

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA**

(Creada por la Ley 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y  
SANITARIA**



**TESIS:**

**“EVALUACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO FÍSICO POR  
CAÍDA DE ROCAS EN EL SECTOR DE QUINTA  
BOLIVIANA, DISTRITO DE ASCENSIÓN,  
HUANCAMELICA”.**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**GESTIÓN AMBIENTAL Y/O SANITARIA**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ANCCASI ESTEBAN, Cinthia Elizabeth**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO**

**HUANCAMELICA- PERÚ**

**2019**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 06 días del mes de agosto del año 2019, a horas 11:30 a.m, se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **M.Sc. Jorge Luis HUERE PEÑA (PRESIDENTE)**, **M.Sc. Víctor Guillermo SÁNCHEZ ARAUJO (SECRETARIO)**, **Mg. Cesar CASTAÑEDA CAMPOS (VOCAL)**, designados con Resolución de Decano N° 100-2018-FCI-UNH, de fecha 20 de agosto del 2018 y ratificados con Resolución de Decano N° 130-2019-FCI-UNH de fecha 31 de julio del 2019, a fin de proceder con la calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO FÍSICO POR CAÍDA DE ROCAS EN EL SECTOR DE QUINTA BOLIVIANA, DISTRITO DE ASCENSIÓN, HUANCAMELICA", presentada por la Bachiller **Cinthia Elizabeth ANCCASI ESTEBAN**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitaria**; en presencia del **M.Sc. Fernando Martín TORIBIO ROMÁN**, como Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas... 12:21...; se invitó al público presente y a la sustentante abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO




POR... UNANIMIDAD

DESAPROBADO



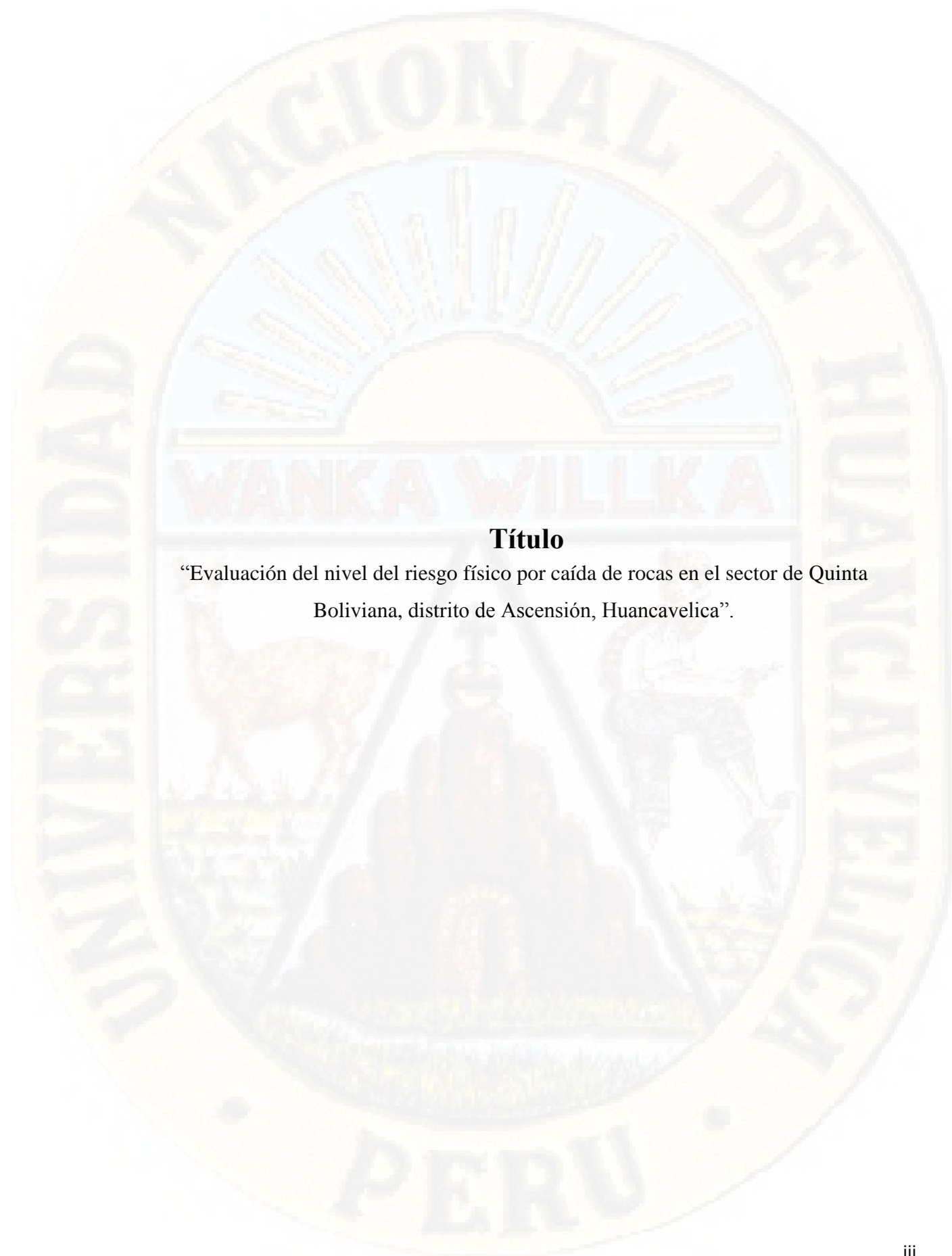
En señal de conformidad, firmamos a continuación:

  
Presidente

  
Secretario

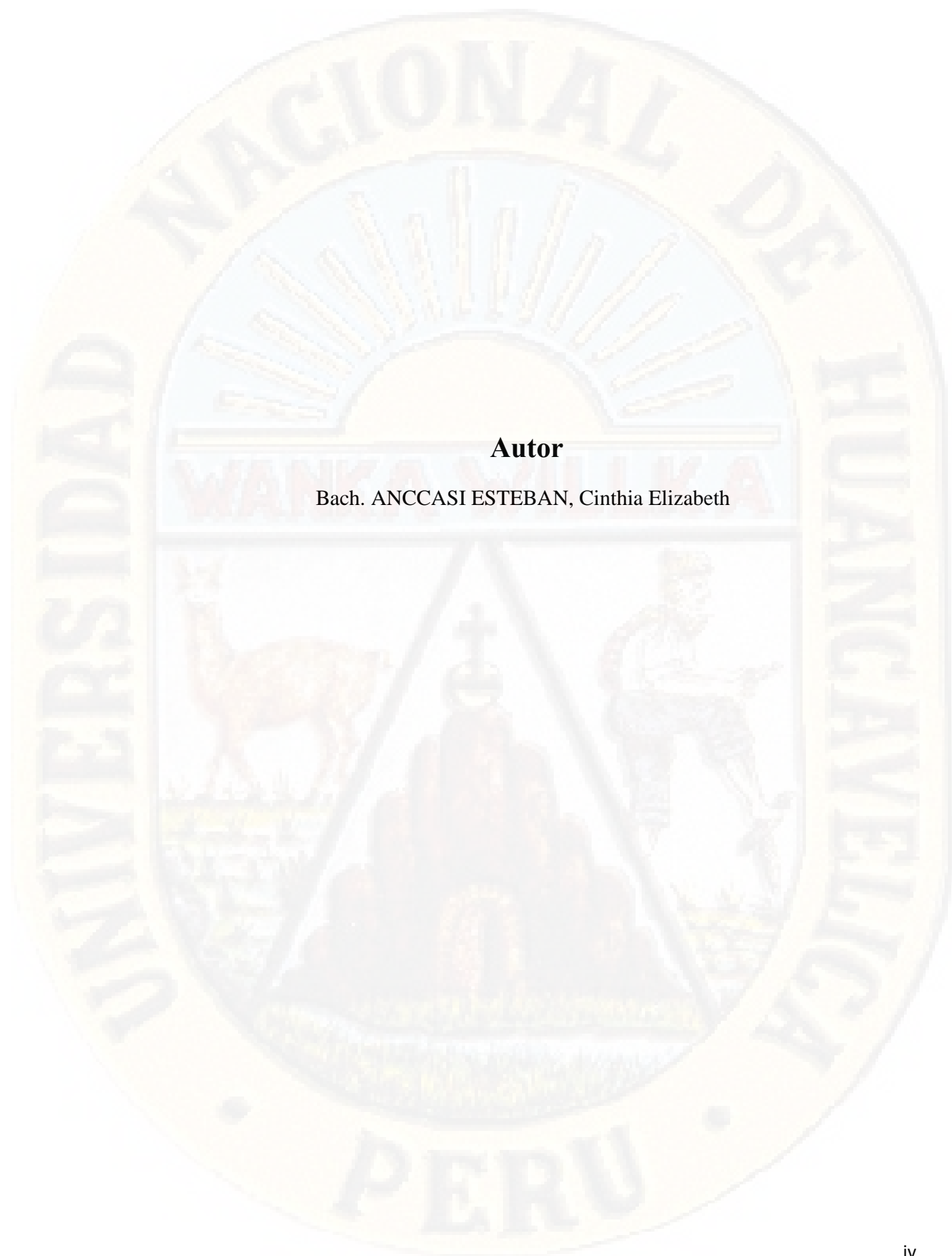
  
Vocal

  
B° Decano



## **Título**

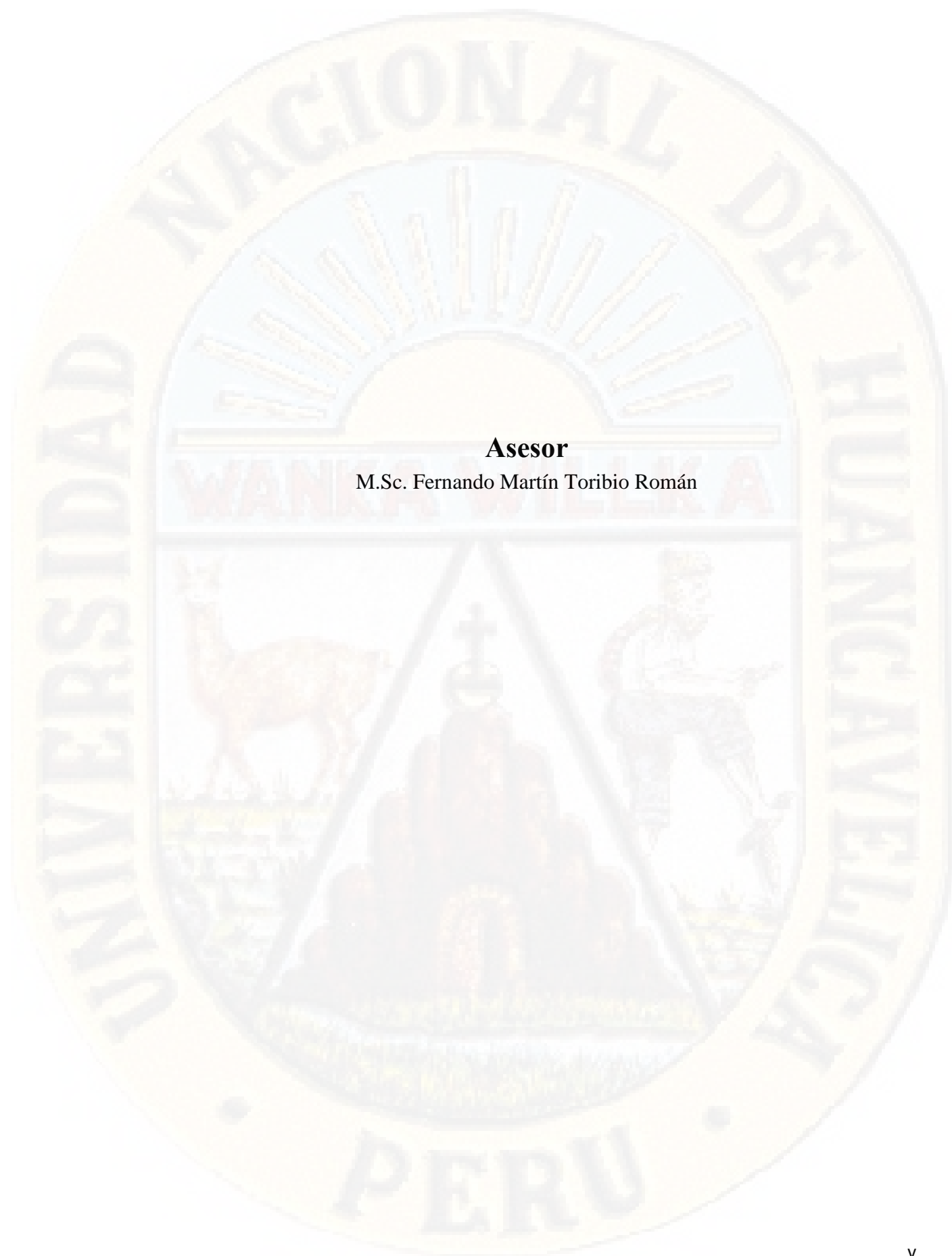
“Evaluación del nivel del riesgo físico por caída de rocas en el sector de Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica”.



**Autor**

Bach. ANCCASI ESTEBAN, Cinthia Elizabeth





**Asesor**

M.Sc. Fernando Martín Toribio Román

## **Dedicatoria**

Con fe en Dios por darme la oportunidad de servir a los demás. Mi amor infinito a Esteban Valdivia, Elizabeth mi madre y hermanos: Luis; Madeley y keysand quienes son el norte de mi superación diaria; a Ramos Mendoza, Víctor Raúl quien es mi ayuda idónea en estas etapas de mi vida. Mi gratitud y reconocimiento a quien en vida fue mi padre Anccasi Esteban; Juan por haber sido mi amigo, compañero, maestro y guía. La fortaleza necesaria para poder lograrlo todo en esta vida; a mis docentes de la Universidad Nacional de Huancavelica por su loable labor de enseñar y forjar profesionales que nuestro país necesita... A ustedes con infinita gratitud.

## **Agradecimiento**

### **A Dios**

Gracias a Dios por su amor infinito.

### **A mis padres**

Elizabeth Esteban Valdivia y Juan Anccasi Torres por su amor incondicional.

### **A mis hermanos**

Luis Kenedy, Madeleyne Melany y Keysand Dayan quienes son el motor y motivo para mi superación

### **A mi familia**

Eriberto Gutierrez Valdivia, Angel Gutierrez Valdivia mis tios quienes estuvieron siempre apoyándome desde que empecé.

### **A mi novio**

Victor Raul Ramos Mendoza quien desde el día en el que nos conocimos fue mi ayuda idónea.

### **A mi asesor**

M.Sc. Fernando Martín, Toribio Román quien fue uno de los maestros que fue un aliciente en mis estudios de pre-grado e impartió sus enseñanzas dentro de las aulas universitarias dejando sus conocimientos amplios que hoy me sirve en mi desarrollo profesional.

## Índice general

Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Título .....	iii
Autor.....	iv
Asesor .....	v
Dedicatoria: .....	vi
Agradecimiento .....	vii
Índice general .....	viii
Índice de tablas .....	xiii
Índice de figuras .....	xvi
Resumen .....	xx
Abstract .....	xxi
Introducción.....	xxii

### **CAPÍTULO I**

#### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general .....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivo.....	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos .....	2

1.4. Justificación .....	3
1.5. Limitaciones .....	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Antecedentes .....	5
2.1.1. Internacional .....	5
2.1.2. Nacional .....	7
2.1.3. Local .....	8
2.2. Bases teóricas del nivel de riesgo .....	9
2.2.1. El nivel de riesgo .....	9
2.2.2. Peligro .....	10
2.2.3. Vulnerabilidad .....	11
2.3. Bases conceptuales .....	11
2.3.1. Estrato. ....	11
2.3.2. Pendiente.....	13
2.3.3. Cobertura vegetal .....	13
2.3.4. Elementos de sismología y terremotos .....	14
2.3.5. Parámetros sísmicos” .....	15
2.3.6. Formación geológica o litología. ....	16
2.3.7. Origen de las rocas.....	17
2.3.8. Características geomorfológicas .....	20
2.3.9. Definición de los tipos de vulnerabilidad. ....	20
2.3.10. Vulnerabilidad física.....	21
2.3.11. Cálculo del riesgo .....	22



2.3.12. Fotogrametría.....	22
2.3.13. Extracción de ortofotos .....	24
2.4. Definición de términos .....	24
2.4.1. Afloramiento. ....	24
2.4.2. Amenaza .....	24
2.4.3. Desastres .....	25
2.4.4. Deslizamiento .....	25
2.4.5. Ecología .....	25
2.4.6. Emergencia .....	25
2.4.7. Fenómeno natural.....	26
2.4.8. Peligro .....	26
2.4.9. Prevención.....	26
2.4.10. Riesgo .....	26
2.4.11. Vulnerabilidad.....	26
2.5. Variable.....	26
2.6. Operacionalización de variables .....	28

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. Ámbito temporal y espacial .....	29
3.1.1. Ámbito temporal .....	29
3.1.2. Ámbito espacial .....	30
3.2. Tipo de investigación.....	32
3.3. Nivel de investigación .....	32
3.4. Población, muestra y muestreo .....	32

3.4.1. Población: .....	32
3.4.2. Muestra: .....	34
3.4.3. Muestreo .....	34
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
3.5.1. Técnicas e instrumentos .....	35
3.5.2. Programas utilizados.....	37
3.5.3. Equipos utilizados.....	38
3.6. Técnicas de procedimientos y análisis de datos.....	40
3.6.1. Peligro .....	40
3.6.2. Vulnerabilidad.....	61
3.6.2. Evaluación del riesgo.....	68
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b>	
4.1. Análisis de información.....	69
4.1.1. Peligro.....	69
4.1.2. Vulnerabilidad.....	75
4.1.3. Evaluación de riesgo .....	79
4.2. Discusión de resultados .....	80
Conclusiones.....	82
Recomendaciones .....	83
Referencias bibliográficas .....	84
Apéndices .....	86
Apéndice 1. Matriz de consistencia.....	86
Apéndice 2. Mapa de ubicación geográfica del sector Quinta Boliviana.....	88

Apéndice 3. Mapa de pendiente del terreno del sector Quinta Boliviana. ....	89
Apéndice 4. Volumen del peligro del sector Quinta Boliviana. ....	90
Apéndice 5. Cobertura vegetal del sector Quinta Boliviana.....	91
Apéndice 6. Características geológicas. ....	92
Apéndice 7. Características geomorfológicas.....	93
Apéndice 8. Condiciones ecológicas .....	94
Apéndice 9. Mapa de vulnerabilidad física (Material de construcción utilizada en las viviendas). ....	95
Apéndice 10. Localización de viviendas .....	96
Apéndice 11. Nube de puntos de la ortofoto.....	97
Apéndice 12. Fotografías del trabajo de campo en el sector Quinta Boliviana.....	98
Apéndice 13. Capturas de pantallas de los programas utilizados.....	107
Apéndice 14. Mapa de identificación del sector Quinta Boliviana.. ....	109
Apéndice 15. Mapa de curvas de nivel del sector Quinta Boliviana. ....	111
Apéndice 16. Mapa de verificación de la variación del peligro del sector Quinta Boliviana. ....	112
Apéndice 17. Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres .....	119
Apéndice 18. Datos meteorológicos brindados por SENAMHI.....	120
Apéndice 19. Reporte de procesamiento de datos del PIX4D.....	132
Apéndice 20. Informe del reporte de procesamiento de datos del PIX4D. ....	136
Apéndice 21. Informe del antiplagio. ....	136

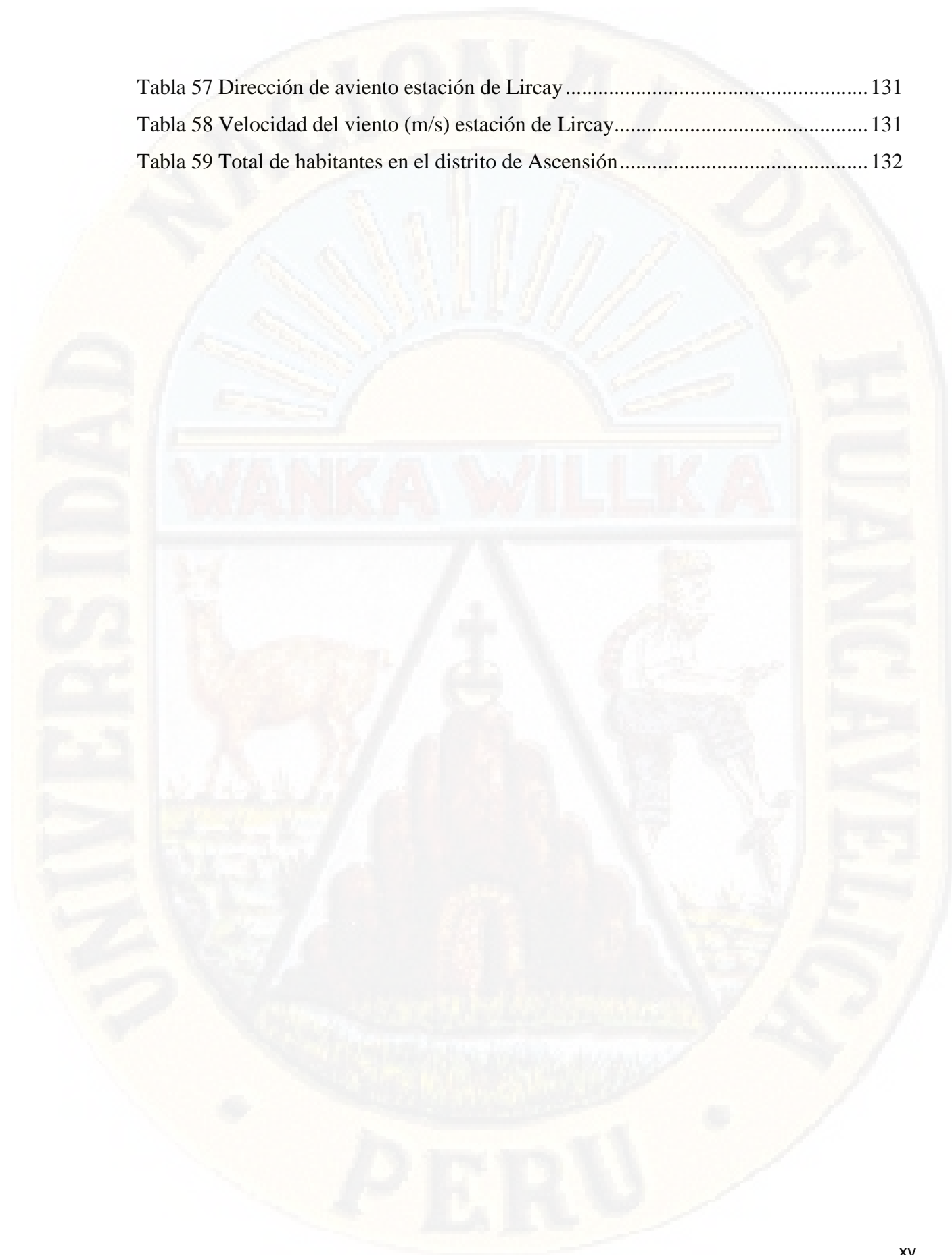
## Índice de tablas

Tabla 1 Estratos de descripción y valor de las zonas de peligros .....	12
Tabla 2 Clases de pendientes del terreno del Ministerio de Agricultura. ....	13
Tabla 3 Vulnerabilidad ambiental y ecológica.....	20
Tabla 4 Vulnerabilidad física. ....	21
Tabla 5 Matriz de peligro y vulnerabilidad.....	22
Tabla 6 Operacionalización de variable .....	28
Tabla 7 Cronograma .....	29
Tabla 8 Coordenadas del polígono.....	35
Tabla 9 Técnica e instrumentos.....	37
Tabla 10 Programas utilizados para los procedimientos.....	37
Tabla 11 Clases de pendientes .....	45
Tabla 12 Precipitaciones totales mensual Características /descripciones del peligro.....	59
Tabla 13 Características /descripciones del peligro .....	61
Tabla 14 Temperaturas de la estación de Calque chico-Ascensión-Huancavelica.....	61
Tabla 15 Vulnerabilidad de condiciones atmosféricas .....	64
Tabla 16 Vulnerabilidad ambiental y ecológica (condiciones ecológicas).....	65
Tabla 17 Vulnerabilidad física ( material de construcción utilizada en viviendas) .....	66
Tabla 18 Vulnerabilidad física (localización de viviendas).....	67
Tabla 19 Matriz de peligro y vulnerabilidad.....	68
Tabla 20 Resultados de las pendientes.....	70
Tabla 21 Volumen del peligro.....	70
Tabla 22 Clasificación de cobertura.....	71
Tabla 23 Clasificación geológica.....	72
Tabla 24 Clasificación de Geológica en porcentajes .....	72
Tabla 25 Información geomorfológica.....	73
Tabla 26 Clasificación geomorfológicas.....	73
Tabla 27 Resultados del peligro .....	74

