coordenadas norte con sus respectivos cuantiles teóricos se aproximan a la línea de tendencia del gráfico, por lo tanto, se comprueba que los datos de las coordenadas norte se asemejan a una distribución normal.

#### 4.3.3. Formulación de Hipótesis en las coordenadas Norte

$H_0$ : No existe una diferencia significativa entre las coordenadas Norte del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

H1: Existe una diferencia significativa entre las coordenadas Norte del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

#### 4.3.4. Cálculo manual de prueba de hipótesis en las coordenadas Norte

Se procede a realizar la prueba de hipótesis t-student de forma manual siguiendo los siguientes pasos:

Cálculo del promedio de las diferencias entre las coordenadas Norte del levantamiento fotogramétrico y las coordenadas Norte de la base gráfica SUNARP correspondiente al centroide de cada predio.

$$\overline{\Delta N} = \frac{\sum_{i=1}^{20} (N_{\text{FOTOGRAFÉTRICO}} - N_{\text{SUNARP}})}{20} = 6.1467$$

Tabla N°4.7: Cálculos para prueba de hipótesis de coordenadas norte

N°	Partida Registral	Coordenadas Norte		( $\Delta N$ )	( $\Delta N - \overline{\Delta N}$ ) <sup>2</sup>
		Levantamiento Fotogramétrico	Base Gráfica SUNARP		
1	02224282	8999563.2250	8999557.5833	5.6417	0.2551
2	11091353	9002643.8748	9002638.3010	5.5738	0.3282
3	02265042	9002252.4240	9002247.9720	4.4520	2.8721
4	02265115	9002714.1702	9002708.0085	6.1617	0.0002
5	11178264	9002096.6620	9002086.9063	9.7557	13.0247
6	11035260	8999849.0223	8999843.9903	5.0320	1.2426
7	11310497	9001632.4782	9001626.0346	6.4436	0.0881
8	02227252	9001843.2999	9001835.7123	7.5876	2.0761
9	02201823	9000998.5517	9000992.5777	5.9740	0.0298
10	11319512	9000068.8403	9000063.0851	5.7552	0.1533
11	02192257	9000013.1828	9000006.2101	6.9727	0.6822
12	11323663	8999448.3684	8999441.2708	7.0976	0.9042
13	02189206	9000364.8542	9000361.0059	3.8483	5.2828
14	02224268	8999460.6809	8999451.2688	9.4121	10.6627
15	02225868	9001891.3823	9001886.0625	5.3198	0.6838
16	11034678	9000574.4509	9000570.6177	3.8332	5.3524
17	02202056	9000765.2513	9000763.5389	1.7124	19.6632
18	11039018	8999192.9100	8999186.8933	6.0167	0.0169
19	02225785	9001463.7408	9001456.5411	7.1997	1.1088

N°	Partida Registral	Coordenadas Norte		$(\Delta N)$	$(\Delta N - \overline{\Delta N})^2$
		Levantamiento Fotogramétrico	Base Gráfica SUNARP		
20	11300195	8999258.4297	8999249.2850	9.1447	8.9879

Fuente: elaboración propia

Cálculo de la desviación estándar de la diferencia entre las coordenadas norte de cada data analizada, mediante la siguiente fórmula.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta N - \overline{\Delta N})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{20} (\Delta N - \overline{\Delta N})^2}{19}} = 1.9657$$

Cálculo del parámetro t mediante la siguiente formula:

$$t = \frac{\overline{\Delta N}}{Sd/\sqrt{n}} = 13.9844$$

Cálculo del valor crítico  $t_{(1-\frac{\alpha}{2})(n-1)}$

Tabla N°4.8: Cálculos para prueba de hipótesis

n/α	0.60	0.70	0.80	0.90	0.95	0.975	0.990	0.995
15	0.2579	0.5357	0.8662	1.3406	1.7531	2.1314	2.6025	2.9467
16	0.2576	0.5350	0.8647	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9908
17	0.2573	0.5344	0.8633	1.3334	1.7396	2.1198	2.5669	2.8982
18	0.2571	0.5338	0.8620	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.2569	0.5333	0.8610	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.2567	0.5329	0.8600	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.2566	0.5325	0.8591	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.2564	0.5321	0.8583	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.2563	0.5317	0.8575	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.2562	0.5314	0.8569	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7969

Fuente: elaboración propia

Para  $\alpha=0.05$  y  $n=20$  de la tabla N° 4.7 se tiene:

$$t_{(1-\frac{\alpha}{2})(n-1)} = t_{(0.975)(19)} = 2.0930$$

Comparación entre t calculado y  $t_{(0.975)(19)}$

Si  $t > t_{(0.975)(19)}$  rechazamos la hipótesis nula

De lo calculado tenemos que  $t = 13.9844$  es mayor que  $t_{(0.975)(19)} = 2.0930$

- Decisión estadística de la prueba de hipótesis t-student

Debido a que t es mayor que  $t_{(0.975)(19)}$  rechazamos  $H_0$  y aceptamos  $H_1$ , en tal sentido procedemos a afirmar que: Existe una diferencia significativa entre las coordenadas Norte del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

#### 4.3.5. Prueba de hipótesis de coordenadas Norte con programa SPSS v25.

Realizamos el análisis de los datos correspondientes a las coordenadas Norte como muestras emparejadas o relacionadas.

Tabla N°4.9: Cálculos estadísticos de muestras relacionadas coordenadas Norte

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Coordenadas Norte Lev. Fotogramétrico	9000804,790	20	1185,789872	265,1506761
	Coordenadas Norte Base Gráfica SUNARP	9000798,643	20	1185,985501	265,1944201

Fuente: elaboración propia

Tabla N°4.10: Prueba de hipótesis t-student para coordenadas Norte

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Coordenadas Norte Lev. Fotogramétrico - Coordenadas Norte Base Gráfica SUNARP	6,1467250	1,9656938	,4395425	5,2267520	7,0666980	13,984	19	,000

Fuente: elaboración propia

De los cálculos efectuados por el programa como se aprecia en la Tabla N°4.9 la Sig. (bilateral) corresponde 0.000 siendo este valor mucho menor a la significancia escogida para la presente investigación de  $\alpha=0.05$ .

Como Sig. (bilateral) = 0.000 < 0.05, entonces procedemos con el rechazo de la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$ , por lo tanto: Existe una diferencia significativa entre las coordenadas Norte del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

#### 4.4. Prueba de hipótesis T-student para coordenadas este de los centroides

##### 4.4.1. Datos para realizar la prueba de hipótesis t-student.

Recopilación de datos de las coordenadas Este de los centroides de los predios en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz levantados en campo mediante levantamiento fotogramétrico y la base gráfica de SUNARP.

Tabla N°4.11: Datos de coordenadas Este

N°	Partida Registral	Coordenadas Este		$\Delta E$
		Levantamiento Fotogramétrico	Base gráfica SUNARP	
1	02224282	190080.3227	190078.6999	1.6228
2	11091353	189946.6001	189940.3001	6.3000
3	02265042	189956.6619	189954.7861	1.8758
4	02265115	189920.8070	189918.0089	2.7981
5	11178264	190026.1373	190023.5256	2.6117
6	11035260	189959.0997	189956.2234	2.8763
7	11310497	189914.3375	189910.8531	3.4844
8	02227252	189914.7998	189913.4529	1.3469
9	02201823	189829.3184	189828.9243	0.3941
10	11319512	189893.9440	189892.9951	0.9489
11	02192257	189860.2173	189857.9859	2.2314
12	11323663	190084.7185	190083.3155	1.4030
13	02189206	189829.3297	189826.5180	2.8117
14	02224268	190121.6089	190121.0187	0.5902
15	02225868	190021.9087	190021.6293	0.2794
16	11034678	189807.7521	189807.0145	0.7376

17	02202056	189810.7300	189809.3605	1.3695
18	11039018	190238.9558	190237.8179	1.1379
19	02225785	189867.8562	189865.0295	2.8267
20	11300195	190215.6382	190210.3802	5.2580

Fuente: elaboración propia

El desfase en las Coordenadas Este producto de la superposición entre ambas datas genera un desfase promedio de 2.15 m, siendo el máximo desfase en el predio con P.E. N° 11091353 de 6.30 m y el mínimo desfase en el predio con P.E. N° 02225868 de 0.28 m.

#### 4.4.2. Cálculo de prueba de normalidad Shapiro-Wilk de Coordenadas Este

##### 4.4.2.1. Cálculo manual de la prueba para Levantamiento Fotogramétrico

###### a. Formulación de prueba de hipótesis

- Ho: datos se aproximan a la distribución normal

$$H_0: W \geq W_c$$

- H1: datos no se aproximan a la distribución normal

$$H_1: W < W_c$$

###### b. Ordenamos los 20 datos de menor a mayor de la muestra aleatoria $E_i$

$$E_1 < E_2 < \dots < E_{19} < E_{20}$$

###### c. Calculamos la media $\bar{E}$ y el valor de $S^2$

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^{20} E_i}{20} = 189965.0372$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^{20} (E_i - \bar{E})^2 = 315295.8346$$

###### d. Calculamos el valor de b

Como  $n=20$  es par, usamos

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (E_{n-i+1} - E_i)$$

Los coeficientes  $a_i$ , se obtienen de la tabla N°4.2, para  $n=20$ , corresponde un total 10 coeficientes, los cuales  $a_1 = 0.4734$ ,  $a_2 = 0.3211$ ,  $a_3 = 0.2565$ ,  $a_4 = 0.2085$ ,  $a_5 = 0.1686$ ,  $a_6 = 0.1334$ ,  $a_7 = 0.1013$ ,  $a_8 = 0.0711$ ,  $a_9 = 0.0422$ ,  $a_{10} = 0.0140$ .

Tabla N°4.12: Datos de coordenadas este según fotogrametría

N°	Partida Registral	Levantamiento Fotogramétrico (Coord. Este)	Orden de menor a mayor (Coord. Este)	$(E_i - \bar{E})^2$	coeficiente $a_i$	$(E_{n-i+1} - E_i)$	$a_i (E_{n-i+1} - E_i)$
1	02224282	190080.3227	189807.7521	24738.5995	0.4734	431.2037	204.1318
2	11091353	189946.6001	189810.7300	23810.7089	0.3211	404.9082	130.0160
3	02265042	189956.6619	189829.3184	18419.5900	0.2565	292.2905	74.9725
4	02265115	189920.8070	189829.3297	18416.5228	0.2085	255.3888	53.2486
5	11178264	190026.1373	189860.2173	10987.2093	0.1686	220.1054	37.1098
6	11035260	189959.0997	189867.8562	9444.1448	0.1334	158.2811	21.1147
7	11310497	189914.3375	189893.9440	5054.2417	0.1013	127.9647	12.9628
8	02227252	189914.7998	189914.3375	2570.4586	0.0711	44.7622	3.1826
9	02201823	189829.3184	189914.7998	2523.7954	0.0422	41.8621	1.7666
10	11319512	189893.9440	189920.8070	1956.3097	0.0140	25.7931	0.3611
11	02192257	189860.2173	189946.6001	339.9263			
12	11323663	190084.7185	189956.6619	70.1455			
13	02189206	189829.3297	189959.0997	35.2538			
14	02224268	190121.6089	190021.9087	3234.3686			
15	02225868	190021.9087	190026.1373	3733.2234			
16	11034678	189807.7521	190080.3227	13290.7488			
17	02202056	189810.7300	190084.7185	14323.6160			
18	11039018	190238.9558	190121.6089	24514.7004			
19	02225785	189867.8562	190215.6382	62800.8662			
20	11300195	190215.6382	190238.9558	75031.4049			

Fuente: elaboración propia

Entonces reemplazando en la fórmula tenemos:

$$b = \sum_{i=1}^n a_{n-i+1} (E_{n-i+1} - E_i) = 538.8665$$

e. Calculamos el valor W

$$W = \frac{b^2}{s^2} = 0.921$$

De la tabla N° 4.4 interceptando el valor de n=20 y  $\alpha=5\%$ , escogido se obtiene el valor

$$W_c = 0.905$$

f. Decisión estadística de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Procedemos a comparar el valor de  $W$  con el valor de  $W_c$  así tenemos que  $0.921 > 0.905$ , entonces se acepta  $H_0$ , por lo tanto, los datos de la muestra de las coordenadas Este de los centroides correspondiente a los predios del levantamiento fotogramétrico se ajustan a una distribución normal.

#### 4.4.2.2. Cálculo manual de la prueba para Base gráfica Sunarp

##### a. Formulación de prueba de hipótesis

- $H_0$ : datos se aproximan a la distribución normal

$$H_0: W \geq W_c$$

- $H_1$ : datos no se aproximan a la distribución normal

$$H_1: W < W_c$$

##### b. Ordenamos los 20 datos de menor a mayor de la muestra aleatoria $E_i$

$$E_1 < E_2 < \dots < E_{19} < E_{20}$$

##### c. Calculamos la media $\bar{E}$ y el valor de $S^2$

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^{20} E_i}{20} = 189962.8920$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^{20} (E_i - \bar{E})^2 = 314548.7043$$

##### d. Calculamos el valor de $b$

Como  $n=20$  es par, usamos

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (E_{n-i+1} - E_i)$$

Los coeficientes  $a_i$ , se obtienen de la tabla N°4.2, para  $n=20$ , corresponde un total 10 coeficientes, los cuales  $a_1 = 0.4734$ ,  $a_2 = 0.3211$ ,  $a_3 = 0.2565$ ,  $a_4 = 0.2085$ ,  $a_5 = 0.1686$ ,  $a_6 = 0.1334$ ,  $a_7 = 0.1013$ ,  $a_8 = 0.0711$ ,  $a_9 = 0.0422$ ,  $a_{10} = 0.0140$ .

Tabla N°4.13: Datos de coordenadas este según SUNARP

N°	Partida Registral	Base Grafica Sunarp (Coord. Este)	Orden de menor a mayor (Coord. Este)	$(E_i - \bar{E})^2$	coeficiente $a_i$	$(E_{n-i+1} - E_i)$	$a_i (E_{n-i+1} - E_i)$
1	02224282	190078.6999	189807.0145	24297.7857	0.4734	430.8034	203.9423
2	11091353	189940.3001	189809.3605	23571.9123	0.3211	401.0197	128.7674
3	02265042	189954.7861	189826.5180	18597.8597	0.2565	294.5007	75.5394
4	02265115	189918.0089	189828.9243	17947.3366	0.2085	254.3912	53.0406



N°	Partida Registral	Base Grafica Sunarp (Coord. Este)	Orden de menor a mayor (Coord. Este)	$(E_i - \bar{E})^2$	coeficiente $a_i$	$(E_{n-i+1} - E_i)$	$a_i (E_{n-i+1} - E_i)$
5	11178264	190023.5256	189857.9859	11005.2835	0.1686	220.7140	37.2124
6	11035260	189956.2234	189865.0295	9577.0630	0.1334	158.4961	21.1434
7	11310497	189910.8531	189892.9951	4885.5724	0.1013	128.6342	13.0306
8	02227252	189913.4529	189910.8531	2708.0440	0.0711	45.3703	3.2258
9	02201823	189828.9243	189913.4529	2444.2216	0.0422	41.3332	1.7443
10	11319512	189892.9951	189918.0089	2014.4900	0.0140	22.2912	0.3121
11	02192257	189857.9859	189940.3001	510.3926			
12	11323663	190083.3155	189954.7861	65.7051			
13	02189206	189826.5180	189956.2234	44.4698			
14	02224268	190121.0187	190021.6293	3450.0739			
15	02225868	190021.6293	190023.5256	3676.4371			
16	11034678	189807.0145	190078.6999	13411.4767			
17	02202056	189809.3605	190083.3155	14501.8266			
18	11039018	190237.8179	190121.0187	25004.0627			
19	02225785	189865.0295	190210.3802	61250.4240			
20	11300195	190210.3802	190237.8179	75584.2670			

Fuente: elaboración propia

Entonces reemplazando en la fórmula tenemos:

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (E_{n-i+1} - E_i) = 537.9583$$

e. Calculamos el valor W

$$W = \frac{b^2}{s^2} = 0.920$$

De la tabla N° 4.4 interceptando el valor de n=20 y  $\alpha=5\%$ , escogido se obtiene el valor  $W_c=0.905$

f. Decisión estadística de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Procedemos a comparar el valor de  $W=0.920$  con el valor de  $W_c$  así tenemos que  $0.920 > 0.905$ , entonces se acepta  $H_0$ , por lo tanto, los datos de la muestra de las coordenadas Este de los centroides correspondientes a los predios de la base gráfica se ajustan a una distribución normal.

#### 4.4.2.3. Cálculo con programa SPSS de prueba de normalidad Shapiro-Wik

Con la finalidad de corroborar los cálculos efectuados manualmente de las coordenadas este, se procedió a realizar los cálculos mediante el programa SPSS.

Tabla N°4.14: Cálculos estadísticos con programa SPSS para las coordenadas este

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Coordenadas Este Lev. Fotogramétrico	.168	20	.139	.921	20	.104
Coordenadas Este Base Gráfica SUNARP	.171	20	.129	.920	20	.100

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

Para los datos correspondientes a las coordenadas este del levantamiento fotogramétrico, el valor del estadístico de Shapiro-Wilk  $W=0.921$  obtenido mediante el programa SPSS, corresponde a un valor similar al valor obtenido manualmente, asimismo el valor  $p$  asociado a la probabilidad del estadístico tiene un valor de  $p=0.104$ ; teniendo en cuenta que la hipótesis planteada  $H_0$  tiene un nivel de significancia de 0.05, siendo  $p=0.104 > 0.05$  entonces hipótesis nula cae en la región de aceptación, en sentido se puede afirmar que la muestra se comporta de acuerdo con una distribución normal

Para los datos correspondientes a las coordenadas este de Sunarp, el valor del estadístico de Shapiro-Wilk  $W=0.920$  obtenido mediante el programa SPSS, corresponde a un valor similar al valor obtenido manualmente, asimismo el valor  $p$  asociado a la probabilidad del estadístico tiene un valor de  $p=0.402$ ; teniendo en cuenta que la hipótesis planteada  $H_0$  tiene un nivel de significancia de 0.05, siendo  $p=0.100 > 0.05$  entonces hipótesis nula cae en la región de aceptación, en sentido se puede afirmar que la muestra se comporta de acuerdo con una distribución normal.

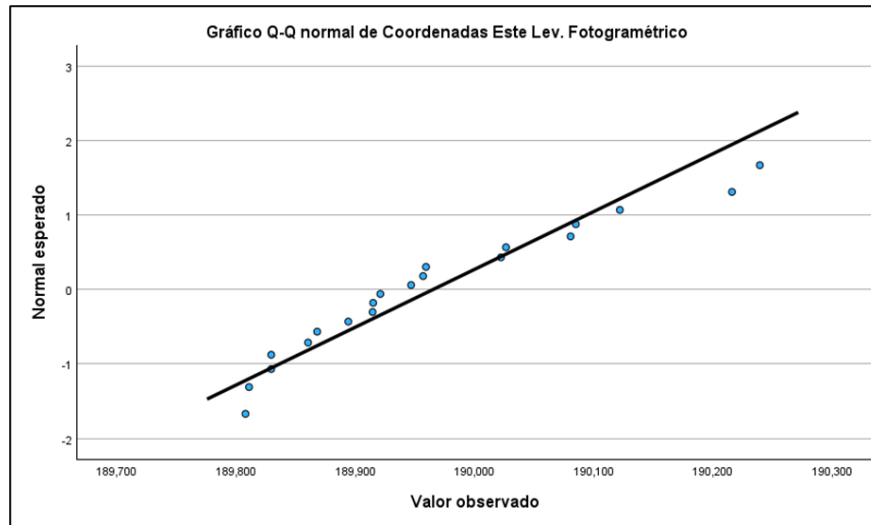


Figura N°4.3:Gráfico Q-Q de normalidad para las coordenadas este fotogramétricas

Fuente: elaboración propia

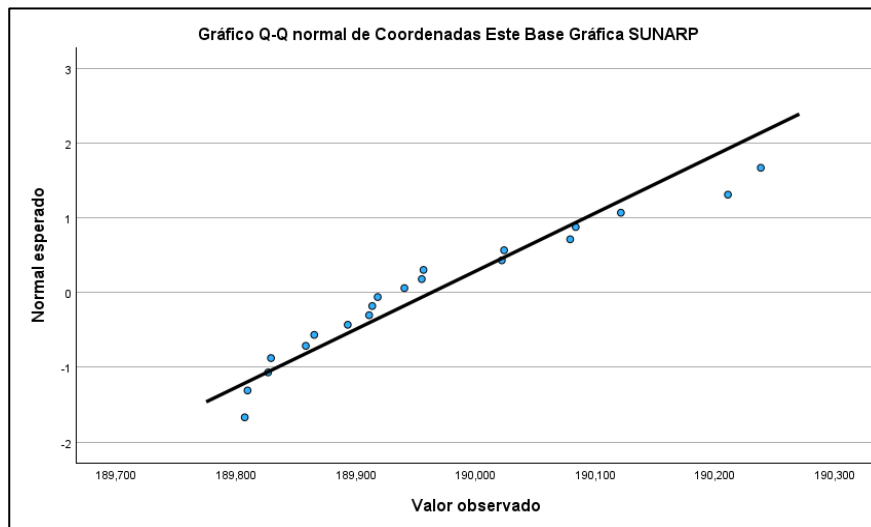


Figura N°4.4:Gráfico Q-Q de normalidad para las coordenadas este según SUNARP

Fuente: Elaboración propia

En ese sentido de acuerdo con las figuras 4.3 y 4.4 se aprecia que los datos de las coordenadas este con sus respectivos cuantiles teóricos se aproximan a la línea de tendencia del gráfico, por lo tanto, se comprueba que los datos de las coordenadas este se asemejan a una distribución normal.

#### 4.4.3. Formulación de Hipótesis en las coordenadas Este

Ho: No existe una diferencia significativa entre las coordenadas Este del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

H1: Existe diferencia significativa entre las coordenadas Este del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

#### 4.4.4. Cálculo manual de prueba de hipótesis en las coordenadas Este

Se procede a realizar la prueba de hipótesis t-student de forma manual siguiendo los siguientes pasos:

Cálculo del promedio de las diferencias entre las coordenadas Este del levantamiento fotogramétrico y las coordenadas Este de la base gráfica SUNARP correspondiente al centroide de cada predio.

$$\overline{\Delta E} = \frac{\sum_{i=1}^{20} (E_{\text{FOTOGRAFÉTRICO}} - E_{\text{SUNARP}})}{20} = 2.1452$$

Tabla N°4.15: Cálculos para prueba de hipótesis de coordenadas este

N°	Partida Registral	Coordenadas Este		(ΔE)	(ΔE - $\overline{\Delta E}$ ) <sup>2</sup>
		Levantamiento Fotogramétrico	Base Gráfica SUNARP		
1	02224282	190080.3227	190078.6999	1.6228	0.2729
2	11091353	189946.6001	189940.3001	6.3000	17.2622
3	02265042	189956.6619	189954.7861	1.8758	0.0726
4	02265115	189920.8070	189918.0089	2.7981	0.4263
5	11178264	190026.1373	190023.5256	2.6117	0.2176
6	11035260	189959.0997	189956.2234	2.8763	0.5345
7	11310497	189914.3375	189910.8531	3.4844	1.7934
8	02227252	189914.7998	189913.4529	1.3469	0.6373
9	02201823	189829.3184	189828.9243	0.3941	3.0664
10	11319512	189893.9440	189892.9951	0.9489	1.4312
11	02192257	189860.2173	189857.9859	2.2314	0.0074
12	11323663	190084.7185	190083.3155	1.4030	0.5509

N°	Partida Registral	Coordenadas Este		$(\Delta E)$	$(\Delta E - \overline{\Delta E})^2$
		Levantamiento Fotogramétrico	Base Gráfica SUNARP		
13	02189206	189829.3297	189826.5180	2.8117	0.4442
14	02224268	190121.6089	190121.0187	0.5902	2.4181
15	02225868	190021.9087	190021.6293	0.2794	3.4813
16	11034678	189807.7521	189807.0145	0.7376	1.9814
17	02202056	189810.7300	189809.3605	1.3695	0.6017
18	11039018	190238.9558	190237.8179	1.1379	1.0147
19	02225785	189867.8562	189865.0295	2.8267	0.4644
20	11300195	190215.6382	190210.3802	5.2580	9.6894

Fuente: elaboración propia

Cálculo de la desviación estándar de la diferencia entre las coordenadas este de cada data analizada, mediante la siguiente fórmula.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{20} (\Delta N - \overline{\Delta N})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{20} (\Delta N - \overline{\Delta N})^2}{19}} = 1.5622$$

Cálculo del parámetro t mediante la siguiente formula:

$$t = \frac{\overline{\Delta N}}{Sd/\sqrt{n}} = 6.1412$$

Cálculo del valor crítico  $t_{(1-\frac{\alpha}{2})(n-1)}$

Para  $\alpha=0.05$  y  $n=20$  de la tabla N°4.7 se tiene:

$$t_{(1-\frac{\alpha}{2})(n-1)} = t_{(0.975)(19)} = 2.093$$

Comparación entre t calculado y  $t_{(0.975)(19)}$

Si  $t > t_{(0.975)(19)}$  rechazamos la hipótesis nula

De lo calculado tenemos que  $t = 6.1412$  es mayor que  $t_{(0.975)(19)} = 2.093$

- Decisión estadística de la prueba de hipótesis t-student.