Tabla 28 Temperatura C° de la estacion convencional de (Callqui Chico –Ascensión) Huancavelica.....	75
Tabla 29 Clasificación del crecimiento poblacional y recursos naturales.....	76
Tabla 30 Tipo de material de construcción.....	77
Tabla 31 Localizacion de viviendas.....	78
Tabla 32 Resultados de vulnerabilidad.....	78
Tabla 33 Matriz de peligro y vulnerabilidad.....	79
Tabla 34 Matriz de consistencia.....	87
Tabla 35 Datos de la estación de Huancavelica.....	120
Tabla 36 Temperatura media mensual C° de la estación de Huancavelica.....	120
Tabla 37 Precipitación total mensual (mm) de la estación de Huancavelica.....	121
Tabla 38 Humedad relativa media mensual (%) de la estación de Huancavelica.....	121
Tabla 39 Dirección del viento de la estación de Huancavelica.....	122
Tabla 40 Velocidad del viento (m/s) de la estación de Huancavelica.....	122
Tabla 41 Datos de la estación de Pampas.....	123
Tabla 42 Temperatura media mensual (°C) de la estación de Pampas.....	123
Tabla 43 Precipitación total mensual (mm) de la estación de Pampas.....	124
Tabla 44 Humedad Relativa media mensual (%) de la estación de Pampas.....	124
Tabla 45 Dirección del viento de la estación de Pampas.....	125
Tabla 46 Velocidad del viento (m/s) estación de Pámpas.....	125
Tabla 47 Datos de la estación de Acombamba.....	126
Tabla 48 Temperatura media mensual ( C°). estación de Acobamba.....	126
Tabla 49 Precipitación total mensual (mm) estación de Acobamba.....	127
Tabla 50 Humedad relativa media mensual (%) estación de Acobamba.....	127
Tabla 51 Dirección del viento estación de Acobamba.....	128
Tabla 52 Velocidad del viento (m/s) de la estación de Acobamba.....	128
Tabla 53 Datos de la estación de Lircay.....	129
Tabla 54 Temperatura media mensual (°C) estación de Lircay.....	129
Tabla 55 Precipitación total mensual (mm). estación de Lircay.....	130
Tabla 56 Humedad relativa media mensual (%). estación de Lircay.....	130



Tabla 57 Dirección de aviento estación de Lircay .....	131
Tabla 58 Velocidad del viento (m/s) estación de Lircay.....	131
Tabla 59 Total de habitantes en el distrito de Ascensión.....	132



## Índice de figuras

Figura 1. Clasificación de los principales peligro.....	10
Figura 2. Tipos de fallas tectónicas.....	15
Figura 3. Zonas sísmicas.....	16
Figura 4. El uso del GPS en restitución fotogramétrica y de las poligonales de referencias en el proyecto de carreteras-2011”.....	24
Figura 5. Ubicación geográfica.....	31
Figura 6. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (Población). ....	33
Figura 7. Drone Phantom(4) RTK. ....	39
Figura 8. Identificación de puntos.....	41
Figura 9 Fijando puntos de control. ....	41
Figura 10. Realizando el plan de vuelo.....	42
Figura 11. Vuelo con el Drone Phanthom 4 RTK +estación móvil (GPS).....	42
Figura 12. Ortofotos.....	43
Figura 13. Generación de los puntos.....	43
Figura 14. Puntos (coordenadas).....	44
Figura 15. Procesamiento en Arc-Gis.....	44
Figura 16. Procesamiento en Arc-Gis (ZEE_Huancavelica). ....	45
Figura 17. Procesamiento en Arc-Gis 10.3 (créate tin).....	46
Figura 18. Procesamiento en Arc-Gis 10.3 creación del dem.....	47
Figura 19. Procesamiento en Arc-Gis,creación del slope.....	48
Figura 20. Procesamiento en Arc-Gis,creación del reclasiffy en el mapa.. ....	49
Figura 21. Procesamiento en Arc-Gis,creación del reclasiffy.....	49
Figura 22. Estadística de pendientes plana o casi a nivel.....	50
Figura 23. Estadística de pendientes Ligeramente inclinada.....	50
Figura 24. Estadística de pendientes moderadamente inclinada.....	50
Figura 25. Estadística de pendientes fuertemente inclinada.....	51
Figura 26. Estadística de pendientes moderadamente empinada.....	51

Figura 27. Estadística de pendientes empinada.....	51
Figura 28. Estadística de pendientes muy empinada.. ..	52
Figura 29. Estadística de pendientes extremadamente empinada.. ..	52
Figura 30. Procesamiento de imágenes en PIX 4D mmaper.....	53
Figura 31. Procesamiento de imágenes en PIX 4D mapper cargando los datos. ....	54
Figura 32. Procesamiento de imágenes en PIX 4D mapper realizando el cálculo del volumen.....	54
Figura 33. Procesamiento de imágenes en PIX 4D mapper, realizando el corte del volumen.....	55
Figura 34. Mapa de la imagen satelital Drones Phanthom RTK + estación móvil GPS.	56
Figura 35. Datos del ZEE-Huancavelica.....	57
Figura 36. Procesamiento de información. ....	57
Figura 37. Datos del ZEE-Huancavelica geomorfología . ....	58
Figura 38. Procesamiento de información en el mapa .....	58
Figura 39. Precipitación 2007-2018.....	59
Figura 40. Temperaturas anuales de 12 años. ....	63
Figura 41. Procesamiento del crecimiento poblacional y los recursos naturales (vegetación).....	64
Figura 42. Datos de la cantidad de viviendas construidas con cemento y rústico (adobe) .....	65
Figura 43. Realizando las mediciones den la ortofoto.....	66
Figura 44. Clasificación de cobertura vegetal.....	71
Figura 45. Precipitación 2007-2018.....	74
Figura 46. Clasificación de crecimiento poblacional y recursos naturales.....	76
Figura 47. Clasificación de crecimiento poblacional y recursos naturales.....	77
Figura 48. Mapa de ubicación geográfica del peligro del sector Quinta Boliviana.....	88
Figura 49. Mapa de pendiente del peligro del sector de Quinta Boliviana.....	89
Figura 50. Procesamiento de imágenes en PIX 4D mapper, realizando el corte del volumen de otro ángulo.....	90
Figura 51. Mapa de cobertura vegetal del sector Quinta Boliviana.....	91

Figura 52. Mapa de características geológicas.....	92
Figura 53. Mapa de Características geomorfológicas.....	93
Figura 54. Mapa de crecimiento poblacional y recursos naturales. ....	94
Figura 55. Mapa del tipo de material de construcción utilizadas en las viviendas.. ....	95
Figura 56. Mapa de la localización de viviendas... ..	96
Figura 57. Cantidad de puntos identificados.....	97
Figura 58. Puntos identificados.....	97
Figura 59. Trabajo de campo para la recolección de datos en diferentes ángulos. ....	98
Figura 60. Trabajo de campo para la recolección de datos con un plan de vuelo.....	98
Figura 61. Trabajo de campo para la recolección de datos con los equipos especializados .....	99
Figura 62. Vista alejada del factor de riesgo del sector Quinta Boliviana. ....	99
Figura 63. Vista cercana del factor de riesgo del sector Quinta Boliviana. ....	100
Figura 64. Medida de la altura del factor de riesgo del Quinta Boliviana. ....	100
Figura 65. Vista satelital del área de estudios de sector Quinta Boliviana. ....	101
Figura 66. Instalación de los equipos (estación móvil GPS). ....	101
Figura 67. Instalación de los equipos (Drone Phanthom RTK). ....	102
Figura 68. Realizando la finculacion de Drone Phanthom RTK con la estación móvil GPS. ....	102
Figura 69. Realizando el vuelo.....	103
Figura 70. Realizando la vinculación.....	103
Figura 71. Verificación de los equipos .....	104
Figura 72. Revisando la conectividad de los equipos. ....	104
Figura 73. Realizando la verificación del tipo de construcción de la viviendas .....	106
Figura 74. Realizando la verificación del tipo de construcción de la viviendas .....	106
Figura 75. Realizando la verificación del tipo de construcción de la viviendas .....	107
Figura 76. Realizando la verificación del tipo de construcción de la viviendas .....	107
Figura 77. Realizando la verificación del tipo de construcción de la viviendas .....	107
Figura 78. Programa de Arc Gis 10.3. ....	107
Figura 79. Programa de Global Mapper 18.0.....	108

Figura 80. Programa de Pix 4D.....	108
Figura 81. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana. ....	109
Figura 82. Mapa de ubicación del sector de Quinta Boliviana. ....	110
Figura 83. Mapa de la topografía (curvas de nivel). ....	111
Figura 84. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (agosto-2005).....	112
Figura 85. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (marzo-2012).....	113
Figura 86. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (diciembre-2012).....	114
Figura 87. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (octubre-2013).....	115
Figura 88. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (agosto-2014).....	116
Figura 89. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (diciembre-2016).....	117
Figura 90. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (septiembre-2017). ....	118
Figura 91. Clasificación de puntos error. ....	132
Figura 92. Clasificación de puntos de suelo. ....	133
Figura 93. Clasificación de puntos de suelo filtro. ....	133
Figura 94. Presentación de puntos de suelo por altitud.....	134
Figura 95. Generación de la superficie apartir de los puntos discriminados. ....	134
Figura 96. Generación de la superficie apartir de los puntos.....	135
Figura 97. Generación de curvas e nivel a 1 metro.....	135



## **Resumen**

En el presente trabajo de investigación “Evaluación del nivel del riesgo físico por caída de rocas en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica”. Tiene el objetivo general de determinar el nivel de riesgo en el sector Quinta Boliviana mediante los objetivos específicos trazados como son: determinar el nivel de peligrosidad y el nivel de vulnerabilidad, por ello el tipo de investigación fue básica y el nivel descriptivo. De acuerdo a la ejecución del cronograma planteado, se realizó las siguientes actividades: evaluación de las condiciones locales, levantamiento fotogramétrico con Drone Phanthom 4 RTK + estación móvil (GPS), recolección y administración de base de datos geográficos; a través del análisis y manipulación de los anteriores se obtuvieron: una ortofoto, nube de puntos, modelos 3D, una topografía de alta precisión y detalle, mapas temáticos, pendiente, volumen, cobertura vegetal, características geológicas, geomorfológicas y precipitación; de este modo se llegó a determinar que el peligro es alto con 64.80% de peligrosidad, que se encuentra entre el rango de 51% a 75% y de igual manera se determinó que la vulnerabilidad es alta con 66.66%, que se encuentra entre el rango de 51% a 75%; como consecuente se concluyó que el nivel del riesgo físico por caída de rocas en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica es de riesgo alto con 65.73% de probabilidad de ocurrencia de desastre, que se encuentra entre el rango de 51% a 75%.

**Palabras claves:** peligro, vulnerabilidad, riesgo.

## **Abstract**

In the present work of investigation "Evaluation of the level of the physical risk by fall of rocks in the sector Quinta Boliviana, district of Ascensión, Huancavelica". It has the general objective of determining the level of risk in the Quinta Boliviana sector through the specific objectives set such as: determining the level of danger and the level of vulnerability, therefore the type of research was basic and the descriptive level. According to the execution of the proposed schedule, the following activities were carried out: evaluation of local conditions, photogrammetric survey with Drone Phantom 4 RTK + mobile station (GPS), geographic database collection and administration; Through the analysis and manipulation of the previous ones, we obtained: an orthophoto, dot number, 3D models, a topography of high precision and detail, thematic maps, slope, volume, vegetation cover, geological, geomorphological and precipitation characteristics; in this way it was determined that the danger is high with 64.80% of danger, which is between the range of 51% to 75% and in the same way it was determined that the vulnerability is high with 66.66%, which is between range from 51% to 75%; as a result it was concluded that the physical risk level due to falling rocks in the Quinta Boliviana sector, district of Ascensión, Huancavelica is high risk with 65.73% probability of occurrence of disaster, which is between the range of 51% to 75 %.

**Keywords:** danger, vulnerability, risk.

## **Introducción**

Al pasar el tiempo que observa que la naturaleza reacciona de formas distintas, de las cuales impactan y dañan el ecosistema y a los seres que habitan, es por ello que debemos estar preparados y en estos últimos tiempos los movimientos de las placas tectónicas el de Nazca con la Sudamericana vienen generando sismos, terremotos a causa de sus fricciones o movimientos propios de su naturaleza, esto con lleva a un estudio de vulnerabilidad de nuestra zona de estudio ya que no sabemos cuándo y en que magnitud podría ocurrir un evento sísmico.

Huancavelica se ha desarrollado en un valle y en el piedemonte de las dos grandes laderas que bordean. Entre el fondo del valle y las máximas alturas se tiene una altura que fluctúan entre 600 y 800 metros, las condiciones geomorfología del valle del rio Ichu en su paso por Huancavelica, determinan que existían laderas y taludes de gran altura con hondonadas o quebradas de drenaje transversal al valle, por donde descienden importantes caudales de aguas lluvias acompañados de sedimentos y bloques de roca que avanzan hasta los bordes de la planicie, siendo este el mecanismo geológico que ha determinado la formación del piedemonte.

Como huancavelicanos debemos velar por nuestra hermosa tierra, no solo diciendo y sacando leyes de prevención de riesgos sino actuando y concretizando lo escrito para que no se convierta en letra muerta.

Al realizar este estudio me di cuenta que empezando desde los datos meteorológicos se encuentran muy variados y eso causa que haya alteraciones y cambios bruscos en cuando al cambio climático por ello se vio la necesidad de realizar la tesis “Evaluación del nivel del riesgo físico por caída de rocas en el sector de Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica”.

Para ello se formuló la siguiente interrogante ¿Cuál es el nivel de riesgo físico por caída de rocas en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica?

El trabajo de investigación está conformado por cuatro capítulos, que a continuación nombramos: capítulo I, delimita el problema de estudio, formulando el problema y especificando los objetivos alcanzados de acuerdo a la importancia del estudio; capítulo

II, detalla temas relacionados con el marco teórico conceptual, antecedentes del estudio y las variables de estudio. Prosiguiendo con el capítulo III, donde se considera aspecto metodológico de la investigación donde se precisó el tipo y diseño de investigación, población, técnicas e instrumentos, procedimientos y procesamientos de datos. Y el capítulo IV, donde se detalla los resultados a los que se ha llegado en el presente trabajo de investigación, los cuales demostré. Finalmente, el resultado de la investigación, se presenta las conclusiones y recomendaciones más importantes.

La autora.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción del problema.**

La percepción del riesgo solo se conoce interactuando con la realidad y por ello la identificación del nivel de riesgo físico es importante para saber qué medidas se tomará para la prevención; así evitar daños graves y fatales y para esto las autoridades competentes deben tomar medidas urgentes. El gran problema es que la población observa el peligro y las autoridades no toman medidas urgentes, y al no saber cuál es el nivel de riesgo no hacen nada por realizar la evaluación de riesgo físico. El conocimiento del nivel de riesgos físicos es muy deficiente ya que este tema no es muy estudiado; vemos y realizamos análisis cuando ya ocurrió un daño grave y en la tesis realizada en Colombia que lleva por título “Construcción del conocimiento de riesgos de desastres”, nos muestras que la reducción de riesgos fue cambiada por reducción de desastre; podremos observar y ya evaluamos cuando el desastre ha ocurrido y con y con este trabajo de investigación queremos mostrar cual es nivel de riesgo porque hay una gran variedad de peligros físicos a los cuales estamos expuestos, que no se presentan con la misma intensidad y recurrencia en todas las regiones naturales del país, por ejemplo: los sismos, son más frecuentes en la costa central y sur, así como en la selva norte; los deslizamientos, caída de rocas, las heladas y sequías en la sierra y nos muestra en el Manual Básico para la Estimación de Riesgos (INDECI 2006) es por ello que se deben de realizar estudios y determinar el nivel de riesgo para poder así tomar criterios de prevención (Rubiano2015).



Ante un mal manejo e imprudencia de las autoridades de no realizar estudios y no encontrar información específica y concreta se ve la necesidad de realizar esta evaluación de riesgo y podemos ver en el proyecto de Ciudades Sostenibles realizado por INDECI-Huancavelica en el 2010 que solo hay información general y no mención el peligro por caída de roca en el sector Quinta Boliviana.

Los movimientos en masa son parte de los procesos que modelan el relieve de la tierra y en ese proceso se da la meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la acción del hombre) que actúan para desestabilizar y cambiar el relieve a una condición que llega a ser perjudicial para la población y para el ambiente y por ello se ve la necesidad de realizar estos estudios para determinar el nivel de riesgo.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el nivel de riesgo físico por caída de rocas en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cuál es el nivel de peligrosidad por caída de roca en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica?

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad por caída de roca en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica?

## **1.3. Objetivo:**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el nivel de riesgo físico por caída de rocas en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar el nivel de peligrosidad por caída de roca en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica.
- Determinar el nivel de vulnerabilidad por caída de Roca en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica.

#### 1.4. Justificación

El presente trabajo de investigación es importante porque dará a conocer cuál es el nivel de riesgo existente en la zona. Ya que en el departamento de Huancavelica se ha identificado diversos peligros, pero entre ellas no está considerado el peligro de la caída de rocas, esta información se puede corroborar en el informe presentado por INDECI-Mapa de peligros, plan de usos del suelo y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Huancavelica, y nos daremos cuenta que no hay una evaluación de riesgo en sector de Quinta Boliviana, es por ello que se ve la necesidad de realizar un estudio ya que una de las maneras y tal vez la más afectiva para combatir los desastres naturales provocados por el desprendimiento y caída de rocas es identificando el nivel de riesgo porque nos ayudaría a poder elaborar sistemas de prevención, mitigación o estabilización del sector en riesgo.

Al finalizar la investigación, obtendremos resultados que servirá como fuente de consulta para las autoridades competentes, la población y servirá como aliciente para estudiantes interesados en la investigación de la evaluación de riesgos, ayudará como base de datos para la generación de documentos en cuando a la prevención, mitigación y la estabilización del sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, en el marco legal, la ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), ley 29664 que menciona que es aplicable y de cumplimiento obligatorio para todas las entidades y empresas públicas de todos los niveles de gobierno, así como para el sector privado. La investigación contribuirá con una nueva metodología mediante la fotogrametría, que ayudara a una mejor recolección de datos para la obtención de resultados.

**Social:** La problemática de la zona estudiada, es por el peligro identificado por caída de roca; debido a esto, es necesario realizar estudios para mejorar la seguridad física de la población de 1800 habitantes, la de sus viviendas y de obras de infraestructura, exponiéndose a la ocurrencia de un fenómeno por caída de roca sin que las autoridades del gobierno local o central adopten las medidas pertinentes que ayuden a corregir o mitigar sus efectos.

**Económico** Este trabajo beneficiará a los habitantes del área de estudio, ya que se podrá tomar acción en la seguridad de los poblados, que conllevará a la construcción de obras de prevención y mitigación y ayudará a darle un uso adecuado al recurso económico porque la inversión será en la prevención y no será un gasto frente a un posible fenómeno natural.

**Ambiental** La investigación espera reforzar el rol del futuro Ingeniero Ambiental y Sanitario en el estudio y gestión de riesgos, considerando que los riesgos van más allá de la mera identificación de daños a causa de un suceso natural. Para gestionar los riesgos es necesario conocer la interacción de los sistemas naturales, sociales y tecnológicos, y comprender la relación sociedad-naturaleza por ello es necesario realizar este estudio ya que se estará correlacionando el peligro con la vulnerabilidad a la que está expuesta.

### **1.5. Limitaciones**

- Carencia de antecedentes sobre la investigación referente a la evaluación de riesgos en el distrito de Ascensión.
- Una de las principales premisas antes de iniciar un vuelo, es conocer cuáles son las condiciones meteorológicas de la zona, porque el equipo del Drone Phantom RTK + estación móvil GPS no realizan ningún vuelo cuando se presenta lluvia, la nieve, viento, magnetismo y las temperaturas extremas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes**

##### **2.1.1 Internacional**

Según Gómez (2017) quien realizó el trabajo de investigación “Caracterización geomorfológica y análisis de la evolución del deslizamiento rotacional de Andoin, Sierra de Entzia (País Vasco)”, que de esta investigación se extrajo las técnica líder en el análisis cuantitativo y como resultados se obtiene que de la técnica líder ha sido posible cuantificar parcialmente el deslizamiento y para un período concreto de 5 años. De los 70.240 m<sup>2</sup> que ocupa el movimiento de ladera de Andoin, únicamente 20.593 m<sup>2</sup> (29,32 %) superan el umbral de 0,5 pto/m<sup>2</sup> de densidad de puntos de suelo para los vuelos líder de 2008 y 2012, y permiten por tanto cuantificar los cambios altimétricos y volumétricos correspondientes. De esa superficie, 13.554 m<sup>2</sup> registran cambios altimétricos en el intervalo  $\pm 0,5$  m, con valores cuya fiabilidad puede ser limitada.

Según los investigadores Arévalo, Bayona y Ricon (2015) en el proyecto de investigación “Metodología para Documentación 3D Utilizando Fotogrametría Digital” se utilizó técnica de la extracción de las ortofotos en 3D que se pueden generar que son imágenes tomadas en vista ortogonal y no en perspectiva como comúnmente se observa en el entorno. Gracias a estas imágenes se pueden realizar estudios y medición más exacta, debido a que los objetos están representados sin las deformaciones que genera la vista perspectiva; el uso de la fotogrametría digital permite la generación de objetos tridimensionales (3D) interactivos, los cuales brindan la posibilidad de manipularlos y estudiarlos, permaneciendo de este modo inalterado el objeto original esto fue lo que se demostró en la presente tesis.



Según los investigadores Pourghasemi, Moradi y Fatemi (2014) realizaron el trabajo de investigación “*GIS-based landslide susceptibility mapping with probabilistic likelihood ratio and spatial multi-criteria evaluation models (North of Tehran, Iran)*” que significa “SIG mapeo de susceptibilidad a deslizamientos de tierra con probabilidad relación de verosimilitud y modelos de evaluación espacial multicriterio(Norte de Teherán, Irán”. La estimación del riesgo de riesgo y la evaluación de su desempeño,el paso principal es la calidad de los datos disponibles, y depende no solo en la metodología seguida sino de los mapas de susceptibilidad que son importantes para el desarrollo y optimizacion del trabajo y se obtuvo que para el grado de pendiente entre  $16^{\circ}$  y  $30^{\circ}$ , que indica una muy alta probabilidad de ocurrencia de deslizamiento de tierra.y se puede que el 52.43% de los deslizamientos ocurren en esta clase. Del mismo modo, para el grado de inclinación entre  $0^{\circ}$  y  $5^{\circ}$ ,  $6^{\circ}$  y  $15^{\circ}$ , y  $> 50^{\circ}$ ,y si resultaria los siguientes datos la relación era  $<1$  (0.12, 0.27 y 0.38,respectivamente), que indica una probabilidad muy baja y baja de ocurrencia de deslizamiento de tierra.

Según Alonso, Coriminas y Hurlimann (2013) realizaron el trabajo de investigación “VIII Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables” Este Simposio se ha consolidado como un foro independiente, abierto y pluridisciplinar, con el objeto de difundir los conocimientos entre los miembros de las comunidades técnica y académica, entre los investigadores, y como resultados obtuvo que el registro obtenido indica que casi cada año ocurren eventos de varios miles de metros cúbicos. (las lluvias convectivas en verano o el deshielo en primavera) que podrían ser incorporados en un futuro sistema de alerta temprana. Y dada la sincronización del movimiento con la lluvia y la aparición de otros deslizamientos, caída de roca e inestabilidades similares en misma zona, el factor desencadenante de la inestabilidad objeto del estudio es la lluvia infiltrada en el terreno.

Según Densmore (2013) realizó el trabajo de investigación “*Topographic fingerprints of bedrock landslides*” que significa “Huellas digitales topográficas de deslizamientos de tierra” que como resultados obtuvo datos en las tasas de

derrumbes de deslizamiento y caída de roca en laderas. De los 306 derrumbes y caída de rocas más grandes (14%) desencadenado por los terremotos de 1993 en Papúa Nueva Guinea, 42 Una proporción comparable (10 de 90, 11%) de deslizamientos de y caída de roca.

Los investigadores Aguilar, Mendoza y Velasquez (2003) realizaron el trabajo de investigación “Modelo de susceptibilidad a movimientos en masa en el eje cafetero, Colombia-2003”; en esta tesis el objetivo que tuvo fue generar un modelo de susceptibilidad a movimientos de masa en el Eje Cafetero, a partir del estudio de las variables que intervienen en su dinámica y desarrollo. Y lo obtuvo y podemos verificar en sus resultados Una metodología para el análisis de las variables pendientes, humedad del terreno y geología, desarrollada con base en revisión de literatura y estudios de caso, la cual puede ser implementada en otras regiones, siempre y cuando sean consideradas las implicaciones metodológicas de los análisis heurísticos.