Debido a que t es mayor que  $t_{(0.975)(19)}$  rechazamos  $H_0$  y aceptamos  $H_1$ , en tal sentido procedemos a afirmar que: Existe diferencia significativa entre las coordenadas Este del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de

SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

#### 4.4.5. Prueba de hipótesis de Coordenadas Este con programa SPSS v25.

Tabla N°4.16: Cálculos estadísticos de muestras relacionadas coordenadas Este

Estadísticas de muestras emparejadas		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Coordenadas Este Lev. Fotogramétrico	189965,0372	20	128,8197097	28,8049628
	Coordenadas Este Base Gráfica SUNARP	189962,8920	20	128,6669925	28,7708142

Fuente: elaboración propia

Tabla N°4.17: Prueba de hipótesis t-student para coordenadas Este

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Coordenadas Este Lev. Fotogramétrico - Coordenadas Este Base Gráfica SUNARP	2,1452200	1,5621828	,3493147	1,4140959	2,8763441	6,141	19	,000

Fuente: elaboración propia

De los cálculos efectuados por el programa como se aprecia en la Tabla N°4.17 la Sig. (bilateral) corresponde 0.000 siendo este valor mucho menor a la significancia escogida para la presente investigación de  $\alpha=0.05$ .

Como Sig. (bilateral) = 0.00 < 0.05, entonces procedemos con el rechazo de la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$ , por lo tanto: Existe diferencia significativa entre las coordenadas Este del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

#### 4.5. Prueba de hipótesis T-student para las áreas

##### 4.5.1. Datos para realizar la prueba de hipótesis t-student.

Recopilación de datos de las áreas de veinte (20) predios en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz levantados en campo mediante levantamiento fotogramétrico y la base gráfica de SUNARP.

Tabla N°4.18: Datos de áreas

N°	Partida Registral	Área (m <sup>2</sup> )		ΔA
		Levantamiento Fotogramétrico	Base gráfica SUNARP	
1	02224282	1381.90	1429.83	-47.93
2	11091353	535.28	571.40	-36.12
3	02265042	1241.52	1344.00	-102.48
4	02265115	601.90	658.94	-57.05
5	11178264	2096.68	1999.96	96.71
6	11035260	3013.35	2980.07	33.28
7	11310497	724.14	663.71	60.43
8	02227252	2949.53	2808.02	141.51
9	02201823	632.37	601.14	31.23
10	11319512	180.26	168.21	12.05
11	02192257	2843.66	2702.38	141.27
12	11323663	385.40	369.64	15.77
13	02189206	1116.07	1088.01	28.06
14	02224268	1214.26	1254.11	-39.85
15	02225868	3660.81	3615.18	45.64
16	11034678	2795.41	2784.97	10.43
17	02202056	2155.64	1955.60	200.05
18	11039018	856.65	769.86	86.79
19	02225785	2333.31	2218.61	114.69
20	11300195	708.60	665.41	43.19

Fuente: elaboración propia

La diferencia entre ambas datas en promedio es de 38.88 m<sup>2</sup>, siendo la máxima variación en el predio con P.E. N° 02202056 de 200.05 m<sup>2</sup> y la mínima variación en el predio con P.E. N° 11034678 de 10.43 m<sup>2</sup>.

#### 4.5.2. Cálculo de prueba de normalidad Shapiro-Wilk para las áreas

##### 4.5.2.1. Cálculo manual de la prueba para Levantamiento Fotogramétrico

###### a. Formulación de prueba de hipótesis

- $H_0$ : datos se aproximan a la distribución normal

$$H_0: W \geq W_c$$

- $H_1$ : datos no se aproximan a la distribución normal

$$H_1: W < W_c$$

###### b. Ordenamos los 20 datos de menor a mayor de la muestra aleatoria $A_i$

$$A_1 < A_2 < \dots < A_{19} < A_{20}$$

###### c. Calculamos la media $\bar{A}$ y el valor de $S^2$

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^{20} A_i}{20} = 1571.3368$$

$$A^2 = \sum_{i=1}^{20} (A_i - \bar{A})^2 = 21348512.9719$$

###### d. Calculamos el valor de b

Como  $n=20$  es par, usamos

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (A_{n-i+1} - A_i)$$

Los coeficientes  $a_i$ , se obtienen de la tabla N°4.2, para  $n=20$ , corresponde un total 10

coeficientes, los cuales  $a_1 = 0.4734$ ,  $a_2 = 0.3211$ ,  $a_3 = 0.2565$ ,  $a_4 = 0.2085$ ,  $a_5 = 0.1686$ ,

$a_6 = 0.1334$ ,  $a_7 = 0.1013$ ,  $a_8 = 0.0711$ ,  $a_9 = 0.0422$ ,  $a_{10} = 0.0140$ .

Tabla N°4.19: Datos de áreas según fotogrametría

N°	Partida Registral	Levantamiento Fotogramétrico (Área)	Orden de menor a mayor (Área)	$(A - \bar{A})^2$	coeficiente $a_i$	$(A_{n-i+1} - A_i)$	$a_i (A_{n-i+1} - A_i)$
1	02224282	1381.9035	180.2599	1935094.98	0.4734	3480.55	1647.6931
2	11091353	535.2821	385.4037	1406437.35	0.3211	2627.95	843.8338
3	02265042	1241.5179	535.2821	1073409.37	0.2565	2414.24	619.2537
4	02265115	601.8978	601.8978	939812.00	0.2085	2241.76	467.4066
5	11178264	2096.6753	632.3686	881661.31	0.1686	2163.04	364.6880
6	11035260	3013.3508	708.6047	744306.70	0.1334	1624.70	216.7351
7	11310497	724.1440	724.1440	717735.67	0.1013	1431.50	145.0107
8	02227252	2949.5264	856.6521	510774.24	0.0711	1240.02	88.1656
9	02201823	632.3686	1116.0697	207268.15	0.0422	265.83	11.2182



10	11319512	180.2599	1214.2600	127503.85	0.014	27.26	0.3816
11	02192257	2843.6559	1241.5179	108780.52			
12	11323663	385.4037	1381.9035	35884.98			
13	02189206	1116.0697	2096.6753	275980.52			
14	02224268	1214.2600	2155.6415	341411.96			
15	02225868	3660.8115	2333.3055	580596.28			
16	11034678	2795.4054	2795.4054	1498343.90			
17	02202056	2155.6415	2843.6559	1618795.85			
18	11039018	856.6521	2949.5264	1899406.53			
19	02225785	2333.3055	3013.3508	2079404.33			
20	11300195	708.6047	3660.8115	4365904.46			

Fuente: elaboración propia

Entonces reemplazando en la fórmula tenemos:

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (A_{n-i+1} - A_i) = 4404.39$$

e. Calculamos el valor W

$$W = \frac{b^2}{s^2} = 0.9087$$

De la tabla N°4.4 interceptando el valor de n=20 y  $\alpha=5\%$ , escogido se obtiene el valor  $W_c=0.905$ .

f. Decisión estadística de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Procedemos a comparar el valor de W con el valor de  $W_c$ , así tenemos que  $0.9087 > 0.905$ , entonces se acepta  $H_0$ , por lo tanto, los datos de la muestra de las áreas correspondientes a predios del levantamiento fotogramétrico se ajustan a una distribución normal.

#### 4.5.2.2. Cálculo manual de la prueba para Base gráfica Sunarp

a. Formulación de prueba de hipótesis

- $H_0$ : datos se aproximan a la distribución normal

$$H_0: W \geq W_c$$

- $H_1$ : datos no se aproximan a la distribución normal

$$H_1: W < W_c$$

b. Ordenamos los 20 datos de menor a mayor de la muestra aleatoria  $A_i$

$$A_1 < A_2 < \dots < A_{19} < A_{20}$$

c. Calculamos la media  $\bar{A}$  y el valor de  $S^2$

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^{20} A_i}{20} = 1532.4533$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^{20} (A_i - \bar{A})^2 = 20042730.0053$$

d. Calculamos el valor de b

Como n=20 es par, usamos

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (A_{n-i+1} - A_i)$$

Los coeficientes  $a_i$ , se obtienen de la tabla N°4.2, para n=20, corresponde un total 10

coeficientes, los cuales  $a_1 = 0.4734$ ,  $a_2 = 0.3211$ ,  $a_3 = 0.2565$ ,  $a_4 = 0.2085$ ,  $a_5 = 0.1686$ ,

$a_6 = 0.1334$ ,  $a_7 = 0.1013$ ,  $a_8 = 0.0711$ ,  $a_9 = 0.0422$ ,  $a_{10} = 0.0140$ .

Tabla N°4.20: Datos de áreas según SUNARP

N°	Partida Registral	Base Grafica Sunarp (Área)	Orden de menor a mayor (Área)	$(A - \bar{A})^2$	Coeficiente $a_i$	$(A_{n-i+1} - A_i)$	$a_i (A_{n-i+1} - A_i)$
1	02224282	1429.8294	168.2068	2817969.3682	0.4493	4839.1851	2174.2459
2	11091353	571.3989	369.6372	2182268.8674	0.3098	3245.5381	1005.4677
3	02265042	1343.9974	571.3989	1626871.5301	0.2554	2479.0212	633.1420
4	02265115	658.9444	575.9668	1615239.7858	0.2145	2404.1073	515.6810
5	11178264	1999.9649	658.9444	1411209.1454	0.1807	2223.4595	401.7791
6	02225860	2882.4039	663.7138	1399900.3396	0.1512	2152.8075	325.5045
7	11310497	663.7138	665.4113	1395886.3459	0.1245	2142.6055	266.7544
8	02227252	2808.0168	714.5402	1282210.7286	0.0997	2070.4334	206.4222
9	02369908	575.9668	1088.0105	575894.5161	0.0764	1614.3720	123.3380
10	11319512	168.2068	1254.1116	351383.4356	0.0539	964.5032	51.9867
11	02192257	2702.3825	1343.9974	252898.5952	0.0321	655.9675	21.0566
12	11323663	369.6372	1429.8294	173937.5769	0.0107	525.7665	5.6257
13	02189206	1088.0105	1955.5959	11817.4854			
14	02224268	1254.1116	1999.9649	23432.6470			
15	02225868	3615.1753	2218.6148	138181.0802			
16	11034678	2784.9736	2702.3825	731871.4526			
17	02202056	1955.5959	2784.9736	880005.2652			
18	11372715	3050.4201	2808.0168	923769.2590			
19	02225785	2218.6148	2816.5213	940189.4314			
20	11026593	714.5402	2882.4039	1072293.9213			

Fuente: elaboración propia

Entonces reemplazando en la fórmula tenemos:

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (A_{n-i+1} - A_i) = 4286.1537$$

e. Calculamos el valor W

$$W = \frac{b^2}{s^2} = 0.9166$$

De la tabla N° 4.4 interceptando el valor de  $n=20$  y  $\alpha=5\%$ , escogido se obtiene el valor  $W_c=0.905$

f. Decisión estadística de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Procedemos a comparar el valor de W con el valor de  $W_c$  así tenemos que  $0.9166 > 0.905$ , entonces se acepta  $H_0$ , por lo tanto, los datos de la muestra de las áreas correspondiente a predios del levantamiento fotogramétrico se ajustan a una distribución normal.

#### 4.5.2.3. Cálculo con programa SPSS de prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Con la finalidad de corroborar los cálculos efectuados manualmente de las áreas, se procedió a realizar los cálculos mediante el programa SPSS.

Tabla N°4.21: Cálculos estadísticos con programa SPSS para las áreas.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Área según Levantamiento Fotogramétrico	.172	20	.123	.909	20	.060
Área según Base Gráfica SUNARP	.171	20	.127	.917	20	.085

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

Para los datos correspondientes a las áreas de los predios obtenidos del levantamiento fotogramétrico, el valor del estadístico de Shapiro-Wilk  $W=0.909$ , corresponde a un valor similar al obtenido manualmente, asimismo el valor p asociado a la probabilidad del estadístico tiene un valor de 0.060; teniendo en cuenta que la hipótesis planteada  $H_0$  tiene un nivel de significancia de 0.05, siendo  $p=0.060 > 0.05$  entonces la hipótesis nula cae en la región de aceptación, en sentido se puede afirmar que la muestra se comporta de acuerdo con una distribución normal

Para los datos correspondientes a las áreas de los predios según la base gráfica Sunarp, el valor del estadístico de Shapiro-Wilk  $W=0.917$ , corresponde a un valor similar al obtenido manualmente, asimismo el valor  $p$  asociado a la probabilidad del estadístico tiene un valor de 0.085; teniendo en cuenta que la hipótesis planteada  $H_0$  tiene un nivel de significancia de 0.05, siendo  $p=0.085 > 0.05$  entonces hipótesis nula cae en la región de aceptación, en sentido se puede afirmar que la muestra se comporta de acuerdo con una distribución normal.

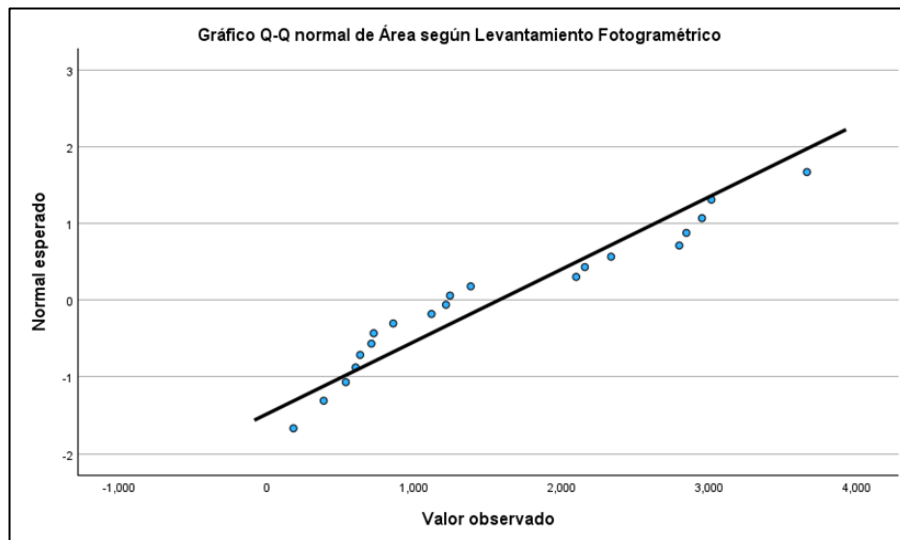


Figura N°4.5: Gráfico Q-Q de normalidad para las áreas según Lev. Fotogramétrico  
Fuente: elaboración propia

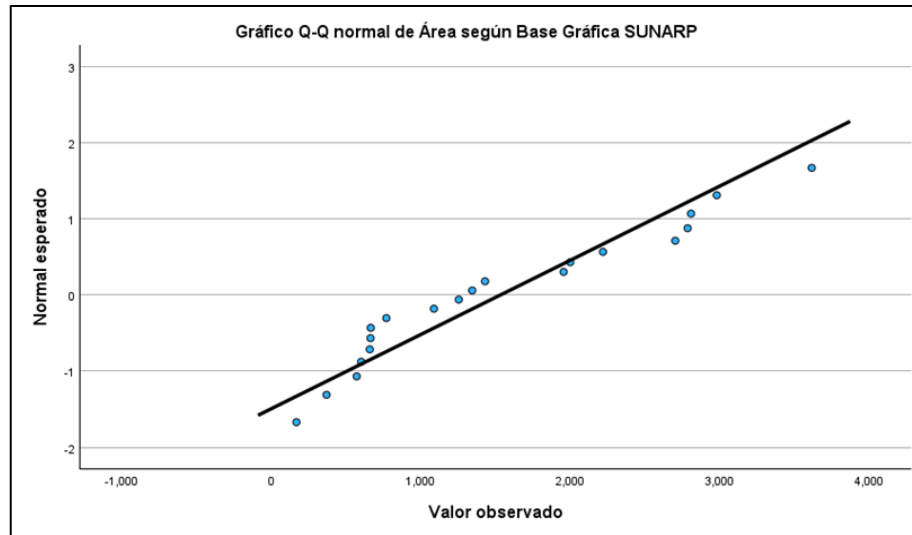


Figura N°4.6: Gráfico Q-Q de normalidad para las áreas según SUNARP

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con las figuras 4.5 y 4.6 se aprecia que los datos de las áreas de los predios con sus respectivos cuantiles teóricos se aproximan a la línea de tendencia del gráfico, por lo tanto, se comprueba que los datos de las áreas se asemejan a una distribución normal.

#### 4.5.3. Formulación de Hipótesis en las áreas

$H_0$ : No existe diferencia significativa entre las áreas obtenidas del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

$H_1$ : Existe diferencia significativa entre las áreas obtenidas del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

#### 4.5.4. Cálculo manual de prueba de Hipótesis en las áreas

Se procede a realizar la prueba de hipótesis t-student de forma manual siguiendo los siguientes pasos:

Cálculo del promedio de las diferencias entre las áreas del levantamiento fotogramétrico y las áreas de la base gráfica SUNARP.

$$\overline{\Delta A} = \frac{\sum_{i=1}^{20} (A_{\text{FOTOGRAFÉTRICO}} - A_{\text{SUNARP}})}{20} = 38.88$$

Tabla N°4.22: Cálculos para prueba de hipótesis para áreas.

N°	Partida Registral	Áreas (m²)		$\Delta A$	$(\Delta A - \overline{\Delta A})^2$
		Levantamiento Fotogramétrico	Base Gráfica SUNARP		
1	02224282	1381.90	1429.83	-47.93	7,535.87
2	11091353	535.28	571.40	-36.12	5,625.05
3	02265042	1241.52	1344.00	-102.48	19,983.50
4	02265115	601.90	658.94	-57.05	9,202.58
5	11178264	2096.68	1999.96	96.71	3,343.95
6	11035260	3013.35	2980.07	33.28	31.44
7	11310497	724.14	663.71	60.43	464.26
8	02227252	2949.53	2808.02	141.51	10,532.12
9	02201823	632.37	601.14	31.23	58.65
10	11319512	180.26	168.21	12.05	719.87
11	02192257	2843.66	2702.38	141.27	10,483.69
12	11323663	385.40	369.64	15.77	534.40
13	02189206	1116.07	1088.01	28.06	117.17
14	02224268	1214.26	1254.11	-39.85	6,199.22
15	02225868	3660.81	3615.18	45.64	45.60
16	11034678	2795.41	2784.97	10.43	809.50
17	02202056	2155.64	1955.60	200.05	25,973.22
18	11039018	856.65	769.86	86.79	2,294.90
19	02225785	2333.31	2218.61	114.69	5,746.73
20	11300195	708.60	665.41	43.19	18.58

Fuente: elaboración propia

Cálculo de la desviación estándar de la diferencia entre las áreas de cada data analizada, mediante la siguiente fórmula.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta A - \overline{\Delta A})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{20} (\Delta A - \overline{\Delta A})^2}{19}} = 75.9918$$

Cálculo del parámetro t mediante la siguiente formula:

$$t = \frac{\bar{\Delta A}}{sd / \sqrt{n}} = 2.2883$$

Cálculo del valor crítico  $t_{(1-\frac{\alpha}{2})(n-1)}$

Para  $\alpha=0.05$  y  $n=20$  de la tabla N°4.7 se tiene:

$$t_{(1-\frac{\alpha}{2})(n-1)} = t_{(0.975)(19)} = 2.0930$$

Comparación entre  $t$  calculado y  $t_{(0.975)(19)}$

Si  $t > t_{(0.975)(19)}$  rechazamos la hipótesis nula

De lo calculado tenemos que  $t = 2.2883$  es mayor que  $t_{(0.975)(23)} = 2.093$

- Decisión estadística de la prueba de hipótesis t-student

Debido a que  $t$  es mayor que  $t_{(0.975)(19)}$  rechazamos  $H_0$  y aceptamos  $H_1$ , en tal sentido procedemos a afirmar que: Existe diferencia significativa entre las áreas obtenidas del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash

#### 4.5.5. Prueba de hipótesis para las áreas con programa SPSS v25.

Tabla N°4.23: Cálculos estadísticos de muestras relacionadas de las áreas

##### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Área según Levantamiento Fotogramétrico	1571,336815	20	1060,002805	237,0238328
	Área según Base Gráfica SUNARP	1532,453315	20	1027,073769	229,6606765

Fuente: elaboración propia

Tabla N°4.24: Prueba de hipótesis t-student para las áreas

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Área según Levantamiento Fotogramétrico - Área según Base Gráfica SUNARP	38,88350000	75,99178621	16,99227997	3,318249284	74,44875072	2,288	19	,034

Fuente: elaboración propia

De los cálculos efectuados por el programa como se aprecia en la Tabla N°4.24 la Sig. (bilateral) corresponde 0.034 siendo este valor menor a la significancia escogida para la presente investigación de  $\alpha=0.05$ .

Como Sig. (bilateral) = 0.034 < 0.05, entonces procedemos con el rechazo de la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$ , por lo tanto: Existe diferencia significativa entre las áreas obtenidas del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

#### 4.6. Prueba de hipótesis T-student para los perímetros

##### 4.6.1. Datos para realizar la prueba de hipótesis t-student.

Recopilación de datos de los perímetros de (20) predios en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz levantados en campo mediante levantamiento fotogramétrico y la base gráfica de SUNARP.

Tabla N°4.25: Datos de perímetros

N°	Partida Registral	Perímetros (m)		$\Delta P$
		Levantamiento Fotogramétrico	Base gráfica SUNARP	
1	02224282	151.7872	159.62	-7.83
2	11091353	138.2264	138.65	-0.42
3	02265042	145.0279	150.24	-5.21
4	02265115	101.2237	103.31	-2.09
5	11178264	185.0571	187.68	-2.62



N°	Partida Registral	Perímetros (m)		$\Delta P$
		Levantamiento Fotogramétrico	Base gráfica SUNARP	
6	11035260	235.2958	237.59	-2.30
7	11310497	111.1475	106.71	4.44
8	02227252	273.1188	265.92	7.20
9	02201823	100.1907	96.67	3.52
10	11319512	58.9565	59.00	-0.04
11	02192257	226.2088	218.74	7.47
12	11323663	87.4143	85.33	2.09
13	02189206	165.4730	164.34	1.13
14	02224268	146.7401	156.25	-9.51
15	02225868	249.3516	246.88	2.47
16	11034678	222.5550	221.06	1.50
17	02202056	206.3296	194.91	11.42
18	11039018	131.7539	130.56	1.20
19	02225785	191.1346	184.11	7.02
20	11300195	126.1920	120.04	6.15

Fuente: elaboración propia

La diferencia entre ambas datas en promedio es de 1.28 m, siendo la máxima variación en el predio con P.E. N° 02202056 de 11.42 m y la mínima variación en el predio con P.E. N° 11319512 de 0.04 m.

#### 4.6.2. Cálculo de prueba de normalidad Shapiro-Wilk para perímetros

##### 4.6.2.1. Cálculo manual de la prueba para Levantamiento Fotogramétrico

##### a. Formulación de prueba de hipótesis

- $H_0$ : datos se aproximan a la distribución normal

$$H_0: W \geq W_c$$

- $H_1$ : datos no se aproximan a la distribución normal

$$H_1: W < W_c$$

##### b. Ordenamos los 20 datos de menor a mayor de la muestra aleatoria $P_i$

$$P_1 < P_2 < \dots < P_{19} < P_{20}$$

##### c. Calculamos la media $\bar{P}$ y el valor de $S^2$

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{20} P_i}{20} = 1.28$$

$$P^2 = \sum_{i=1}^{20} (P_i - \bar{P})^2 = 535.53$$

d. Calculamos el valor de b

Como n=20 es par, usamos

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (P_{n-i+1} - P_i)$$

Los coeficientes ai, se obtienen de la tabla N°4.2, para n=20, corresponde un total 10 coeficientes, los cuales a1 = 0.4734, a2 = 0.3211, a3 = 0.2565, a4 = 0.2085, a5 = 0.1686, a6 = 0.1334, a7 = 0.1013, a8 = 0.0711, a9 = 0.0422, a10 = 0.0140

Tabla N°4.26: Datos de perímetros según fotogrametría

N°	Partida Registral	Levantamiento Fotogramétrico (Perímetro)	Orden de menor a mayor (Perímetro)	$(P - \bar{P})^2$	coeficiente $a_i$	$(P_{n-i+1} - P_i)$	$a_i (P_{n-i+1} - P_i)$
1	02224282	151.79	58.96	10754.26	0.4734	214.16	101.3844
2	11091353	138.23	87.41	5661.80	0.3211	161.94	51.9981
3	02265042	145.03	100.19	3902.32	0.2565	135.11	34.6545
4	02265115	101.22	101.22	3774.32	0.2085	124.99	26.0594
5	11178264	185.06	111.15	2653.46	0.1686	111.41	18.7833
6	11035260	235.30	126.19	1329.86	0.1334	80.14	10.6904
7	11310497	111.15	131.75	955.14	0.1013	59.38	6.0153
8	02227252	273.12	138.23	596.96	0.0711	46.83	3.3297
9	02201823	100.19	145.03	310.86	0.0422	20.45	0.8628
10	11319512	58.96	146.74	253.42	0.014	5.05	0.0707
11	02192257	226.21	151.79	118.20			
12	11323663	87.41	165.47	7.92			
13	02189206	165.47	185.06	501.66			
14	02224268	146.74	191.13	810.85			
15	02225868	249.35	206.33	1907.10			
16	11034678	222.56	222.56	3587.50			
17	02202056	206.33	226.21	4038.55			
18	11039018	131.75	235.30	5276.07			
19	02225785	191.13	249.35	7515.57			
20	11300195	126.19	273.12	12201.32			

Fuente: elaboración propia

Entonces reemplazando en la fórmula tenemos:

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (P_{n-i+1} - P_i) = 253.8484$$

e. Calculamos el valor W

$$W = \frac{b^2}{S^2} = 0.974$$

De la tabla N°4.4 interceptando el valor de n=20 y  $\alpha=5\%$ , escogido se obtiene el valor  $W_c=0.905$

f. Decisión estadística de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Procedemos a comparar el valor de W con el valor de  $W_c$ , así tenemos que  $0.974 > 0.905$ , entonces se acepta  $H_0$ , por lo tanto, los datos de la muestra de los perímetros correspondiente a predios del levantamiento fotogramétrico se ajustan a una distribución normal.

#### 4.6.2.2. Cálculo manual de la prueba para Base gráfica SUNARP

a. Formulación de prueba de hipótesis

- $H_0$ : datos se aproximan a la distribución normal

$$H_0: W \geq W_c$$

- $H_1$ : datos no se aproximan a la distribución normal

$$H_1: W < W_c$$

b. Ordenamos los 20 datos de menor a mayor de la muestra aleatoria  $A_i$

$$P_1 < P_2 < \dots < P_{19} < P_{20}$$

c. Calculamos la media  $\bar{P}$  y el valor de  $S^2$

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{20} P_i}{20} = 161.3812$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^{18} (P_i - \bar{P})^2 = 63383.36$$

d. Calculamos el valor de b

Como n=20 es par, usamos

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (P_{n-i+1} - P_i)$$

Los coeficientes  $a_i$ , se obtienen de la tabla N°4.2, para n=20, corresponde un total 10 coeficientes, los cuales  $a_1 = 0.4734$ ,  $a_2 = 0.3211$ ,  $a_3 = 0.2565$ ,  $a_4 = 0.2085$ ,  $a_5 = 0.1686$ ,  $a_6 = 0.1334$ ,  $a_7 = 0.1013$ ,  $a_8 = 0.0711$ ,  $a_9 = 0.0422$ ,  $a_{10} = 0.0140$

Tabla N°4.27: Datos de perímetros según SUNARP

N°	Partida Registral	Base Grafica Sunarp (Perímetro)	Orden de menor a mayor (Perímetro)	$(P_i - \bar{P})^2$	coeficiente $a_i$	$(P_{n-i+1} - P_i)$	$a_i (P_{n-i+1} - P_i)$
1	02224282	159.62	59.00	10482.01	0.4734	206.92	97.9571
2	11091353	138.65	85.33	5783.92	0.3211	161.55	51.8734
3	02265042	150.24	96.67	4187.71	0.2565	140.93	36.1473
4	02265115	103.31	103.31	3371.82	0.2085	117.75	24.5500
5	11178264	187.68	106.71	2988.68	0.1686	112.02	18.8871
6	11035260	237.59	120.04	1709.05	0.1334	74.87	9.9882
7	11310497	106.71	130.56	950.13	0.1013	57.12	5.7868
8	02227252	265.92	138.65	516.76	0.0711	45.47	3.2326
9	02201823	96.67	150.24	124.13	0.0422	14.11	0.5952
10	11319512	59.00	156.25	26.36	0.0140	3.37	0.0472
11	02192257	218.74	159.62	3.09			
12	11323663	85.33	164.34	8.78			
13	02189206	164.34	184.11	516.81			
14	02224268	156.25	187.68	691.73			
15	02225868	246.88	194.91	1124.49			
16	11034678	221.06	218.74	3289.54			
17	02202056	194.91	221.06	3561.49			
18	11039018	130.56	237.59	5808.36			
19	02225785	184.11	246.88	7309.72			
20	11300195	120.04	265.92	10928.78			

Fuente: elaboración propia

Entonces reemplazando en la fórmula tenemos:

$$b = \sum_{i=1}^n a_i (P_{n-i+1} - P_i) = 249.0649$$

e. Calculamos el valor W

$$W = \frac{b^2}{s^2} = 0.979$$

De la tabla N° 4.4 interceptando el valor de n=20 y  $\alpha=5\%$ , escogido se obtiene el valor  $W_c=0.905$

f. Decisión estadística de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Procedemos a comparar el valor de W con el valor de  $W_c$ , así tenemos que  $0.979 > 0.905$ , entonces se acepta  $H_0$ , por lo tanto, los datos de la muestra de los

perímetros correspondiente a predios del levantamiento fotogramétrico se ajustan a una distribución normal.

#### 4.6.2.3. Cálculo con programa SPSS de prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Con la finalidad de corroborar los cálculos efectuados manualmente a los perímetros, se procedió a realizar los cálculos mediante el programa SPSS.

Tabla N°4.28: Cálculos estadísticos con programa SPSS para los perímetros

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Perímetro según Levantamiento Fotogramétrico	.123	20	.200 <sup>*</sup>	.974	20	.837
Perímetro según Base Gráfica SUNARP	.090	20	.200 <sup>*</sup>	.979	20	.916

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

Para los datos correspondientes a los perímetros de los predios obtenidos del levantamiento fotogramétrico, el valor del estadístico W de Shapiro-Wilk  $W=0.974$  obtenido mediante el programa SPSS, corresponde a un valor similar al obtenido manualmente, asimismo el valor p asociado a la probabilidad del estadístico tiene un valor de  $p=0.837$ ; teniendo en cuenta que la hipótesis planteada  $H_0$  tiene un nivel de significancia de 0.05, siendo  $p=0.837 > 0.05$  entonces hipótesis nula cae en la región de aceptación, en sentido se puede afirmar que la muestra se comporta de acuerdo con una distribución normal.

Para los datos correspondientes a los perímetros de los predios según la base gráfica Sunarp, el valor del estadístico W de Shapiro-Wilk  $W=0.979$  obtenido mediante el programa SPSS, corresponde a un valor similar al obtenido manualmente, asimismo el valor p asociado a la probabilidad del estadístico tiene un valor de  $p=0.916$ ; teniendo en cuenta que la hipótesis planteada  $H_0$  tiene un nivel de significancia de 0.05, siendo  $p=0.916 > 0.05$  entonces hipótesis nula cae en la región de aceptación,

en sentido se puede afirmar que la muestra se comporta de acuerdo con una distribución normal.

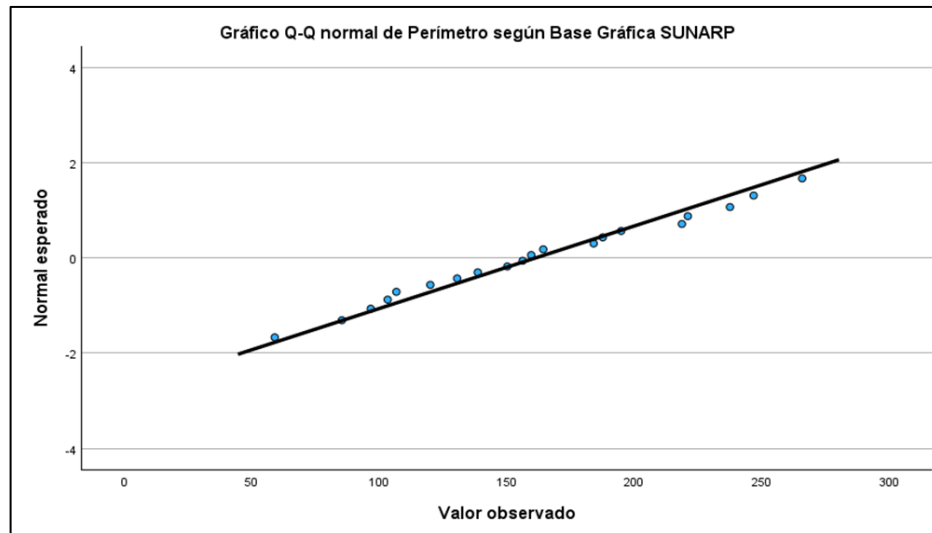


Figura N°4.7: Gráfico Q-Q de normalidad para los perímetros según Lev. Fotogramétrico

Fuente: elaboración propia

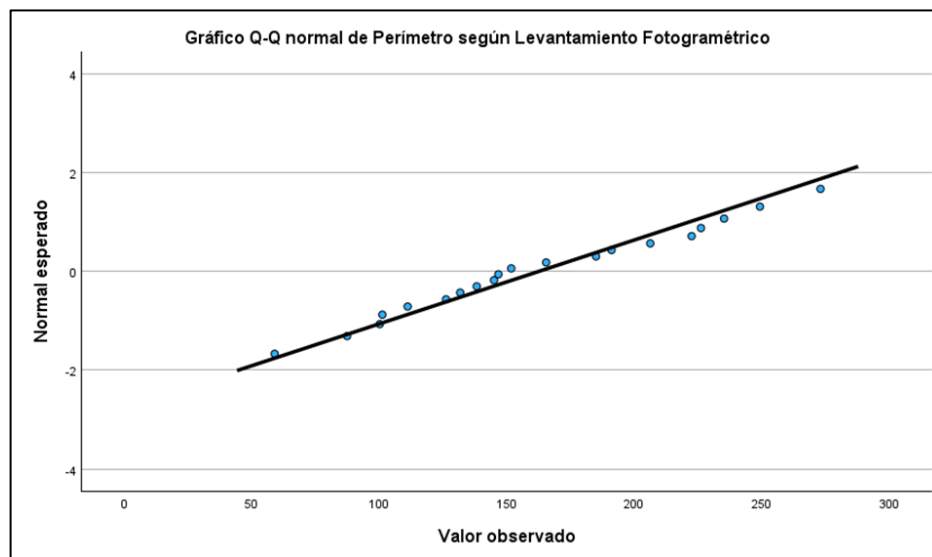


Figura N°4.8: Gráfico Q-Q de normalidad para los perímetros según Sunarp

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con las figuras 4.7 y 4.8 se aprecia que los datos de los perímetros de los predios con sus respectivos cuantiles teóricos se aproximan a la línea de tendencia

del gráfico, por lo tanto, se comprueba que los datos de los perímetros se asemejan a una distribución normal.

#### 4.6.3. Formulación de Hipótesis en los perímetros

Ho: No existe diferencia significativa entre los perímetros obtenidos del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash

H1: Existe diferencia significativa entre los perímetros obtenidos del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de predios afectados por el derecho de vía en el Centro poblado de Chumpe, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash

#### 4.6.4. Cálculo manual de prueba de hipótesis en los perímetros

Se procede a realizar la prueba de hipótesis t-student de forma manual siguiendo los siguientes pasos:

Cálculo del promedio de las diferencias entre los perímetros del levantamiento fotogramétrico y los perímetros de la base gráfica SUNARP.

$$\overline{\Delta P} = \frac{\sum_{i=1}^{20} (P_{\text{FOTOGRAFÉTRICO}} - P_{\text{SUNARP}})}{20} = 1.28$$

Tabla N°4.29: Cálculos para prueba de hipótesis para perímetros.

N°	Partida Registral	Perímetro (m)		$\Delta P$	$(\Delta P - \overline{\Delta P})^2$
		Levantamiento Fotogramétrico	Base Gráfica SUNARP		
1	02224282	151.7872	159.62	-7.83	83.04
2	11091353	138.2264	138.65	-0.42	2.89
3	02265042	145.0279	150.24	-5.21	42.12
4	02265115	101.2237	103.31	-2.09	11.34
5	11178264	185.0571	187.68	-2.62	15.23
6	11035260	235.2958	237.59	-2.30	12.79
7	11310497	111.1475	106.71	4.44	9.97
8	02227252	273.1188	265.92	7.20	35.03
9	02201823	100.1907	96.67	3.52	5.04

N°	Partida Registral	Perímetro (m)		$\Delta P$	$(\Delta P - \overline{\Delta P})^2$
		Levantamiento Fotogramétrico	Base Gráfica SUNARP		
10	11319512	58.9565	59.00	-0.04	1.75
11	02192257	226.2088	218.74	7.47	38.38
12	11323663	87.4143	85.33	2.09	0.65
13	02189206	165.4730	164.34	1.13	0.02
14	02224268	146.7401	156.25	-9.51	116.32
15	02225868	249.3516	246.88	2.47	1.43
16	11034678	222.5550	221.06	1.50	0.05
17	02202056	206.3296	194.91	11.42	102.76
18	11039018	131.7539	130.56	1.20	0.01
19	02225785	191.1346	184.11	7.02	32.97
20	11300195	126.1920	120.04	6.15	23.75

Fuente: elaboración propia

Cálculo de la desviación estándar de la diferencia entre las áreas de cada data analizada, mediante la siguiente fórmula.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta P - \overline{\Delta P})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{20} (\Delta P - \overline{\Delta P})^2}{19}} = 5.3090$$

Cálculo del parámetro t mediante la siguiente formula:

$$t = \frac{\overline{\Delta P}}{Sd/\sqrt{n}} = 1.0765$$

Cálculo del valor crítico  $t_{(1-\frac{\alpha}{2})(n-1)}$

Para  $\alpha=0.05$  y  $n=20$  de la tabla N°4.7 se tiene:

$$t_{(1-\frac{\alpha}{2})(n-1)} = t_{(0.975)(19)} = 2.0930$$

Comparación entre t calculado y  $t_{(0.05)(23)}$

Si  $t > t_{(0.975)(19)}$  rechazamos la hipótesis nula

De lo calculado tenemos que  $t = 1.0765$  es menor que  $t_{(0.05)(19)} = 2.0930$

- Decisión estadística de la prueba de hipótesis t-student.

Debido a que t es menor que  $t_{(0.975)(19)}$  aceptamos  $H_0$  y rechazamos  $H_1$ , en tal sentido procedemos a afirmar que. No existe diferencia significativa entre los perímetros



obtenidos del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de 20 predios afectados por el derecho de vía del distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

#### 4.6.5. Prueba de hipótesis para los perímetros con programa SPSS v25.

Tabla N°4.30: Cálculos estadísticos de muestras relacionadas para los perímetros

		<b>Estadísticas de muestras emparejadas</b>			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Perímetro según Levantamiento Fotogramétrico	162,6592250	20	59,00808885	13,19460979
	Perímetro según Base Gráfica SUNARP	161,3812050	20	57,75782308	12,91504186

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°4.31: Prueba de hipótesis t-student para los perímetros

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Perímetro según Levantamiento Fotogramétrico - Perímetro según Base Gráfica SUNARP	1,278020000	5,309024370	1,187133939	-1,20667989	3,762719889	1,077	19	,295

Fuente: Elaboración propia

De los cálculos efectuados por el programa como se aprecia en la Tabla N°4.24 la Sig. (bilateral) corresponde 0.295 siendo este valor mayor a la significancia escogida para la presente investigación de  $\alpha=0.05$ .

Como Sig. (bilateral) = 0.296 > 0.05, entonces procedemos con la aceptación de la  $H_0$ , por lo tanto: No existe diferencia significativa entre los perímetros obtenidos del levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de 20 predios afectados por el derecho de vía del distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región de Áncash.

## Conclusiones

La base Gráfica de SUNARP proviene de información desarrollada por COFOPRI, la misma que estuvo georreferenciada totalmente en el sistema PSAD56, a pesar de que este sistema ya no se encuentra vigente según el IGN.

Para realizar los análisis comparativos entre el levantamiento fotogramétrico y la base gráfica de SUNARP, fue necesario realizar una transformación de coordenadas, en ese sentido se usó el método de transformación de Molodensky, mediante el uso del programa ArcGIS 10.6

Existe un desfase de coordenadas entre el levantamiento fotogramétrico con aeronave no tripulada y la base gráfica SUNARP para 20 predios ubicados en el derecho de vía del Centro poblado de Chumpe, obteniéndose un desfase entre sus centroides en las coordenadas Norte de 6.15 m, y en las coordenadas Este de 2.15 m.

Las datas correspondientes a las coordenadas Norte y coordenadas Este de los centroides de los predios provenientes del Levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y la base gráfica de SUNARP de acuerdo con los cálculos estadísticos efectuados en la presente investigación se ajustan a una distribución normal.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la prueba t-student se concluye que existe una diferencia significativa entre las coordenadas norte y coordenadas este de los centroides de los predios provenientes del Levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y de la base gráfica de SUNARP.

Existe una variación de áreas y perímetros entre el levantamiento fotogramétrico con aeronave no tripulada y la base gráfica SUNARP para 20 predios ubicados en el derecho de vía del Centro poblado de Chumpe, obteniéndose una diferencia promedio en el área de 38.88 m<sup>2</sup>, y una diferencia promedio en el perímetro de 1.28 m.

Las datas correspondientes a las áreas y perímetros entre el levantamiento fotogramétrico con aeronave no tripulada y la base gráfica SUNARP de acuerdo con los cálculos estadísticos efectuados en la presente investigación se ajustan a una distribución normal.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la prueba t-student se concluye que existe una diferencia significativa entre las áreas de los predios provenientes del Levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y de la base gráfica de SUNARP.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la prueba t-student se concluye que no existe una diferencia significativa entre los perímetros de los predios provenientes del Levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada y de la base gráfica de SUNARP.

De los análisis comparativos entre las coordenadas de las bases gráfica SUNARP y el levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada se concluye que existen un desfase entre ambas, siendo el levantamiento fotogramétrico el que más se aproxima a la realidad física, lo que significa que la base gráfica no se ajusta a la ubicación real de los predios en el centro poblado de Chumpe, esto puede ocasionar problemas al momento de realizar procedimientos de adquisición de predios y el saneamiento físico legal de predios en general para proyectos de inversión pública, pudiendo ocasionar retrasos en la liberación de las áreas para su ejecución.

De los análisis comparativos entre las áreas de la bases gráfica y el levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada se concluye que existe una variación significativa entre ambas, siendo las áreas del levantamiento fotogramétrico el que más se aproxima a la realidad física, lo que significa que la base gráfica SUNARP no necesariamente representa las áreas de las propiedades en campo en el centro poblado de Chumpe, en el caso estas variaciones excedan los límites de tolerancias catastrales, se necesitan realizar las actualizaciones y rectificaciones del catastro a

fin de evitar inconvenientes al momento de realizar actos inscribibles en registros públicos sobre dichas propiedades.

De los análisis comparativos entre los perímetros de la base gráfica SUNARP y el levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada se concluye que no existe una variación significativa entre ambas, ello se debe a que los propietarios en el centro poblado de Chumpe se guían de las longitudes de los lados de sus terrenos para referenciar sus propiedades, descuidando sus áreas.

## Recomendaciones

Se recomienda realizar las investigaciones en otros centros poblados de la región Ancash con el objetivo de verificar si existen desfases significativos con respecto a otras bases graficas que administra SUNARP versus la realidad física, así como también usar un mayor número de muestra, y emplear algún estadístico diferente al utilizado en la presente investigación.

El levantamiento catastral se realizó mediante levantamiento fotogramétrico mediante aeronave no tripulada apoyado de un punto de orden C, por lo que se recomienda usar método de levantamiento topográficos tradicional como el uso de estación total apoyada de punto de orden C, o métodos de posicionamiento como RTK a fin de verificar los desfases.

En el caso de realizar transformaciones entre el sistema de referencia local PSAD56 al sistema de referencia global WGS 84, se recomienda el uso de métodos más exactos de transformaciones para lo cual es necesario calcular todos los parámetros de transformación zonales, con el apoyo de equipos geodésicos en campo para su obtención.

Para las áreas en las cuales el levantamiento catastral generado con el levantamiento fotogramétrico en el centro poblado de Chumpe, excedan los límites de tolerancia catastral según SUNARP, se recomienda realizar trabajos de campo en la zona a fin de verificar los linderos y cálculo de las áreas; de persistir el exceso se recomienda realizar las actualizaciones del catastro con la entidad correspondiente.

## Referencias bibliográficas

- Benito, J. (2015). *Integración de un UAV (vehículo aéreo no tripulado) en la plataforma robótica ARGOS*. [Tesis de titulación, Universidad Autónoma de Madrid]. Repositorio institucional de Universidad Autónoma de Madrid. <http://hdl.handle.net/10486/665076>
- Castro, J. (2020). *Análisis de la duplicidad de partidas registrales y el mejor derecho de propiedad en el ámbito de la SUNARP*. [Tesis de bachiller, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio institucional de la Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6948>
- Claros, R., Guevara, A. y Pacas, N. (2016). *Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados*. [Tesis de titulación, Universidad de El Salvador]. Repositorio institucional de la Universidad de El Salvador. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14218>
- Charaja, J. (2017). *El proceso de formalización de predios urbanos en el organismo de formalización de la propiedad informal – COFOPRI, 2016*. [Tesis de magister, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/15214>
- Coehlo, L. y Brito, J. (2007). *Fotogrametría digital*. Editora de Universidad de Estado de Rio de Janeiro. [https://www.researchgate.net/publication/371753614\\_Fotogrametria\\_digital](https://www.researchgate.net/publication/371753614_Fotogrametria_digital)
- Congreso de la Republica del Perú. (1994). Ley 26366. Ley de creación del Sistema Nacional de los Registros Públicos y de la Superintendencia de los Registros Públicos. Diario Oficial El Peruano del 14 de octubre de 1994. <https://www.gob.pe/institucion/congreso-de-la-republica/normas-legales/4557441-26366>
- Congreso de la Republica del Perú. (2003). Ley 27972. Ley Orgánica de Municipalidades. Diario Oficial El Peruano del 27 de marzo de 2003. <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/27972.pdf>
- Congreso de la Republica del Perú. (2004). Ley 28294. Ley Orgánica de Municipalidades. Diario Oficial El Peruano del 21 de julio de 2004. <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/28294.pdf>

- Congreso de la Republica del Perú. (2018). Ley 30740. Ley que regula el uso y las operaciones de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS). Diario Oficial El Peruano del 23 de marzo de 2018.  
<https://busquedas.elperuano.pe/cuadernillo/NL/20180322>
- Cruz, A. y Ramos, R. (2019). *Precisión de una aeronave no tripulada de ala fija en un levantamiento catastral rural a diferentes alturas de vuelo en contrastación con G.P.S. diferencial en modo RTK*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano.  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/12120>
- Del Río-Santana, O., Espinoza-Fraire, T., Sáenz-Esqueda, A. y Córtes-Martínez, F. (2019). *Levantamientos Topográficos con Drones*. *Revista Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec Lerdo*, 1(5), 15-19.  
<http://repocid.itslerdo.edu.mx/coninci2019/CID012.pdf>
- Ferreccio, N. (2006). *Análisis de la técnica RTK*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/30728>
- Guillén, D. y Cabello, G. (2021). *Aplicación del sistema de coordenadas LTM para disminuir la distorsión en la cartografía de carreteras*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio de tesis digitales Universidad Nacional Mayor de San Marcos.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/16561>
- Guizado, Y. (2018). *Aplicación de test para control de calidad posicional al producto cartográfico obtenido mediante vuelo aerofotogramétrico con VANT*. [Tesis de titulación no publicada]. Universidad Nacional Federico Villarreal
- Hilario, Q. (2015). *Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano.  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/3882>
- Hernández, L. (2007). La aerotriangulación con apoyo GPS cinemático en la producción cartográfica de Colombia. *Revista de Topografía AZIMUT*, 1, 30–34.  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/azimut/article/view/4037>
- Rusnák, M., Sládek, J., Buša, J. & Greif, V. (2016). Suitability of digital elevation

- models generated by UAV photogrammetry for slope stability assessment (case study of landslide in Svätý Anton, Slovakia). *Acta Scientiarum Polonorum*, 15 (4), 439-449. <http://dx.doi.org/10.15576/ASP.FC/2016.15.4.439>
- Jiménez, C., Magaña, A. y Soriano, E. (2019). *Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de Drones y GPS como métodos indirectos*. [Tesis de titulación, Universidad de El Salvador]. Repositorio institucional de la Universidad de El Salvador. <https://hdl.handle.net/20.500.14492/16439>
- Laguna, H. (2010). *Políticas de formalización en la pequeña propiedad rural y su incidencia en el nivel de vida de un sector agrícola del valle de Huaral*. [Tesis de magister, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/1374>
- Laurente, C. y Tapia, G. (2018). *Análisis comparativo dimensional de predios existentes físicamente y predios titulados inscritos en la SUNARP de las zonas rurales de la provincia de Yunguyo*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional de Universidad Nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/7410>
- Mamani, J. y Platero, A. (2021). *Precisión en el cálculo de volúmenes utilizando vehículos aéreos no tripulados de ala fija y de ala rotatoria en contrastación con estación total, en el distrito de Calapuja provincia de Lampa*. [Tesis de titulación, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/15325>
- Martínez de Carvajal, E. (2015). *Piloto de RPAS multicoptero guía de referencia*. Ernesto Martínez de Carvajal Hedrich.
- Mendoza, J. (2019). *Topografía y geodesia*. Editores Maraucano E.I.R.L.
- MINAGRI. (2018) SICAR. *Sistema Catastral para Predios Rurales*. obtenido de <https://georural.midagri.gob.pe/sicar/>.
- Paredes, N. y Erba, D. (2008). El catastro Territorial en la República del Perú. En D. Erba (Ed.). *"El Catastro Territorial en América Latina y el Caribe"* (pp. 315-334). Lincoln Institute of Land Policy,