### **2.1.2 Nacional**

Según Sosa (2016) realizó el siguiente trabajo de investigación “Análisis de Susceptibilidad a los Peligros Geológicos por Movimientos en Masa Poblados de Pampa Marca y Acobamba, Región Huánuco (2016)”; de este trabajo de investigación extraje: Los factores influyentes a la ocurrencia de movimiento en masa; Factores de inestabilidad de los peligros geológicos; peligros geológicos por movimiento en masa la clasificación de movimientos de masa. Y como conclusión se obtuvo lo siguiente una escala regional la susceptibilidad a los movimientos en masa de la zona de Pampa Marca y Acombaba es de muy alta condicionado principalmente por el tipo de roca, considerada de mala calidad geotécnica, la pendiente moderada de la ladera y la presencia de agua subterránea que satura los suelos y rocas. peligros geológicos en el sector de Pampamarca región Huánuco, provincia de Yarowilca.

Los investigadores Castro y Sevillano (2016) realizaron en el proyecto de investigación “Mejoramiento e Identificación de Riesgo en el Canal la Peligrosa Marmot- Gran Chimú-(2016)” la información necesaria que se obtuvo fue la identificación, ponderados de los riesgos y el análisis de vulnerabilidad. Medidas



de prevención de riesgos de desastres y el control de riesgos. Y como resultados tuvieron hacia el flanco izquierdo del canal, se representa con una pendiente poco inclinada y el riesgo por posibles huaycos en quebradas es medio y muy altos en deslizamientos y derrumbes.

De acuerdo a los investigadores Pacco y Revilla (2016) quienes realizaron la “Evaluación de riesgos de la escalada en roca en la quebrada de Calambucos, Arequipa, 2016” con el objetivo de estudio es evaluar los principales riesgos de la escalada en roca en la Quebrada de Calambucos, Como conclusión se obtuvo que uno de los principales peligros es por la caída de rocas.

Los investigadores Segundo y Sosa (2014) quienes realizaron el trabajo de investigación de “Peligros geológicos en el sector de Pampamarca región Huánuco, Provincia Yarowilca, Distrito Pampamarca”, de este trabajo la información que utilizaremos son los aspectos geológicos y geomorfológicos y como resultados obtuvieron que los fragmentos de roca presentaron tamaños predominantes entre 20cm a 50cm, llegando a tener hasta 3 m y la identificación de peligro es por caída de roca que están afectando viviendas, infraestructura educativa, salud y vial por fines de prevención es necesario que la población sea reubicada.

Según Cruz (2011) realizó la tesis “El Uso del GPS en Restitución fotogramétrica y de las poligonales de referencias en el proyecto de carreteras”, de este trabajo de investigación las conclusiones fueron que después de planear las diversa líneas de vuelo aéreo, proyectar el apoyo terrestre, derivar la imagen estereoscópica en una restitución, se obtuvo finalmente la información topográfica que se requiere para los proyectos en sus diferentes etapas, como son : modelos ópticos, planos convencionales, modelos digitales y las ortofotos.

### **2.1.3 Local**

Según Chanca e Inga (2018) en la tesis “ Influencia de la inundación en el riesgo de desastre del distrito de Moya de la provincia y departamento de Huancavelica 2017” obtuvo como resultado el nivel de peligrosidad por inundación en el distrito de Moya es alto siendo más afectados los centros

poblados de Quiñiri, Yanayaco, Marquilla, Suncullpi, Yauyopata y Putacca. Y el nivel de vulnerabilidad por inundación del distrito de Moya de la provincia y departamento de Huancavelica es alto, esto quiere decir que ante un suceso de inundación el distrito se encuentra altamente vulnerable.

Según De la Cruz y Tunque (2015) en la tesis “Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la ciudad de Huancavelica” obtuvo como resultado una susceptibilidad media en condiciones normales; es decir, análisis de los factores internos (topografía, geología y humedad del suelo) y una susceptibilidad mediana en la intervención con factores externos (lluvia y sismo). De la misma forma, por la naturaleza del estudio, siendo necesario la constatación de los resultados obtenidos por los métodos determinísticos, para el cálculo del factor de seguridad de los taludes en los sub sectores de estudio, basándose específicamente en el análisis estático y análisis dinámico.

## **2.2 Bases teóricas del nivel de riesgo**

### **2.2.1 El nivel de riesgo**

**Las teorías del caos:** Las teorías del caos, son una serie de propuestas teóricas desarrolladas inicialmente por E. Lorenz en 1963, quien plantea lo que se denominó “el efecto mariposa” donde una pequeña perturbación en el estado inicial de un sistema puede traducirse en un cambio en el estado final del mismo. Lorenz planteó que en un sistema dinámico como la atmósfera, cambios pequeños en una de sus variables, pueden ser amplificadas y provocar efectos gigantescos, “el aleteo de una mariposa en un lugar de la selva de Borneo podría desencadenar un huracán en el mar Caribe y afectar la península de la Florida, en el otro extremo del planeta” Al presentar algunos sucesos inesperados e difícil predecir a un cien por ciento y es la incertidumbre de no saber con exactitud cuál serán sus consecuencias (Martínez, 2015).

### 2.2.2 Peligro

#### A. Clasificación de los principales peligros.

El peligro, según su origen pueden ser de dos clases: por un lado, de carácter natural; y, por otro de carácter tecnológico o generado por la acción del hombre.

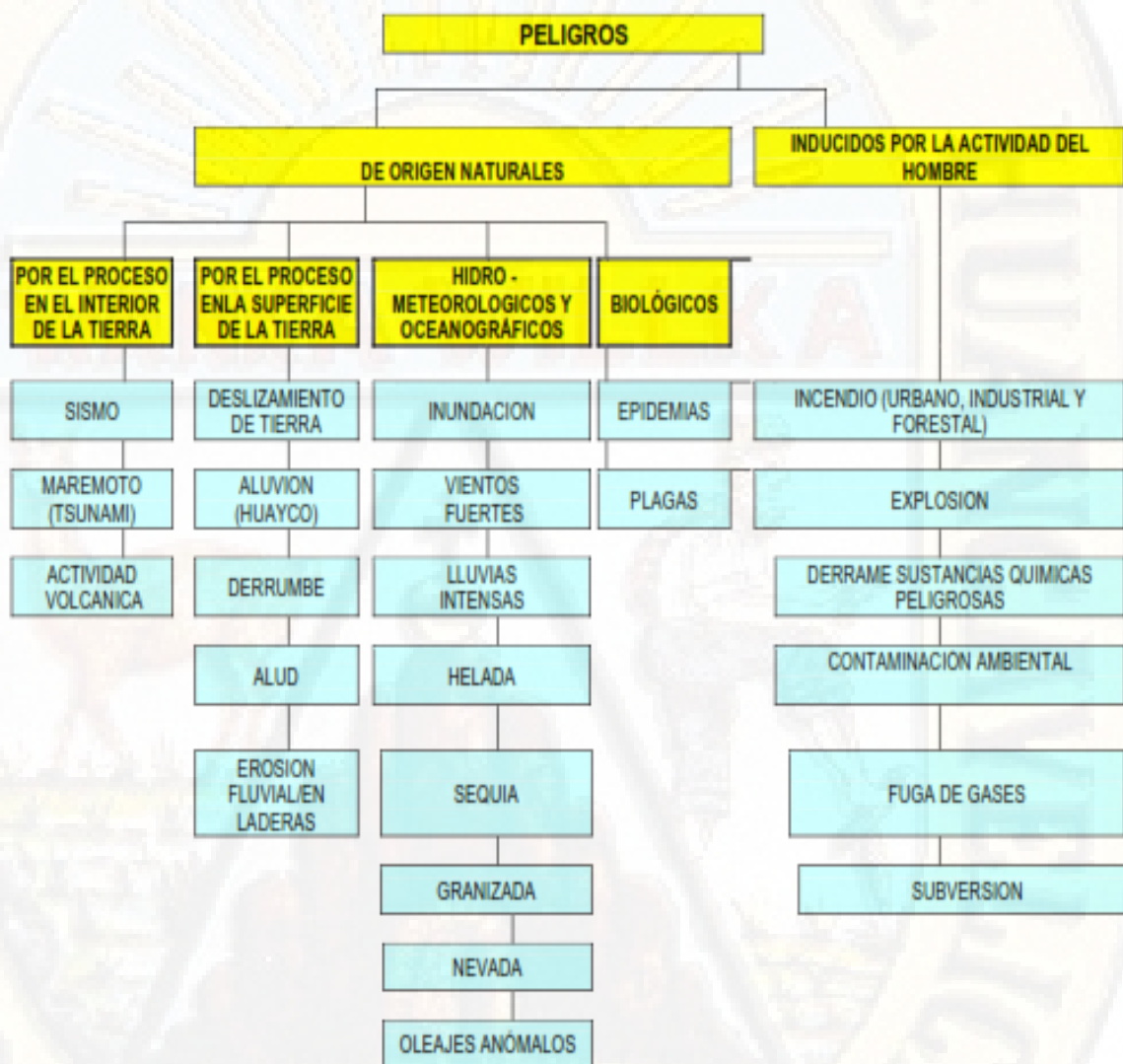


Figura 1. Clasificación de los principales peligros.

Fuente: Manual Básico para la Estimación del Riesgo INDECI (2006).

### **2.2.3 Vulnerabilidad**

#### **El principio de incertidumbre:**

Uno de los más importantes en la teoría del caos, señala que establecer la trayectoria de una partícula en el espacio y en el tiempo es igualmente imposible de determinar su condición, pues dentro de un sistema podemos registrar la velocidad o la dinámica de un elemento en la trayectoria de un sistema y de igual forma, también podemos caracterizar este elemento en el espacio o superficie donde se localiza, pero nunca podremos conocer al mismo tiempo la velocidad y la ubicación precisa para lograr predecir ni su pasado ni su futuro (Rubiano,2015).

## **2.3 Bases conceptuales**

### **2.3.1. Estrato.**

Para fines de estimación del riesgo las zonas de peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto. Cuyas características y su valor correspondientes se detallan en el cuadro.

**Tabla 1****Estratos de descripción y valor de las zonas de peligros**

Estrato/nivel	Descripciones / características	Valor
PB (Peligro Bajo)	Tenemos planos o con poca pendiente, rocas y suelos compactos y seco, con alta capacidad portante. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznales. No amenazados por peligros, como actividades volcánica, maremotos. Distancia 500 m desde el lugar del peligro tecnológico.	1 < de 25 %
PM (Peligro Medio)	Suelo de calida intermedia. Con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500m, desde el lugar del peligro tecnológico Sectores donde se esperan pendientes significativas por sus características geológicas y geomorfológicas Sectores que, con poca cobertura vegetal y variaciones, alteraciones metereológicas (precipitación).	2 De 26% a 50%
PA (Peligro alto)	Sectores amenazados por deslizamiento y caídas de roca.  Sectores amenazados por alud- avalanchas y flujos repentinos de piedras y lodo ("lloclla").  Áreas amenazadas por flujos piro clásticos o lava. Fondos que quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y zonas de deposición afectados por flujos de lodo.	3 De 51 % a 75%
PMA (Peligro Muy alto)	Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Sectores amenazados por otros peligros de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsarles en grandes proporciones. Menor de 150 m desde el lugar del peligro tecnológico.	4 De 76 % a 100%

**Fuente: Manual Básico para la Estimación del Riesgo-INDECI (2006).**

Cuando el peligro es muy alto, nos encontramos ante un peligro que puede ser catalogado como “peligro inminente”, es decir a la situación creada por un fenómeno de origen natural u ocasionado por la acción del hombre, que haya generado, en un lugar determinado, un nivel de deterioro acumulativo debido a su desarrollo y evolución, o cuya potencial ocurrencia es altamente probable en el corto plazo, desencadenando un impacto de consecuencias significativas en la población y su entorno socio-económico (INDECI, 2006).



### 2.3.2. Pendiente

La escala de valores, establece y cuantifica los parámetros edáficos del sistema es la siguiente manera:

**Pendientes cortas (laderas cortas):** Aquellas no mayores de 50 m, consideradas a partir del punto donde empieza a correr el agua hasta el extremo de menor nivel.

**Pendientes largas (Laderas largas):** Aquellas mayores de 50 m, consideradas a partir del punto donde empieza a correr el agua hasta el extremo de menor nivel. Los rangos o clases de pendiente que se indican a continuación varían de acuerdo a la longitud de la pendiente establecida.

**Tabla 2**

**Clases de pendientes del terreno del Ministerio de Agricultura.**

Clases de pendientes			
Pendientes corta (ladera corta)		Pendientes larga (ladera larga)	
u (%)	Clase	(%)	Clase
e	Plana a ligeramente		
n < 4	Inclinada	< 2	Plana o casi a nivel
t 4 - 8	Moderadamente inclinada	2 - 4	Ligeramente inclinada
e : 8 - 15	Fuertemente inclinada	4 - 8	Moderadamente inclinada
M 15 - 25	Moderadamente empinada	8 - 15	Fuertemente inclinada
i 25 - 50	Empinada	15 - 25	Moderadamente empinada
n 50 - 75	Muy empinada	25 - 50	Empinada
i > 75	Extremadamente empinada	50 - 75	Muy empinada
s			Extremadamente
t		> 75	empinada

rio de Agricultura DS.N° 017- 2009- AG

### 2.3.3. Cobertura vegetal

El trabajo relacionado a los estudios de litología, aprovechamiento de rocas industriales y riesgo de deslizamiento en la comunidad Valenciana refiere que:

"Es éste un factor controvertido, tanto en su uso como parámetro a intervenir



en la estabilidad, como en el papel que desempeña. Esto es debido tanto a las distintas circunstancias que se producen en la presencia de la amplia variedad de especies vegetales existentes, dentro de las cuales algunas tienen un marcado carácter estacional, como a los efectos que en ellas se manifiestan. Aunque es el factor menos constante de los hasta ahora reseñados y no llega ser determinante para la estabilidad global de una masa de terreno, sí condiciona de forma notable la acción de otros factores. El efecto positivo que produce la vegetación es el de mantener la estabilidad superficial del terreno y evitar su degradación, ya que las raíces cohesionan las partículas del suelo y disminuyen la disgregación de los niveles superficiales. La presencia de una cobertura vegetal también favorece el drenaje por la absorción del agua superficial del terreno, al tiempo que disminuye el efecto producido por la erosión hídrica. Como contribución negativa, está la producida por el efecto de cuña realizado por algunas raíces al desagregar el suelo, provocando los consiguientes efectos mecánicos en grietas y fracturas”. Disminuyen la disgregación de los niveles superficiales. La presencia de una cobertura (Martínez, 1998).

#### **2.3.4. Elementos de sismología y terremotos**

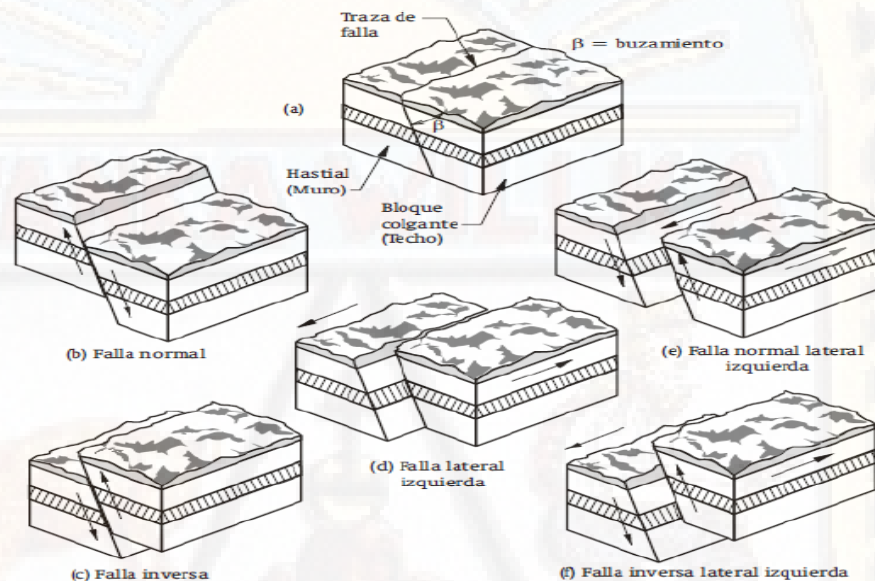
##### **Deriva continental**

Alonso (2015), los continentes, al igual que los océanos, no son unidades estáticas de la superficie terrestre. Su ubicación ha variado notablemente a lo largo de la historia geológica de la tierra. En la actualidad, muchos geólogos parecen estar de acuerdo con la hipótesis que los continentes actuales proceden de una masa continental única existente en el período de fragmentación que produjo unidades menores que sufrieron grandes desplazamientos hasta alcanzar su posición actual, dando origen a los continentes, tal y como se muestra.

##### **Fallas**

Así como la teoría de la tectónica de placas clasifica a escala continental los movimientos relativos entre ellas de acuerdo a uno de los tipos de límites o bordes de placa recién definidos, a menor escala el

movimiento en una zona puntual puede ser muy complicado. A nivel local, el movimiento entre dos porciones de la corteza de la tierra suele ocurrir a lo largo de algún desplazamiento horizontal ya existente o quizás a lo largo de distintas estructuras geológicas de la corteza conocidas como fallas. Una falla se define como el plano de rotura en una masa rocosa a lo largo de la cual se produce movimiento. La longitud de las fallas puede variar desde unos pocos metros hasta varios cientos de kilómetros que se extienden a lo largo de la superficie de la Tierra.



**Figura 2. Tipos de fallas tectónicas.**

**Fuente: José Luis Alfonso.G. Vulnerabilidad sísmica de edificación.**

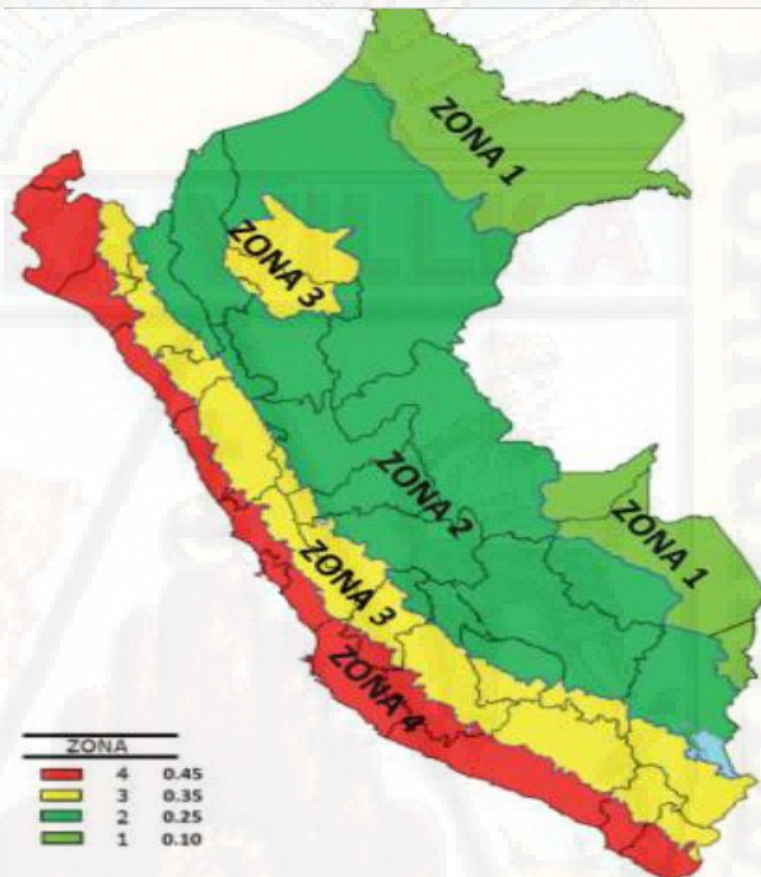
### 2.3.5. Parámetros sísmicos

De acuerdo con la norma técnica E.030-2017 se definen ciertos valores para el diseño sismo-resistente de acuerdo con las características propias de cada proyecto, para desarrollar el análisis estructural lo más aproximado a la realidad, dichos parámetros son los siguientes:

#### **Factor de Zona (Z)**

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, el cual, para asignar un valor a cada zona, se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos

sísmicos y la atenuación de éstos con respecto a su epicentro; así como la información geotectónica. El factor de zona Z, se interpreta como la máxima aceleración del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. De acuerdo al mapa de zonificación sísmica del Perú, se ubica en la región Huancavelica, Provincia Huancavelica y distrito de Huancavelica, correspondiente a la ZONA 3. Por lo tanto, el factor de zona es  **$Z_3 = 0.35$** .



**Figura 3. Zonas sísmicas.**  
Fuente: RNE 2017.

#### **2.3.6. Formación geológica o litología.**

"La litología de los materiales flotantes y su grado de alteración condicionará sus características físico- mecánicas y, por tanto, su estabilidad potencial, por lo que el comportamiento variará de unos

materiales a otros aun cuando actúen sobre ellos con igual intensidad los mismos factores; los parámetros resistivos dependerán de la composición mineralógica y de la textura, computación, tamaño, forma y cementación de las partículas que formen la roca o sedimento. Por tanto, materiales poco cementados, con tamaños de grano fino (limo-arcilla o arenas limo-arcillosas), o de un amplio rango granulométrico (derrumbe de ladera) son litologías más propensas al deslizamiento (Martínez,1998).

#### **2.3.7. Origen de las rocas.**

Hay rocas que tienen un único origen, bien detrítico o químico, pero es muy frecuente la presencia de litologías cuyos constituyentes tienen distinto origen como ocurre con las margas que tienen una composición variable de componentes detríticos, químicos o bioquímicos y las rocas carbonatadas que tienen una composición química y bioquímica fundamentalmente.

##### **Rocas detríticas.**

Son las constituidas por partículas o clastos de distintos tamaños (bloques, cantos, gravas, arenas, limos, arcillas). Puede haber una fracción de material fino entre las partículas más gruesas constituyendo la matriz o un cemento de naturaleza carbonatada, arcillosa o silíceo. Según el tamaño de las partículas ordenadas de mayor a menor tamaño de grano las rocas detríticas son: conglomerados, areniscas, limos y arcillas. Pero la realidad es que en la naturaleza se presenta una variedad de rocas mayor debido a mezclas de diferentes tamaños de granos (Martínez, 1998).

##### **Rocas de origen químico.**

Se originan por precipitación de los iones disueltos en el agua. Con este origen hay dos grupos, el de las rocas carbonatadas y el de las evaporíticas. Dentro del primero se encuentran las calizas, formadas por



carbonato cálcico ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) y las dolomías [ $(\text{CO}_3)_2\text{CaMg}$ ] en las que el magnesio sustituye parcialmente al calcio de las calizas. Las del segundo grupo están formadas por cloruros, sulfatos, etc., que se originan en lagos y mares interiores. Las calizas ocupan aproximadamente el 20% de las rocas sedimentarias de la corteza terrestre. Su origen puede ser químico, por precipitación o bioquímico (organógeno), por acumulación de las partes duras de los organismos que pueblan los mares (foraminíferos, conchas, lumaquelas, restos de algas y corales,...). Las dolomías son rocas carbonatadas como las calizas, pero se componen principalmente de dolomita [ $(\text{CO}_3)_2\text{CaMg}$ ], existiendo entre ambos términos todos los pasos intermedios debido a las posibilidades de sustitución de los iones de calcio por los de magnesio. Las margas son rocas que tienen una composición litológica comprendida entre la de las arcillas y las calizas en solución de continuidad (Martínez, 1998).

#### **Rocas de origen orgánico.**

Son litologías en las que ha intervenido para su formación los seres vivos y su composición es la materia orgánica procedente de los mismos más o menos transformada. Un rasgo importante que caracteriza a las rocas sedimentarias es el relacionado con su geometría que es una consecuencia del modo de formación: acumulación, decantación, precipitación, etc., de manera que el cuerpo sedimentario, denominado estrato, define una capa de roca o sedimento, limitada por superficies horizontales con continuidad lateral que representa una unidad de tiempo en la sedimentación. La separación entre las dos superficies llamadas de estratificación expresa el espesor o potencia del estrato (Martínez, 1998).

#### **Evolución de las rocas sedimentarias**

Para analizar la evolución de las rocas sedimentarias vamos a estudiar los cambios en el sedimento y en la geometría

**a) Cambios en el sedimento.** Los sedimentos que inician su camino hacia rocas sedimentarias, pasan por transformaciones internas físicas y químicas que, en determinadas litologías, se manifiestan por una pérdida de volumen por compactación. La circulación de agua por los poros del sedimento supone una continua transformación en roca sedimentaria por la actuación de una serie de procesos conocidos como diagénesis que consisten en cementaciones, recristalizaciones y alteraciones químicas, que se materializan en una consolidación y endurecimiento de la roca.

**b) Cambios en la geometría.** Tanto los sedimentos como las rocas sedimentarias pueden modificar su geometría y disposición original bajo la actuación de fuerzas en la corteza terrestre (tectónica), que, con independencia de la intensidad, presenta carácter compresivo en determinadas actuaciones. La respuesta de las rocas sedimentarias depende del sentido del esfuerzo y también de la naturaleza de la roca, ya se trate de litologías duras o blandas, de las combinaciones entre estratos de distinta competencia, o de la profundidad a la que son deformados, al intervenir la temperatura y el grado de humedad (Martínez ,1998).

Todos estos aspectos confieren a las rocas un comportamiento entre rígido y plástico, del cual dependerá, en función de la intensidad de los esfuerzos, el resultado de la deformación.

En general, bajo efectos compresivos las rocas sedimentarias dispuestas en estratos desarrollan ondas de amplitud variable (pliegues). En el límite de la resistencia mecánica a la rotura se producen planos de fractura (fallas).

#### **2.3.8. Características geomorfológicas**

"La geomorfología como el estudio de las formas de la superficie de la tierra, su origen, los procesos relacionados con su desarrollo y las



propiedades de los materiales, con lo cual se puede predecir el comportamiento y el futuro estado". Para elaborar el modelo de comportamiento de un talud, es determinante analizar la geomorfología y su efecto sobre los procesos de inestabilidad; los procesos actuales y pasados son la base para los procesos que van a ocurrir. Las condiciones geomorfológicas presentes son esenciales en el análisis de la ocurrencia de deslizamientos, debido a que los procesos de vertiente son parte integral de los procesos dinámicos como variables que controlan la evolución del paisaje. La geomorfología refleja los procesos que están actuando sobre el talud, así como los procesos que lo han afectado en el pasado y su relación con la litología y otros elementos constitutivos, no solamente de un talud en particular, sino de todo el ambiente de una zona (Alonso, 2013).

Características físicas, geográficas y morfológicas. Entre las características más relevantes se encuentran el relieve, la estructura y régimen de la red hidrográfica y la climatología y meteorología, cada una de las cuales se analiza convenientemente en esta memoria (Jaime, 2013).

### **2.3.9. Definición de los tipos de vulnerabilidad.**

#### **A. Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica.**

Es el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de la variabilidad climática (INDECI, 2006).

**Tabla 3**

#### **Vulnerabilidad ambiental y ecológica**

Variable	Nivel de vulnerabilidad
----------	-------------------------

	Vulnerabilidad baja < 25%	Vulnerabilidad media 26 a 50 %	Vulnerabilidad alta 51 a 75 %	Vulnerabilidad muy alta 76 a 100 %
Condiciones Atmosféricas	Niveles de temperatura al promedio normales	Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal	Niveles de temperatura superiores al promedio normal	Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal
Condiciones Ecológicas	Conservación de los recursos naturales, crecimiento poblacional planificado, no se practica la deforestación y contaminación.	Nivel moderado de explotación de los recursos naturales; ligero crecimiento de la población y del nivel de contaminación	Alto nivel de explotación de los recursos naturales; incremento de la población y del nivel de contaminación	Explotación indiscriminada de recursos naturales; incremento de la población fuera de la planificación, deforestación y contaminación

Fuente: Manual Básico para la Estimación del Riesgo-INDECI (2006).

### 2.3.10. Vulnerabilidad física.

Está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro (INDECI, 2006).

**Tabla 4**

### Vulnerabilidad física.

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	Vulnerabilidad baja < 25%	Vulnerabilidad media 26 a 50 %	Vulnerabilidad baja < 25%	Vulnerabilidad muy alta 76 a 100 %

Material de construcción utiliza en viviendas .	Estructura sismo resistente con adecuada técnica constructiva (concreto o acero).	Estructuras de concreto de acero o madera, sin adecuada técnica constructiva.	Estructuras de adobe piedra o madera, sin refuerzo estructurales.	Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia en estado precario.
Localización de viviendas (*).	Muy alejada > 5 Km.	Medianamente cerca 1-5 Km.	Cerca 0.2 -1 Km.	Muy cerca 0.2- 0 Km.

Fuente: Manual Básico para la Estimación del Riesgo-INDECI (2006).

### 2.3.11. Cálculo del riesgo





Una vez identificado los peligros (P) a la que está expuesta el centro poblado y realizado el análisis de vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta, para calcular el riesgo (R), es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico. El criterio analítico, llamado también matemático, se basa fundamentalmente en la aplicación o el uso de la ecuación siguiente (INDECI, 2006).

**Tabla 5**

**Matriz de peligro y vulnerabilidad**

<b>Peligro muy alto</b>	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto
<b>Peligro alto</b>	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto
<b>Peligro medio</b>	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto
<b>Peligro bajo</b>	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
	<b>Vulnerabilidad baja</b>	<b>Vulnerabilidad media</b>	<b>Vulnerabilidad alta</b>	<b>Vulnerabilidad muy alta</b>

#### LEYENDA:

-  Riesgo bajo (< de 25%)
-  Riesgo medio (26% al 50%)
-  Riesgo alto (51% al 75%)
-  Riesgo muy alto (76% al 100%)

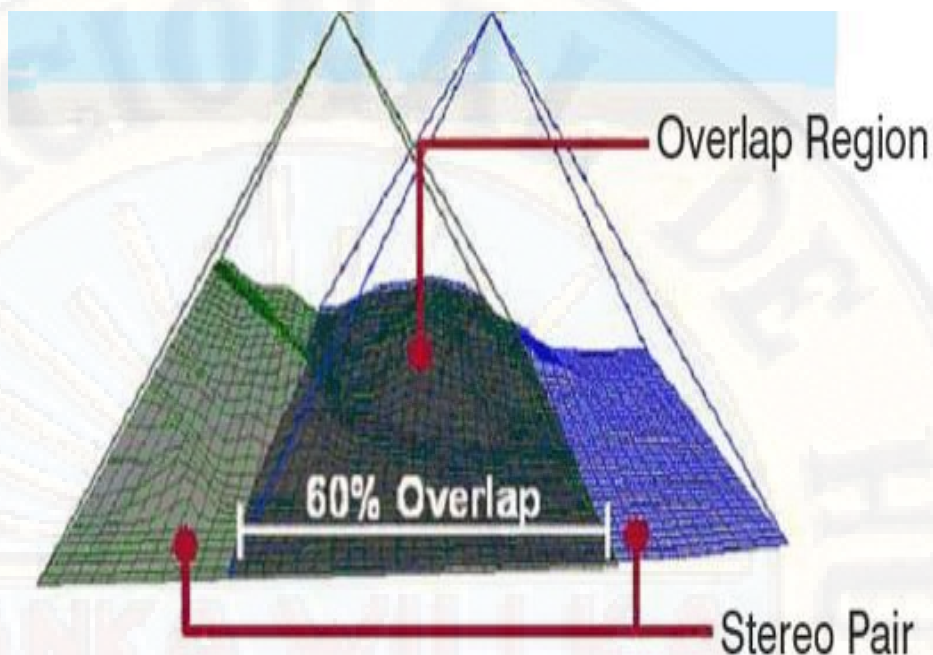
Fuente: Manual Básico para la Estimación del Riesgo-INDECI (2006).

### 2.3.12. Fotogrametría

La palabra fotogrametría, la componen tres vocablos griegos: photo, grama y metrón, lo que significa (medidas graficas por medio de la luz), es una técnica que tiene por objetivo la determinación la forma y dimensión de los objetos con base en las características métricas de sus perspectivas centrales, en este caso las fotografías con representaciones fieles del terreno en el momento de la exposición y contiene una gran cantidad de información de diversas áreas, a partir de las fotografías aéreas se obtienen mapas topográficos y cartas de recursos naturales; y las ventajas son:

- Levantamientos rápidos, precisos y económicos.
- Ejecución de medidas posteriores sin llegar al terreno.

La toma de fotografías aéreas está restringida a dos factores referentes al tiempo, (las condiciones atmosféricas, la estación del año y hora del día conveniente para la toma) ya que, por la proyección de sombras, se especifica que las nubes no cubran más del 5% del área por fotografiar y que el ángulo de altura del sol con respecto al horizonte sea mayor a 45 y menor a 75 grados, dependiendo de la topografía del terreno, siendo este rango el ideal. Cuando el terreno es poco plano es conveniente que el ángulo sea un poco menor, porque así las sombras ayudan a observar el relieve. No en cambio cuando el terreno es montañoso en este caso conviene que el ángulo se acerque a 90 grados, para evitar las sombras en las barrancas, las horas en que esto suceda cambiarán naturalmente, según la época del año y latitud del lugar en cuestión Cruz (2011). Así que el objetivo básico de la fotogrametría es transformar la proyección central (la fotografía) en una proyección ortogonal (mapa) con ello se logra al formar el modelo estereoscópico, (observación del relieve tridimensionalmente).



**Figura 4. El uso del GPS en restitución fotogramétrica y de las poligonales de referencias en el proyecto de carreteras-2011”.**

**Fuente:** Tesis de restitución fotogramétrica y de las poligonales.

### **2.3.13. Extracción de ortofotos**

Partiendo del modelo 3D se pueden generar ortofotos, que son imágenes tomadas en vista ortogonal y no en perspectiva como comúnmente se observa en el entorno. Gracias a estas imágenes se pueden realizar estudios y medición más exacta, debido a que los objetos están representados sin las deformaciones que genera la vista perspectiva.

## **2.4 Definición de términos**

### **2.4.1. Afloramiento.**

Lugar en el que una roca asoma a la superficie.

### **2.4.2. Amenaza**



Peligro Inminente.

#### **2.4.3. Desastres**

Es una interrupción severa del funcionamiento de una comunidad causada por un peligro, de origen natural o inducido por la actividad del hombre, ocasionando pérdidas de vidas humanas, considerables pérdidas de bienes materiales, daños a los medios de producción, al ambiente y a los bienes culturales. La comunidad afectada no puede dar una respuesta adecuada con sus propios medios a los efectos del desastre, siendo necesaria la ayuda externa ya sea a nivel nacional y/o internacional (INDECI, 2006).

#### **2.4.4. Deslizamiento**

Su movimiento consiste de una deformación por corte y desplazamiento a lo largo de una o varias superficies visibles o que pueden inferirse, dentro de una zona más o menos estrecha. Se diferencian los siguientes tipos de deslizamiento: Deslizamiento rotacional: Se produce a lo largo de una superficie de ruptura de forma circular o semicircular y cóncava hacia arriba, su velocidad varía de lenta a moderada, teniendo gran influencia la inclinación de la superficie de ruptura en el pie del deslizamiento, se puede producir en rocas muy fracturadas, detritos y suelo (INDECI, 2006).

#### **2.4.5. Ecología**

Es la ciencia que estudia las relaciones de los organismos de la naturaleza con su entorno, tanto orgánico como inorgánico, las relaciones entre los organismos y el medio en que viven, la relación entre los seres vivos y su ambiente (INDECI, 2006).

#### **2.4.6. Emergencia**

Estado de daños sobre la vida, el patrimonio y el medio ambiente ocasionados por la ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico



(ocasionado por el hombre) que altera el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada (INDECI, 2006).

#### **2.4.7. Fenómeno natural**

Todo lo que ocurre en la naturaleza, puede ser percibido por los sentidos y ser objeto de conocimiento. Además del fenómeno natural, existe el tecnológico o inducido por la actividad del hombre (INDECI, 2006).

#### **2.4.8. Peligro**

El peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente (INDECI, 2006).

#### **2.4.9. Prevención**

El conjunto de actividades y medidas diseñadas para proporcionar protección permanente contra los efectos de un desastre. Incluye entre otras, medidas de ingeniería (construcciones sismo resistentes, protección ribereña y otras) y de legislación (uso adecuado de tierras, del agua, de ordenamiento urbano y otras (INDECI, 2006).

#### **2.4.10. Riesgo**

Estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad (INDECI, 2006).

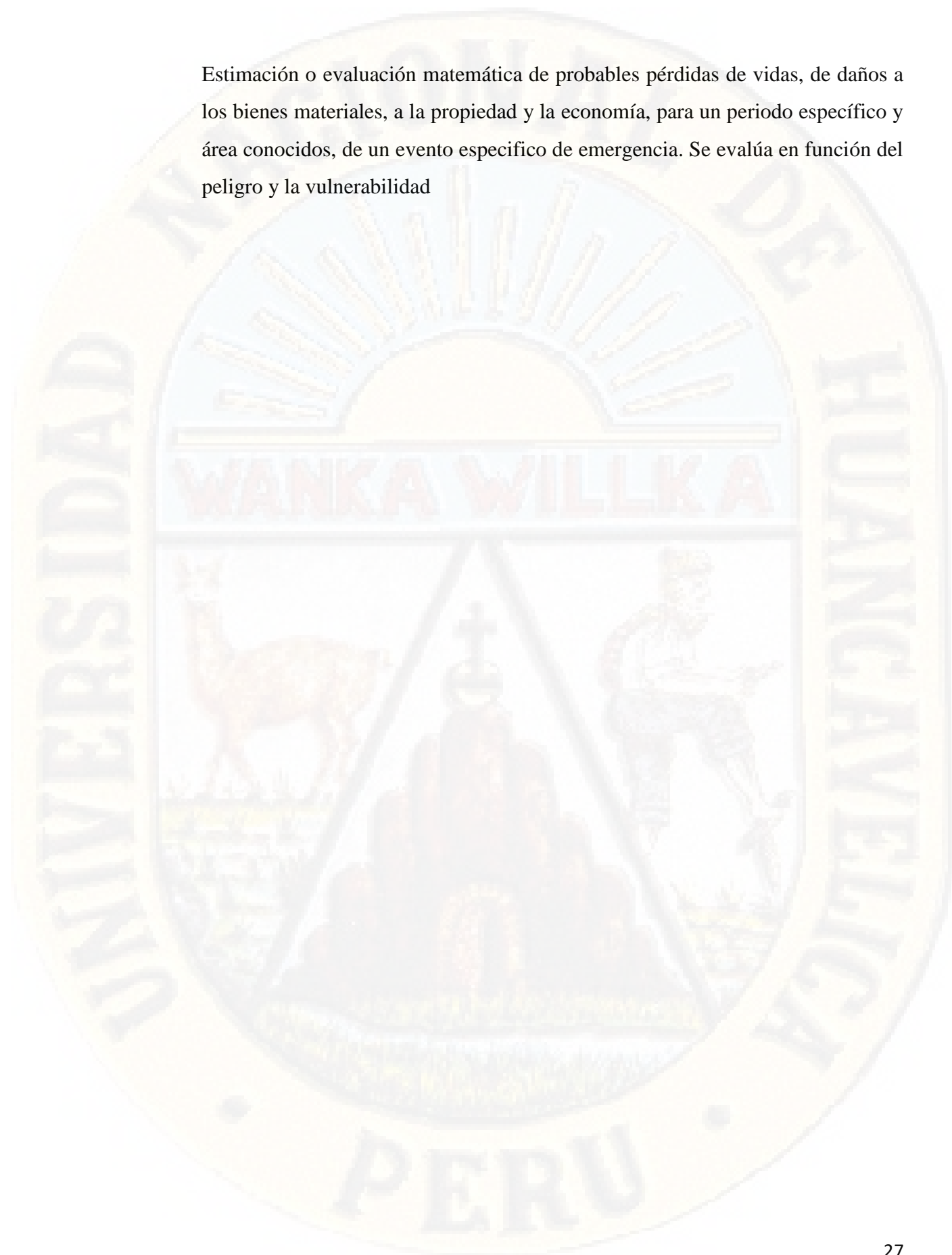
#### **2.4.11. Vulnerabilidad**

Grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser física, social, cultural, económica, institucional y otros (INDECI, 2006).

### **2.5 Variable**

**Monovariante: El nivel de riesgo**

Estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad



## 2.6 Operacionalización de variables

Tabla 6

### Operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos	Técnica	Unidades
<b>El nivel de riesgo</b>	Estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad.	Una vez identificado los peligros (P) a la que está expuesta el centro poblado y realizado el análisis de vulnerabilidad. (V), se procede a una evaluación conjunta, para calcular el riesgo (R), es decir estimar la probabilidad de pérdidas y. El cálculo del riesgo corresponde a un análisis y una combinación de datos teóricos y empíricos con respecto a la probabilidad del peligro identificado, es decir la fuerza e intensidad de ocurrencia; así como el análisis de vulnerabilidad o la capacidad de resistencia de los elementos expuestos al peligro, dentro de una determinada área geográfica.	<b>Peligro.</b>	Identificación de características físicas.	Pendiente del terreno	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Fotogrametría.	Porcentaje
					Volumen del peligro	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Fotogrametría	Metros cúbicos
					Cobertura vegetal	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -computador	Fotogrametría.	Porcentaje
					Característica geológicas	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Fotogrametría.	Porcentaje
					Características geomorfológicas	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Fotogrametría	Porcentaje
					Precipitación	-Computador	Análisis de datos de SENAMHI	mm
			<b>Vulnerabilidad.</b>	La vulnerabilidad ambiental y ecológica	Condiciones atmosféricas	-Computador	Revisión de datos meteorológicos	(C°)Porcentaje
					Condición y ecológica.	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Revisión de datos.	Porcentaje
				La vulnerabilidad física.	Material de construcción utilizada en viviendas	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Fotogrametría.	Porcentaje
					Localización de viviendas	-Computador	Fotogrametría	Porcentaje

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Ámbito temporal y espacial

El ámbito de estudio para la presente tesis “Evaluación del nivel del riesgo físico por caída de rocas en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica”, está considerado en el ámbito espacial y en ámbito temporal:

##### 3.1.1. Ámbito temporal

En el ámbito temporal del presente trabajo de investigación está de acuerdo al tiempo de estudio del proyecto que fue desde el 20 de agosto del 2018 hasta el mes de 20 mayo del año 2019.

**Tabla 7**  
**Cronograma**

Descripción	2018						2019					
	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
Elaboración y presentación del proyecto de investigación.	X											
Aprobación del proyecto de investigación.		X										
Planteamiento y organización para la ejecución.		X										
Recojo de información (trabajo de campo).		X	X	X	X							
Identificación y caracterización del peligro.			X	X	X	X	X					
Identificación y caracterización de las vulnerabilidades.					X	X	X					
Trabajo de gabinete (Procesamiento y sistematización de la información de campo).							X	X	X	X		
Redacción del informe final.									X	X	X	
Presentación del trabajo de investigación.											X	
Revisión del asesor y jurados.												X
Sustentación de la investigación.												X

**Fuente: Elaboración propia.**

### 3.1.2. Ámbito espacial

En este caso el ámbito espacial del presente trabajo de investigación está en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica.

#### **El sector Quinta Boliviana limita:**

**Norte** :Con el cerro Potocchi,distrito de San José de Acobambilla, Nuevo Occoro, Huando y Palca de la provincia de Huancavelica.

**Este** :Con el barrio de San Cristóbal.,distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica.

**Oeste** :Con la comunidad de Pucarumi y Millpocchuana, distrito de Chupamarca y Aurahua de la provincia de Catrovirreyna y el distrito de Huancavelica

**Sur** : Con la comunidad de Chuncuymarca, distrito de Arma y Santa Ana, de la provincia de Castrovirreyna.

#### **Ubicación geográfica**

<b>Departamento</b>	: Huancavelica.
<b>Provincia</b>	: Huancavelica.
<b>Distrito</b>	: Ascensión.
<b>Nombre del área de estudio</b>	: Sector Quinta Boliviana.
<b>Altitud</b>	: 3682 m.s.n.m





Departamental



Regional



Distrital



Sector Quinta Boliviana

**Figura 5. Ubicación geográfica.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

Se identificó el peligro en un área de 26.925 Has (hectáreas). en el cerro Aparinaco, distrito de Ascensión, provincia de Huancavelica. Con un polígono de 7 vértices que abarca el peligro y las zonas vulnerables.

**Tabla 8**

**Coordenadas del polígono**

Coordenadas del polígono		
	X	Y
1	501976.195986	8586827.074790
2	501389.759587	8587017.686190
3	501354.680396	8587038.472360
4	501620.790053	8587255.359550
5	501790.882004	8587380.315920
6	502013.863957	8587424.470560
7	502092.484735	8587378.590880

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.2 Tipo de investigación.**

El presente trabajo de investigación es básica porque se está orientada hacia la descripción, predicción y explicación de la tesis, (Sampieri. 2010).

### **3.3 Nivel de investigación**

El nivel de investigación del presente estudio es descriptivo y porque permitirá estudiar la variable identificando sus características tal como se presentan en la realidad, y de carácter explicativo.

### **3.4 Población, muestra y muestreo**

#### **3.4.1 Población:**

La población para el presente estudio está constituida por todo el sector Quinta Boliviana que son 26.925 has (hectáreas) con un total de 25 715 210 datos para el presente estudio que se tomaron con un Drones Phantom RTK + estación móvil GPS, para luego procesarlas en 2D y 3D.

- **Departamento** : Huancavelica.
- **Provincia** : Huancavelica.
- **Distrito** : Ascensión.
- **Nombre del área de estudio** : Sector Quinta Boliviana.
- **Altitud** : 3682 m.s.n.m.





### **3.4.2. Muestra:**

El presente trabajo de investigación es de tipo de muestra no probabilística (por conveniencia) porque fue seleccionado en función de su accesibilidad y a criterio personal e intencional del investigador y porque esta técnica es considerada la más fácil, la más barata y la que menos tiempo lleva, se tomará el área de estudio el cerro Aparinaco que está dentro del sector Quinta Boliviana, por lo cual la muestra fue de 25 715 210 datos para el presente estudio es está constituida por todo el sector Quinta Boliviana que son 26.925 has (hectáreas).

### **3.4.3. Muestreo**

Para poder realizar la investigación se observó en *in-situó* el peligro latente en la que se encuentra el sector Quinta Boliviana mediante imágenes satelitales (ortofotos) mediante nube de puntos por lo que no hay un muestreo específico por lo que se toma toda el área en estudio que fue una muestra de 25 715 210 datos para el presente estudio es está constituida por todo el sector Quinta Boliviana que son 26.925 has (hectáreas). que se toma con un Drones Phanthom RTK +estación móvil GPS, para luego procesarlas en 2D y 3D.



### 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.5.1. Técnicas e instrumentos

**Tabla 9**

**Técnica e instrumentos**

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos	Técnica	Procedimiento	Datos
<b>EL NIVEL DE RIESGO</b>	<b>Peligro</b>	Identificación de características físicas.	Pendiente del terreno	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Fotogrametría.	Cogimos la nube de puntos para determinar y clasificar los diferentes rangos de pendientes.	25 713 923 datos
			Volumen del peligro	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Fotogrametría	Se trabajo con la superficie en el peligro identificado por caída de roca en PIX(4)D MAPPER.	1 dato
			Cobertura vegetal	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Fotogrametría.	Se realizó el análisis de ortofoto en el programa de ArcGis 10.3	1 dato
			Característica geológicas	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Fotogrametría.	Se realizó la administración de datos de la Zonificación Ecológica y Económica de Huancavelica.	3 datos
			Características geomorfológicas	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Fotogrametría	Se realizó la administración de datos de la Zonificación Ecológica y Económica de Huancavelica.	2 datos
			Precipitación	Computador	Revisión y análisis de datos de SENAMHI	Se obtuvo los datos de SENAMHI- Huancayo y se administró y proceso la información.	144 datos



# **Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad ambiental y ecológica	Condiciones atmosféricas	Computador	Revisión de datos meteorológicos	Se obtuvo los datos de SENAMHI-Huancayo y se administró y procesó la información.	144 datos
	Condición y ecológica.	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Revisión de datos	Se realizó el procesamiento de la ortofoto y mediante una clasificación se identificó los recursos naturales y la población en el ArcGis 10.3	1 dato
	Material de construcción utilizada en viviendas	- Drone Phantom(4) RTK + Estación Móvil (GPS). -Computador	Fotogrametría.	Se realizó el conteo de las viviendas construidas con cemento y los que son rústicos.	988 datos
	Localización de viviendas	-Computador	Fotogrametría	Se realizó la medición de la ortofoto que esta georeferenciada en cuanto o a la distancia a la primera vivienda ubicada	2 datos

**Fuente: Elaboración propia.**

### 3.5.2. Programas utilizados

**Tabla 10**

#### **Programas utilizados para los procedimientos**

Procedimientos	Programas	Conceptos
Obtención de datos	Pix 4D	Programa que sirve para el mapeo y fotogrametría con Drone.
	MAPPER	
	Pix 4D CAPTURE	Programa que sirve para android y realizar los planes de vuelo.
Corrección de datos	Global Mapper 18.0	Es una herramienta SIG, calculadora raster, analiza imágenes datos KML, permite realizar las correcciones de espacios vacíos.
	ArcGIS 10.3	Es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica y se puede suavizar los datos.
Modelamiento de datos	Global Mapper 18.0	Es una herramienta SIG, calculadora raster, analiza imágenes datos KML, permite calcular distancia, área, análisis espectral, cálculo de elevación y volumen de datos geográficos.
	ArcGIS 10.3	Es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica como suavizar los datos.
	ArcGIS 10.3	Se realizaron mapas de los indicadores establecidos.
	Excel-2016	Este programa informático nos ayudó a procesar datos numéricos; graficar los cuadros en las hojas de cálculo, etc.
Presentación de resultados		

**Fuente: Elaboración propia.**

### **3.5.3. Equipos utilizados**

#### **A. Drone Phantom (4) RTK + estación móvil (GPS)**

Su nombre se deriva del inglés drone, que en español significa “zumbido”, los drones son aeronaves de tamaño pequeño o mediano que se controlan de forma remota y no llevan tripulación, son utilizados en tareas que pueden ser demasiado peligrosas para una persona o, requieren un nivel de exactitud que solo logra la tecnología. Están equipados con equipos de última generación como GPS, cámaras de alta resolución y controles de radares y nos permitirá poder obtener información necesaria para el proyecto de investigación.