- Presidencia de la República del Perú. (2018) Decreto Legislativo 1365 de 2018. Que establece disposiciones para el desarrollo y consolidación del catastro urbano nacional. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1672838-5>
- Quirós, E. (2014). *Introducción a la fotogrametría y cartografía aplicada a la ingeniería civil*. Universidad de Extremadura. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=571955>
- Ramírez, H. (2015). *Restitución fotogramétrica a partir de fotografía aérea de pequeño formato*. [Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada]. Repositorio institucional de Centro de investigación científica y de educación superior de ensenada. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/417>
- Reyes, H. (2018). *Duplicidad de partidas causados por las anomalías de los títulos y las deficiencias del catastro general regional Lambayeque 2016*. [Tesis de titulación, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio institucional de la Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4992>
- Rosas, A., Rojas, G. y Herrera, E. (2018). *Modernización del catastro en el Perú: creación del organismo técnico especializado-ente rector del sistema nacional catastral*. [Tesis de magister, Universidad del Pacifico]. Repositorio institucional de la Universidad del Pacifico. <https://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/2077>
- Salazar, R. (2016). *Análisis de las metodologías empleadas en la georreferenciación de planos topográficos al sistema de coordenadas UTM y su aplicación en el catastro urbano del municipio de La Paz*. [Tesis de maestría, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio institucional de Universidad Mayor de San Andrés. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/12300>
- SUNARP. (2021). *Servicio de visualización de Base Gráfica*. Obtenido de <https://www.sunarp.gob.pe/serviciosonlinea/portal/index.html>
- Zaldívar, R. y Duffó V. (2021). Dos Siglos Sin Ti: La falta de un verdadero catastro en el Perú y sus consecuencias. *Forseti. Revista De Derecho*, 10(14).72-110. <https://doi.org/https://doi.org/10.21678/forseti.v10i14.1637>

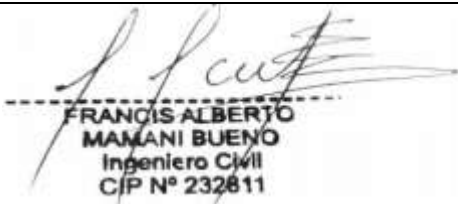
## **Anexos**

ANEXO A: Expediente de certificación de punto de orden C.....	147
ANEXO B: Planos catastrales fotogramétricos.....	215

## **ANEXO A: EXPEDIENTE DE CERTIFICACIÓN DE PUNTOS DE ORDEN C**

## 1. DATOS GENERALES:

### a. DATOS DE LA PERSONA RESPONSABLE DEL INFORME TÉCNICO.

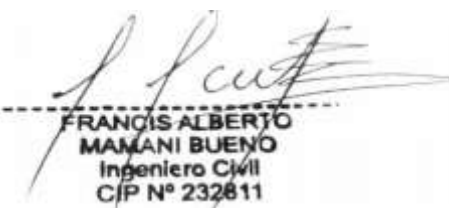
NOMBRE:	Francis Alberto Mamani Bueno
EMPRESA o INSTITUCIÓN:	
DIRECCIÓN:	PAS. DE LA PERSPECTIVA NRO. 181 INT. 101 , SURQUILLO- LIMA- LIMA
TELÉFONO FIJO:	
CELULAR:	975415580
PÁGINA WEB:	
CORREO ELECTRÓNICO:	fmamanibueno@gmail.com
FIRMA Y POST-FIRMA:	 FRANCIS ALBERTO MAMANI BUENO Ingeniero Civil CIP N° 232811

### b. NOMBRE DE LA PERSONA NATURAL O JURÍDICA A QUIEN SE CERTIFICARÁ LOS PUNTOS GEODÉSICOS.

SE CERTIFICA A:	PROVIAS NACIONAL
-----------------	------------------

### c. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS GEODÉSICOS.

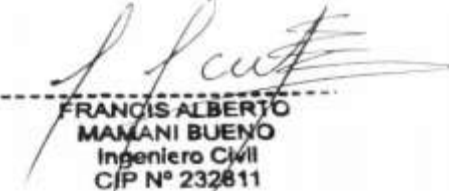
CÓDIGO:	ANC12034
UBIGEO:	021201
DEPARTAMENTO:	ANCASH
PROVINCIA:	HUAYLAS
DISTRITO:	CARAZ
REFERENCIAS:	<b>El Punto ANC12034</b> , está ubicado a la altura de la progresiva 651 + 481 de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte a 3 km. aprox. al noroeste de la plaza principal del distrito de Caraz al lado izquierdo del Rio Santa, en el distrito de Caraz, provincia Huaylas, departamento Ancash.
ACCESIBILIDAD:	Desde Lima por la Panamericana Norte, hasta llegar a la provincia Casma, continuando por la vía en dirección a Caraz, hasta llegar al área trabajo.

  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

CÓDIGO:	<b>ANC12035</b>
UBIGEO:	<b>021205</b>
DEPARTAMENTO:	ANCASH
PROVINCIA:	HUAYLAS
DISTRITO:	MATO
REFERENCIAS:	<b>El Punto ANC12035</b> , está ubicado a la altura de la progresiva 658 + 707 de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte 8 km. aprox. al noroeste de la plaza principal del centro poblado de Caraz al lado derecho del Rio Santa, ,en el distrito de Mato, provincia Huaylas, departamento Ancash.
ACCESIBILIDAD:	Desde Lima por la Panamericana Norte, hasta llegar a la provincia Casma, continuando por la vía en dirección a Caraz, hasta llegar al área trabajo.

**d. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS UTILIZADOS.**

N°	EQUIPOS / INSTRUMENTOS	MARCA	MODELO	CANTIDAD
1	Receptor GNSS	SOUTH	GALAXI RTK G1	02
3	Trípode			02
4	Base Nivelante			02
5	Batería			02
6	Software de post-proceso	LEICA INFINITY	V.3.2	01
7	Cámara Digital			01
8	Navegador GPS	GARMIN	62s	01
9	Laptop			01
10	Radio	MOTOROLA		02

  
 FRANCIS ALBERTO  
 MAMANI BUENO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 232811

**2. CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD Y/O CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS GNSS UTILIZADOS (ACTUALIZADOS Y/O EN VIGENCIA).**



**COSOLA GROUP S.A.C.**  
LABORATORIO GEODESICO

*Leica*  
Geosystems



Sonia Andia Girao  
Sub. Gerente  
Cel.: 995543976  
E-mail: ventas@cosola.com

**CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD**

Mantenimiento general	Reparacion	Operatividad OK	Garantia 3meses OK	Nuevo OK
-----------------------	------------	--------------------	-----------------------	-------------

**DATOS DEL EQUIPO**

Nombre : GPS DIFERENCIAL	Especificaciones de Precision (RMS) 1 2 3 · Horizontal: 2.5mm + 0.5 ppm RMS · Vertical: 5mm + 0.5 ppm RMS · Tiempo de observacion: Va de 4 a 30 minutos en funcion de la distancia entre los receptores y otros factores ambientales
Marca : SOUTH	
Modelo : G1	
Colector Serie : A80867145030210863	
Modelo No: H3	
Receptor ROVER Serie : SG139A12632150MEDN	
Receptor BASE Serie : SG139A126321522EDN	

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

Nro : 008-00362  
Fecha : 04/07/2021

**METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES**

Los valores de rendimiento asumen un mínimo de 4 satélite, siguiendo los procedimientos recomendados en el manual del producto. Las zona de elevada recepción múltiple, los valores alto del PDOP y los periodos de condiciones atmosférica extremas pueden afectar al rendimiento

COSOLA GROUP S.A.C. bajo la acreditación de SGS ISO 9001:2008 certifica que el instrumento identificado a sido verificado en concordancia con los procedimientos de verificación establecida por el fabricante

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Calibración	Observación
04/07/2021		X	06 meses	% 100 OPERATIVO
Responsable de Verificación		Propietario		RUC
COSOLA GROUP S.A.C.		VERGARAY HUAMAN DOUGLAS ALFONSO		10455416103
LABORATORIO COSOLA GROUP SAC		Firma y Sello		
 Sonia Andia Girao JEFE DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN (Cada 12 y 18 Meses)				

GARMIN

MAGELLAN

SPECTRA

SOUTH

CHCNV

ISO 9001

FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS GNSS UTILIZADOS

### SPECIFICATIONS

<b>Surveying Performance</b>	
Channel	220 Channels
Signal Tracking	BDS B1, B2, B3
	GPS L1C/A, L1C, L2C, L2E, L3
	GLONASS L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3
	SBAS L1C/A, L3 (Just for the satellites supporting L3)
	Galileo GIOVE-A, GIOVE-B, E1, E5A, E5B
GNSS Features	QZSS, WAAS, MSAS, EGNOS, GAGAN, SBAS
	Positioning output rate: 1Hz~50Hz
	Initialization time: <10s
	Initialization reliability: >99.99%
<b>Positioning Precision</b>	
Code Differential GNSS Positioning	Horizontal: $\pm 0.25$ m + 1 ppm
	Vertical: $\pm 0.50$ m + 1 ppm
	SBAS positioning accuracy: typically <5m 3DRMS
Static GNSS Surveying	Horizontal: $\pm 2.5$ mm + 0.5 ppm
	Vertical: $\pm 5$ mm + 0.5 ppm
Real-Time Kinematic Surveying (Baseline < 30km)	Horizontal: $\pm 8$ mm + 1 ppm
	Vertical: $\pm 15$ mm + 1 ppm
	Horizontal: $\pm 8$ mm + 0.5 ppm
	Vertical: $\pm 15$ mm + 0.5 ppm
Network RTK	RTK initialization time: 2~8s
<b>Physical</b>	
Dimension	12.9 cm x 11.2 cm
Weight	970g (including installed battery)
Material	Magnesium aluminum alloy shell
<b>Environmental</b>	
Operating	-45°C ~ +60°C
Storage	-55°C ~ +85°C
Humidity	Non-condensing
Waterproof/Dustproof	IP67 standard, protected from long time immersion to depth of 1m
	IP67 standard, fully protected against blowing dust
Shock and Vibration	Not operating: Withstand 2 meters pole drop onto the cement ground naturally
	While: Withstand 40G 10 milliseconds sawtooth wave impact test
<b>Electrical</b>	
Power Consumption	2W
Battery	Rechargeable, removable Lithium-ion battery
Battery Life	Single battery: 7h (static mode)
	5h (internal UHF base mode)
	6h (rover mode)
<b>Communications and Data Storage</b>	
I/O Port	5PIN LEMO external power port + RS232
	7PIN LEMO RS232 + USB
	1 network/radio data link antenna port
	SIM card slot
Wireless Modem	Integrated internal radio receiver and transmitter 0.5W/2W
	External radio transmitter 5W/25W
Working frequency	410-470MHz
Communication protocol	Trimble450s, TrimMark3, PCC EOT SOUTH
Cellular Mobile Network	WCDMA3.5G network communication module, GPRS/EDGE compatible, CDMA2000/EVDO 3G optional
Double Module Bluetooth	BLE Bluetooth 4.0 standard, support for android, ios cellphone connection
Bluetooth 2.1 + EDR standard	
NFC Communication (Optional)	Realizing close range (shorter than 10cm) automatic pair between Galaxy G1 and controller (controller equipped NFC wireless communication module needed)
Data Storage/Transmission	4GB internal storage, more than 3 years raw observation data (about 1.4M/day), based on recording from 14 satellites
	Plug and play mode of USB data transmission
Data Format	Differential data format: CMR+, CMRx, RTCM 2.1, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1, RTCM 3.2
	GPS output data format: NMEA 0183, RINEX plane coordinates, binary code
	Network model support: VRS, FKP, MAC, supporting NTRIP protocol
<b>Inertial Sensing System (Optional)</b>	
Tilt Survey	Built-in tilt compensator, correcting coordinates automatically according to the tilt direction and angle of the centering rod
Electronic Bubble	Controller software display electronic bubble, checking leveling status of the centering rod real time
<b>User Interaction</b>	
Buttons	One-button operation, visual operation, convenient and efficient

**SOUTH**  
Target your success

**GALAXY G1**

*Smaller than smaller*



**SOUTH**  
Target your success

**SOUTH SURVEYING & MAPPING INSTRUMENT CO., LTD.**

Add: 2/F, Surveying Building (He Tian Building), NO.26, Ke Yun Road, Guangzhou 510665, China  
Tel: +86-20-23380891/85524990/23380888 Fax: +86-20-85524889/85529089/23380800  
E-mail: mail@southsurvey.com export@southsurvey.com lmexp@southsurvey.com gnss@southsurvey.com  
http://www.southinstrument.com http://www.southsurvey.com




### 3. IMÁGENES DE LOS EQUIPOS GNSS UTILIZADOS

(IMAGEN FRONTAL Y POSTERIOR DE LA ANTENA GNSS QUE VISUALICE SUS  
DETALLES).

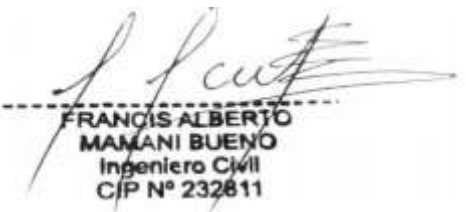
Receptor SOUTH GNSS GALAXY G1 serie N° SG139A126323504EDN



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811






  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

Receptor SOUTH GNSS GALAXY G1 serie N° SG139A126323522EDN



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### a. GENERALIDADES

#### a.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

Mediante la Georreferenciación de dos (2) puntos de control, se debe obtener las coordenadas geodésicas de cada punto, amarrado a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional, con la finalidad de que estos sirvan como apoyo en el levantamiento topográfico.

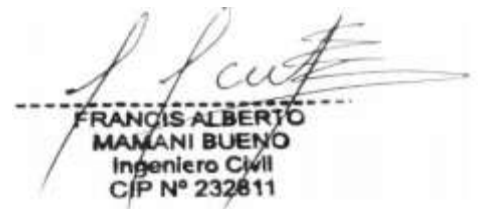
Estos puntos de control de orden "C", se encuentran ubicados:

**ANC12034**, está ubicado a la altura de la progresiva 651 + 481 de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte a 3 km. aprox. al noroeste de la plaza principal del distrito de Caraz al lado izquierdo del Rio Santa, en el distrito de Caraz, provincia Huaylas, departamento Ancash.

**ANC12035**, está ubicado a la altura de la progresiva 658 + 707 de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte 8 km. aprox. al noroeste de la plaza principal del centro poblado de Caraz al lado derecho del Rio Santa, en el distrito de Mato, provincia Huaylas, departamento Ancash.

#### a.2 PERIODO Y DURACIÓN DE LOS TRABAJOS.

FECHA	CÓDIGO	HORA DE INICIO	HORA FINAL	DURACIÓN
16/07/2021	ANC12034	14:36:57 p.m.	18:38:57 p.m.	04:02:00
16/07/2021	ANC12035	13:00:47 p.m.	17:58:17 p.m.	04:57:30



FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

## **b. METODOLOGÍA**

### **b.1 MONUMENTACIÓN**

La monumentación se realizó con concreto armado, siendo la marca una placa de bronce de 70 mm de diámetro el cual lleva inscrito el código del punto.

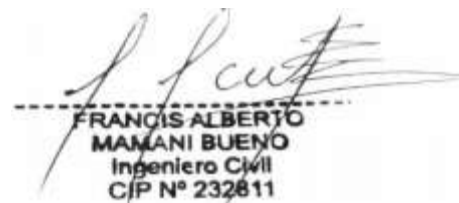
Una marca de estación se encuentra embebido en concreto de forma de un paralelepípedo de 40 x 40 en su parte superior y su base, con una altura de 60 cm.

### **b.2 CONTROL HORIZONTAL**

#### **b.2.1 CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA CADA PUNTO GEODÉSICO ESTABLECIDO.**

CÓDIGO:	ANC12034
METODO DE POSICIONAMIENTO:	ESTATICO
ESTACIÓN BASE:	AN03
INTERVALO DE GRABACIÓN:	5 SEG
MÁSCARA DE ELEVACIÓN:	10°
DATUM HORIZONTAL:	WGS-84
TIEMPO DE REGISTRO DE DATOS:	04:02:00 HORAS

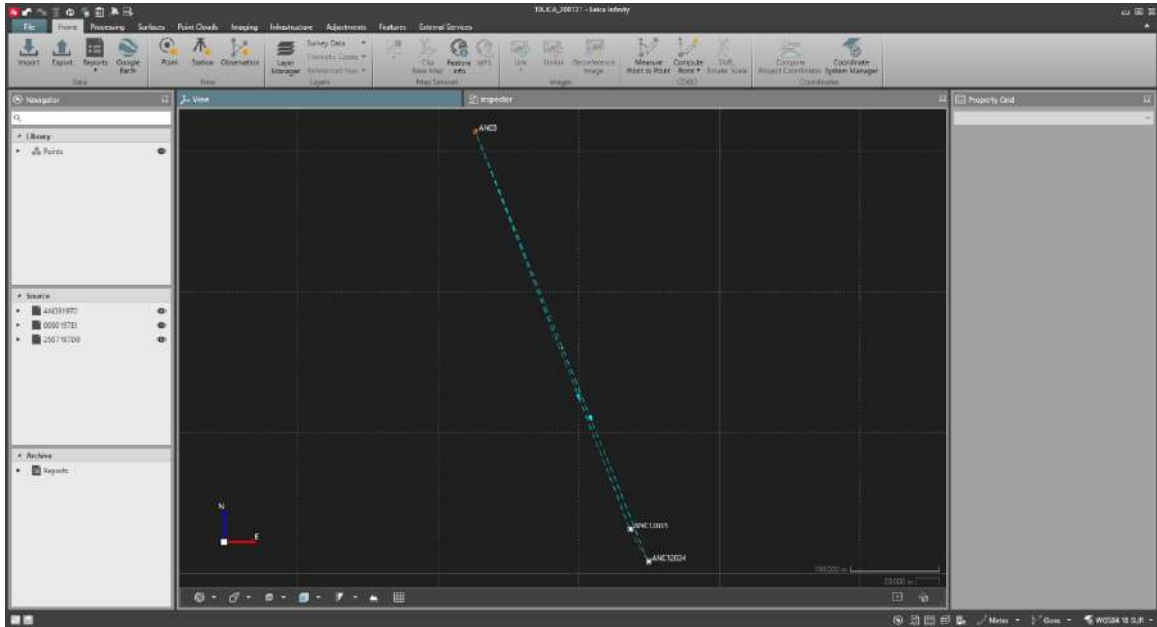
CÓDIGO:	ANC12035
METODO DE POSICIONAMIENTO:	ESTATICO
ESTACIÓN BASE:	AN03
INTERVALO DE GRABACIÓN:	5 SEG
MÁSCARA DE ELEVACIÓN:	10°
DATUM HORIZONTAL:	WGS-84
TIEMPO DE REGISTRO DE DATOS:	04:57:30 HORAS



FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

### b.3 CÁLCULO.

#### b.3.1 ESQUEMA O FIGURA DE LA LÍNEA BASE Y/O AJUSTE DE RED GENERADO POR EL SOFTWARE DE PROCESAMIENTO. ESTACION AN03 CON EL PUNTO (ANC12034, ANC12035)




The screenshot shows the 'Inspector' window in the Topcon Surveying software. The window displays a table of survey data. The table has columns for Point ID, Point Name, Stationing, and Coordinates. The data is organized into rows, with each row representing a specific survey point. The table is organized into columns for Point ID, Point Name, Stationing, and Coordinates.

Point ID	Point Name	Stationing	Coordinates
AN03	Control	15.07.2021 18:38:42	15.07.2021 15:59:37 23.59
ANC12035	Navigation RTK	238719700 16.07.2021 13:00:44	16.07.2021 17:36:35 64.27
ANC12034	Navigation RTK	00091970 16.07.2021 14:36:53	16.07.2021 18:36:59 84.02

Discovered Suggested Surveys	As Job	As Job	As Job	Stationing	Start Time	End Time	Duration
AN03 - ANC12031 (16.07.2021 13:00:44)	10.861.9485	14.031.1549	-15.466.5747	80.241.6687	16.07.2021 15:59:44	16.07.2021 17:36:59	94.17.56
AN03 - ANC12034 (16.07.2021 14:36:53)	21.209.3215	-13.154.5666	-80.016.3380	85.436.9724	16.07.2021 14:36:53	16.07.2021 18:36:59	3462.06

  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

**c. PERSONAL Y EQUIPOS:**

**c.1 PERSONAL**

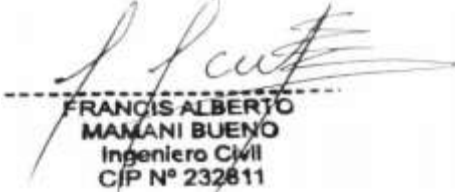
- Jefe del proyecto : Douglas Alfonso Vergaray Huaman
- Geodesta : Jesus Jovino Vidal Tarazona

**c.2 EQUIPOS**

- Receptor SOUTH GNSS GALAXY G1 serie N° SG139A126323522
- Receptor SOUTH GNSS GALAXY G1 serie N° SG139A126323504

**c.3 SOFTWARE**

- LEICA INFINITY V.3.2



FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

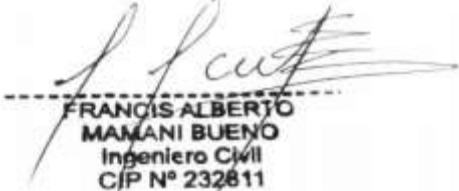
**d. RESULTADOS**

**COORDENANAS UTM ZONA 18S WGS-84**

Adjusted Points			
Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)
ANC12034	9001651.4762	189881.7527	2213.5000
ANC12035	9006224.3977	187313.1348	2105.6715

**COORDENANAS GEOGRAFICAS WGS-84**

Adjusted Points			
Name	WGS84 Latitude	WGS84 Longitude	WGS84 Ell.Height (m)
ANC12034	09° 01' 14.85399"	77° 49' 13.91955"	2237.1628
ANC12035	08° 58' 45.48558"	77° 50' 36.78814"	2129.1005



FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

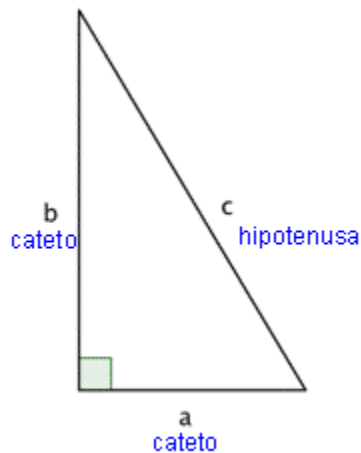
Las alturas de antena en campo fueron medidos a la esquina de la palanca.  
Las alturas de antena en campo fueron medidos a la esquina de la palanca.

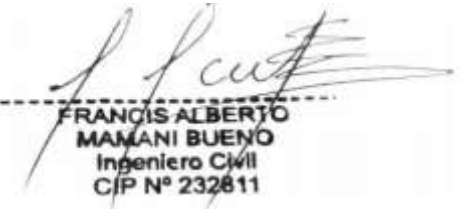


INSTRUMENTO DE  
MEDICION DE ALTURA  
INCLINADA DE 12 cm.

En gabinete realizamos la conversión mediante el siguiente teorema.

#### EL TEOREMA DE PITÁGORAS



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

Si a y b son las longitudes de los catetos de un triángulo rectángulo y c es la longitud de la hipotenusa, entonces la suma de los cuadrados de las longitudes de los catetos es igual al cuadrado de la longitud de la hipotenusa.

Esta relación se representa con la fórmula:

$$a^2 + b^2 = c^2$$






	INSTRUMENTO DE MEDICION DE ALTURA INCLINADA DE 12 cm.	BASE DEL SOPORTE DE LA ANTENA
ANC12034	1.679	1.675 m
ANC12035	1.654	1.650 m

*[Signature]*  
 FRANCIS ALBERTO  
 MAMANI BUENO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 232811


#### **e. CONCLUSIONES**


De acuerdo al informe de procesamiento se concluye que las coordenadas finales de cada uno de los puntos fueron obtenidas de acuerdo a las normas técnicas para este orden "C" de puntos geodésicos.



FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

## 6. DIARIO DE OBSERVACIÓN LLENADO EN CAMPO.

Diario de Observación GNSS		Proyecto: <u>Provias Nacional</u>	
<b>Estación</b> Nombre Completo: <u>Punto de control geodesico</u> Identificación (4 letras): <u>ANC12034</u> Inscripción en el monumento: <u>ANC12034</u> Fecha: <u>16/07/2021</u>			
<b>Coordenadas Aproximadas:</b> Latitud: <u>09° 01' 15"</u> Longitud: <u>77° 49' 14"</u> Altura: <u>2238</u> m			
<b>Receptor / Antena</b>	<b>Tipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Nro. Serie</b>
Receptor: <u>SOUTH</u>	<u>GNSS</u>	<u>GALAXY G1</u>	<u>SG139A126323504</u>
Antena: <u>SOUTH</u>	<u>GNSS</u>	<u>GALAXY G1</u>	<u>SG139A126323504</u>
Software del Receptor (Versión): <u>SGO V10.118.1217</u> SOUTH SGO			
Longitud del Cable Antena - Receptor: _____ m			
<b>Altura de la Antena</b> Sobre el monumento Punto de referencia: <u>Instrumento de medición de altura inclinada de 12cm</u> <input type="checkbox"/> Vertical ó <input checked="" type="checkbox"/> Inclinada Antes de las Observaciones: <u>1.674</u> m Después de las Observaciones: <u>1.674</u> m Datos del Receptor: _____ m		<b>Croquis de las medidas de la Antena</b> (Ejemplo) El punto ANC12034, esta ubicado a la altura de la progresiva 6514 487 de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte a 3km. aprox. al nor. oeste de la plaza principal del distrito de Grajal lado izquierdo del Río Santa, en el distrito de Graj, provincia Huaylas, departamento Ancash.	
<b>Observación:</b> Nro. de la sesión del mismo día: <u>1</u> Intervalo de Medición: <u>05</u> Seg. Elevación Mínima: <u>10</u> Hora de Inicio: <u>14:36:57 p.m.</u> Hora de Término: <u>18:38:57 p.m.</u> Operador / Institución: <u>Francis A. Mamani Bueno</u>			

  
 FRANCIS ALBERTO  
 MAMANI BUENO  
 Ingeniero Civil  
 C/P N° 232811

Diario de Observación GNSS

Proyecto: Proyas Nacional

Estación

Nombre Completo:

Punto de control geodésico

Identificación

(4 letras):

ANC12035

Inscripción en

el monumento:

ANC 12035

Fecha:

16/07/2021

Coordenadas Aproximadas:

Latitud: 02° 58' 45"

Longitud: 77° 50' 37"

Altura:

2130 m

Receptor / Antena

Tipo

Modelo

Nro. Serie

Receptor: SOUTH

GNSS

GALAXY G1

SG139A1263 23522EDN

Antena: SOUTH

GNSS

GALAXY G1

SG139A1263 23522EDN

Software del Receptor (Versión):

SGO

V10.118.12.17

SOUTH SGO

Longitud del Cable Antena - Receptor:

m

Altura de la Antena

Sobre el monumento

Punto de referencia

Instrumento de medición de altura inclinada de 12cm



Vertical

ó



Inclinada

Antes de las Observaciones:

1.654

m

Después de las Observaciones:

1.654

m

Datos del Receptor:

m

Observación:

Nro. de la sesión del mismo día:

1

Intervalo de Medición:

05

Seg.

Elevación Mínima:

10

Hora de Inicio:

13:00:47 p.m.

Hora de Término:

17:58:17 p.m.

Operador / Institución:

Francis A.

Manani Bueno

Croquis de las medidas de la Antena (Ejemplo)

El punto ANC12035,

está ubicado a

la altura de

la progresiva

658+707 de

la carretera

longitudinal

de la Sierra

Norte 8 km.

aprox. al

noroeste de

la plaza

principal

del centro

Poblado de Waz,

al lado derecho del Río

Santa, en el distrito de

Hato, provincia Huaylas,

departamento Ancash.



FRANCIS ALBERTO  
MANANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232811



## 7. SOFTWARE EMPLEADO PARA EL PROCESAMIENTO DEL PUNTO (VERSIÓN)

SOFTWARE:	LEICA INFINITY V 3.2
-----------	----------------------

## 8. REPORTE DE PROCESAMIENTO Y/O AJUSTE DE RED GENERADO POR EL SOFTWARE DE PROCESAMIENTO

Leica Geosystems AG  
Heinrich Wild Strasse  
CH-9435 Haebrugg  
St. Gallen, Switzerland

Phone: + 41 71 727 3131  
Fax: + 41 71 727 4674

- when it has to be right



### GNSS Processing Report - Summary

Report created: 06/09/2021 07:16:30

#### Project Details

General		Customer Details		Master Coordinate System	
Project Name:	TAUCA_200721	Customer Name:	-	Coordinate System Name:	WGS84 18 SUR
Owner:	-	Contact Person:	-	Transformation Type:	Classical 3D
Lead Surveyor:	-	Number:	-	Residual Distribution:	None
Date Created:	20/07/2021 23:04:32	Email:	-	Ellipsoid:	WGS 1984
Last Accessed:	06/09/2021 07:14:15	Skype:	-	Projection Type:	UTM
Application Software:	Infinity 3.2	Website:	-	Geoid Model:	Peru_EGM08
				CSCS Model:	-
Path:	E:\PROYECTO LEICA\TAUCA_200721\TAUCA_200721.apr				
Size:	34.1 MB				
Comments:	-				

#### Baseline AN03 - ANC12035

##### Processing Parameters (16/07/2021 13:00:44 - 16/07/2021 17:58:20)

Data	Selected	Used	Comments
Cut-Off Angle:	10°	10°	
Frequency:	Automatic	L1/L2	
Sampling Rate:	Use All	5.00 sec	
Satellite System:	GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou	GPS/GLONASS	
Ephemeris Type:	Precise	Precise	No frequency available for satellite R01. No frequency available for satellite R02. No frequency available for satellite R03. No frequency available for satellite R12. No frequency available for satellite R13. No frequency available for satellite R14. No frequency available for satellite R15. No frequency available for satellite R17. No frequency available for satellite R23. No frequency available for satellite R24.
Antenna Calibration Set:	NGS Absolute	NGS Absolute	

#### Processing Strategy

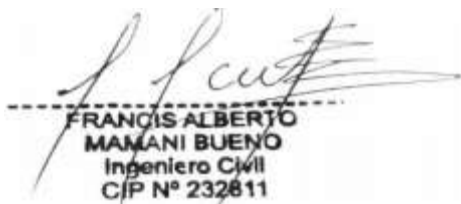
Solution Type:	Phase Fixed	Phase Fixed
Solution Optimisation:	Automatic	Iono Minimised
Frequency to use in Iono Minimisation:	Automatic	L1/L2
Tropospheric Model:	VMF with GPT2 model	VMF with GPT2 model
Ionospheric Model:	Automatic	Computed
Allow Widearea Fix:	Automatic	Automatic

#### General Settings

Min. Distance for Iono Minimisation:	15 km
Possible Ambiguities Fix up to:	300 km
Min. Duration for Float Solution (static):	00:05:00

#### Results Baseline: AN03 - ANC12035

##### Acquisition

  
FRANCIS ALBERTO  
MANANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

Start Time - End Time: 16/07/2021 13:00:47 - 16/07/2021 17:58:17  
Duration: 04:57:30

#### Antennas

	Reference - AN03	Rover - ANC12035
Receiver Name / SN:	TRIMBLE NETR8 / 4006K34436	1.00.190808.RG / 5G139A126323504
Antenna Name / SN:	TRM55971.00 TZGD / 06K34436	STHG1582X_T970A / -
Carrier Offset:	-	0.0000 m
Height Reading:	0.0750 m	1.6500 m
Antenna Height:	0.0750 m	1.6500 m

#### Phase Center Offset

	Reference - TRM55971.00 TZGD		Rover - STHG1582X_T970A	
GPS	L1	L2	L1	L2
East	-0.0002 m	0.0008 m	-0.0007 m	-0.0022 m
North	0.0011 m	0.0002 m	0.0024 m	0.0000 m
Up	0.0650 m	0.0574 m	0.1157 m	0.1044 m

GLONASS	L1	L2	L1	L2
East	-0.0002 m	0.0008 m	-	-
North	0.0011 m	0.0002 m	-	-
Up	0.0650 m	0.0574 m	-	-

#### Coordinates

	Reference - AN03	Rover - ANC12035		Reference - AN03	Rover - ANC12035
Point Role:	Control	Fixed PP			
WGS84 Latitude:	8° 28' 13.39550" S	8° 58' 45.48558" S	Easting:	165,486.6601 m	187,313.1348 m
WGS84 Longitude:	78° 02' 15.89080" W	77° 50' 36.78814" W	Northing:	9,062,392.3449 m	9,006,224.3977 m
WGS84 Ellip. Height:	3,370.2058 m	2,129.1005 m	Ortho. Height:	3,347.3661 m	2,105.6715 m
WGS84 Cartesian X:	1,308,344.6614 m	1,327,210.2220 m			
WGS84 Cartesian Y:	-6,175,279.8760 m	-6,161,260.6567 m			
WGS84 Cartesian Z:	-933,763.2366 m	-989,233.4007 m			

#### Baseline Vector and Quality - WGS84

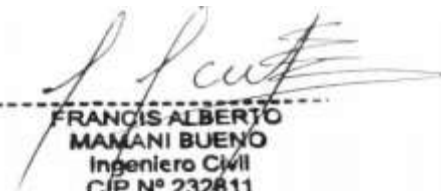
ΔLatitude:	-0° 30' 32.09008"	SD ΔLatitude:	0.0021 m
ΔLongitude:	0° 11' 39.10266"	SD ΔLongitude:	0.0007 m
ΔHeight:	-1,241.1053 m	SD ΔHeight:	0.0009 m
ΔX:	18,865.5606 m	SD ΔX:	0.0007 m
ΔY:	14,019.2193 m	SD ΔY:	0.0008 m
ΔZ:	-55,470.1641 m	SD ΔZ:	0.0022 m
Slope Dist:	60,244.3939 m	SD Slope Dist:	0.0021 m

M0:	1.4220 m	CQ 1D:	0.0009 m
Q11:	0.00000027	CQ 2D:	0.0023 m
Q12:	0.00000000	CQ 3D:	0.0024 m
Q22:	0.00000030		
Q13:	-0.00000015		
Q23:	0.00000008		
Q33:	0.00000235		

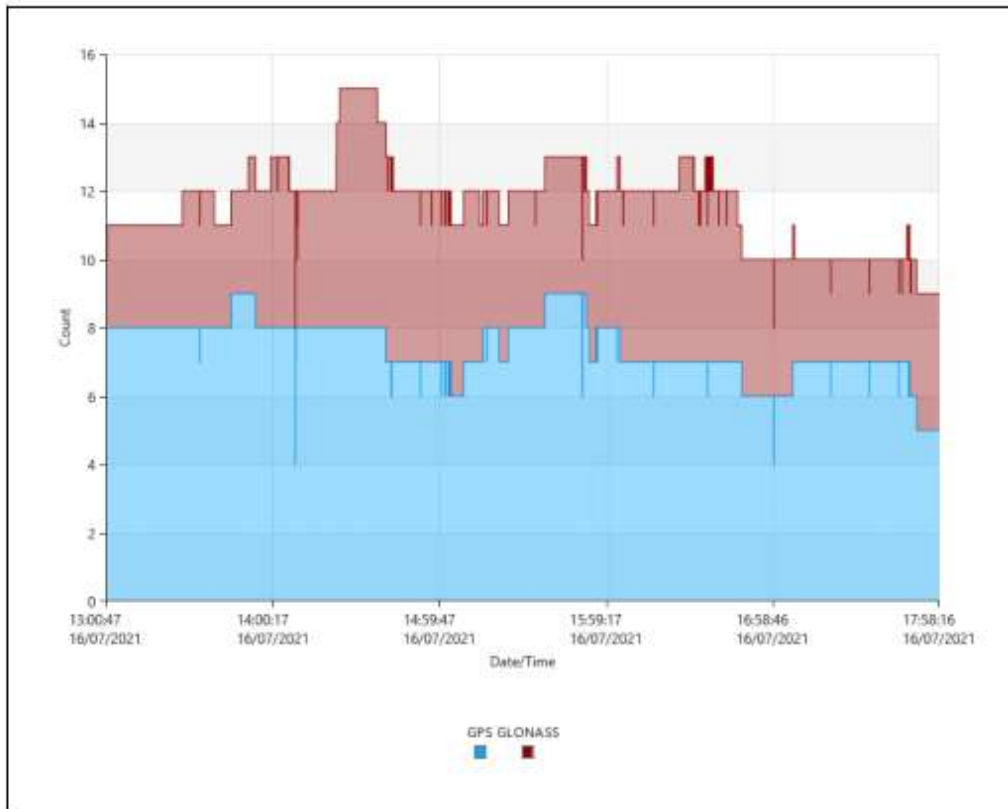
Frequency:	L1/L2	GDOP:	2.0 - 19.4	GPS SVs:	9/9
Solution Optimisation:	Ionosph Minimised	PDOP:	1.4 - 16.0	GLONASS SVs:	6/7
Solution Type:	Phase Fixed	HDOP:	0.7 - 4.0	Beidou SVs:	-
		VDOP:	0.8 - 15.5	Galileo SVs:	-
				QZSS SVs:	-
Ephemeris Type:					
GPS	Precise				
GLONASS	Precise				

#### Processing Info (16/07/2021 13:00:44 - 16/07/2021 17:58:20)

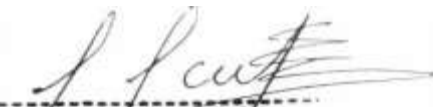
Processed Date/Time: 06/09/2021 07:16:10

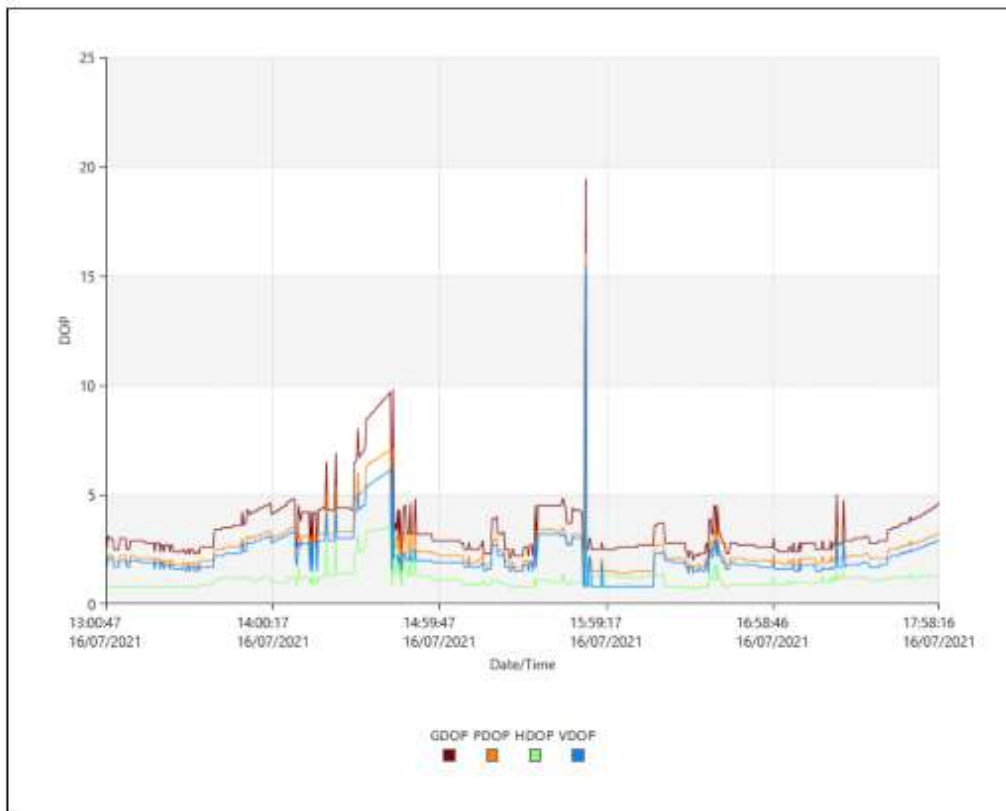
  
FRANCIS ALBERTO  
MANANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232611

SVs Tracked



DOP

  
FRANCIS ALBERTO  
MANANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232611



#### Ambiguity Statistics

Number of Ambiguities	GPS	GLONASS
Fixed	317	161
Total	520	224
Independently fixed	3,207	3,206
Possible independently fixed	3,412	3,412

Average time between independent fixes: 00:01:55

% of Epochs	GPS		GLONASS	
	L1 [%]	L2 [%]	L1 [%]	L2 [%]
Fixed	77.42	86.25	94.34	99.25
Not fixed	1.05	1.31	1.32	0.75
Not fixed - contradiction	21.53	12.44	4.33	0.00
Not fixed - missing phase	0.00	0.00	0.00	0.00

Status	From Epoch	To Epoch	Duration
Not fixed	16/07/2021 13:00:47	16/07/2021 13:00:57	00:00:10
Fixed	16/07/2021 13:00:57	16/07/2021 14:08:27	01:07:30
Not fixed	16/07/2021 14:08:27	16/07/2021 14:08:32	00:00:05
Fixed	16/07/2021 14:08:32	16/07/2021 14:37:47	00:29:15
Not fixed	16/07/2021 14:37:47	16/07/2021 14:37:52	00:00:05
Fixed	16/07/2021 14:37:52	16/07/2021 14:42:37	00:04:45
Not fixed	16/07/2021 14:42:37	16/07/2021 14:42:47	00:00:10
Fixed	16/07/2021 14:42:47	16/07/2021 14:42:52	00:00:05
Not fixed	16/07/2021 14:42:52	16/07/2021 14:42:57	00:00:05
Fixed	16/07/2021 14:42:57	16/07/2021 14:46:07	00:03:10
Not fixed	16/07/2021 14:46:07	16/07/2021 14:46:22	00:00:15
Fixed	16/07/2021 14:46:22	16/07/2021 14:46:27	00:00:05
Not fixed	16/07/2021 14:46:27	16/07/2021 14:46:32	00:00:05
Fixed	16/07/2021 14:46:32	16/07/2021 15:51:32	01:05:00

FRANCIS ALBERTO  
MANANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232811



Not fixed	16/07/2021 15:51:32	16/07/2021 15:51:37	00:00:05
Fixed	16/07/2021 15:51:37	16/07/2021 15:51:42	00:00:05
Not fixed	16/07/2021 15:51:42	16/07/2021 15:51:47	00:00:05
Fixed	16/07/2021 15:51:47	16/07/2021 15:52:32	00:00:45
Not fixed	16/07/2021 15:52:32	16/07/2021 15:52:52	00:00:20
Fixed	16/07/2021 15:52:52	16/07/2021 15:53:02	00:00:10
Not fixed	16/07/2021 15:53:02	16/07/2021 15:53:32	00:00:30
Fixed	16/07/2021 15:53:32	16/07/2021 15:53:42	00:00:10
Not fixed	16/07/2021 15:53:42	16/07/2021 15:54:02	00:00:20
Fixed	16/07/2021 15:54:02	16/07/2021 15:57:42	00:03:40
Not fixed	16/07/2021 15:57:42	16/07/2021 15:57:57	00:00:15
Fixed	16/07/2021 15:57:57	16/07/2021 16:05:27	00:07:30
Not fixed	16/07/2021 16:05:27	16/07/2021 16:05:32	00:00:05
Fixed	16/07/2021 16:05:32	16/07/2021 16:35:32	00:30:00
Not fixed	16/07/2021 16:35:32	16/07/2021 16:35:57	00:00:25
Fixed	16/07/2021 16:35:57	16/07/2021 17:58:17	01:22:20

## Baseline AN03 - ANC12034

Processing Parameters (16/07/2021 14:36:53 - 16/07/2021 18:38:59)

Data	Selected	Used	Comments
Cut-Off Angle:	10°	10°	
Frequency:	Automatic	L1/L2	
Sampling Rate:	Use All	5.00 sec.	
Satellite System:	GPS/GLONASS/Galileo/Beidou	GPS/GLONASS	
Ephemeris Type:	Precise	Precise	No frequency available for satellite R01. No frequency available for satellite R02. No frequency available for satellite R03. No frequency available for satellite R12. No frequency available for satellite R13. No frequency available for satellite R14. No frequency available for satellite R15. No frequency available for satellite R17. No frequency available for satellite R23. No frequency available for satellite R24.
Antenna Calibration Set:	NGS Absolute	NGS Absolute	
<b>Processing Strategy</b>			
Solution Type:	Phase Fixed	Phase Fixed	
Solution Optimisation:	Automatic	Iono Minimised	
Frequency to use in Iono Minimised:	Automatic	L1/L2	
Tropospheric Model:	VMF with GPT2 model	VMF with GPT2 model	
Ionospheric Model:	Automatic	Computed	
Allow Widearea Fix:	Automatic	Automatic	
<b>General Settings</b>			
Min. Distance for Iono Minimised:	15 km		
Possible Ambiguities Fix up to:	300 km		
Min. Duration for Float Solution (static):	00:05:00		

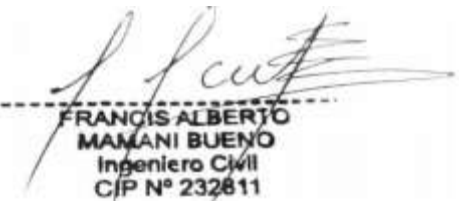
## Results Baseline: AN03 - ANC12034

### Acquisition

Start Time - End Time: 16/07/2021 14:36:57 - 16/07/2021 18:38:57  
Duration: 04:02:00

### Antennas

	Reference - AN03	Rover - ANC12034
Receiver Name / SN:	TRIMBLE NETR8 / 4906K34436	1.09.190808.RG / 5G129A126323522
Antenna Name / SN:	TRM55971.00 TZGD / 06K34436	STHG1582X_TW70A / -
Carrier Offset:	-	0.0000 m

  
FRANCIS ALBERTO  
MANANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232811

Height Reading: 0.0750 m 1.6750 m  
Antenna Height: 0.0750 m 1.6750 m

#### Phase Center Offset

GPS	Reference - TRM55971.00 TZGD		Rover - STHG1582X_T970A	
	L1	L2	L1	L2
East	-0.0002 m	0.0008 m	-0.0007 m	-0.0022 m
North	0.0011 m	0.0002 m	0.0024 m	0.0000 m
Up	0.0650 m	0.0574 m	0.1157 m	0.1044 m

GLONASS	L1		L2	
	L1	L2	L1	L2
East	-0.0002 m	0.0008 m	-	-
North	0.0011 m	0.0002 m	-	-
Up	0.0650 m	0.0574 m	-	-

#### Coordinates

	Reference - AN03	Rover - ANC12034		Reference - AN03	Rover - ANC12034
Point Role:	Control	Fixed PP			
WGS84 Latitude:	8° 28' 13.39550" S	9° 01' 14.85399" S	Easting:	165,486.6601 m	189,861.7527 m
WGS84 Longitude:	78° 02' 15.89080" W	77° 49' 13.91955" W	Northing:	9,062,392.3449 m	9,001,651.4762 m
WGS84 Ellip. Height:	3,370.2058 m	2,237.1628 m	Ortho. Height:	3,347.3661 m	2,213.5000 m
WGS84 Cartesian X:	1,308,344.6614 m	1,329,556.4633 m			
WGS84 Cartesian Y:	-6,175,279.8760 m	-6,160,129.3079 m			
WGS84 Cartesian Z:	-933,763.2366 m	-993,784.3578 m			

#### Baseline Vector and Quality - WGS84

ΔLatitude:	-0° 33' 01.45849"	SD ΔLatitude:	0.0015 m
ΔLongitude:	0° 13' 01.97125"	SD ΔLongitude:	0.0005 m
ΔHeight:	-1,133.0430 m	SD ΔHeight:	0.0006 m
ΔX:	21,211.8019 m	SD ΔX:	0.0005 m
ΔY:	15,150.5680 m	SD ΔY:	0.0006 m
ΔZ:	-60,021.1212 m	SD ΔZ:	0.0015 m
Slope Dist:	65,437.1090 m	SD Slope Dist:	0.0014 m

M0:	1.0016 m	CQ 1D:	0.0006 m
Q11:	0.00000030	CQ 2D:	0.0016 m
Q12:	0.00000000	CQ 3D:	0.0017 m
Q22:	0.00000035		
Q13:	-0.00000010		
Q23:	0.00000005		
Q33:	0.00000229		