#### **Componentes del Drone Phantom RTK estación móvil GPS .**

- Propelas: También conocidas como elices.
- Motores Brushers: Es para el movimiento de las elices.
- Brazos Rotores: Soporte de las elices.
- Estructura central: Es donde se encuentra los controladores, reguladores de voltaje, transmisor de video, el GPS y otros.
- Estabilizador o gimbal: Soporte de la cámara y estabilización de las imágenes.
- Cámara fotográfica: Es un dispositivo utilizado para capturas imágenes o fotografías con pixeles efectivos de 20M.
- Sensores: Captan magnitudes físicas que puede ser alteraciones de su entorno.
- Tren de aterrizaje: Es una de las partes del Drone que sirve para la estabilidad al aterrizar.
- Batería: Acumulador eléctrico, dispositivo que almacena energía eléctrica.
- Control remoto o joystick: Usado para el mando a distancia de otro equipo.

#### **Características del Drone Phantom RTK + estación móvil GPS.**

- Altura máxima por encima el terreno del vuelo 500m.

- Distancia máxima horizontal 7 kilómetros.
- Compatible con el continente americano.
- La precisión del posicionamiento del Phantom 4 RTK es de 1cm (horizontal), 1.5cm (vertical).
- Los planes de vuelos automatizados son softwares preinstalados dedicados para crear fácilmente misiones de vuelo automáticas desde el radio control remoto como lo es el PIX4D CAPTURE.
- Resolución de la cámara es de 20 megapíxeles.
- Peso al despegue 1.39kg.
- Tiempo máximo de vuelo aprox.30 minutos.
- Rango de temperatura de funcionamiento 0° a 40°.
- Velocidad máxima de ascenso 6 m/s (vuelo automático), 5 m/s (control manual)
- Velocidad máxima de descenso 3 m/s.



**Figura 7. Drone Phantom (4) RTK + estación móvil GPS.**  
**Fuente: Elaboración propia**

## **B. Computadora de escritorio.**

Es un ordenador de sobremesa diseñada y fabricada para ser instalada en una ubicación fija, Nos sirvió para poder procesar la información rápidamente y poder ejecutar los comandos programados ya que la data brindada por el Drone Phantom (4) RTK + la estación móvil GPS.

- Modelo Súper CORE i7-INTEL i7ma última generación full.
- Tarjeta de video 4 GB.
- Memoria Ram 32 GB.
- Disco duro sólido 225 MB.
- Disco duro 1TB.
- Monitor de diseño 24pulg.

## **3.6 Técnicas de procedimientos y análisis de datos**

El procesamiento de datos mediante cálculos del software se procesaron los datos para calcular de los resultados, destacando tendencia o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis haciendo uso de: Pix 4D Mapper, Pix 4D Capture, Global Mapper 18.0, Excel-2016, ArcGIS 10.3, PIX-4D. El análisis de datos es un proceso de inspeccionar, limpiar y transformar datos con el objetivo de resaltar información útil, lo que sugiere conclusiones, y apoyo a la toma de decisiones.

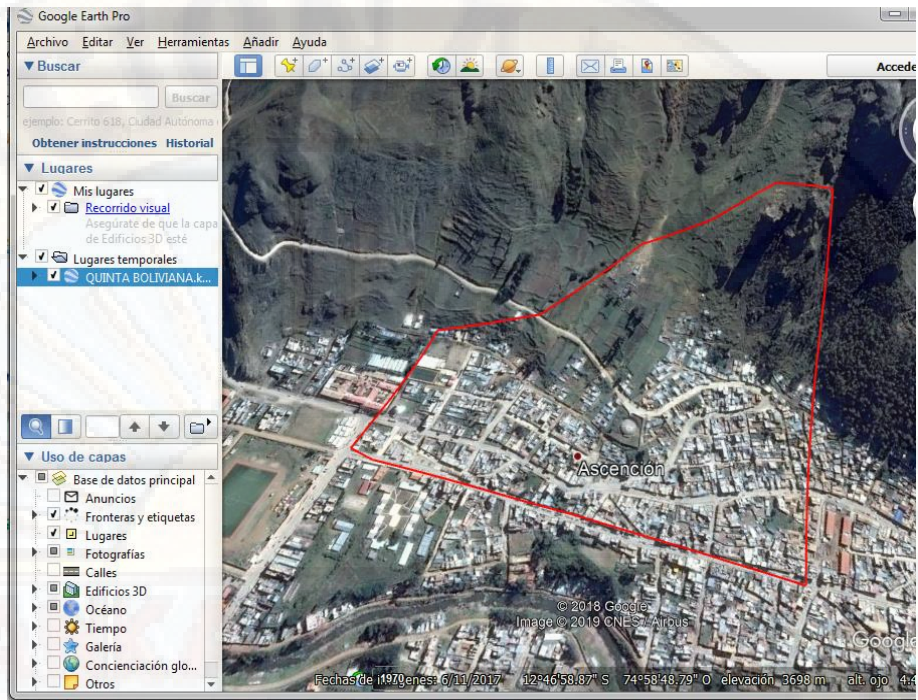
### **3.6.1. Peligro**

#### **A. Identificación de características física del sector Quinta Boliviana**

##### **A.1. Pendiente del terreno del sector Quinta Boliviana**

- Se identificó la zona de estudio en el google Eart, 7 puntos que forma un polígono (Kml).





**Figura 8. Identificación de puntos.**

Se tomó puntos de control para la obtención de los modelos digitales.



**Figura 9 Fijando puntos de control.**

Generando el plan de vuelo automatizado para crear fácilmente misiones de vuelo automáticas desde el radio control remoto del software de PIX 4D Capture.

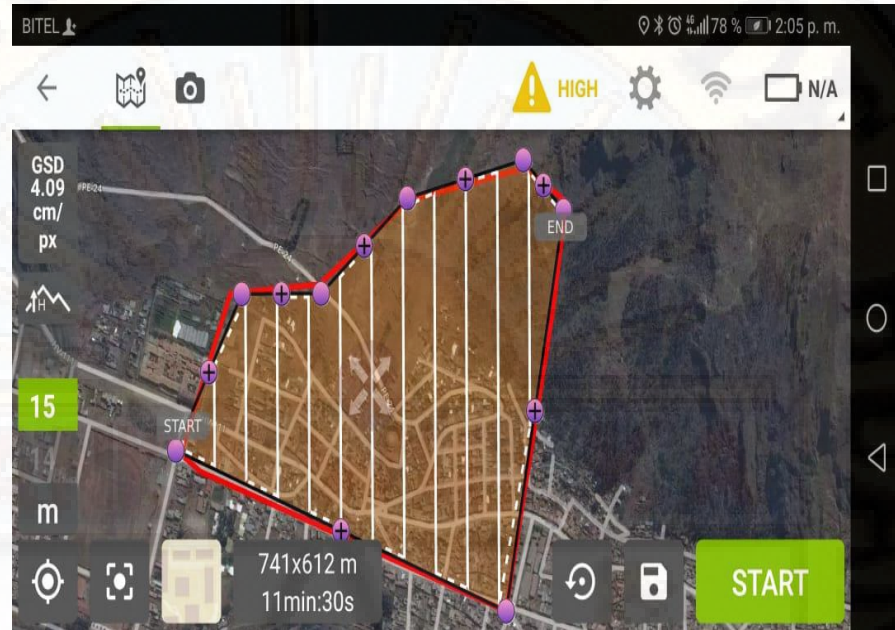


Figura 10. Realizando el plan de vuelo.

Realizando vuelo con el Drone Phantom 4 RTK + estación móvil (GPS).

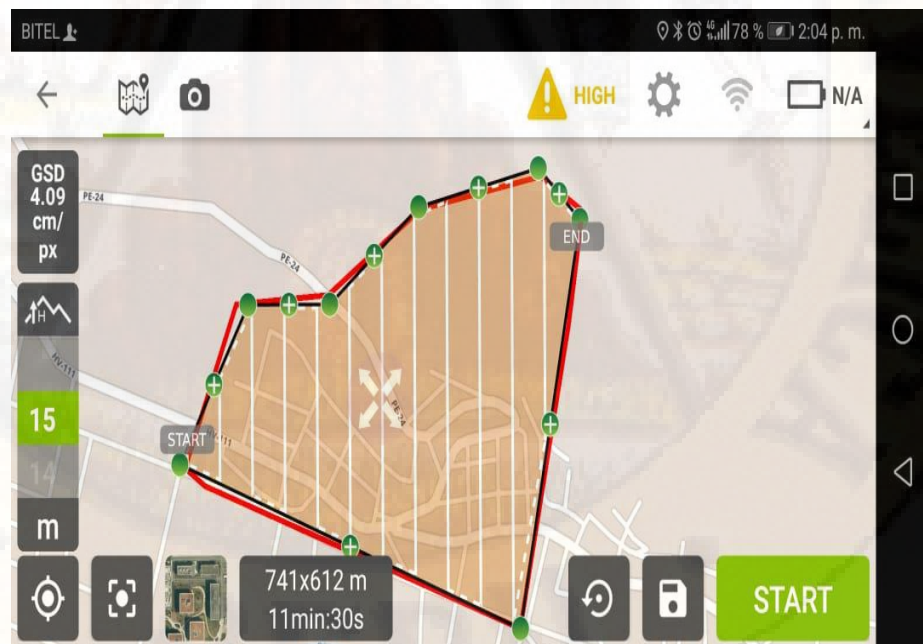


Figura 11. Vuelo con el Drone Phantom 4 RTK + estación móvil (GPS).



Obtuvimos las ortofotos los modelos 3D.

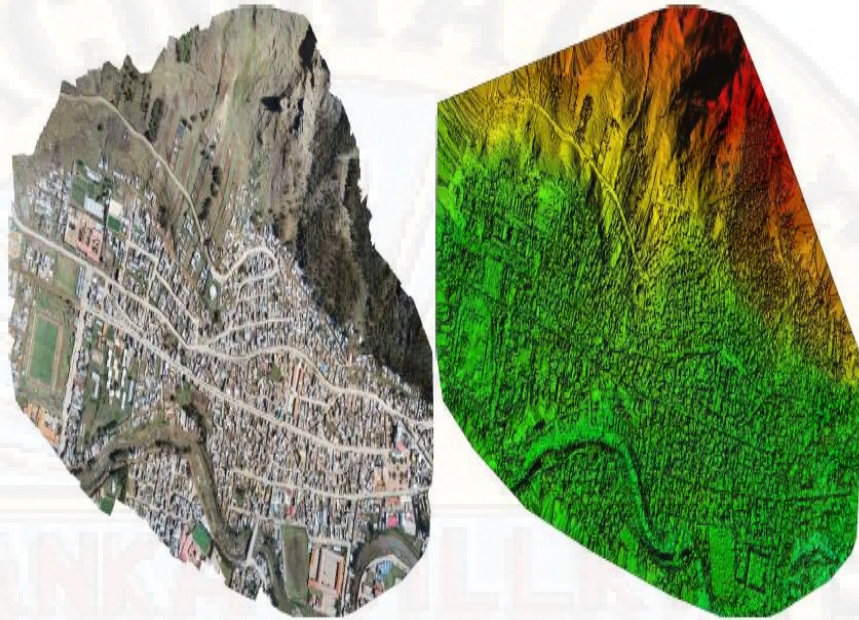


Figura 12. Ortofotos.

Se exportó los puntos del polígono y las ortofoto que se genere.

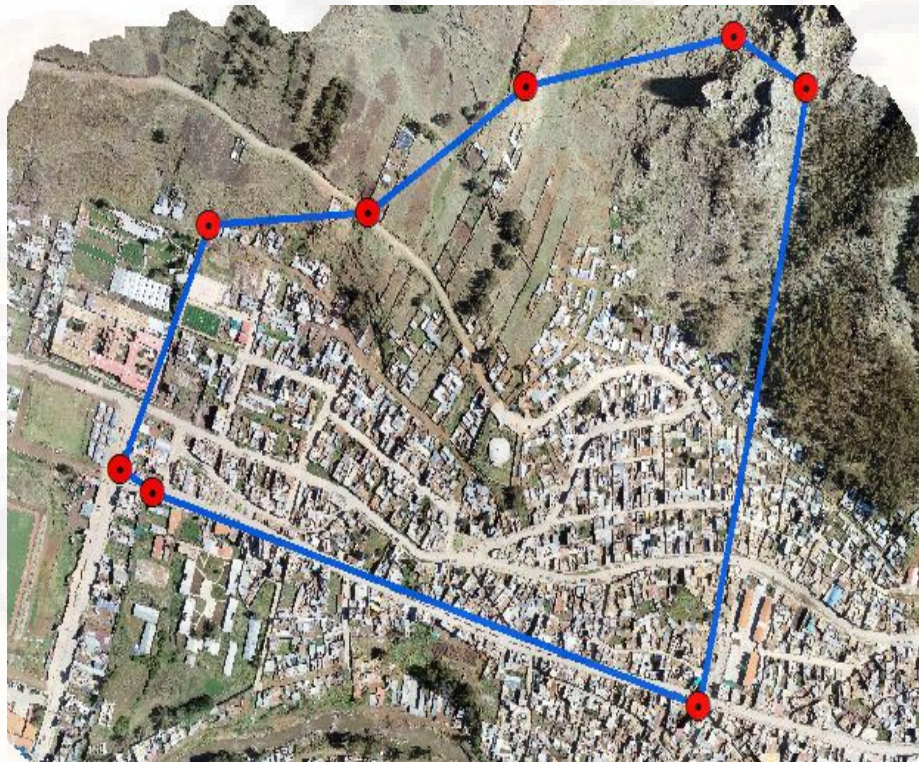
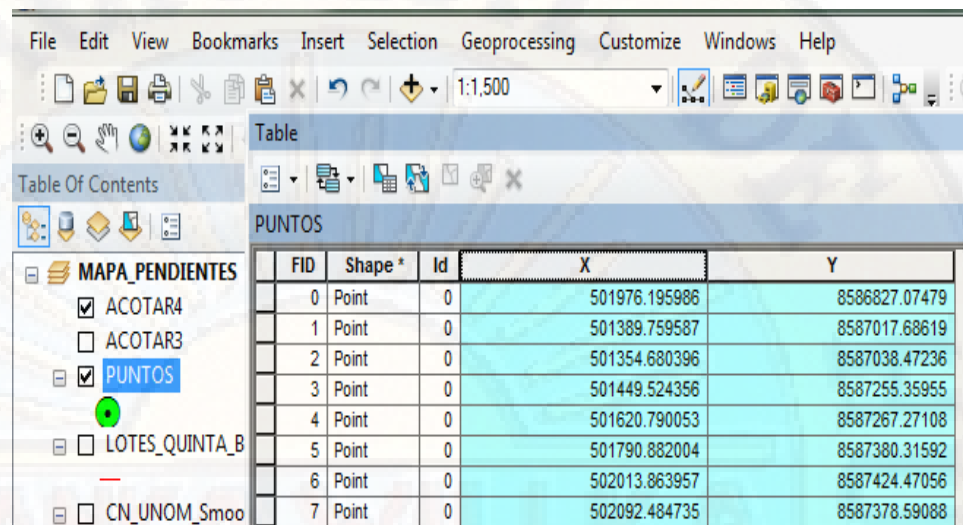


Figura 13. Generación de los puntos.

De acuerdo a las fotografías obtenidas se paso al Arc Gis 10.3 para poder obtener la ubicación geografica de nuestro lugar de estudio.

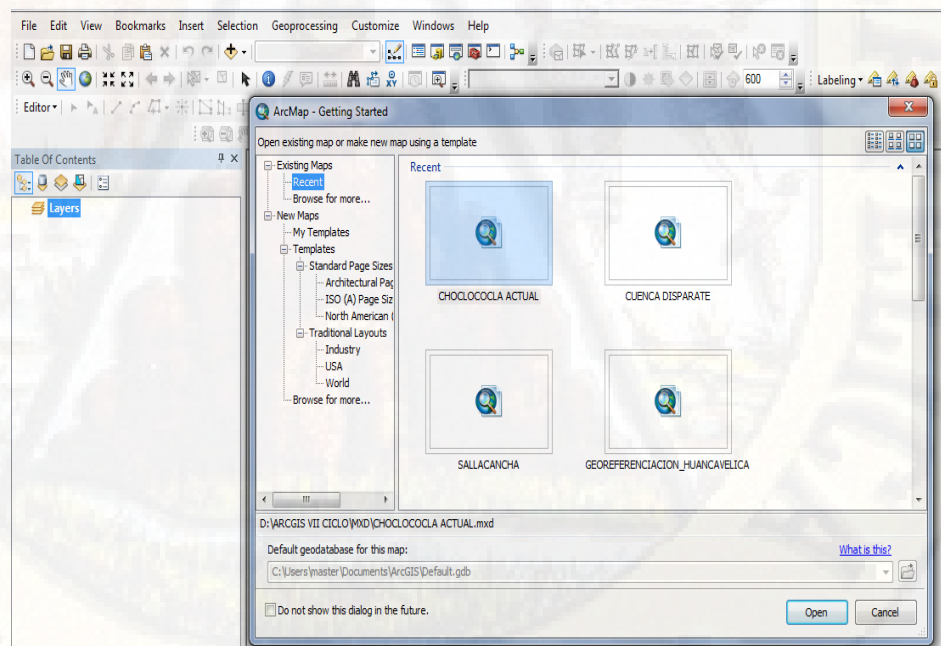


The screenshot shows the ArcGIS 10.3 interface. On the left, the 'Table Of Contents' pane lists several layers: 'MAPA PENDIENTES' (expanded), 'ACOTAR4' (checked), 'ACOTAR3' (unchecked), 'PUNTOS' (checked and highlighted in blue), 'LOTES\_QUINTA\_B' (unchecked), and 'CN\_UNOM\_Smoo' (unchecked). A green point symbol is visible next to the 'PUNTOS' layer. On the right, the 'Table' pane displays the data for the 'PUNTOS' layer. The table has columns for FID, Shape, Id, X, and Y. It contains 8 rows of data, all with a Shape of 'Point' and an Id of 0.

FID	Shape *	Id	X	Y
0	Point	0	501976.195986	8586827.07479
1	Point	0	501389.759587	8587017.68619
2	Point	0	501354.680396	8587038.47236
3	Point	0	501449.524356	8587255.35955
4	Point	0	501620.790053	8587267.27108
5	Point	0	501790.882004	8587380.31592
6	Point	0	502013.863957	8587424.47056
7	Point	0	502092.484735	8587378.59088

**Figura 14. Puntos (coordenadas).**

Metodología para la elaboración pendiente del terreno, se trabajó con el programa que es el ArcGIS 10.3, que es un completo sistema que permite recopilar, organizar la información.



**Figura 15. Procesamiento en Arc-Gis 10.3.**



Se trabajó con datos de los rangos de pendiente tomando como referencia lo establecido en el Reglamento de Clasificación de Tierras D.S. N° 017/2009-AG, en donde se proponen 7 rangos para pendientes cortas, con los cuales se procedió a realizar la interpretación respectiva con fines de ZEE-OT.

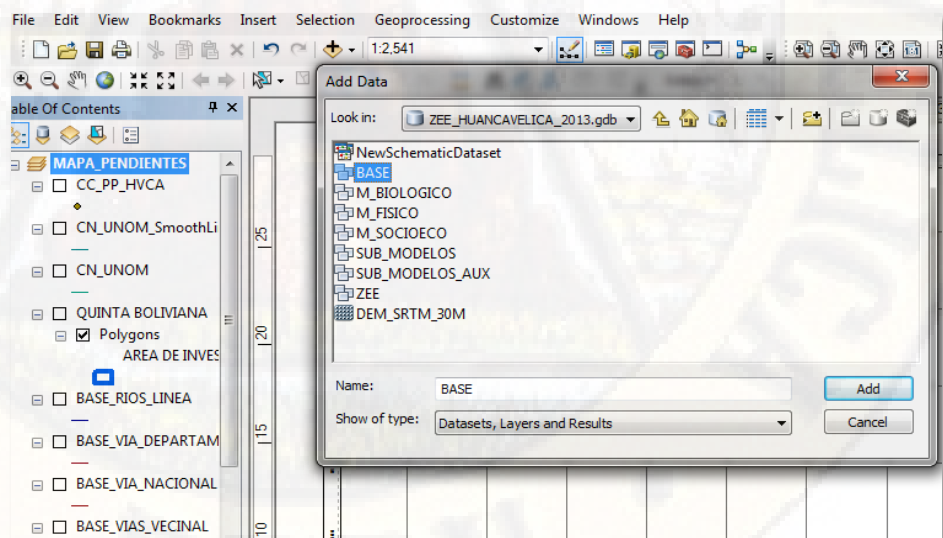
**Tabla 11**

**Clases de pendientes**

Clases de pendientes			
Pendientes corta (ladera corta)		Pendientes larga (ladera larga)	
(%)	Clase	(%)	Clase
< 4	Plana a ligeramente inclinada	< 2	Plana o casi a nivel
4 - 8	Moderadamente inclinada	2 - 4	Ligeramente inclinada
8 - 15	Fuertemente inclinada	4 - 8	Moderadamente inclinada
15 - 25	Moderadamente empinada	8 - 15	Fuertemente inclinada
25 - 50	Empinada	15 - 25	Moderadamente empinada
50 - 75	Muy empinada	25 - 50	Empinada
> 75	Extremadamente empinada	50 - 75	Muy empinada
		> 75	Extremadamente empinada

**Fuente: Ministerio de Agricultura DS. N° 017- 2009- AG.**

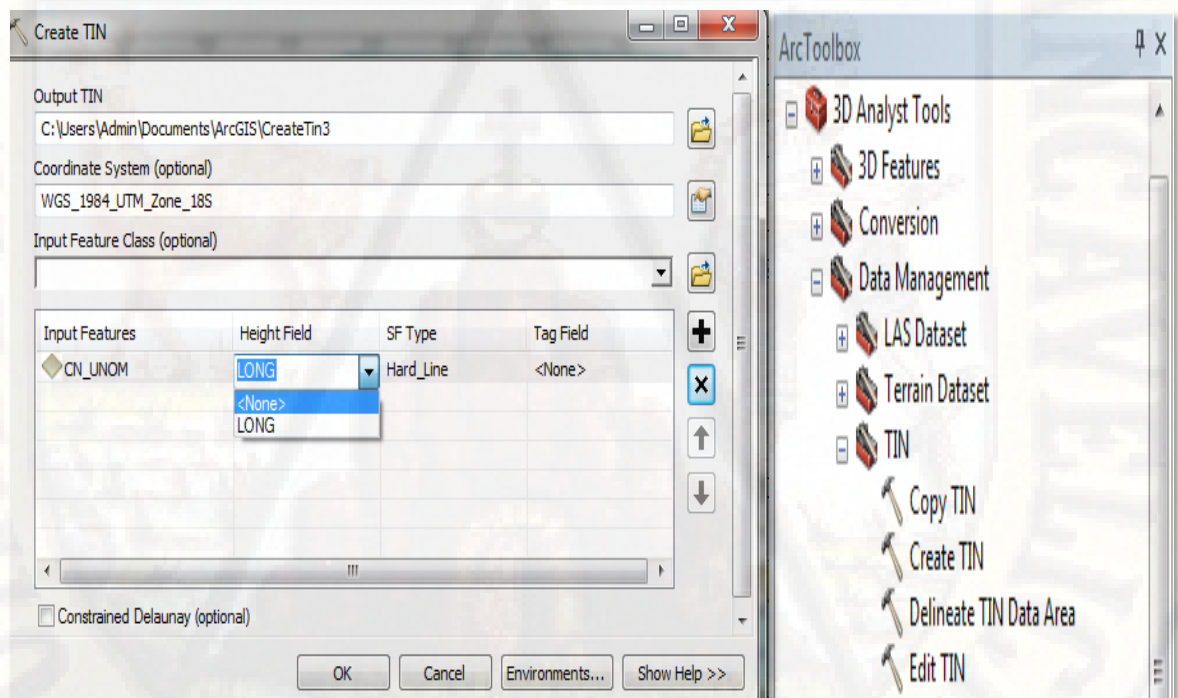
En la tabla 11, los datos que tenemos en el ZEE\_Huancavelica\_2013.gdb, insertamos los datos vectoriales (curvas de nivel y límite) mediante *add dat* generado los datos por el drone phanthom 4 RTK+estación móvil (GPS).