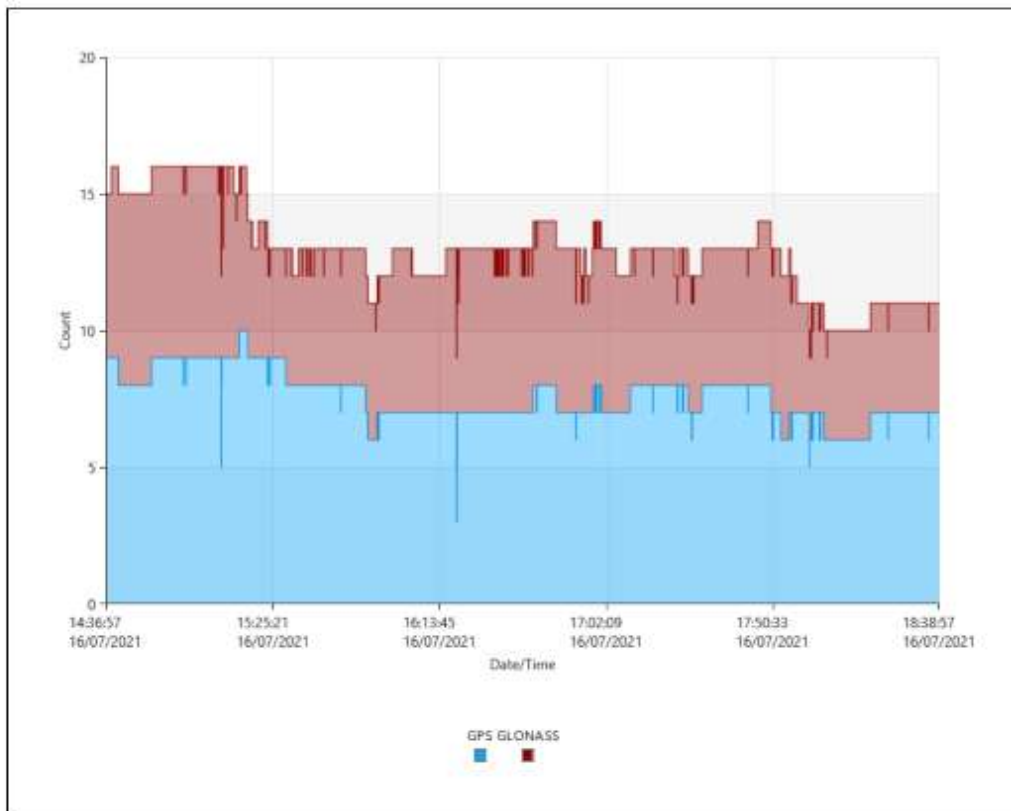
Frequency:	L1/L2	GDOP:	1.6 - 8.2	GPS SVs:	10/10
Solution Optimisation:	Ionosph Minimised	PDOP:	1.3 - 6.4	GLONASS SVs:	7/7
Solution Type:	Phase Fixed	HDOP:	0.6 - 2.7	Beidou SVs:	-
		VDOP:	1.1 - 6.0	Galileo SVs:	-
				QZSS SVs:	-
Ephemeris Type:					
GPS	Precise				
GLONASS	Precise				

#### Processing Info (16/07/2021 14:36:53 - 16/07/2021 18:38:59)

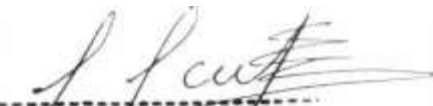
Processed Date/Time: 06/09/2021 07:16:10

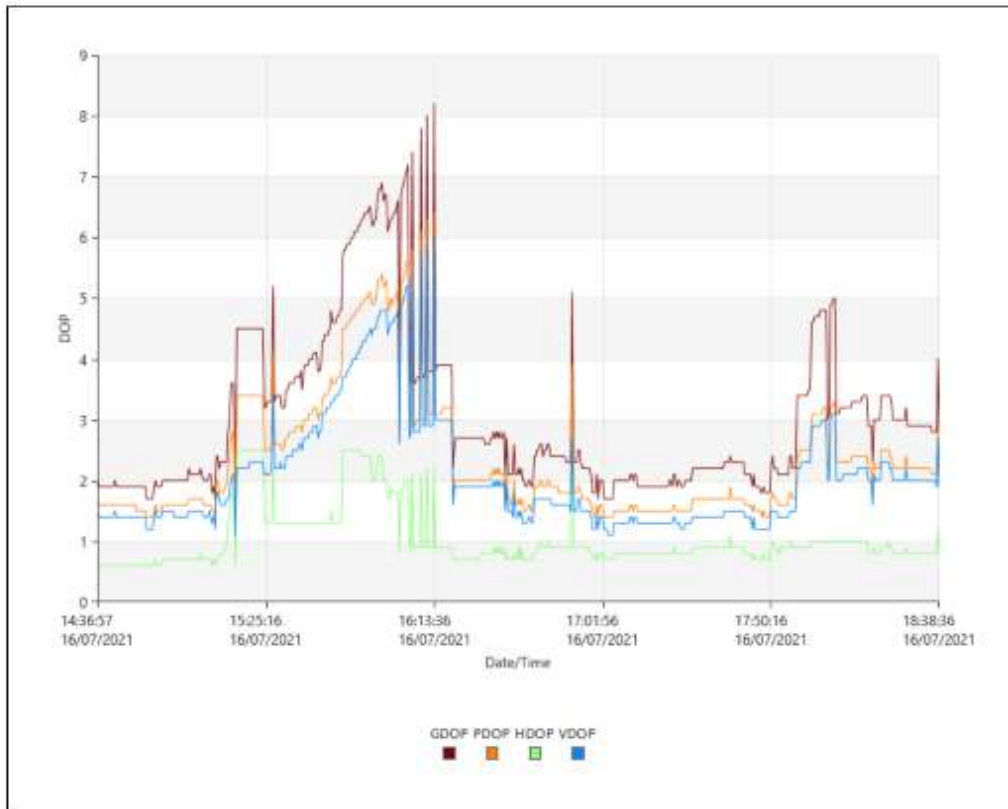
#### SVs Tracked

  
FRANCIS ALBERTO  
MANJANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232611



DOP

  
FRANCIS ALBERTO  
MANANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232611



#### Ambiguity Statistics

Number of Ambiguities	GPS	GLONASS
Fixed	210	213
Total	323	329
Independently fixed	2,253	2,345
Possible independently fixed	2,432	2,432

Average time between independent fixes: 00:01:00

% of Epochs	GPS		GLONASS	
	L1 [%]	L2 [%]	L1 [%]	L2 [%]
Fixed	87.43	86.88	87.67	84.30
Not fixed	2.04	0.90	2.00	2.37
Not fixed - contradiction	10.53	12.22	10.33	13.32
Not fixed - missing phase	0.00	0.00	0.00	0.00

Status	From Epoch	To Epoch	Duration
Fixed	16/07/2021 14:36:57	16/07/2021 15:10:32	00:33:35
Not fixed	16/07/2021 15:10:32	16/07/2021 15:10:52	00:00:20
Fixed	16/07/2021 15:10:52	16/07/2021 15:16:22	00:05:30
Not fixed	16/07/2021 15:16:22	16/07/2021 15:16:42	00:00:20
Fixed	16/07/2021 15:16:42	16/07/2021 16:18:47	01:02:05
Not fixed	16/07/2021 16:18:47	16/07/2021 16:19:22	00:00:35
Fixed	16/07/2021 16:19:22	16/07/2021 18:38:57	02:19:35


FRANCIS ALBERTO  
MANANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232611

a. ANÁLISIS DE PROCESAMIENTO

Durante el post proceso y procesamiento de líneas base no se tuvo mayores inconvenientes y análisis alguno debido a que la configuración de los receptores, el intervalo de registro de datos, la distancia de la base y la metodología empleada fueron las más adecuadas.

b. ANÁLISIS Y COMENTARIO DE RESIDUALES

Debido a que la información de los Receptores GNSS Rover y Estaciones Base fueron buenas, no se necesitó hacer depuración o edición de la señal registrada en ninguna sesión, se adjunta reporte de informe de líneas base.



FRANCIS ALBERTO  
MANANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232611



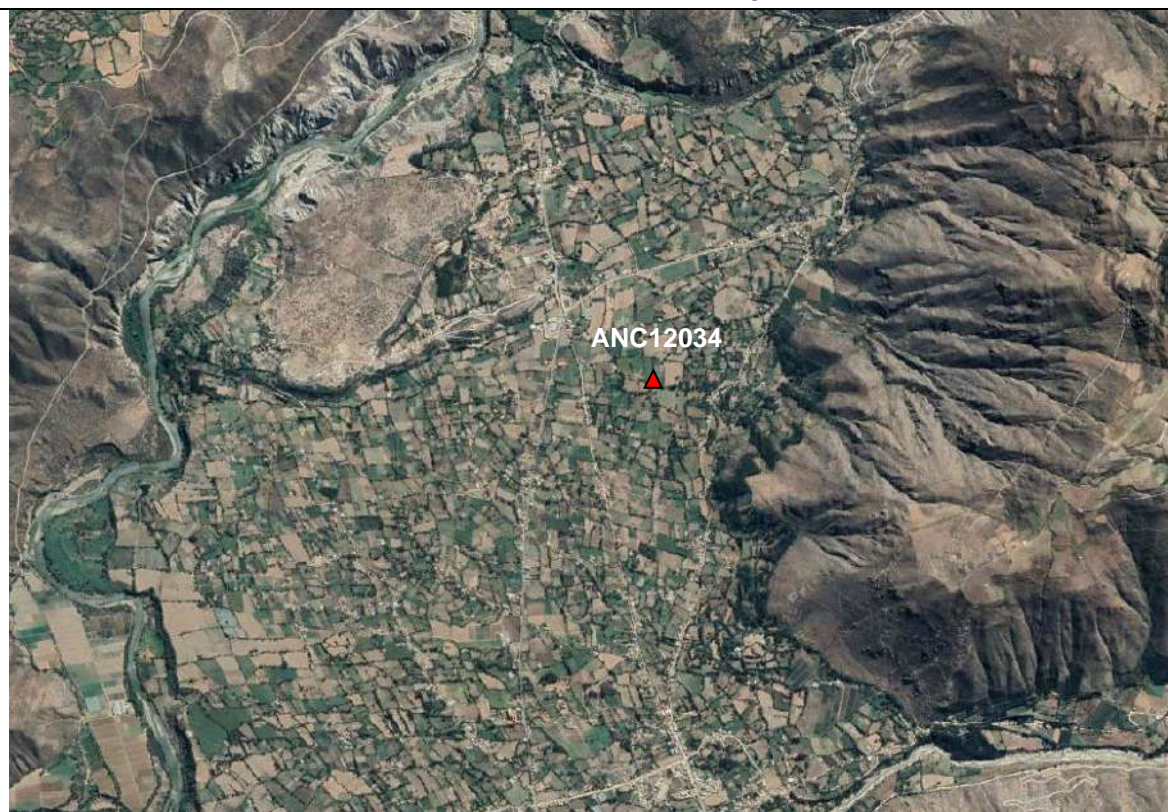
## 9. DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA DEL PUNTO GEODÉSICO.

### DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA

<b>NOMBRE:</b>	<b>CÓDIGO:</b>	<b>LOCALIDAD:</b>	<b>ESTABLECIDA POR:</b>	
<b>ANC12034</b>	<b>ANC12034</b>	<b>CARAZ</b>	<b>DOUGLAS ALFONSO VERGARY HUAMAN</b>	
<b>UBICACIÓN:</b> Ubicado a la altura de la progresiva 651 + 481 de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte a 3 km. aprox. al noroeste de la plaza principal del distrito de Caraz.			<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> PLACA DE BRONCE 7 CM DE DIAMETRO	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b>	<b>LONGITUD (W) WGS-84</b>		<b>NORTE (N) WGS-84</b>	<b>ESTE (E) WGS-84</b>
09°01'14.85399"	77°49'13.91955		9001651.4762 m	189881.7527 m
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b>		<b>ELEVACIÓN (EGM2008_Peru)</b>		<b>ZONA UTM</b>
2237.1628 m		2213.5000 m		18 L

#### ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO

"C"



**IMAGEN DE RASTREO DE ANTENA**



**IMAGEN DEL DISCO**



#### DESCRIPCIÓN

**El Punto ANC12034**, está ubicado a la altura de la progresiva 651 + 481 de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte a 3 km. aprox. al noroeste de la plaza principal del distrito de Caraz al lado izquierdo del Rio Santa, en el distrito de Caraz, provincia Huaylas, departamento Ancash.

<b>DESCRITA POR:</b> Jesus Jovino Vidal Tarazona	<b>REVISADO POR:</b> Vergaray Huaman Douglas	<b>JEFE PROYECTO:</b> Vergaray Huaman Douglas	<b>FECHA:</b> Agosto 2021
---	---	--	------------------------------

*[Signature]*  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CJP N° 232811



## DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA

<b>NOMBRE:</b> <b>ANC12035</b>	<b>CÓDIGO:</b> <b>ANC12035</b>	<b>LOCALIDAD:</b> <b>MATO</b>	<b>ESTABLECIDA POR:</b> <b>DOUGLAS ALFONSO VERGARAY HUAMAN</b>
<b>UBICACIÓN:</b> Está ubicado a la altura de la progresiva 658 + 707 de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte 8 km. aprox. al noroeste de la plaza principal del centro poblado de Caraz		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MARCA:</b> PLACA DE BRONCE 7 CM DE DIAMETRO	
<b>LATITUD (S) WGS-84</b>  08° 58' 45.48558"	<b>LONGITUD (W) WGS-84</b>  77° 50'36.78814"	<b>NORTE (N) WGS-84</b>  9006224.3977 m	<b>ESTE (E) WGS-84</b>  187313.1348 m
<b>ALTURA ELIPSOIDAL</b>  2129.1005 m		<b>ELEVACIÓN (EGM2008_Peru)</b>  2105.6715 m	<b>ZONA UTM</b>  18 L

### ORDEN DEL PUNTO GEODÉSICO "C"



**IMAGEN DE RASTREO DE ANTENA**




**IMAGEN DEL DISCO**



#### DESCRIPCIÓN

**El Punto ANC12035**, está ubicado a la altura de la progresiva 658 + 707 de la carretera Longitudinal de la Sierra Norte 8 km. aprox. al noroeste de la plaza principal del centro poblado de Caraz al lado derecho del Rio Santa, en el distrito de Mato, provincia Huaylas, departamento Ancash.

<b>DESCRITA POR:</b> Jesus Jovino Vidal Tarazona	<b>REVISADO POR:</b> Vergaray Huaman Douglas	<b>JEFE PROYECTO:</b> Vergaray Huaman Douglas	<b>FECHA:</b> Agosto 2021
---	---	--	------------------------------

  
 FRANCIS ALBERTO  
 MAMANI BUENO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 232611

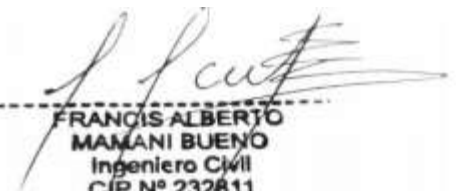


## 10. GALERÍA DE FOTOS

### ANC12034

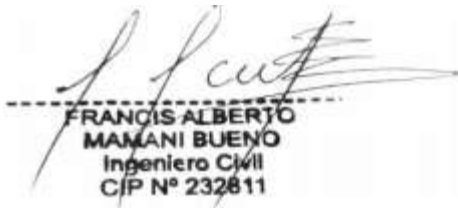
#### a. PROCESO DE MONUMENTACIÓN O INCRUSTACIÓN (DE SER EL CASO)



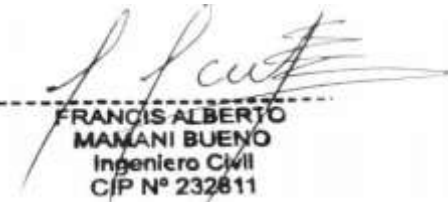
  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811





  
FRANCIS ALBERTO  
MANANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232611




  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811




**b. PROFUNDIDAD DEL TERRENO (EN CASO DE PREPARAR UN PILAR DE CONCRETO)**



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

c. ANCLAJE DEL DISCO DE BRONCE



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232611



d. INCRUSTACIÓN DEL DISCO DE BRONCE



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

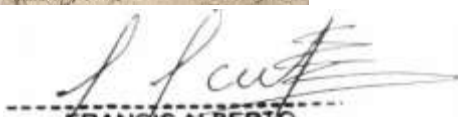


**e. MONUMENTO TERMINADO**



**f. IMAGEN DEL DISCO DE BRONCE INSTALADO EN MONUMENTO TERMINADO**




  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232611




g. IMÁGENES DEL RASTREO



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232811

- h. MEDICIÓN DE ALTURA DE ANTENA, CARACTERIZANDO LA MARCA EN LA ANTENA O EL ACCESORIO EMPLEADO

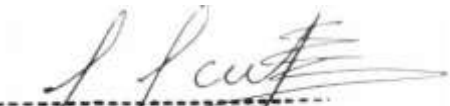


  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232611




- i. **FOTOGRAFÍA PANORÁMICAS DEL LUGAR QUE PERMITAN VISUALIZAR QUE EL PUNTO ESTE LIBRE DE OBSTRUCCIONES (DESDE DISTINTOS ÁNGULOS)**



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811





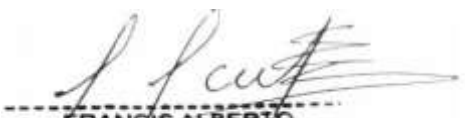
  
-----  
**FRANCIS ALBERTO**  
**MAMANI BUENO**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811



**ANC12035**

**a. PROCESO DE MONUMENTACIÓN O INCRUSTACIÓN (DE SER EL CASO)**



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232611

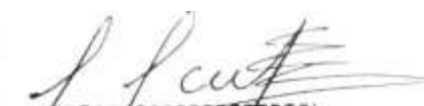




  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811






  
-----  
**FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO**  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

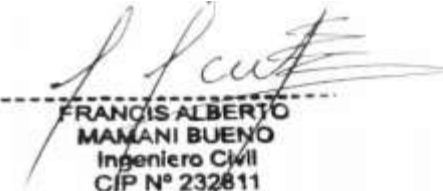




  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811



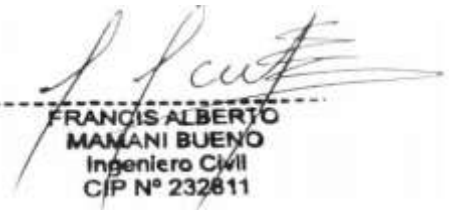


  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232811



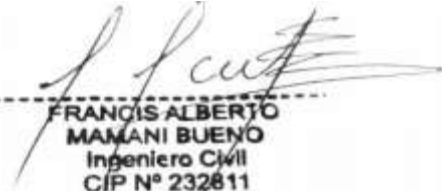
**b. UNIDAD DEL TERRENO (EN CASO DE PREPARAR UN PILAR DE CONCRETO)**



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232611

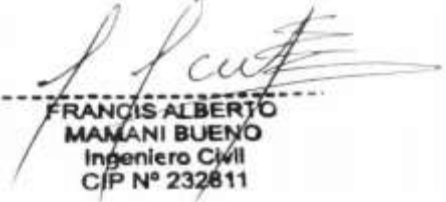




  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

### C. ANCLAJE DEL DISCO DE BRONCE




  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811




**d. INCRUSTACIÓN DEL DISCO DE BRONCE**



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811




e.

  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811



## MONUMENTO TERMINADO

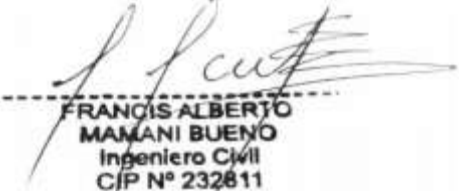


  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811



f. IMAGEN DEL DISCO DE BRONCE INSTALADO EN MONUMENTO TERMINADO

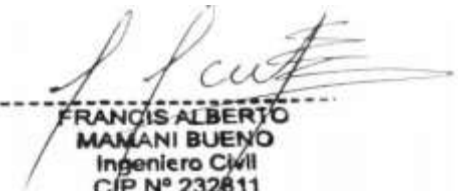


  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811



**g. IMÁGENES DEL RASTREO**




  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232811



**h. MEDICIÓN DE ALTURA DE ANTENA, CARACTERIZANDO LA MARCA EN LA ANTENA O EL ACCESORIO EMPLEADO**

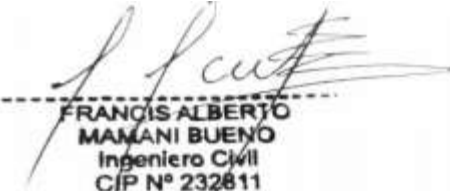


  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811




**i. FOTOGRAFÍA PANORÁMICAS DEL LUGAR QUE PERMITAN VISUALIZAR QUE EL PUNTO ESTE LIBRE DE OBSTRUCCIONES (DESDE DISTINTOS ÁNGULOS)**



  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811




  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811



## 11. FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN BASE UTILIZADA.

	<b>INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL</b> SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO	
<b>FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE</b>		
<b>0. DATOS GENERALES:</b>		
Preparado por:	Departamento de Procesamiento Geodésico	
Realizado:	30 de noviembre de 2020	
Versión:	3.1.0	
<b>1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:</b>		
Nombre:	Tauca	
Código Nacional:	AN03	
Código Internacional:	42232M001	
Inscripción:	Placa de bronce	
Orden de la estación:	"0"	
Fecha de monumentación:	8 de junio de 2010	
<b>2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:</b>		
Departamento:	Ancash	
Provincia:	Pallasca	
Distrito:	Tauca	
Ubicación de la estación:	Municipalidad Distrital de Tauca	
		
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b>		
		
		
FECHA: 20/07/2021 14:40 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: F001-013383		
AN03 1   4		

  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811



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)
08°28'13.39550"	78°02'15.89080"
Altura Elipsoidal (m)	Factor de escala combinado
3370.2058	1.000915596359

3.2. CARTESIANAS

X (m)	Y (m)	Z (m)
1308344.6614	-6175279.8760	-933763.2367

3.3. UTM

Este (m)	Norte (m)
826192.6970	9062456.5778
Zona: 17 Sur	

4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS

4.1. RECEPTOR:

Modelo: NET R8 TRIMBLE, Doble frecuencia  
N° de serie: 4906K34436  
Versión del firmware: 4.41  
Fecha de instalación: 10 de junio de 2010  
Ubicación del receptor: El receptor se encuentra dentro de una caja metálica de color blanco humo empotrada en la pared, ubicada en la secretaría general de la mencionada institución.

4.2. ANTENA:

Modelo: Zephyr Geodetic Model 2 (L1,L2) Trimble  
N° de serie: 1440929228 No legible  
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 junio de 2010  
Ubicación de la antena: La antena está instalada sobre un monumento de concreto de 1.50 m de alto y 40 cm x 40 cm de ancho de color blanco, ubicada en el techo de la

FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232811





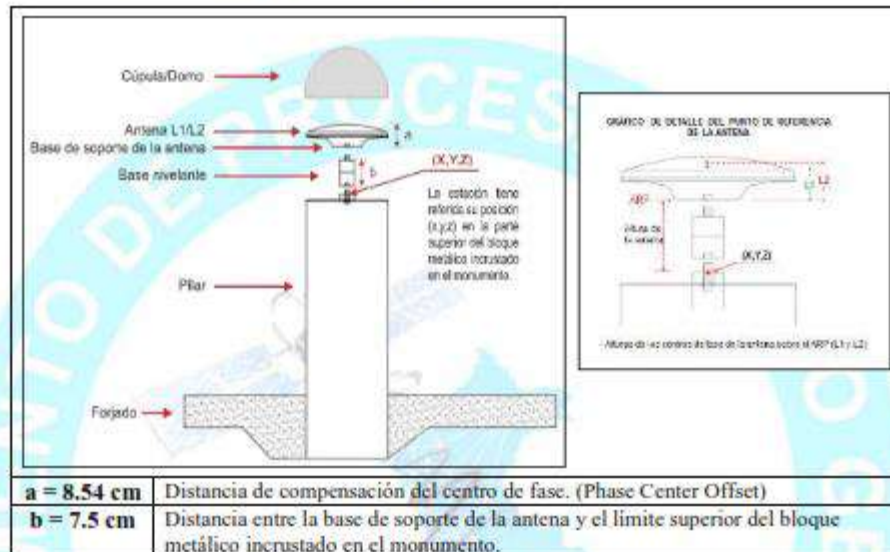
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA  
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



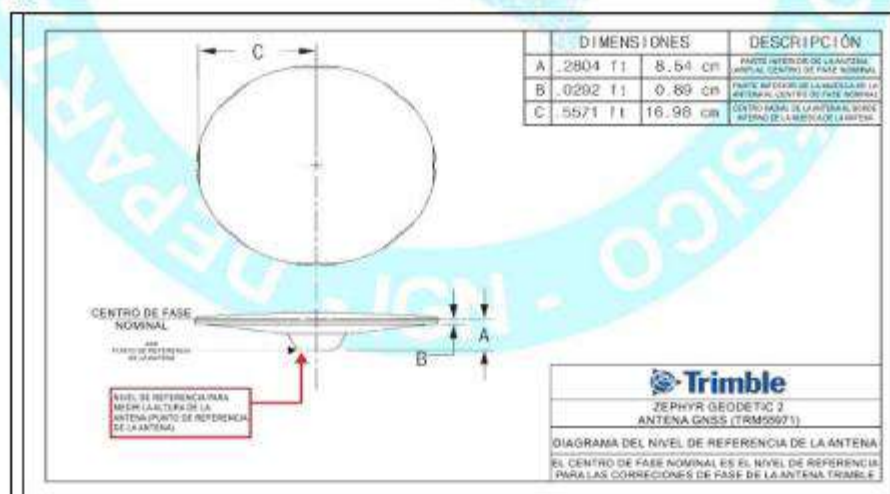
mencionada institución.

## 5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN

### 5.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA



### 5.2. DIMENSIONES DE LA ANTENA



FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811





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

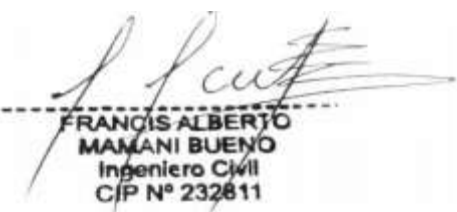


**6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO**



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: \*T01  
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 Barmburú 1184, Surquillo, Lima 34, Perú  
Teléfono: 4759960 / 4753030 Anexo 120  
Correo: [cpg@ign.gob.pe](mailto:cpg@ign.gob.pe) / [sirgas\\_peru@ign.gob.pe](mailto:sirgas_peru@ign.gob.pe)  
Web site: [http://209.45.65.186/rastreo\\_permanente](http://209.45.65.186/rastreo_permanente)

  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

## 12. SOLICITUD DE CÓDIGO DE PUNTO GEODÉSICO

**SOLICITUD DE CÓDIGOS PARA PUNTOS GEODÉSICOS**

RELLENAR LOS SIGUIENTES DATOS:

<b>PERSONA NATURAL/JURÍDICA RESPONSABLE DE LOS TRABAJOS DE POSICIONAMIENTO GNSS</b>	<b>Francis Alberto Mamani Bueno</b>
<b>TELÉFONO Y/O CELULAR</b>	975415580
<b>CORREO ELECTRÓNICO</b>	<a href="mailto:francis@mamani.com">francis@mamani.com</a>
<b>CANTIDAD DE PUNTOS GEODÉSICOS</b>	DOS (02)


  

<b>Datos del Punto Geodésico 01</b>	
<b>ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO</b>	"C"
<b>DEPARTAMENTO(*)</b>	ANCASH
<b>PROVINCIA(**)</b>	HUAYLAS
<b>CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 01 (*)</b>	<b>ANC12034</b>


  

<b>Datos del Punto Geodésico 02</b>	
<b>ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO</b>	"C"
<b>DEPARTAMENTO(*)</b>	ANCASH
<b>PROVINCIA(**)</b>	HUAYLAS
<b>CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 02 (*)</b>	<b>ANC12035</b>

<b>FIRMA, POSTFIRMA Y SELLO DE LA PERSONA NATURAL/JURÍDICA RESPONSABLE</b>	 <b>FRANCIS ALBERTO MAMANI BUENO</b> Ingeniero Civil CIP N° 232811
--	---

<b>FIRMA Y SELLO DE LA SUB DIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES</b>	 <b>PELOX CABELLO WONG</b> PERSONAL CAS Sub Dirección de Certificaciones 99/97/2021
---	---


(\*) Esta codificación no define límites políticos administrativos

(\*\*) Tener precaución de indicar correctamente la provincia y departamento en los que se realizará el levantamiento. En caso de que el código no perteneciera a la provincia y/o departamento en el que se realizaron los trabajos, no se podrá proceder con la certificación.

**AVISO:**

1. Enviar la solicitud del código obligatoriamente en formato excel (Ejemplo: "xlsx", xls) al correo [certificaciones@instituto-geografico.gob.pe](mailto:certificaciones@instituto-geografico.gob.pe), de lo contrario su solicitud no podrá admitirse y responderla.

2. El código asignado por LA Sub Dirección de Certificaciones del Instituto Geográfico Nacional tendrá validez por un tiempo no mayor a 6 meses para su certificación, caso contrario, será anulado y asignado a otros proyectos.

  
**FRANCIS ALBERTO MAMANI BUENO**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 232811

**13. COMPROBANTE DE PAGO DEL FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACION GNSS PERMANENTE.**



**INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL**  
 AV. ARAMBURU 1184 ZONA SURQUILLO  
 LIMA - LIMA  
 TELEFONO : 226-7067  
 EMAIL : COMERCIALIZACION@IGN.GOB.PE  
 Horario de Atención: Lunes a Viernes 09:00 am - 04:00 pm

**FACTURA ELECTRONICA**

RUC :20301053623  
 F001-013383

Datos de Cliente			Datos de la Factura		
<b>Cliente :</b> MAMANI BUENO FRANCIS ALBERTO <b>Dirección :</b> PSJE DE LA PERSPECTIVA 181 INT 101 LIMA <b>Ruc N° :</b> 10466654928			<b>Fecha de Emisión :</b> 20 Julio 2021 <b>N° Interno :</b> 0000003022 <b>Forma de Pago :</b> TARJETA <b>Tipo de Moneda :</b> SOLES		

TEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL
01	B-07-01-00040	DATA ERP TAUCA DIGITAL DVD	1	101.19	101.19
02	B-07-01-00090	FICHA TECNICA DE ERP TAUCA COPIA PAPEL	1	98.90	98.90

**DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS CON 16/100 SOLES**



Usuario : 10466654928  
 Clave : 0000008429  
 Ingrese al link  
<http://app.ign.gob.pe/documentoselectronicos>  
 Vendedor : rBROCCAS  
 Cobrado Por : jBROCCAB  
 Hora Impresión : 01:53:52p.m.

<b>SUB TOTAL VENTA</b>	<b>S/</b>	<b>200.08</b>
<b>ANTICIPOS</b>	<b>S/</b>	<b>0.00</b>
<b>DESCUENTOS</b>	<b>S/</b>	<b>0.00</b>
<b>VALOR VENTA</b>	<b>S/</b>	<b>0.00</b>
<b>ISC</b>	<b>S/</b>	<b>0.00</b>
<b>IGV</b>	<b>S/ 18%</b>	<b>36.02</b>
<b>OTROS CARGOS</b>	<b>S/</b>	<b>0.00</b>
<b>OTROS TRIBUTOS</b>	<b>S/</b>	<b>0.00</b>
<b>IMPORTE TOTAL</b>	<b>S/</b>	<b>236.10</b>

Esta es una rerepresentación impresa  
 N° NOTA VENTA : 0000003988  
 ERP AN03 - TAUCA  
 FECHA: 16/07/2021  
 YAULILAHUAC@GMAIL.COM

Efectos fiscales al pago


---

**FRANCIS ALBERTO  
 MAMANI BUENO  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 232811**

# 14. COMPROBANTE DE PAGO DE DATA DE LA ESTACION GNSS PERMANENTE.



INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL  
AV. ARAMBURU 1184 ZONA SURQUILLO  
LIMA - LIMA  
TELEFONO : 226-7067  
EMAIL : COMERCIALIZACION@IGN.GOB.PE

Horario de Atención: Lunes a Viernes 09:00 am - 04:00 pm

## FACTURA ELECTRONICA

RUC :20301053623  
F001-013363

Datos de Cliente			Datos de la Factura		
Cliente :	MAMANI BUENO FRANCIS ALBERTO		Fecha de Emision :	20 Julio 2021	
Direccion :	PSJE DE LA PERSPECTIVA 181 INT 101 LIMA		N° Interno :	0000003022	
Ruc N° :	10466654928		Forma de Pago :	TARJETA	
			Tipo de Moneda :	SOLES	
TEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL
01	B-07-01-00040	DATA ERP TAUCA DIGITAL DVD	1	101.19	101.19
02	B-07-01-00090	FICHA TECNICA DE ERP TAUCA COPIA PAPEL	1	98.90	98.90
DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS CON 16/100 SOLES			SUB TOTAL VENTA	S/	200.08
			ANTICIPOS	S/	0.00
			DESCUENTOS	S/	0.00
			VALOR VENTA	S/	0.00
			ISC	S/	0.00
			IGV	S/ 18%	36.02
			OTROS CARGOS	S/	0.00
			OTROS TRIBUTOS	S/	0.00
			IMPORTE TOTAL	S/	236.10

Usuario : 10466654928  
Clave : 0000008429  
Ingrese al link  
<http://app.ign.gob.pe/documentoelectronicos>  
Vendedor : rBROCCAS  
Cobrado Por : jBROCCAB  
Hora Impresion : 01:53:52p.m.

Esta es una representacion impresa

N° NOTA VENTA : 0000003988

ERP AN03 - TAUCA


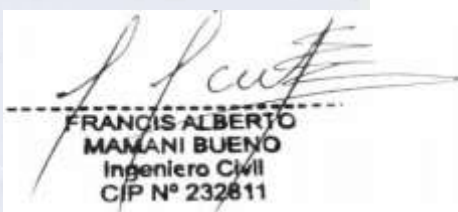
FECHA: 16/07/2021

YAUILLAHUAC@GMAIL.COM

Efectos fiscales al pago

*[Signature]*  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811

**COMPROBANTE DE PAGO DEL SERVICIO DE CERTIFICACION DE LOS PUNTOS GEODÉSICOS A  
CERTIFICAR.**

	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL AV. ARAMBURU 1184 ZONA SURQUILLO LIMA - LIMA TELÉFONO : 226-7067 EMAIL : COMERCIALIZACION@IGN.GOB.PE Horario de Atención: Lunes a Viernes 09:00 am - 04:00 pm	<b>RECIBO DE INGRESO</b> RUC : 20301053623 R001-000068																																			
	<b>Datos de Cliente</b> Cliente : MAMANI BUENO FRANCIS ALBERTO Direccion : PSJE DE LA PERSPECTIVA 181 INT 101 LIMA RUC. : 10468654928	<b>Datos del Recibo</b> Fecha de Emision : 04 Agosto 2021 N° Interno : 0000000069 Forma de Pago : TARJETA Tipo de Moneda : SOLES																																			
<table border="1"><thead><tr><th>ITEM</th><th>CODIGO</th><th></th><th>CANTIDAD</th><th>PRECIO U</th><th>SUBTOTAL</th></tr></thead><tbody><tr><td>01</td><td>S-02-06-00032</td><td>CERTIFICACION DE PUNTO GEODESICO DMS ORDEN C ANCAH</td><td>1.00</td><td>307.70</td><td>307.70</td></tr><tr><td></td><td></td><td>HUAYLAS - MATO 321205</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>02</td><td>S-02-06-00033</td><td>CERTIFICACION DE PUNTO GEODESICO DMS ORDEN C ANCAH</td><td>1.00</td><td>307.70</td><td>307.70</td></tr><tr><td></td><td></td><td>HUAYLAS - CABOZ 321204</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="4">SEISCIENTOS QUINCE CON 40/100 SOLES</td><td>IMPORTE TOTAL</td><td>S/ 615.40</td></tr></tbody></table>		ITEM	CODIGO		CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL	01	S-02-06-00032	CERTIFICACION DE PUNTO GEODESICO DMS ORDEN C ANCAH	1.00	307.70	307.70			HUAYLAS - MATO 321205				02	S-02-06-00033	CERTIFICACION DE PUNTO GEODESICO DMS ORDEN C ANCAH	1.00	307.70	307.70			HUAYLAS - CABOZ 321204				SEISCIENTOS QUINCE CON 40/100 SOLES				IMPORTE TOTAL	S/ 615.40
ITEM	CODIGO		CANTIDAD	PRECIO U	SUBTOTAL																																
01	S-02-06-00032	CERTIFICACION DE PUNTO GEODESICO DMS ORDEN C ANCAH	1.00	307.70	307.70																																
		HUAYLAS - MATO 321205																																			
02	S-02-06-00033	CERTIFICACION DE PUNTO GEODESICO DMS ORDEN C ANCAH	1.00	307.70	307.70																																
		HUAYLAS - CABOZ 321204																																			
SEISCIENTOS QUINCE CON 40/100 SOLES				IMPORTE TOTAL	S/ 615.40																																
Vendedor : shuapayab Cobrado Por : JBROCCAB Hora Impresion : 02:35:46p.m.																																					
Esta es una representacion impresa																																					
 FRANCIS ALBERTO MAMANI BUENO Ingeniero Civil CIP N° 232811																																					
8 CANCELADO 04 AGO. 2021																																					



5. DECLARACIÓN JURADA DE TOMAR CONOCIMIENTO DE LAS CONSIDERACIONES TÉCNICO ADMINISTRATIVAS ACTUALIZADO MAYO 2021

**DECLARACIÓN JURADA DE TOMA DE CONOCIMIENTO**

Yo, Francis Alberto Mamani Bueno, identificado(a) con DNI N° 46665492 y con domicilio en Pas. De la Perspectiva nro. 181 Int. 101, del distrito Surquillo, provincia y departamento de Lima, declaro bajo juramento lo siguiente:

Que, he tomado conocimiento de toda la información consignada en las Consideraciones Técnico Administrativa para la certificación de puntos geodésicos de orden "A", "B" y "C" Actualizado Mayo 2021, por lo que asumo la responsabilidad del resultado del proceso de verificación del expediente para certificación presentado

Lima, 04 de agosto del 2021




Huella digital  
Índice  
derecho

  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811  
Firma

Nombres y Apellidos : Francis Alberto Mamani Bueno

DNI : 46665492

  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
CIP N° 232811



6. DECLARACIÓN JURADA DE NO PRESENTAR DOCUMENTACIÓN FALSA Y/O ADULTERADA

**DECLARACIÓN JURADA DE NO PRESENTAR DOCUMENTACIÓN FALSA Y/O ADULTERADA**

Yo, Francis Alberto Mamani Bueno, identificado(a) con DNI N° 46665492 y con domicilio en Pas. De la Perspectiva nro. 181 Int. 101, del distrito Surquillo, provincia y departamento de Lima, declaro bajo juramento lo siguiente:

Que, declaro bajo juramento que toda la información presentada en el expediente para certificación es real y fidedigna, asumiendo la responsabilidad administrativa, disciplinaria y civil penal que puede derivar de la presente declaración en caso de encontrarse documentación falsa y/o adulterada, dispuesto en el Artículo 427° del Código Penal (Falsificación de documentos), siendo que dicho delito puede ser sancionado con pena privativa de libertad no menor de dos ni mayor de diez años y con treinta a noventa días-multa si se trata de un documento público.

Lima, 04 de agosto del 2021

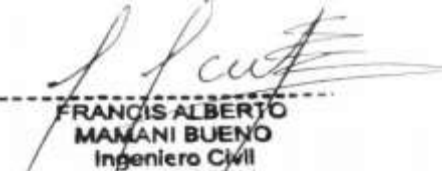


Huella digital  
Índice  
derecho

  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232811  
Firma

Nombres y Apellidos : Francis Alberto Mamani Bueno

DNI : 46665492

  
FRANCIS ALBERTO  
MAMANI BUENO  
Ingeniero Civil  
C/P N° 232811




# INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

## SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES



### CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **ANC12034** y habiendo verificado el resultado obtenido por el **PROVIAS NACIONAL**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		ANC12034	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	189881.753 m	LATITUD	09°01'14.85399" S
NORTE	9001651.476 m	LONGITUD	77°49'13.91955" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	2237.163 m
Datos Generales:			
- ORDEN: "C"			
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): HUAYLAS - ANCASH			
- ESTACIÓN GNSS BASE: TAUCA (AN03) - 2020			
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: JULIO 2021			
- NÚM. CORRELATIVO: 2556 – 2021/IGN/DIG/SDCERTIF			

Lima, 22 de setiembre de 2021



SILVA CELESTINO Clari Luz  
TTE EP  
Subdirectora de Certificaciones

EVALUADO POR: SO3 EP PORTUGENO HUAMANGUILLA YAKELIN

#### COMPETENCIA

La certificación del punto geodésico no certifica ni define límites territoriales de propiedad, posesión jurisdiccional ni






# INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

## SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES




### CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO

Visto el informe de procesamiento del punto geodésico **ANC12035** y habiendo verificado el resultado obtenido por el **PROVIAS NACIONAL**, el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:

CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		ANC12035	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	187313.135 m	LATITUD	08°58'45.48558" S
NORTE	9006224.398 m	LONGITUD	77°50'36.78814" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	2129.101 m
Datos Generales:			
- ORDEN: "C"			
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): HUAYLAS - ANCASH			
- ESTACIÓN GNSS BASE: TAUCA (AN03) - 2020			
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: JULIO 2021			
- NÚM. CORRELATIVO: 2561 – 2021/IGN/DIG/SDCERTIF			

Lima, 22 de setiembre de 2021



  
SILVA CELESTINO Clari Luz  
TTE EP  
Subdirectora de Certificaciones

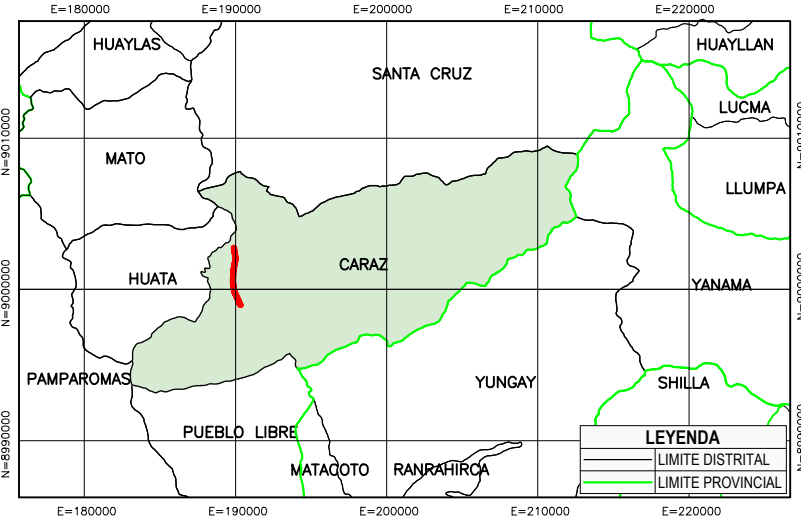
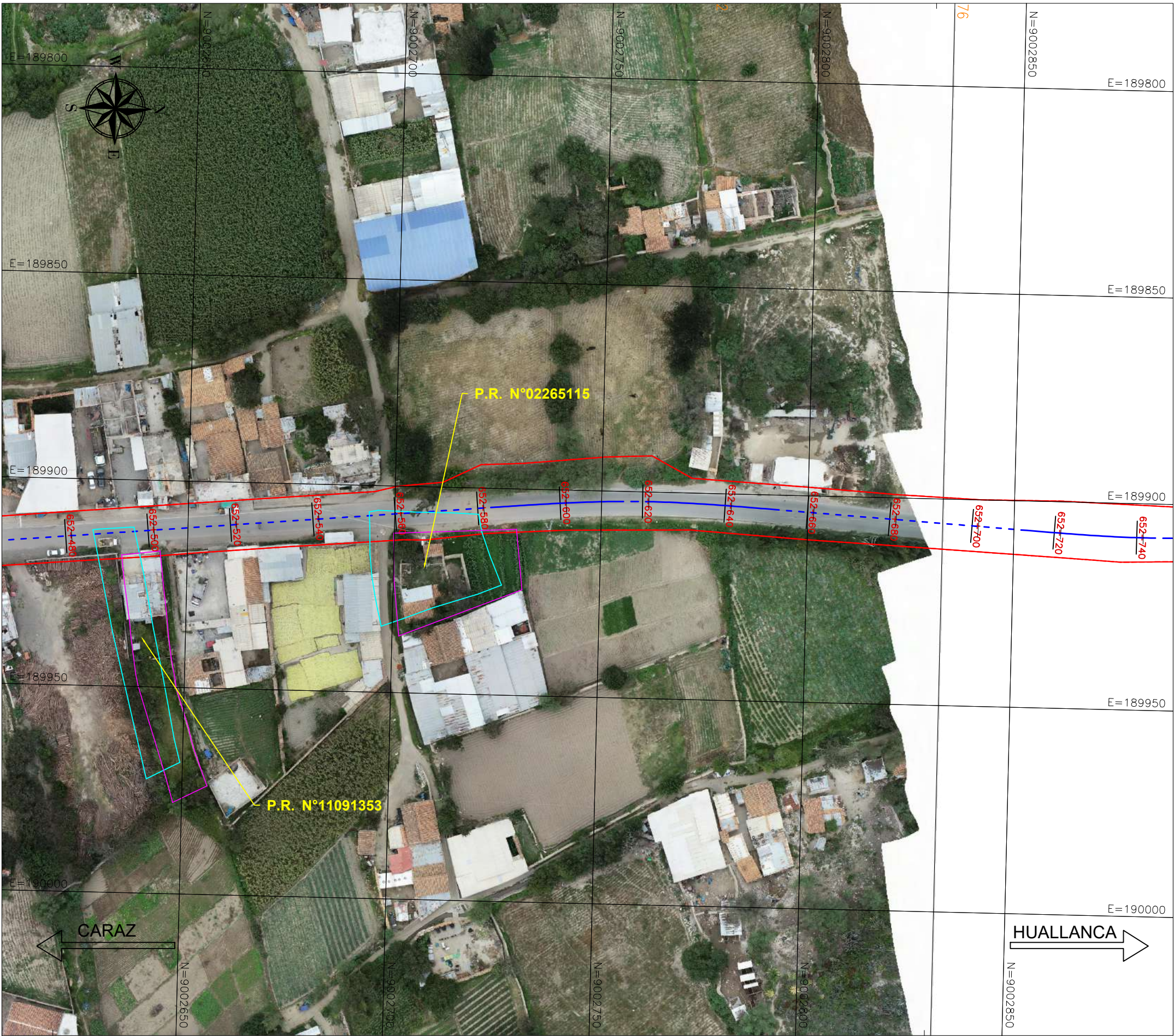
EVALUADO POR: SO3 EP PORTUGENO HUAMANGUILLA YAKELIN

#### COMPETENCIA

La certificación del punto geodésico no certifica ni define límites territoriales de propiedad, posesión jurisdiccional ni

## **ANEXO B: PLANOS CATASTRALES FOTOGRAMÉTRICOS**





LEYENDA	
<div></div>	DERECHO DE VIA
<div></div>	EJE DE VIA
<div></div>	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
<div></div>	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	P-CLV- I
DATUM:	WGS 84	FECHA:	MARZO 2022			
ZONA:	18 SUR					

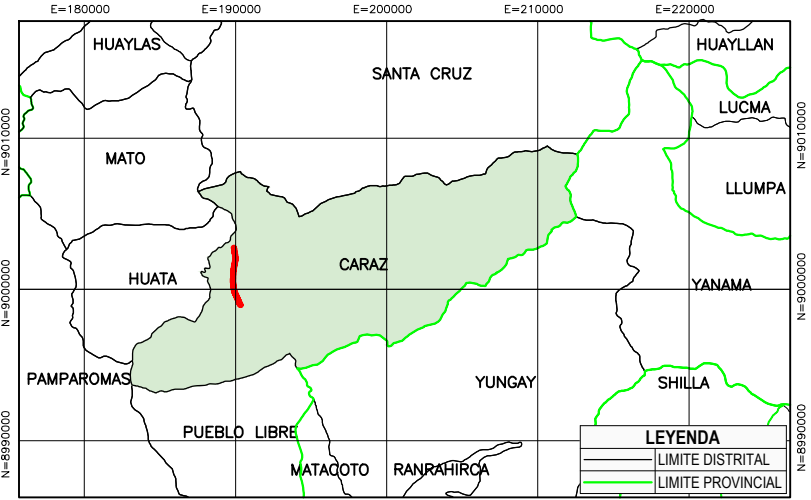




LEYENDA	
	DERECHO DE VIA
	EJE DE VIA
	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	CODIGO:	P-CLV-2
DATUM:	WGS 84	FECHA:	MARZO 2022				
ZONA:	18 SUR						