**Figura 16. Procesamiento en Arc-Gis (ZEE\_Huancavelica).**

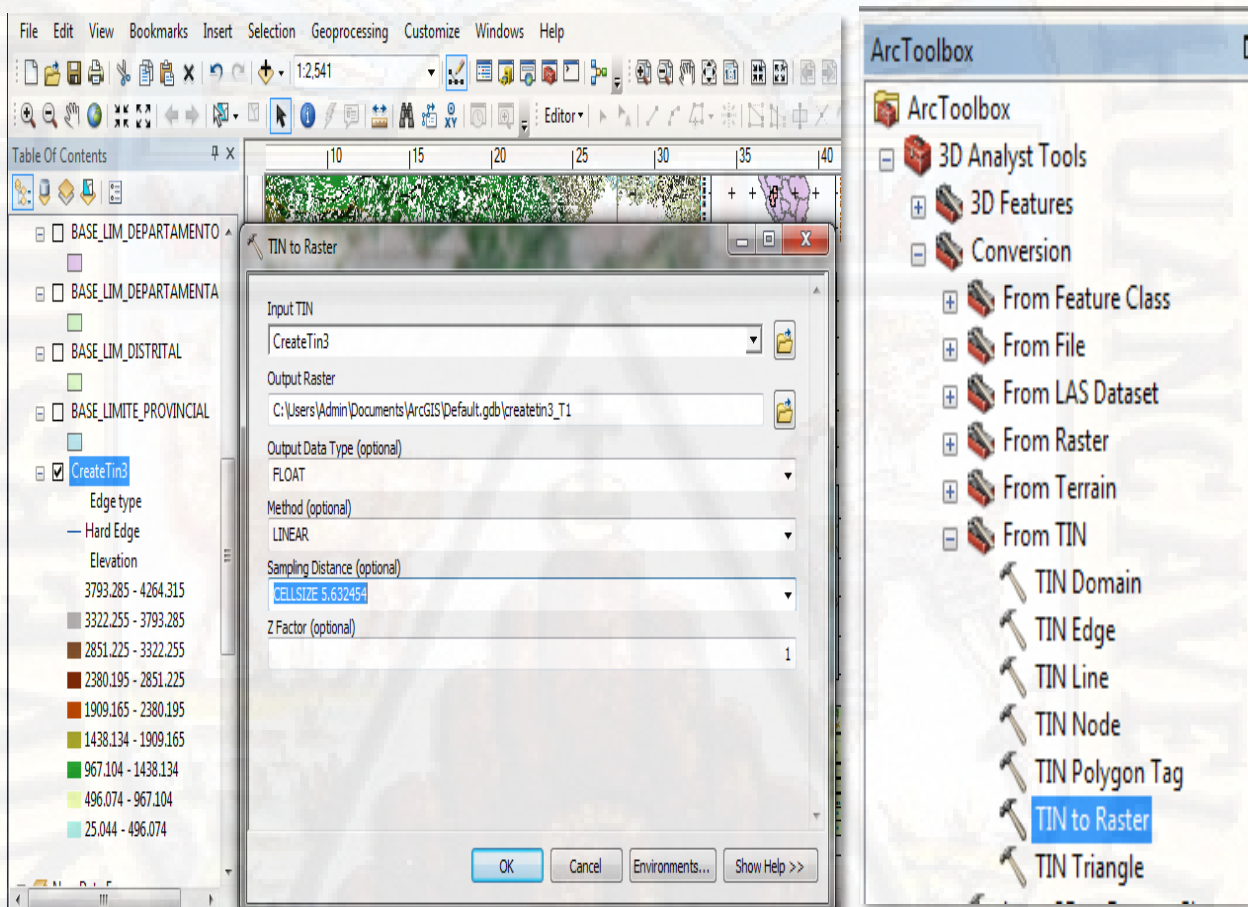


- Creación el *TIN*: Es un medio digital para representar la morfología de la superficie. son una forma de datos geográficos digitales basados en vectores y se construyen mediante la triangulación de un conjunto de vértices (puntos).
- Se crea el *TIN* se puede hacer desde *ArcToolbox > 3D Analyst Tools > Data Management > TIN > Create TIN*, también se puede realizar personalizando la extensión *3D Analyst > Create TIN from features*.
- Para puntos\_gps.shp y curvas.shp seleccionar en *Height field source* el campo de *long*.
- Seleccionas *Spatial reference properties* , *WGS\_1984\_UTM\_Zone\_18S*.



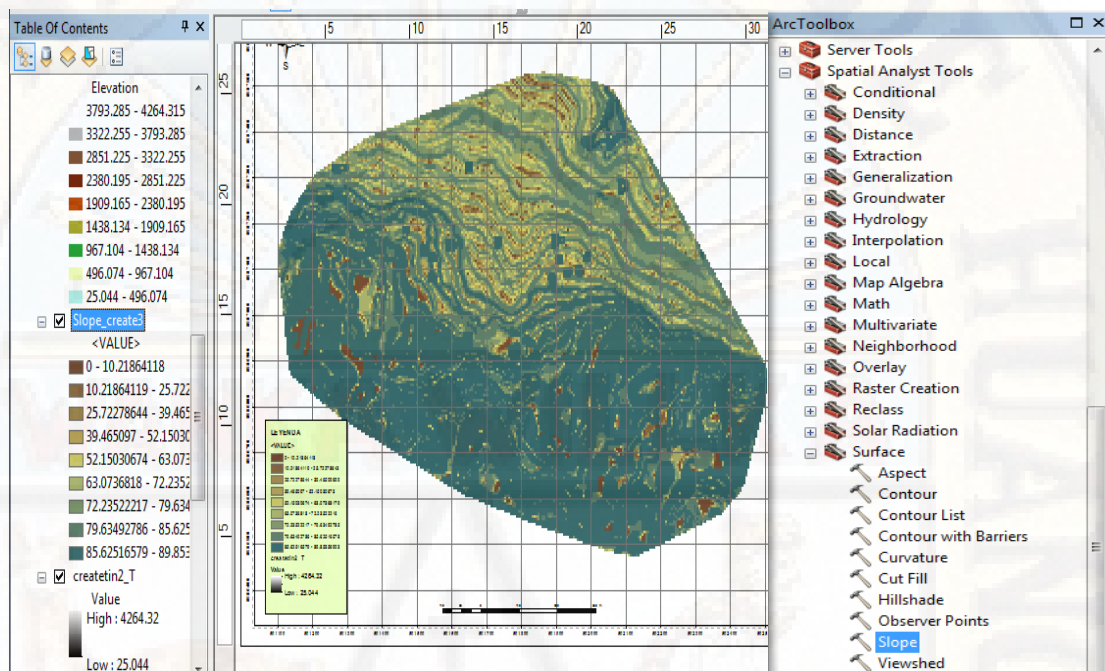
**Figura 17. Procesamiento en Arc-Gis 10.3 (créate tin).**

- Creación del *DEM* para realizar el análisis geoespacial también son modelos de elevación de ráster, o con cuadrícula, son uno de los tipos de datos *SIG*.
- Convertir a ráster *ArcToolbox > 3D Analyst Tools > Conversión > From TIN > TIN to Raster*, o desde la barra personalizada *3D Analyst: TIN to Raster*.
- Cambia Sampling Distance (optional CELLSIZE 5.632454).



**Figura 18** Procesamiento en Arc-Gis 10.3 (create dem).

**Creación del *slope*.** Cada herramienta pendiente se ejecuta con más frecuencia en un *dataset* de elevación, como se muestra en los siguientes diagramas.



**Figura 19.** Procesamiento en Arc-Gis, creación del *slope*.

**Realizar el *reclasify*.** El paso siguiente fue determinar los rangos de pendiente tomando como referencia lo establecido en el Reglamento de Clasificación de Tierras D.S. N° 017/2009-AG.

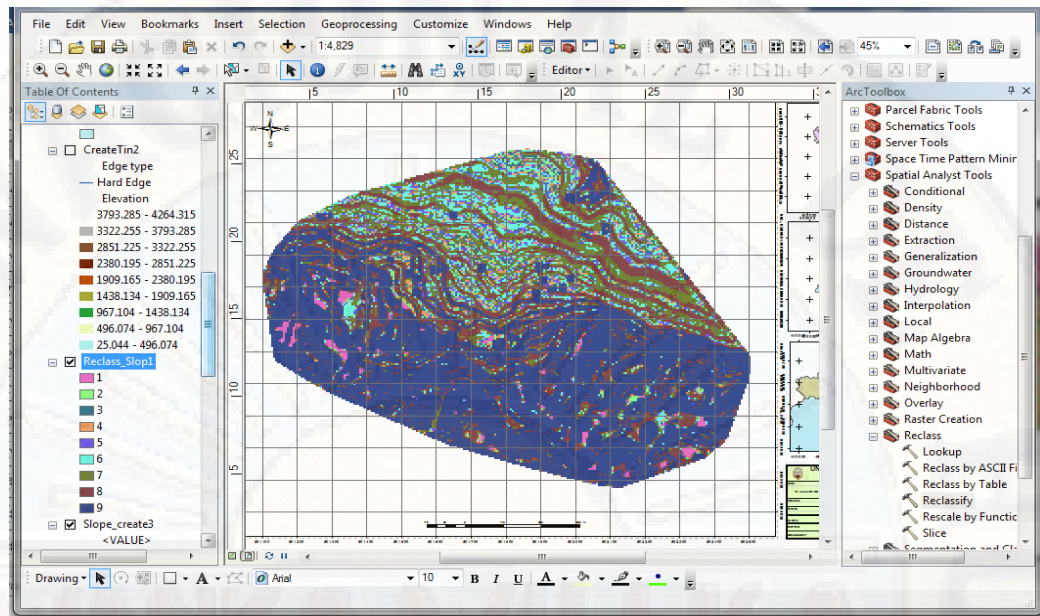


Figura 20. Procesamiento Arc-Gis 10.3 realizar el reclasiffy en el mapa.

Realizando la clasificación dándoles valores.

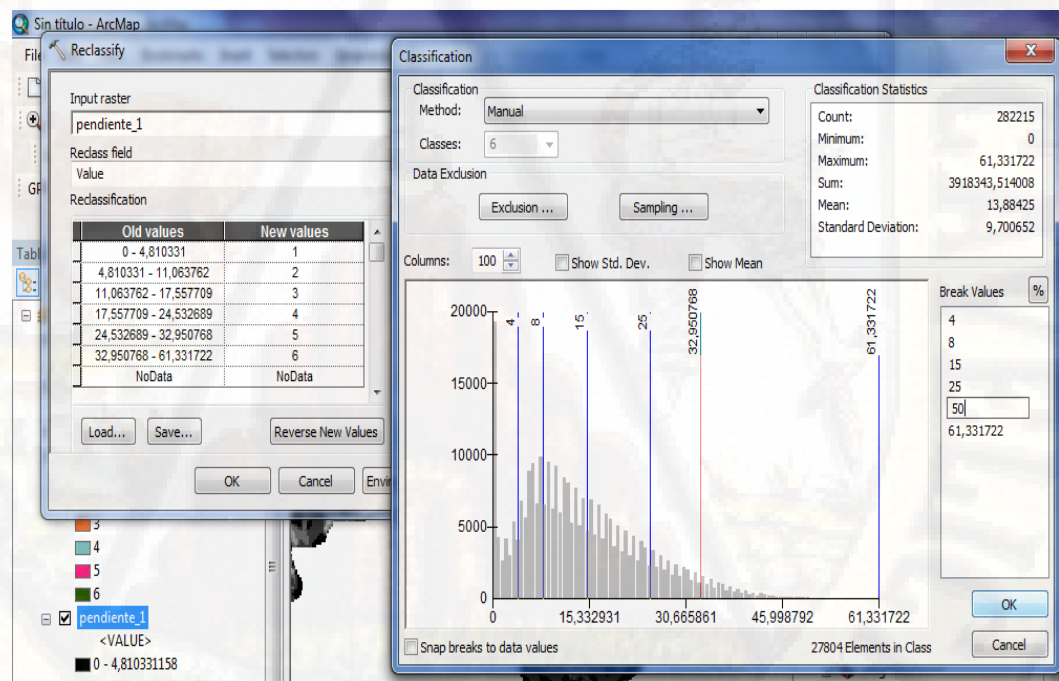
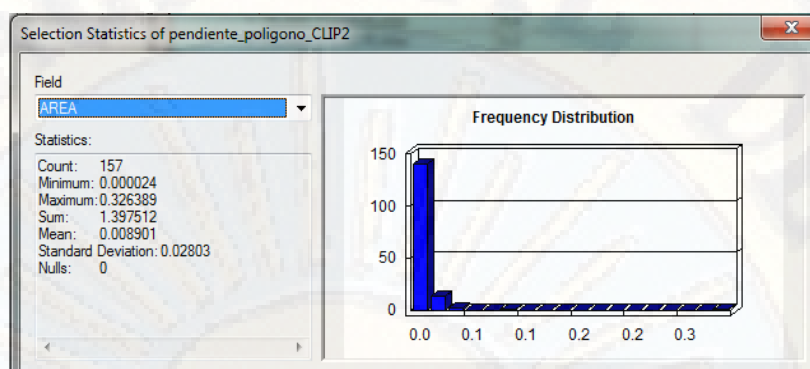
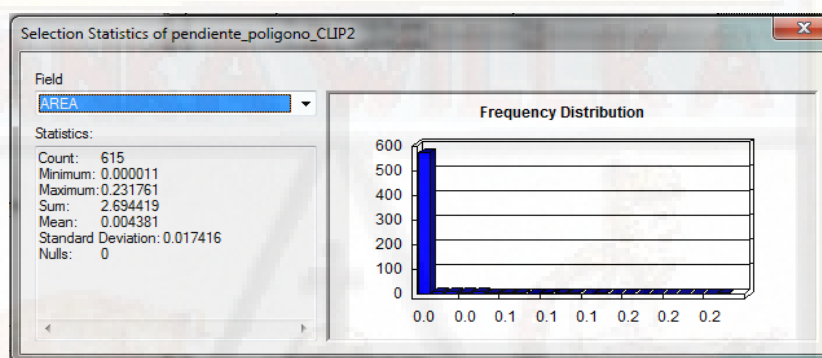


Figura 21. Procesamiento Arc-Gis se procesa el reclasiffy.

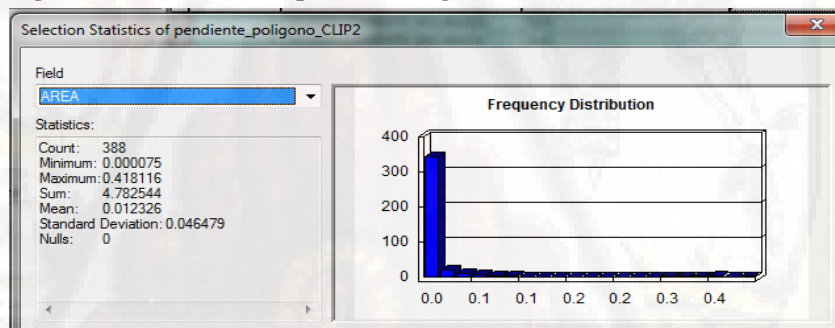
Hallar el área de las zonas de clasificación de pendiente para poder determinar el porcentaje de cada uno.



**Figura 22. Estadística de pendiente plana o casi a nivel.**

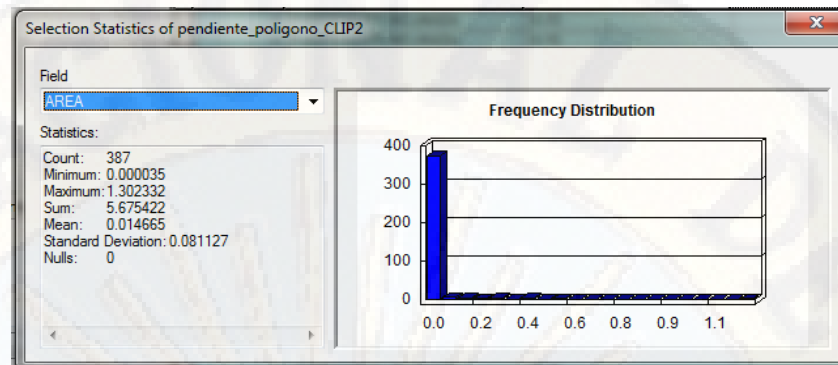


**Figura 23. Estadística de pendiente Ligeramente inclinada.**

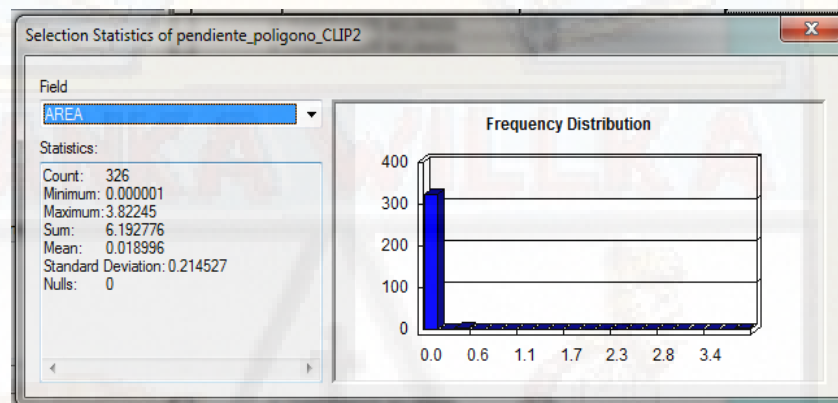


**Figura 24. Estadística de pendiente moderadamente inclinada.**

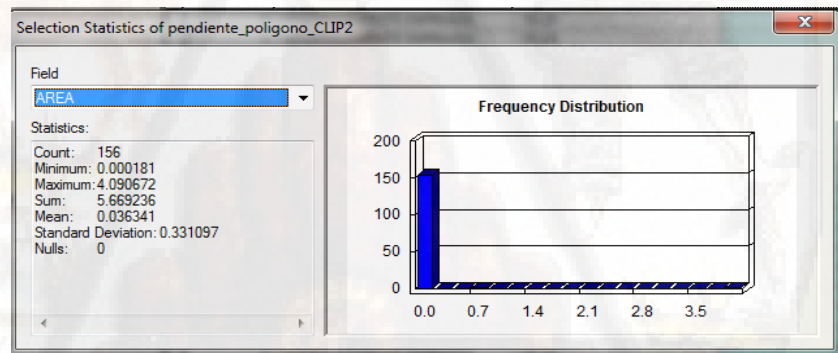




**Figura 25. Estadística de pendiente fuertemente inclinada.**



**Figura 26. Estadística de pendiente moderadamente empinada.**



**Figura 27. Estadística de pendiente Empinada.**

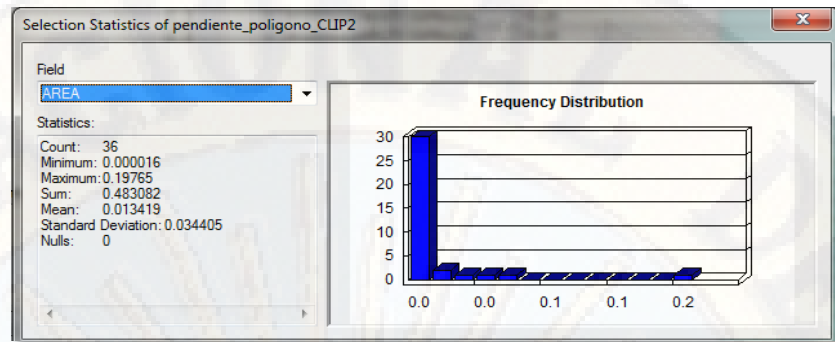


Figura 28. Estadística de pendiente muy empinada.

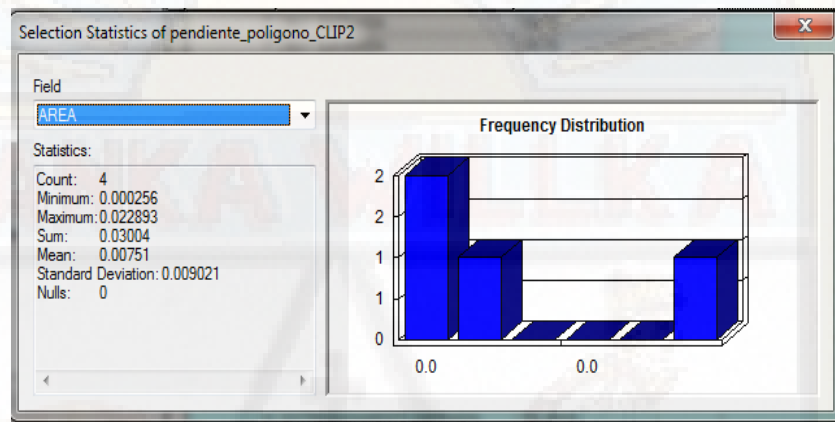


Figura 29. Estadística de pendiente extremadamente empinada.

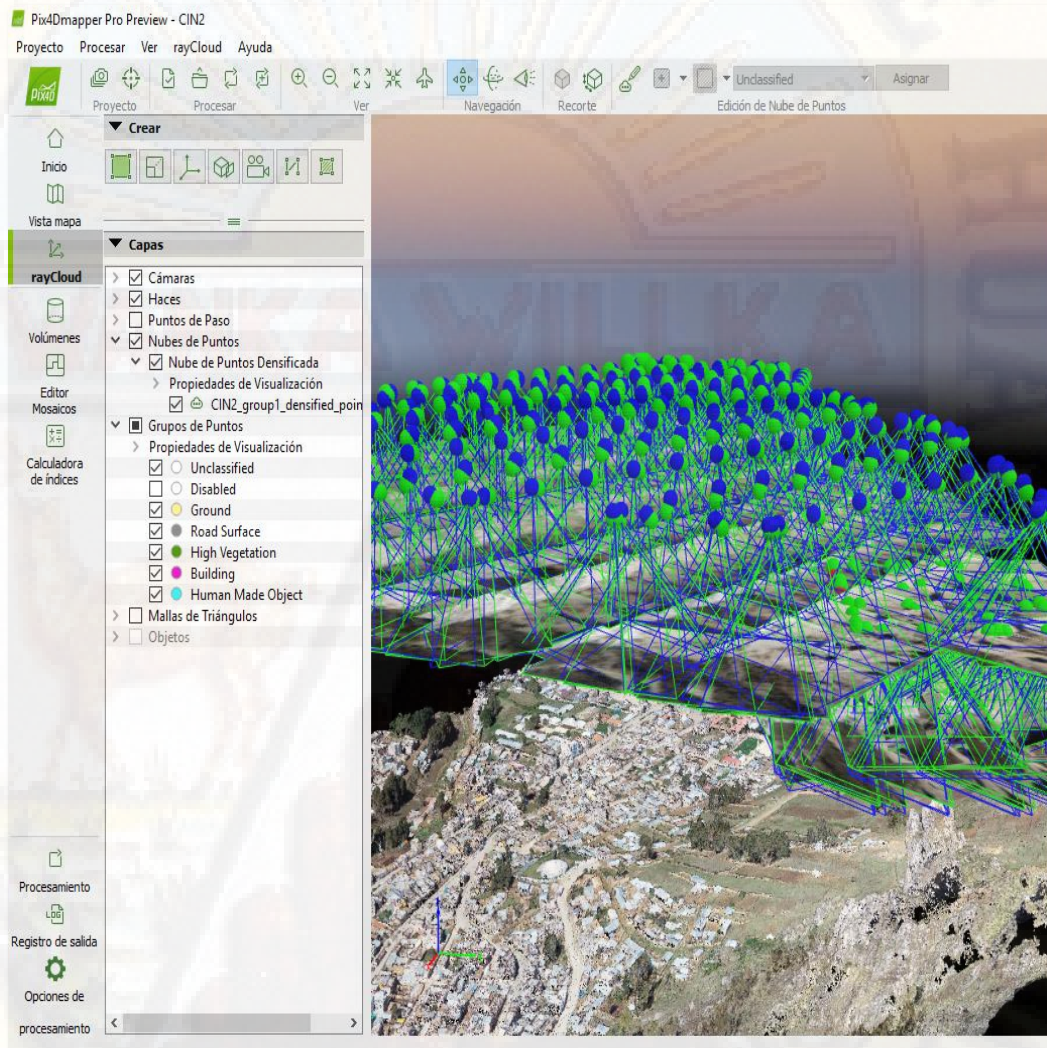
### Realizar la presentación del mapa de pendientes.

Se insertó cartografía base para realizar la presentación del mapa (límites distritales, provinciales y departamentales), se insertó *data frames* para hacer la ubicación (ubicación departamental, provincial y la sub cuenca). Se hizo pequeños arreglos como: grilla, leyenda, membrete, norte, escala de barra.

### A.2. Volumen del peligro del sector de Quinta Boliviana.

La metodología de documentación 3D empleando software especializado en fotogrametría digital de rango corto, permite generar un modelo 3D texturizado realista; este modelo se obtiene a partir de un conjunto de imágenes que brindan la información necesaria para que el volumen y profundidades del objeto sean representados como una nube de puntos, que posteriormente serán convertidos en

una malla y esta será revestida con una textura obtenida también a partir de las imágenes utilizadas. Este tipo de objetos permiten una fácil difusión y acceso, además de la generación de ortofotos, las cuales se utilizan para realizar mediciones confiables del objeto tratado con Drone Phantom RTK + estación móvil GPS, se procesó la información recolectada mediante la triangulación de las fotos.



**Figura 30. Procesamiento de imágenes en PIX 4D mmaper.**



El volúmen se genera partir de la nube de puntos.

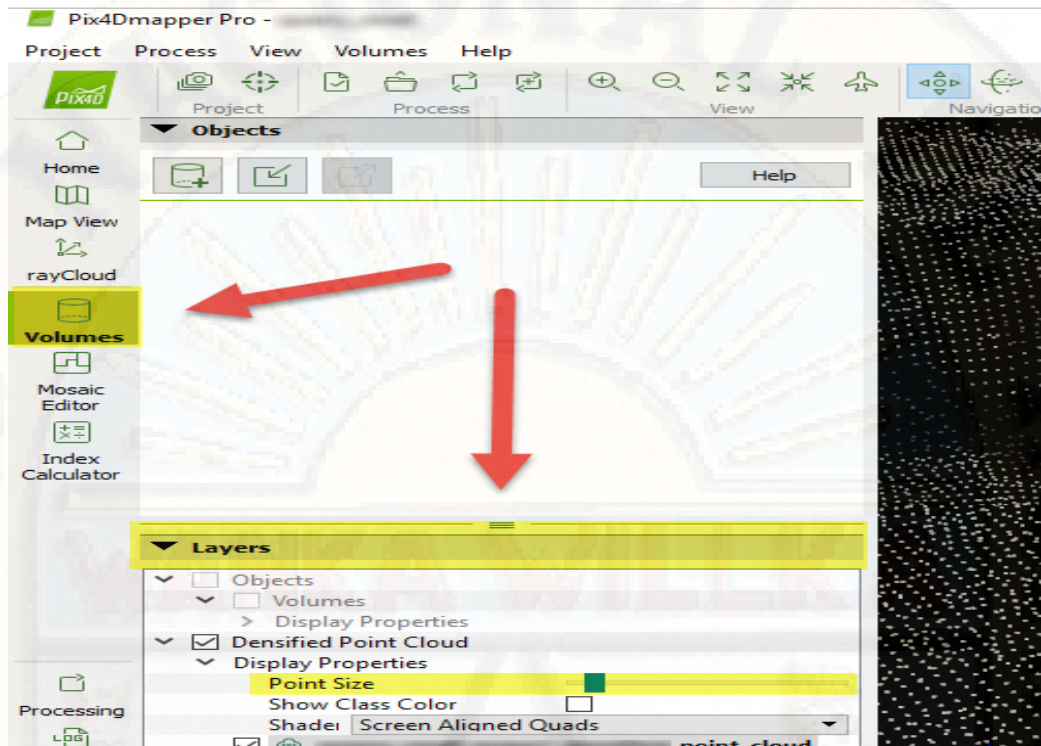


Figura 31. Procesamiento de imágenes en PIX 4D mapper cargando los datos.

Luego realizamos la selección de nuestra imagen a estudiar que proyectamos una rejilla sobre la superficie de base.

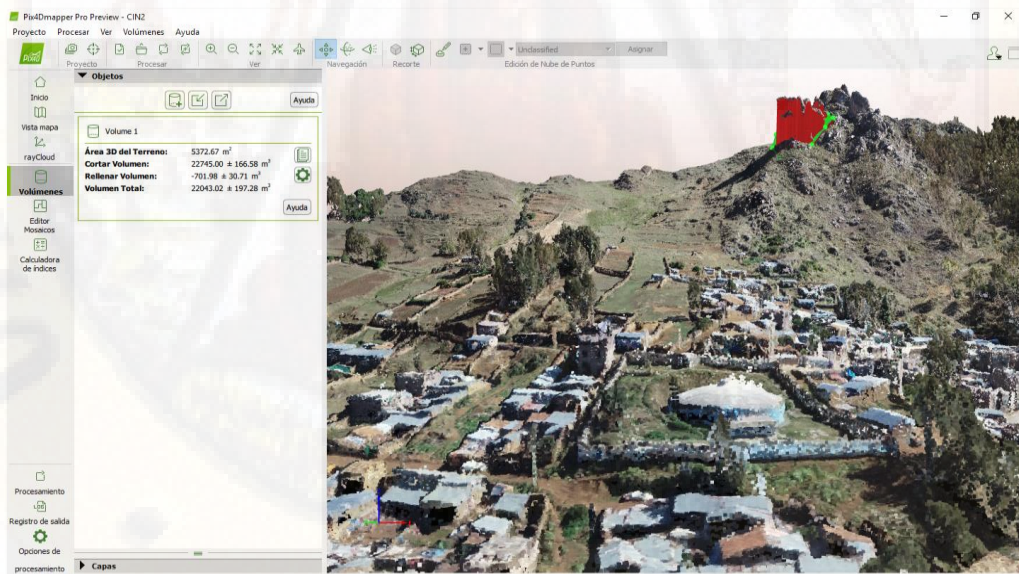
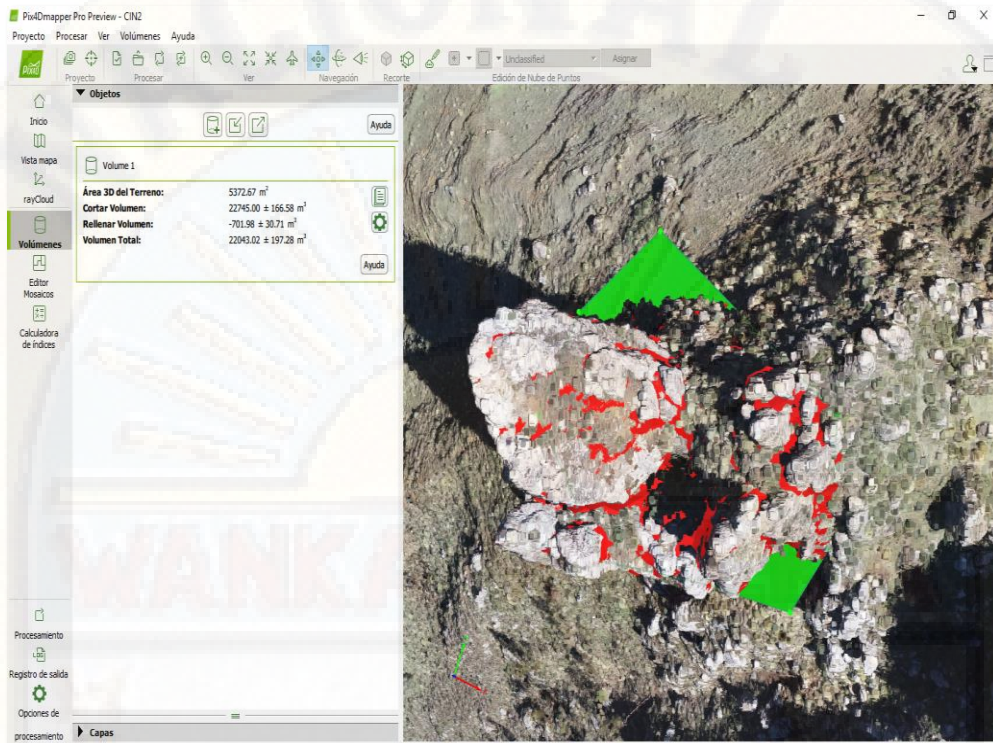


Figura 32. Procesamiento de imágenes en PIX 4D mapper realizando el cálculo del volumen.

Se identificó los espacios vacíos que se encontraban en la zona de peligro.



**Figura 33. Procesamiento de imágenes en PIX 4D mapper, realizando el corte del volumen.**

### **A.3. Cobertura vegetal del sector de Quinta Boliviana.**

Metodología para la elaboración de la cobertura vegetal se trabajó con el software ArcGIS 10.3, que es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica para poder determinar con o sin cobertura para ello se realizó la clasificación por capas obtenidas las ortofoto RGB (fotografías).



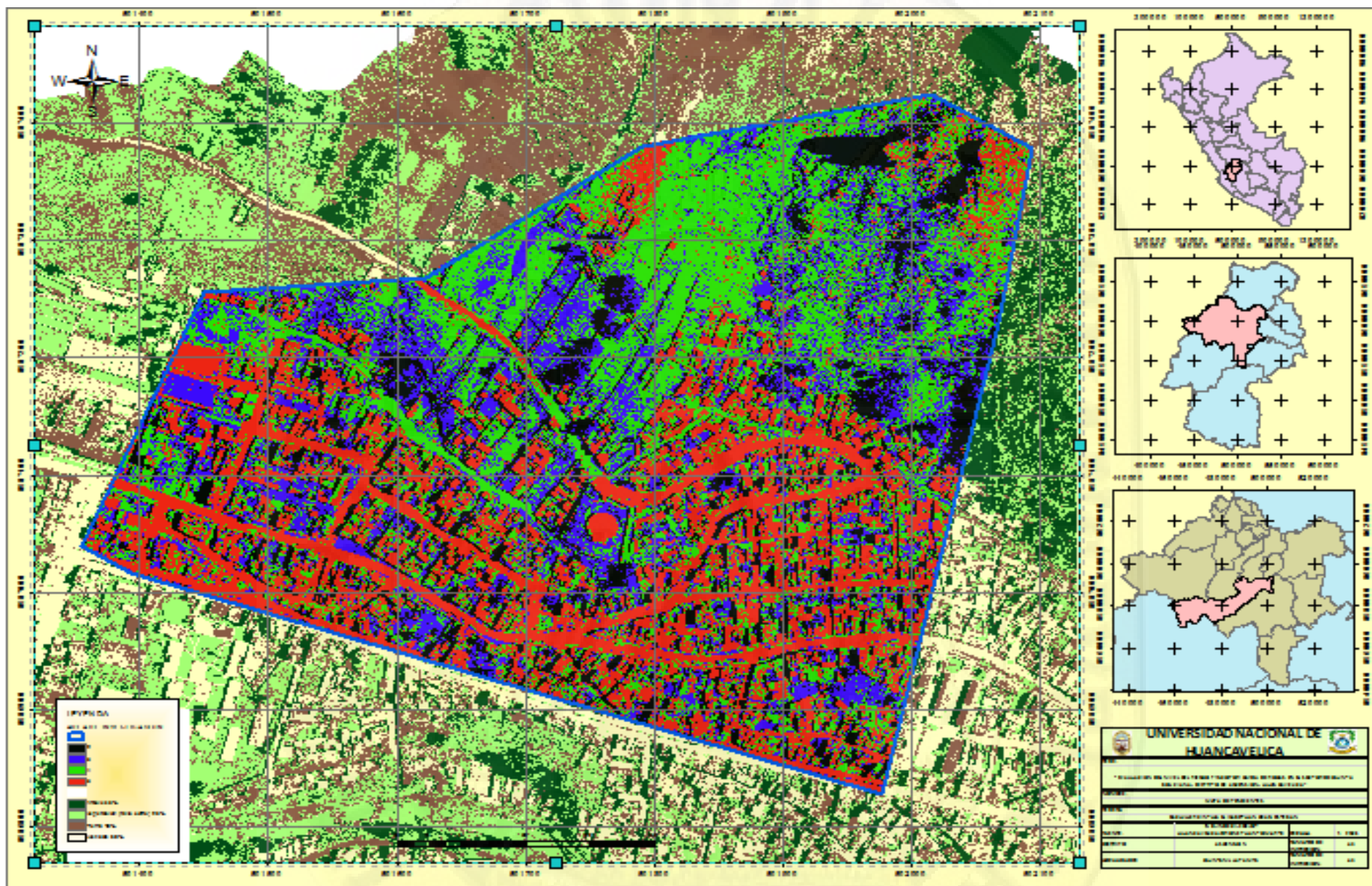


Figura 34. Mapa de la imagen satelital Drones Phantom RTK + estación móvil GPS.

#### A.4. Características geológicas del sector de Quinta Boliviana.

Metodología para la elaboración de las características geológicas, se trabajó con un software que es el ArcGIS 10.3, que es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica para poder determinar la geología.

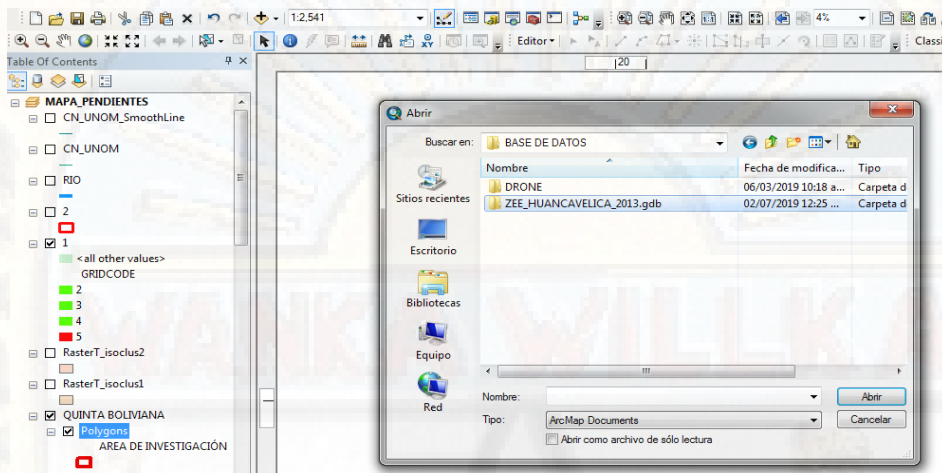


Figura 35. Datos del ZEE-Huancavelica.

Se realizó la administración de los datos brindados de la Zonificación Económica y Ecológica de Huancavelica para poder determinar la geología adecuada.

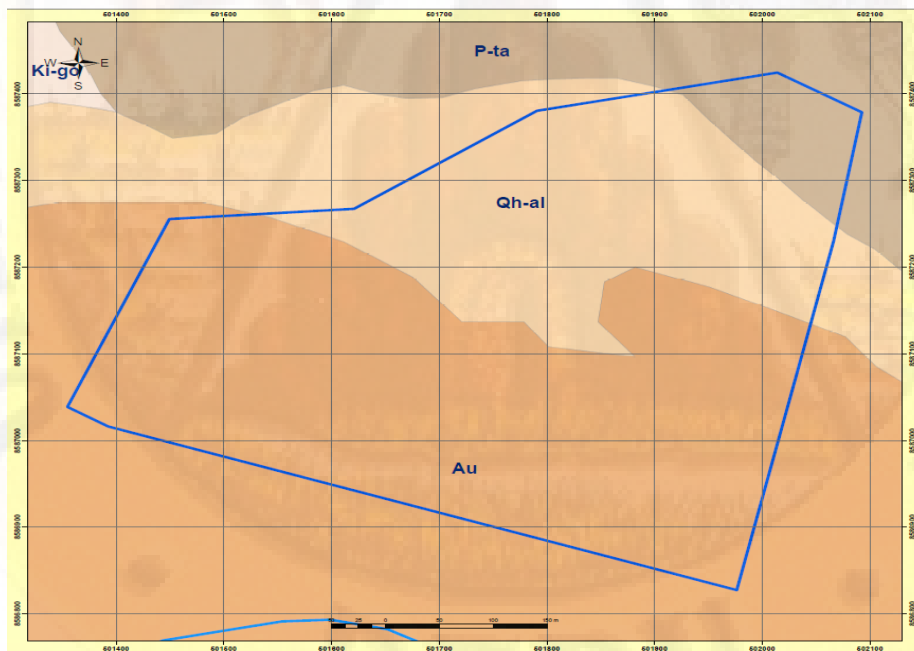


Figura 36. Procesamiento de información.



A.5. Características geomorfológicas

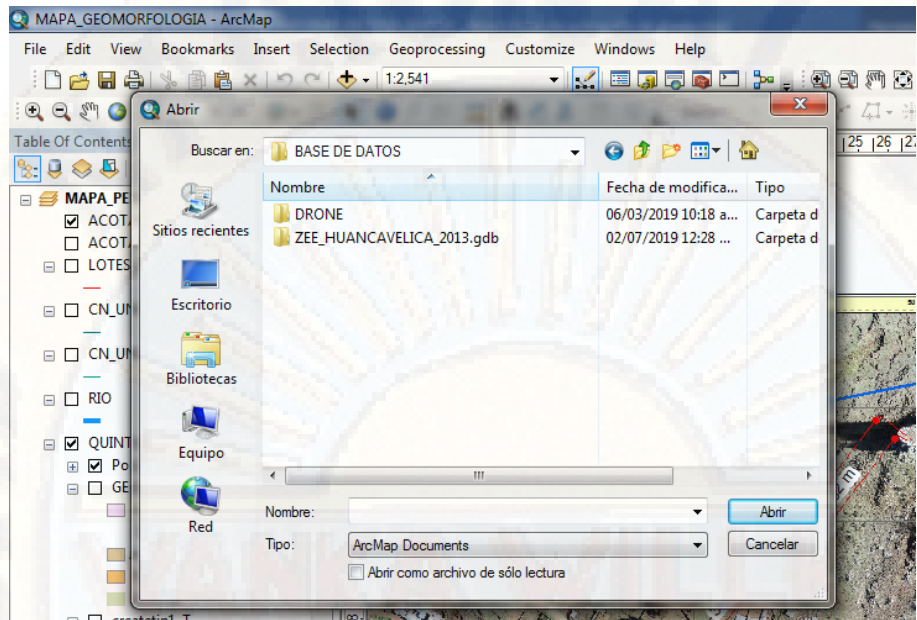


Figura 37. Datos del ZEE-Huancavelica geomorfología .

Se realizó la administracion de los datos brindados que fue Zonificación Económica y Ecológica de Huancavelica para poder determinar la geomorfología.

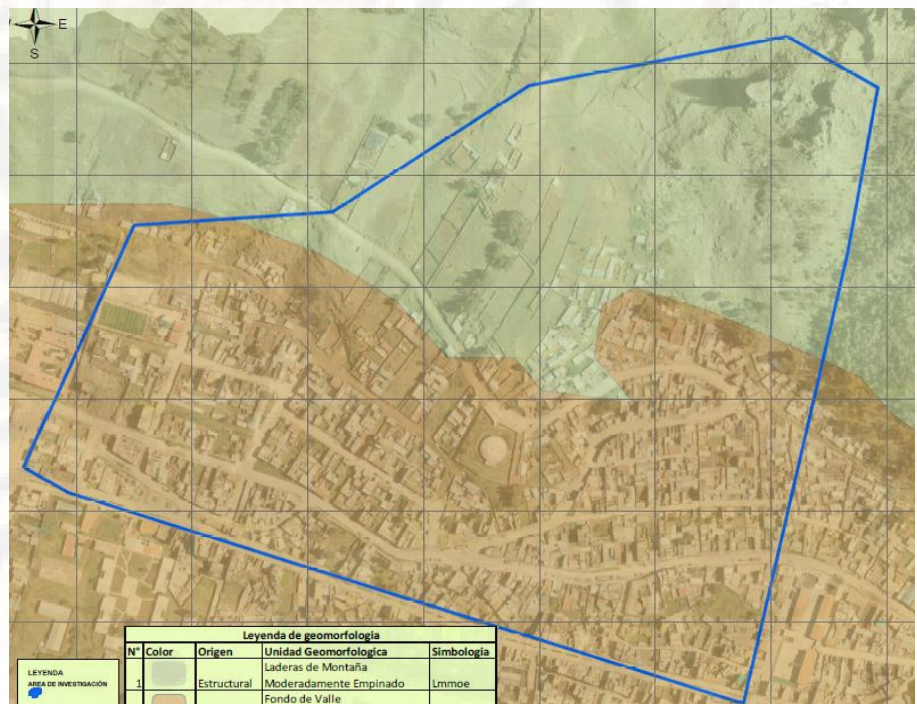


Figura 38. Procesamiento de información en el mapa.

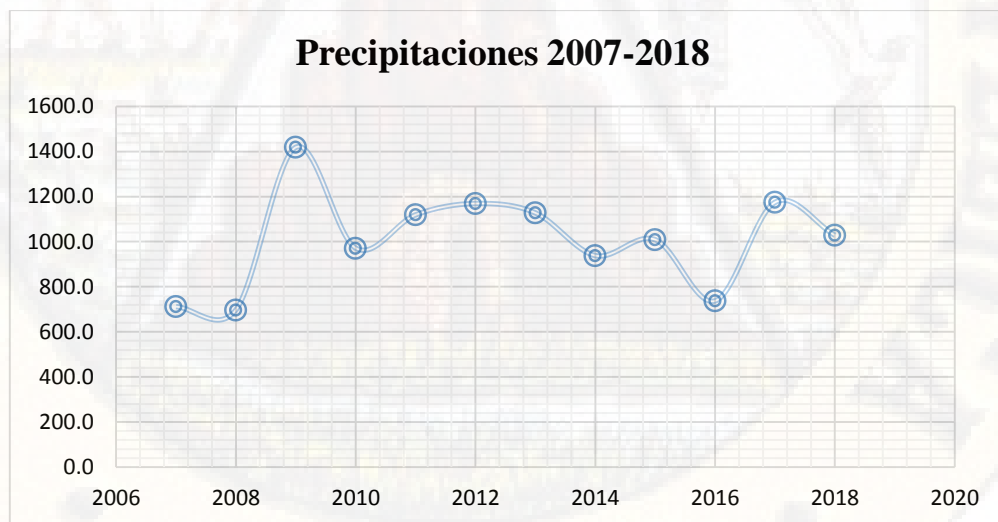
## A.6. Precipitación

**Tabla 12.**

### Precipitaciones totales mensual

Precipitación total mensual (mm)													
año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	sumatoria
2007	95.5	66.6	222.4	43.8	21.0	0.0	4.2	3.6	46.1	74.2	55.2	78.5	711.1
2008	160.5	164.4	101.3	7.4	3.9	7.0	11.2	18.3	23.6	73.0	29.6	96.6	696.8
2009	270.3	355.6	157.0	83.7	21.5	2.1	28.2	8.8	65.5	69.1	154.1	202.2	1418.1
2010	289.7	119.4	162.0	56.1	7.6	3.9	0.0	10.1	14.4	73.9	66.0	167.5	970.6
2011	241.8	219.0	196.5	78.6	12.0	1.1	10.3	8.2	47.8	40.1	103.5	159.8	1118.7
2012	105.1	239.6	127.1	192.9	8.1	9.5	14.5	5.4	76.8	61.2	74.9	253.7	1168.8
2013	163.0	216.1	242.7	61.0	23.0	18.8	9.9	44.3	38.1	78.5	33.0	198.7	1127.1
2014	174.7	137.4	135.9	71.5	59.5	4.1	23.2	11.3	73.7	88.6	55.4	102.3	937.6
2015	158.2	160.3	132.0	83.8	39.4	19.0	14.2	36.0	37.8	85.3	65.1	177.2	1008.3
2016	80.6	157.3	98.8	100.0	9.9	4.4	7.2	7.8	39.5	72.6	43.7	114.9	736.7
2017	270.2	214.2	164.3	101.1	55.3	9.9	13.5	6.4	66.8	94.2	77.1	101.1	1174.1
2018	192.0	150.4	198.3	120.1	41.1	21.2	26.2	7.8	39.5	72.6	43.7	114.9	1027.8
<b>Total</b>													<b>1008.0</b>

Fuente: SENAMHI.



**Figura 39. Precipitación 2007-2018.**



## Procedimientos del peligro por caída de roca en el sector Quinta Boliviana

Se procesó la información para obtener los datos finales e identificación del peligro.