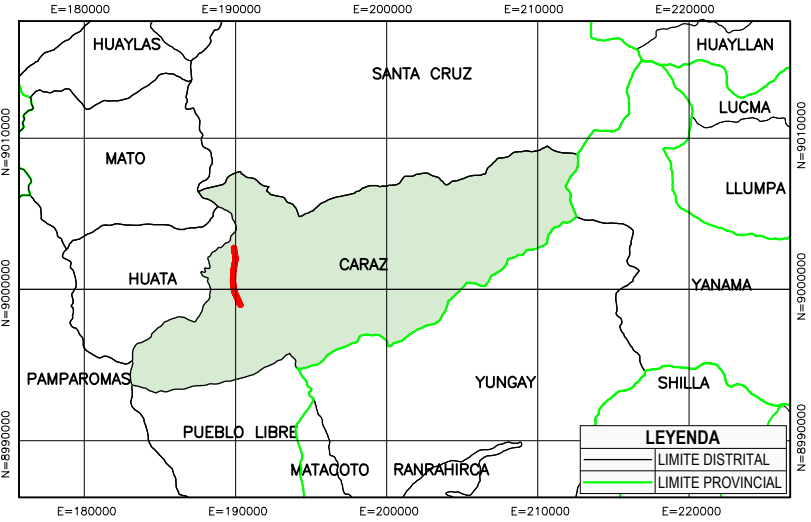
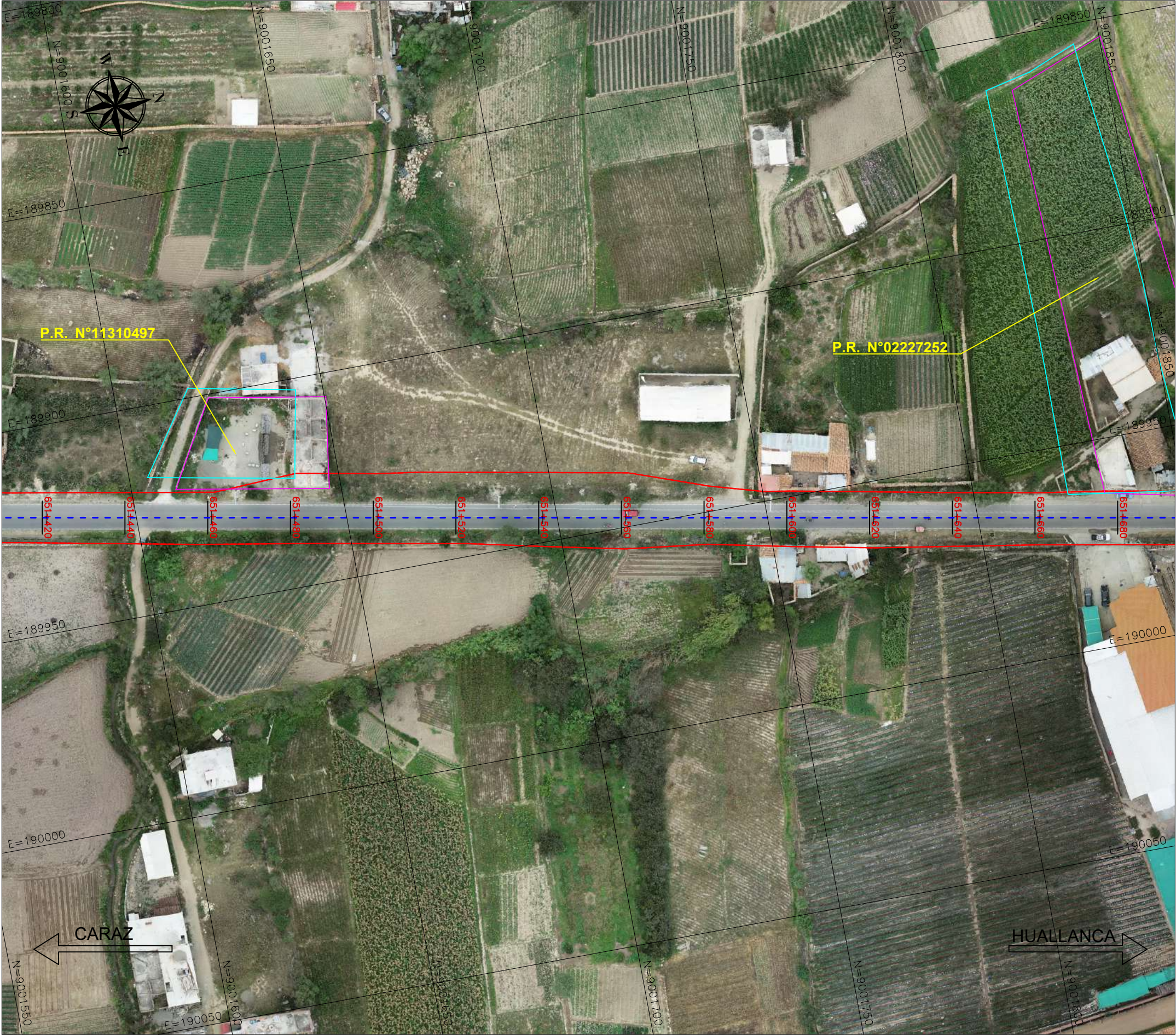


MAPA DE LOCALIZACION DISTRITAL

LEYENDA	
<div></div>	DERECHO DE VIA
<div></div>	EJE DE VIA
<div></div>	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
<div></div>	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	P-CLV-3
DATUM:	WGS 84	FECHA:	MARZO 2022			
ZONA:	18 SUR					





MAPA DE LOCALIZACION DISTRITAL

LEYENDA	
<div></div>	DERECHO DE VIA
<div></div>	EJE DE VIA
<div></div>	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
<div></div>	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	P-CLV-4
DATUM:	WGS 84	FECHA:				
ZONA:	18 SUR	MARZO 2022				





LEYENDA	
	DERECHO DE VIA
	EJE DE VIA
	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	P-CLV-5
DATUM:	WGS 84	FECHA:	MARZO 2022			
ZONA:	18 SUR					

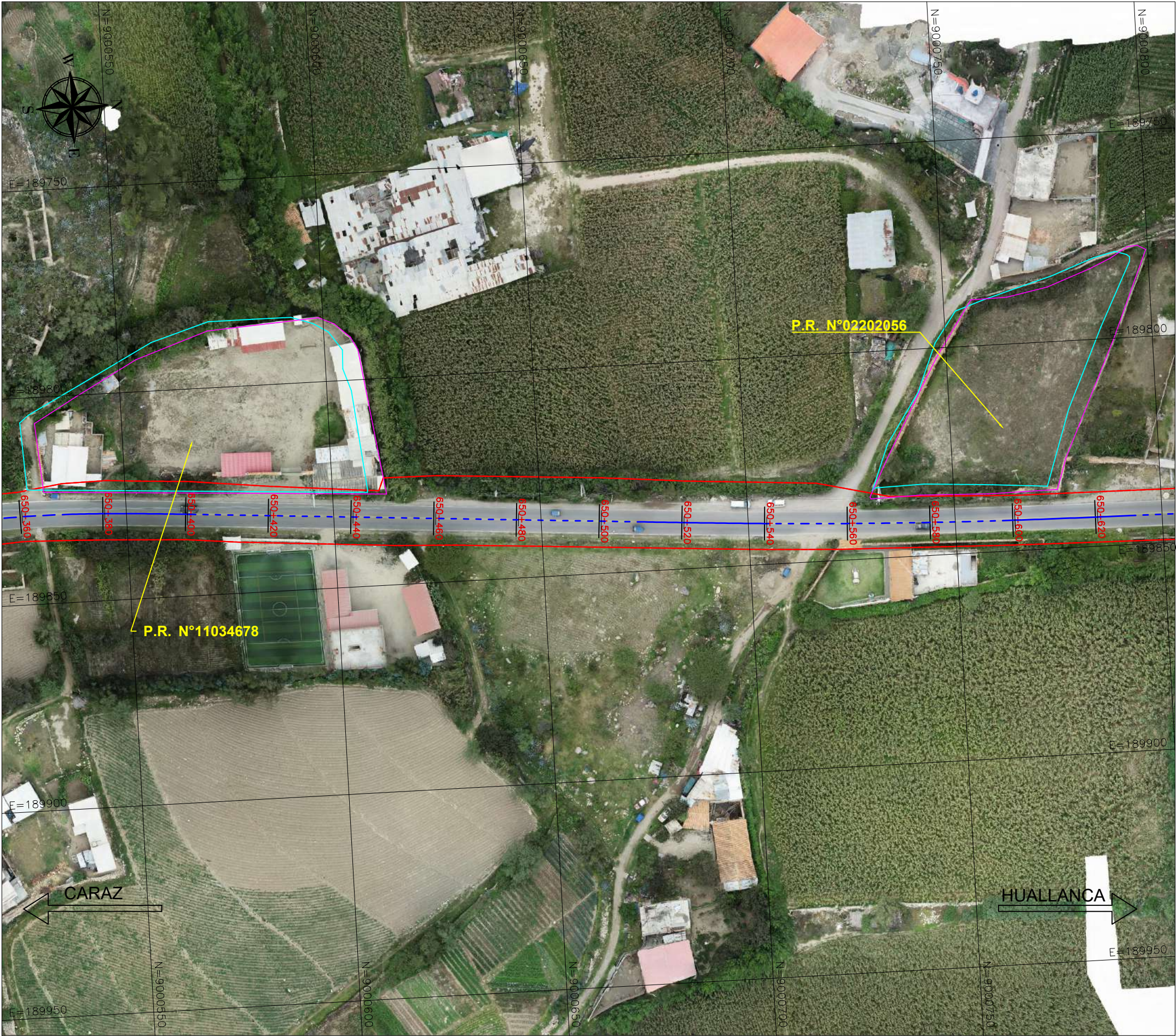




LEYENDA	
<div></div>	DERECHO DE VIA
<div></div>	EJE DE VIA
<div></div>	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
<div></div>	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	P-CLV-6
DATUM:	WGS 84	FECHA:	MARZO 2022			
ZONA:	18 SUR					

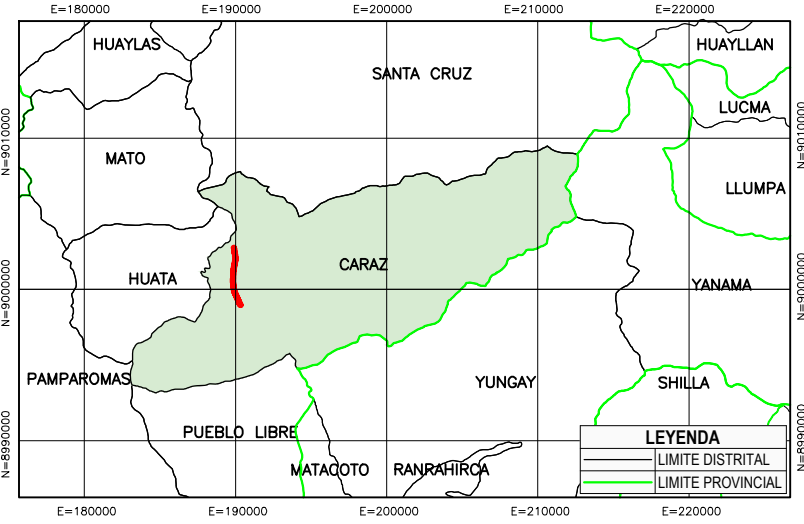




LEYENDA	
<div></div>	DERECHO DE VIA
<div></div>	EJE DE VIA
<div></div>	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
<div></div>	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	P-CLV-7
DATUM:	WGS 84	FECHA:	MARZO 2022			
ZONA:	18 SUR					



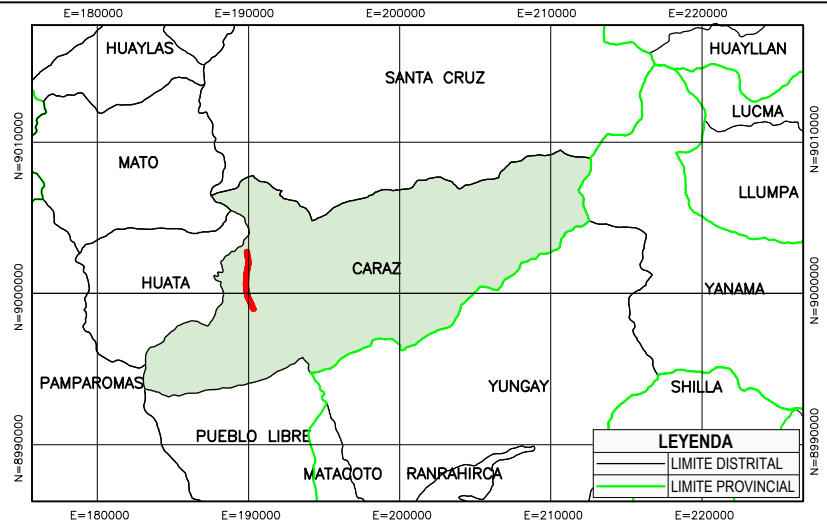


MAPA DE LOCALIZACION DISTRITAL

LEYENDA	
	DERECHO DE VIA
	EJE DE VIA
	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	CODIGO:	P-CLV-8
DATUM:	WGS 84	FECHA:	MARZO 2022				
ZONA:	18 SUR						



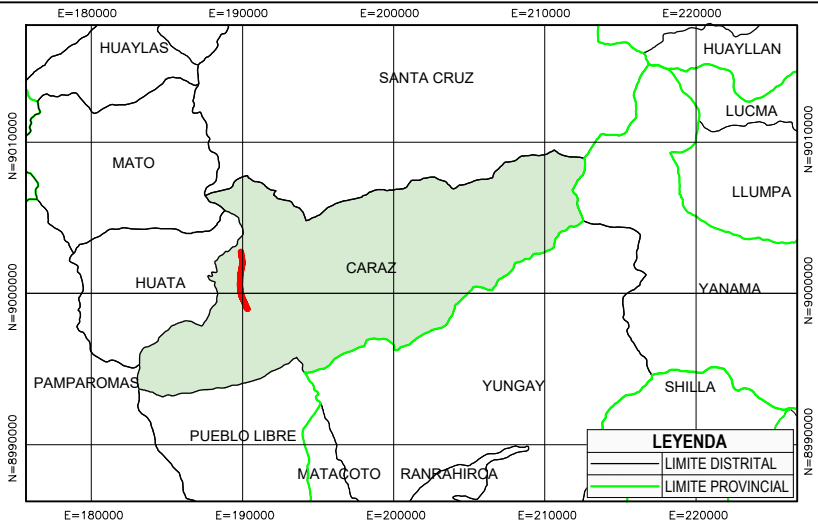


MAPA DE LOCALIZACION DISTRITAL

LEYENDA	
	DERECHO DE VIA
	EJE DE VIA
	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	P-CLV-9
DATUM:	WGS 84	FECHA:	MARZO 2022			
ZONA:	18 SUR					



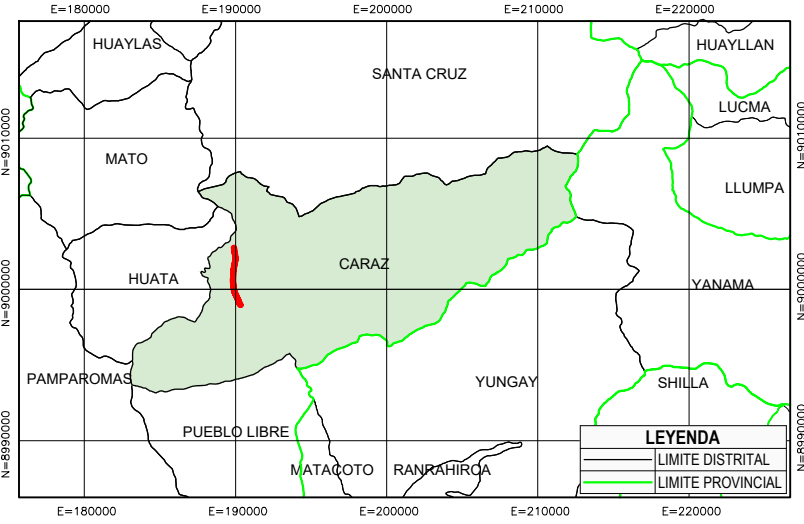


MAPA DE LOCALIZACION DISTRITAL

LEYENDA	
<div></div>	DERECHO DE VIA
<div></div>	EJE DE VIA
<div></div>	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
<div></div>	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	P-CLV-10
DATUM:	WGS 84	FECHA:	MARZO 2022			
ZONA:	18 SUR					



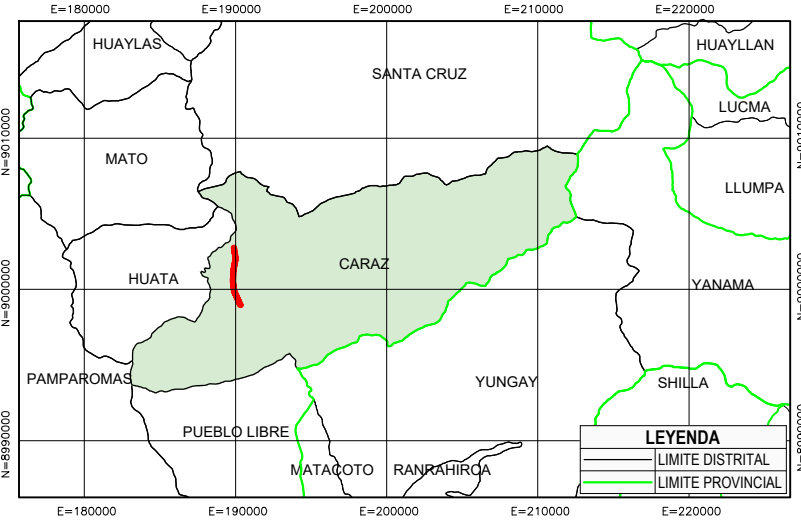
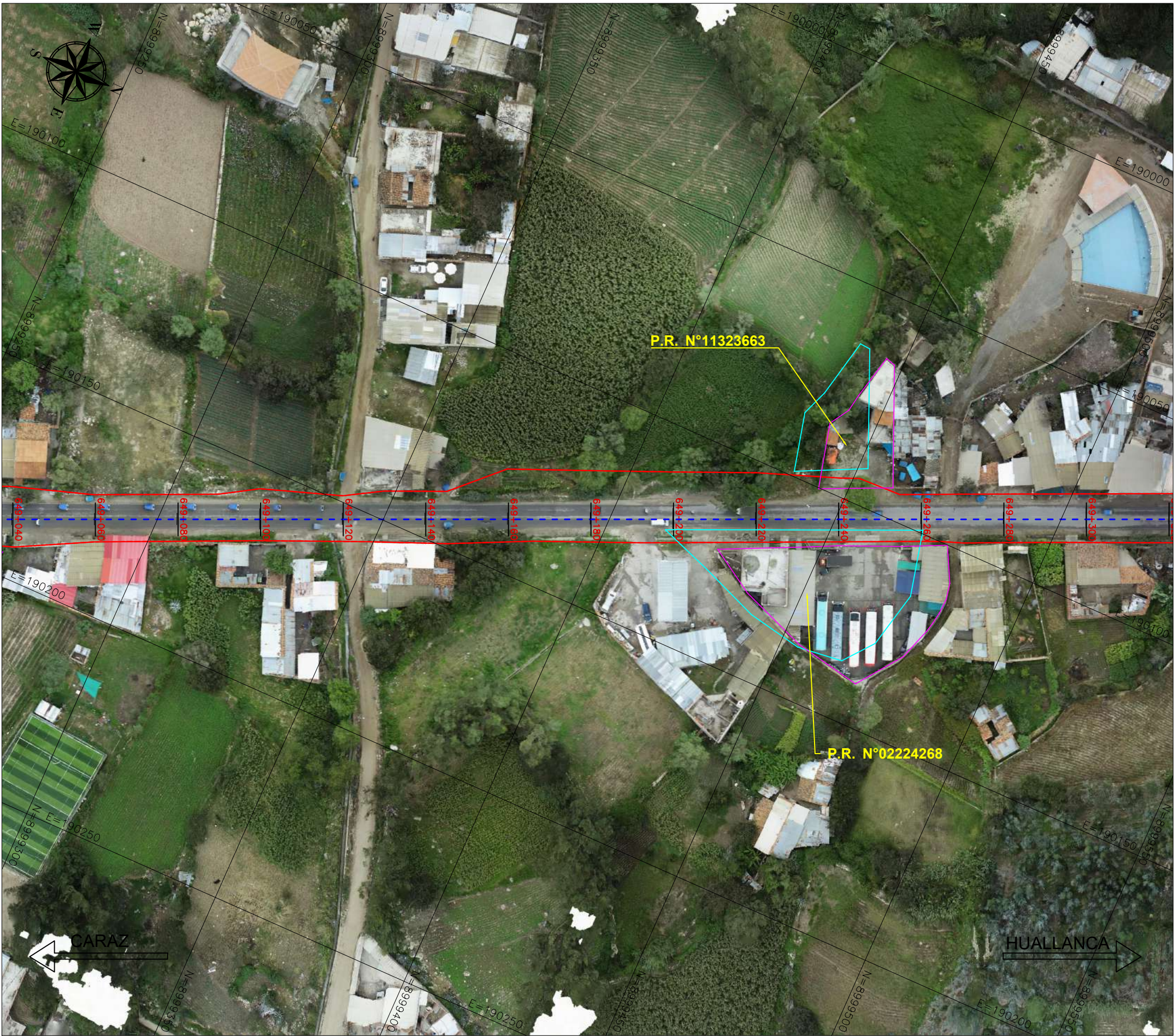


MAPA DE LOCALIZACION DISTRITAL

LEYENDA	
	DERECHO DE VIA
	EJE DE VIA
	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	P-CLV- I I
DATUM:	WGS 84	FECHA:	MARZO 2022			
ZONA:	18 SUR					



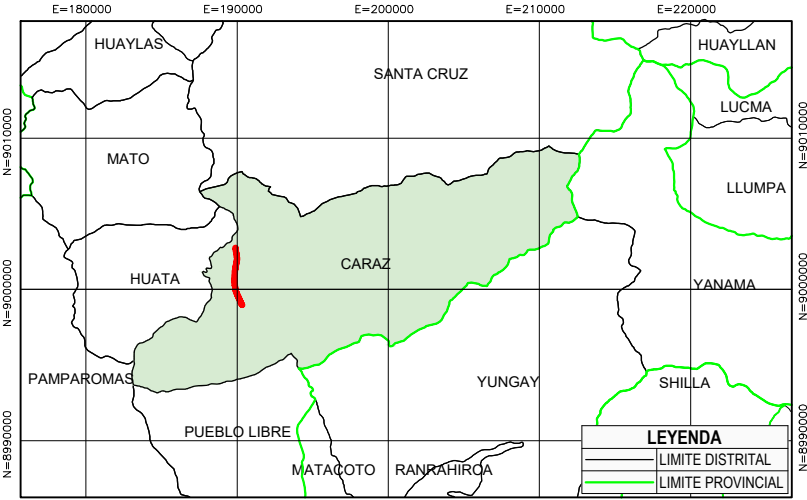
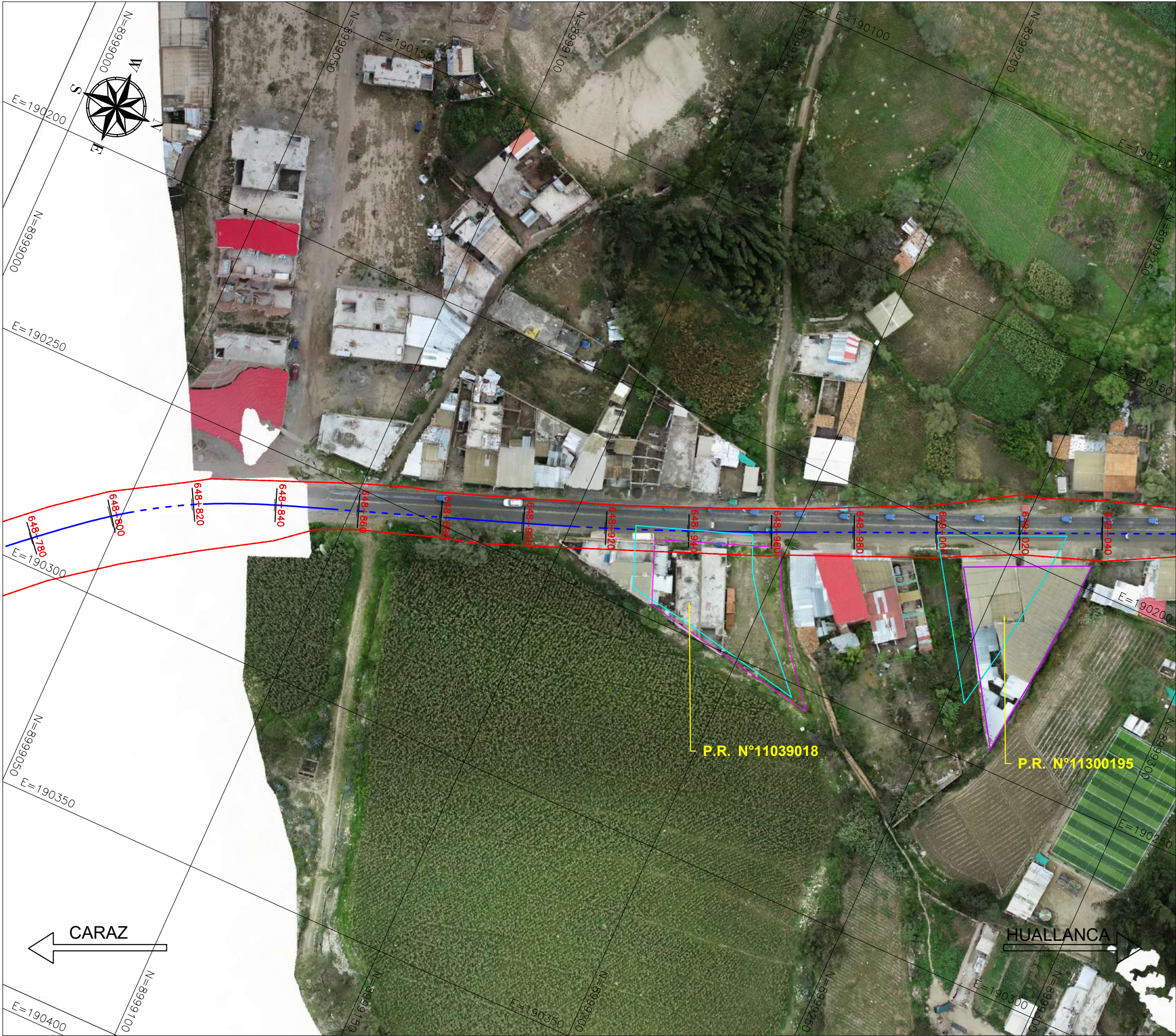


MAPA DE LOCALIZACION DISTRITAL

LEYENDA	
	DERECHO DE VIA
	EJE DE VIA
	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	P-CLV-12
DATUM:	WGS 84	FECHA:	MARZO 2022			
ZONA:	18 SUR					





MAPA DE LOCALIZACION DISTRITAL

LEYENDA	
<div></div>	DERECHO DE VIA
<div></div>	EJE DE VIA
<div></div>	PREDIO SEGÚN BASE GRÁFICA SUNARP
<div></div>	PREDIO SEGÚN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
P.R. N°11039018	PARTIDA REGISTRAL
648+760	PROGRESIVA

PROYECCION:	UTM	ESCALA:	1/1000	PLANO:	PLANO CLAVE	P-CLV-13
DATUM:	WGS 84	FECHA:				
ZONA:	18 SUR		MARZO 2022			