- Pendiente = 83.1 %
- Volumen del peligro = 80%
- Cobertura vegetal = 60.4%
- Características geológicas = 51%
- Características geomorfológicas = 63.3%
- Precipitación = 51%

$$P = \frac{Pe + Vp + Cv + Cg + Cgm + Pr}{6}$$

$$P = \frac{83.1 \% + 80\% + 60.4\% + 51\% + 63.3\% + 51\%}{6}$$

$$P = 64.8\%$$

**Tabla 13**

### Características /descripciones del peligro

Estrato /nivel	Descripción / características	Valor
PB (Peligro Bajo)	Tenemos planos o con poca pendiente, rocas y suelos compactos y seco, con alta capacidad portante. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznales. No amenazados por peligros, como actividades volcánica, maremotos. Distancia 500 m desde el lugar del peligro tecnológico.	1 < de 25 %
PM (Peligro Medio)	Suelo de cálida intermedia. Con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500m, desde el lugar del peligro tecnológico	2 De 26% a 50%
PA (Peligro alto)	<b>Sectores donde se esperen pendientes significativas por sus características geológicas y geomorfológicas</b> <b>Sectores que, con poca cobertura vegetal y variaciones, alteraciones metereorológicas (precipitación).</b> <b>Sectores amenazados por deslizamiento y caídas de roca.</b>	3 De 51 % a 75%
PMA (Peligro Muy alto)	Sectores amenazados por alud- avalanchas y flujos repentinos de piedras y lodo ("lloclla). Áreas amenazadas por flujos piro clásticos o lava.	4 De 76 % a 100%

**Fuente: Manual Básico para la Estimación del Riesgo-INDECI (2006).**

### 3.6.2. Vulnerabilidad

#### A. Hallar la vulnerabilidad ambiental y ecológica

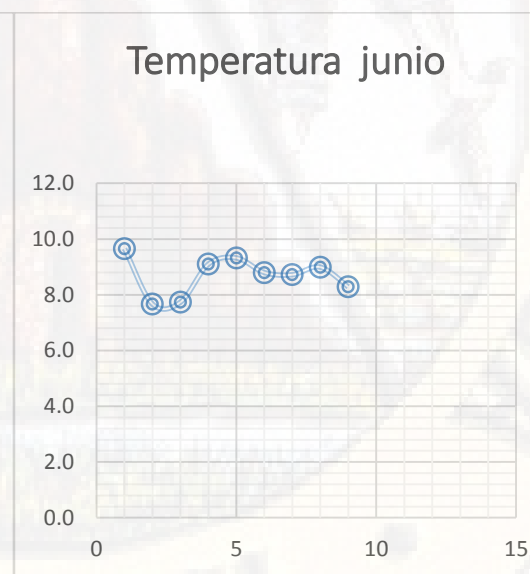
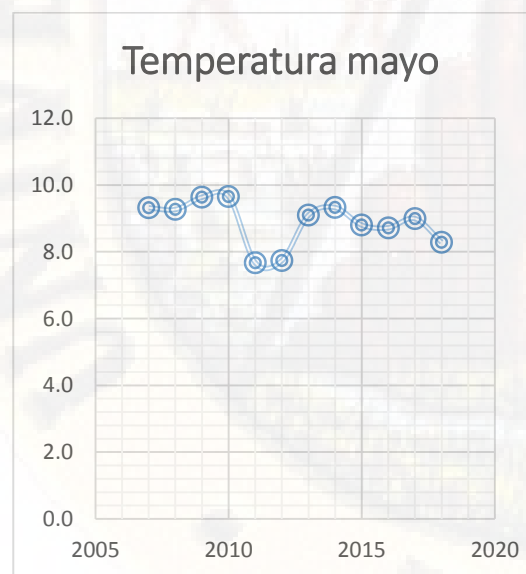
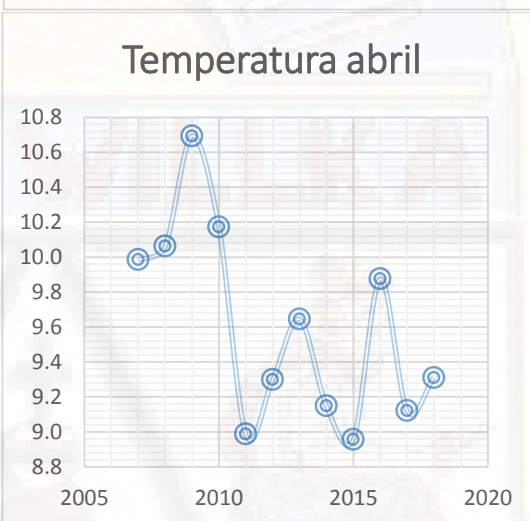
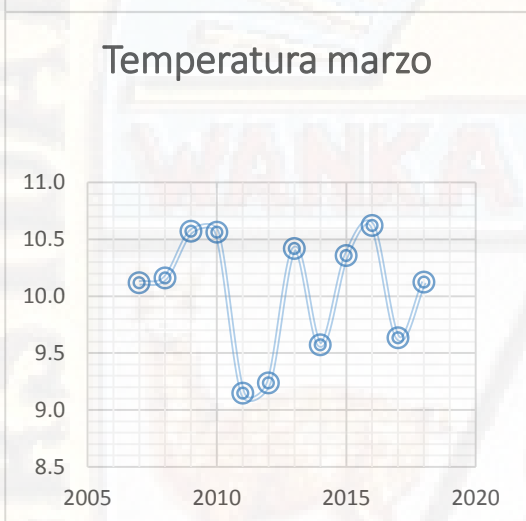
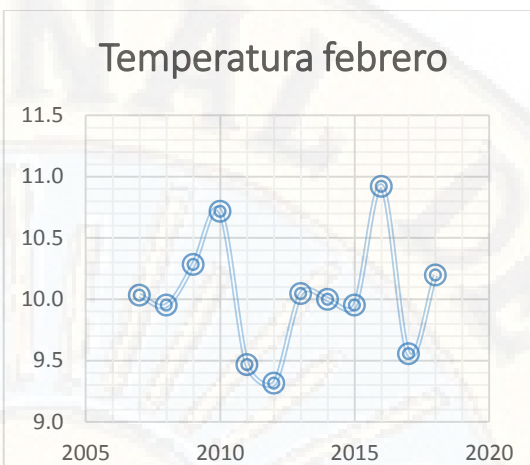
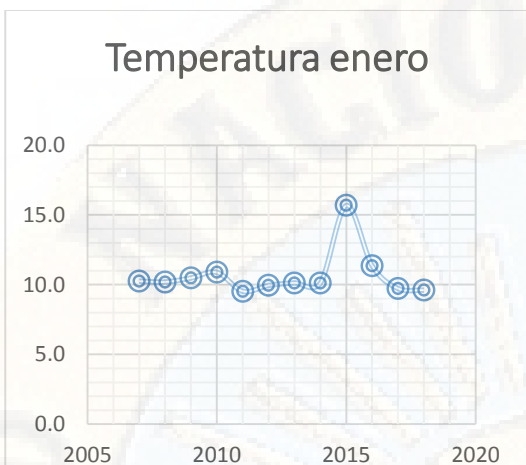
**A.1. Condición atmosférica:** Los datos fueron adquiridos de SENAMHI Huancayo de la estación convencionales de Calque Chico- Ascensión de un periodo de 12 años (2007-2018) de los 12 meses.

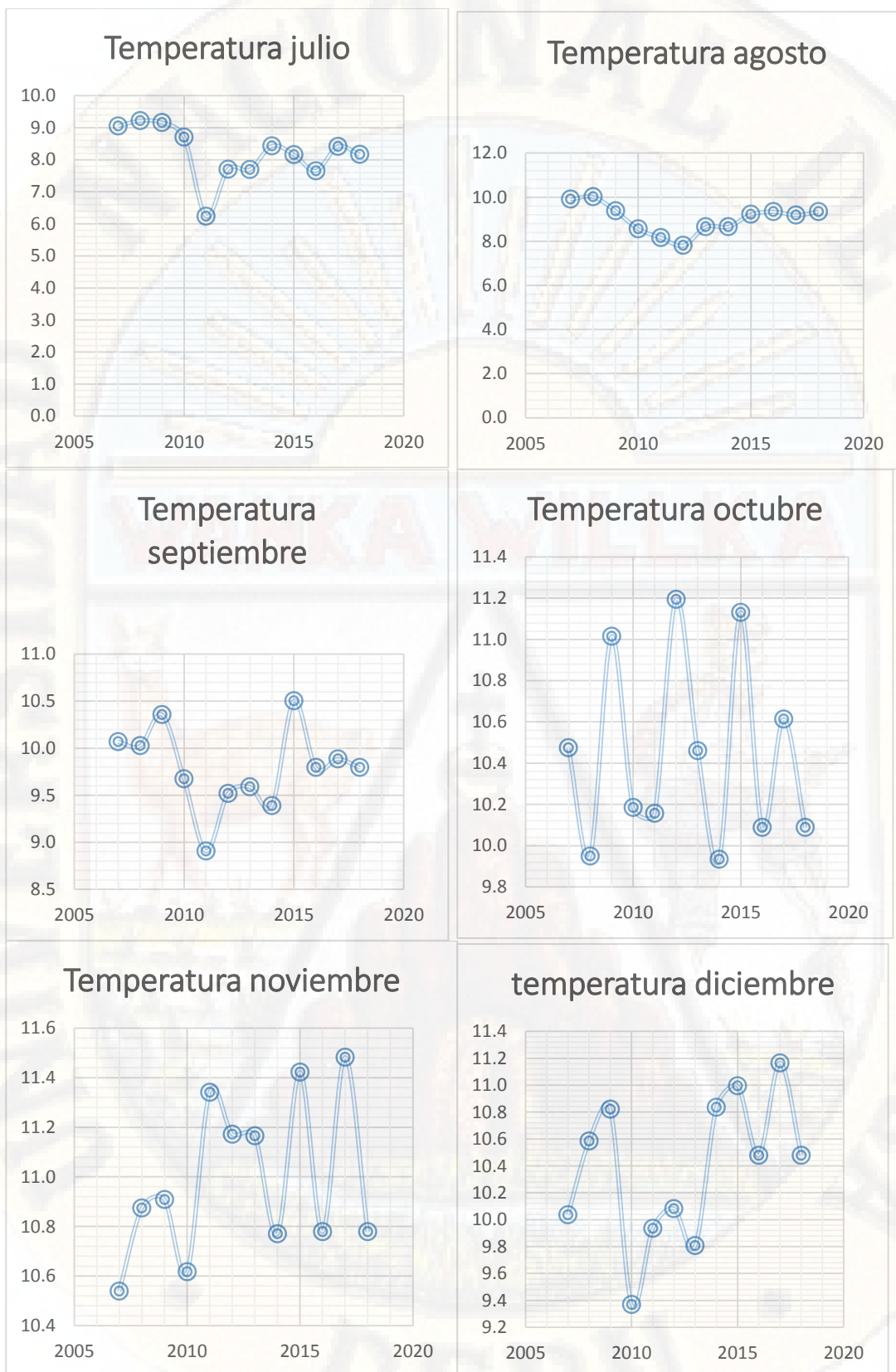
**Tabla 14.**

**Temperaturas de la estación de Calque chico-Ascensión-Huancavelica.**

Estación de Huancavelica													
Latitud	12°46'17.64" Sur							Departamento	Huancavelica				
Longitud	°00'44.52" Oeste							Provincia.:	Huancavelica				
Altitud	3701 msnm							Distrito .:	Huancavelica				
Temperatura media mensual	(°C)												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
2007	10.3	10.0	10.1	10.0	9.3	8.2	9.1	9.9	10.1	10.5	10.5	10.0	9.8
2008	10.2	10.0	10.2	10.1	9.3	9.2	9.2	10.0	10.0	9.9	10.9	10.6	10.0
2009	10.5	10.3	10.6	10.7	9.6	9.2	9.2	9.4	10.4	11.0	10.9	10.8	10.2
2010	10.9	10.7	10.6	10.2	9.7	8.5	8.7	8.6	9.7	10.2	10.6	9.4	9.8
2011	9.5	9.5	9.1	9.0	7.7	7.3	6.2	8.2	8.9	10.2	11.3	9.9	8.9
2012	9.9	9.3	9.2	9.3	7.7	7.5	7.7	7.8	9.5	11.2	11.2	10.1	9.2
2013	10.1	10.0	10.4	9.6	9.1	8.8	7.7	8.7	9.6	10.5	11.2	9.8	9.6
2014	10.1	10.0	9.6	9.1	9.3	9.1	8.4	8.7	9.4	9.9	10.8	10.8	9.6
2015	15.7	10.0	10.4	9.0	8.8	8.4	8.2	9.2	10.5	11.1	11.4	11.0	10.3
2016	11.3	10.9	10.6	9.9	8.7	7.9	7.7	9.3	9.8	10.1	10.8	10.5	9.8
2017	9.7	9.6	9.6	9.1	9.0	8.4	8.4	9.2	9.9	10.6	11.5	11.2	9.7
2018	9.6	10.2	10.1	9.3	8.3	7.8	8.2	9.3	9.8	10.1	10.8	10.5	9.5
Total													9.7

Fuente: SENAMHI-Huancayo (2018).





**Figura 40. Temperaturas anuales de 12 años.**  
**Fuente: Elaboración propia.**



En la figura 40. Como resultados de la condición atmosférica resulta que es vulnerabilidad alta con un 51% podemos observar dentro del cuadro que tenemos temperaturas medias desde 6.2 a 15.7 C° y los niveles de temperatura son superiores al promedio normal que es 9.7 C°.

**Tabla 15.**

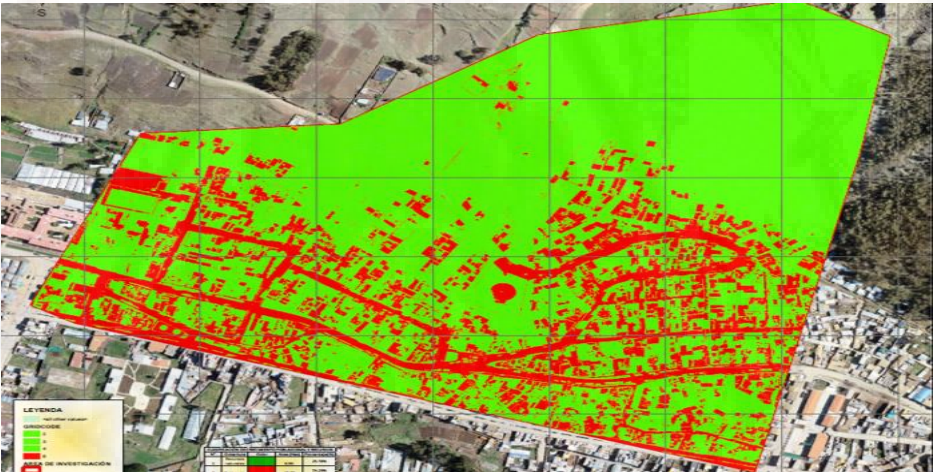
**Vulnerabilidad de condiciones atmosféricas**

Variable	Nivel de vulnerabilidad							
	Vulnerabilidad baja < 25%		Vulnerabilidad media 26 a 50 %		Vulnerabilidad alta 51 a 75 %		Vulnerabilidad muy alta 76 a 100 %	
Condiciones Atmosféricas	Niveles de temperatura promedio normales	de al	Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal	de al	Niveles de temperatura superiores al promedio normal	de al	Niveles de temperatura superiores al promedio normal	de al

Fuente: Manual Básico para la Estimación del Riesgo-INDECI (2006).

**A.2. Condiciones ecológicas**

Las condiciones ecológicas están en relación al crecimiento poblacional y los recursos naturales (vegetación). Para ello se realizó la administracion de los datos brindados de la Zonificación Económica y Ecológica de Huancavelica para poder determinar la geologia .



**Figura 41. Procesamiento del crecimiento poblacional y los recursos naturales (vegetación).**

Tabla 16.

**Vulnerabilidad ambiental y ecológica (condiciones ecológicas)**

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	Vulnerabilidad baja < 25 %	Vulnerabilidad media 26 a 50 %	Vulnerabilidad alta 51 a 75 %	Vulnerabilidad muy alta 76 a 100 %
Condiciones Ecológicas	Conservación de los recursos naturales, crecimiento poblacional planificado, no se practica la deforestación y contaminación.	Nivel moderado de explotación de los recursos naturales; ligero crecimiento de la población y del nivel de contaminación	<b>Alto nivel de explotación de los recursos naturales; incremento de la población y del nivel de contaminación</b>	Explotación indiscriminada de recursos naturales; incremento de la población fuera de la planificación, deforestación y contaminación

En la tabla N° 16, nos muestras que la ponderación corresponde a 51% alto nivel de explotación de los recursos naturales; incremento de la población y del nivel de contaminación.

**B. Hallar la vulnerabilidad física**

**B.1. Material de construcción utilizada en las viviendas**

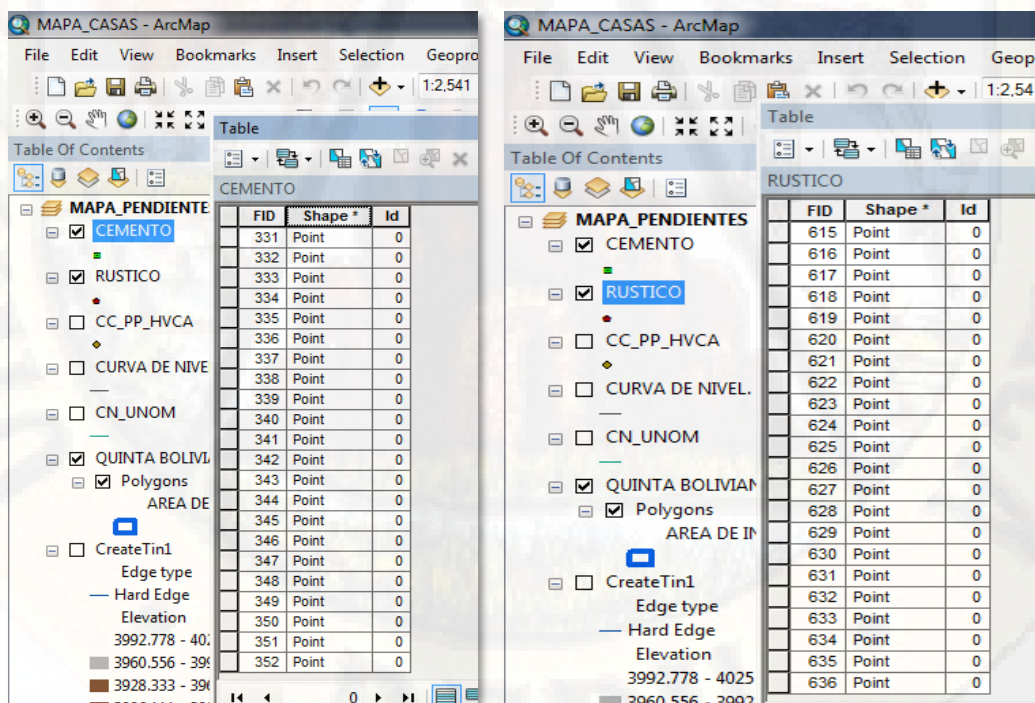


Figura 42. Datos de la cantidad de viviendas construidas con cemento y rústico (adobe).  
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 42. como resultados de la condición ecológica resulta que es vulnerabilidad media con un 64.40% (rustico-tierra) y cemento con un 35.6%. y está ubicado dentro de estructuras de concreto de acero o rustico, sin adecuada técnica constructiva, con 64.4 %.

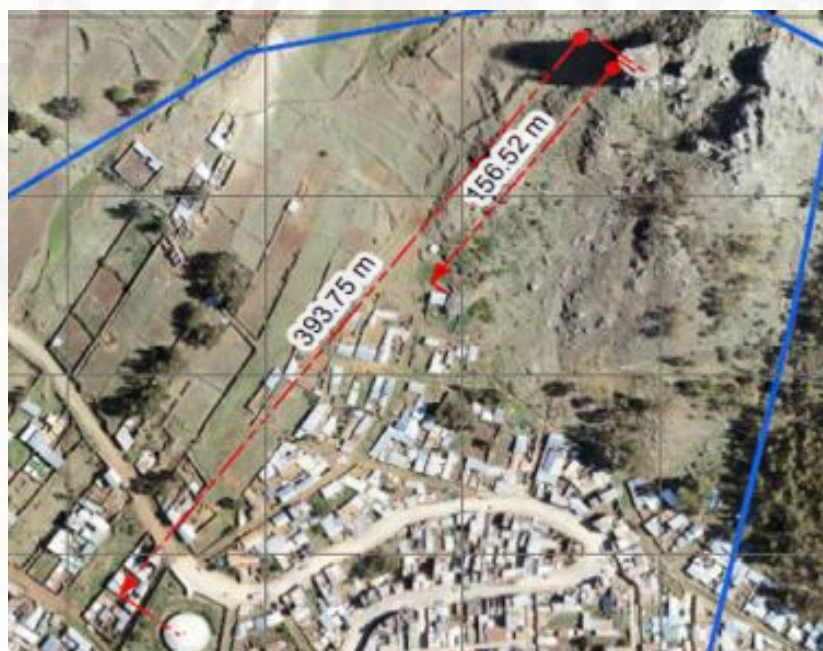
**Tabla 17**

**Vulnerabilidad física ( material de construcción utilizada en viviendas)**

Variable	Nivel de vulnerabilidad			
	Vulnerabilidad baja	Vulnerabilidad media	Vulnerabilidad baja	Vulnerabilidad muy alta
	< 25%	26 a 50 %	< 25%	76 a 100 %
Material de construcción utilizada en viviendas .	Estructura sismo resistente con adecuada técnica constructiva (concreto o acero).	<b>Estructuras de concreto de acero o rustico, sin adecuada técnica constructiva.</b>	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzo estructurales.	Estructuras de adobe. Caña y otros de menor resistencia en estado precario.

Fuente: Manual Básico para la Estimación del Riesgo-INDECI (2006).

## B.2. Localización de viviendas



**Figura 43. Realizando las mediciones den la ortofoto.**



**Tabla 18**

**Vulnerabilidad física (localización de viviendas)**

Variable	Vulnerabilidad baja < 25%	Nivel de vulnerabilidad		
		Vulnerabilidad media 26 a 50 %	Vulnerabilidad baja 51 a 71 %	Vulnerabilidad muy alta 76 a 100 %
Localización de viviendas (*)	Muy alejada > 5 Km.	Medianamente cerca 1-5 Km.	Cerca 0.2 -1 Km.	<b>Muy cerca 0- 0.2 Km.</b>

**Fuente: Manual Básico para la Estimación del Riesgo-INDECI (2006).**

En la figura 42, muestra la distancia es de 156.52 m que es igual 0.1565 Km, es allí que se encuentra con vulnerabilidad muy alta como está al límite de lo establecido entonces se encuentra con un 78% muy cerca de 0.2 Km.

**Procedimientos de la vulnerabilidad por caída de roca en el sector Quinta Boliviana**

Se procesó la información para obtener los datos finales e identificación de la vulnerabilidad

- Condición atmosférica = 51 %
- Condición ecológica = 74.23%
- Material de construcción = 64.4%
- Localización de viviendas = 77%

$$V = \frac{Ca + Ce + Mc + Lv}{4}$$

$$V = \frac{51 \% + 74.23\% + 64.4\% + 77\%}{4}$$

$$V = 66.66 \%$$



### 3.6.3. Evaluación de riesgo

#### Peligro:

Peligro alto (51 a 75%) = 64.8%

#### Vulnerabilidad:

Vulnerabilidad alta (51 a 75%) = 66.6 %

#### Cálculo:

- Peligro total = Pt
- Vulnerabilidad total =Tv
- Riesgo = R

$$R = \frac{Pt + Tv}{2}$$

$$R = \frac{64.8\% + 66.66\%}{2}$$

$$R = 65.73\%$$

Riesgo alto (51 a75%) = 65.73%

Tabla 19

Matriz de peligro y vulnerabilidad

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

#### LEYENDA:

- Riesgo Bajo (< de 25%)
- Riesgo Medio (26% al 50%)
- Riesgo Alto (51% al 75%)
- Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

Fuente: Manual Básico para la Estimación del Riesgo-INDECI (2006).

## **CAPÍTULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados obtenidos fueron gracias al equipo profesional que es un Drones Phantom RTK + estación móvil GPS para luego ser procesados en gabinete.

#### **4.1. Análisis de información**









##### **4.1.1 Peligro**

##### **A. Identificación de características física del sector Quinta Boliviana**

##### **A.1. Pendiente del terreno del sector Quinta Boliviana**

El peligro latente está identificado con 26.925 has (hectáreas) como el área de influencia, la magnitud del peligro es cuantificado. En el presente trabajo se identificó que la altitud más alta es 4025 m.s.n. m. Y la más baja 3735m.s.n.m, la tabla que observamos cualitativamente y cuantitativamente la distribución espacial de los rangos de pendiente de la sub cuenca Ichu. Con una pendiente desde 0% a 83.089 % tiene una superficie cuyos suelos presentan rangos de pendiente que van desde plana o casi plana, hasta la extremadamente empinada que se puede observar.

**Tabla 20****Resultados de las pendientes**

Clases de pendientes					
Pendientes larga (ladera larga)					
(%)	Clase	Colores	% Área	Área (has)	% Pendiente
< 2	Plana o casi a nivel		5.19	1.40	
2 - 4	Ligeramente inclinada		10.01	2.69	
4 - 8	Moderadamente inclinada		17.76	4.78	
8 - 15	Fuertemente inclinada		21.08	5.68	
15 - 25	Moderadamente empinada		23.00	6.19	
25 - 50	Empinada		21.06	5.67	
50 - 75	Muy empinada		1.79	0.48	
> 75	<b>Extremadamente empinada</b>		<b>0.1</b>	<b>0.03</b>	<b>83.1%</b>
<b>Total</b>			<b>100.0</b>	<b>26.925</b>	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20, logramos identificar que la pendiente es Extremadamente empinado y esta de color rojo oscuro que representa el 83.1 % de peligro en el sector de Quinta Boliviana.

**A.2. Volumen del peligro del sector Quinta Boliviana.****Tabla 21****Volumen del peligro**

Volumen del peligro	
Volumen total	22043.02 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.



En la tabla 21, como resultado se obtuvo que el volumen del peligro identificado por caída de roca es total es de 22043.02 m<sup>3</sup> en el sector de Quinta Boliviana.

**A.3. Cobertura vegetal del sector Quinta Boliviana.**

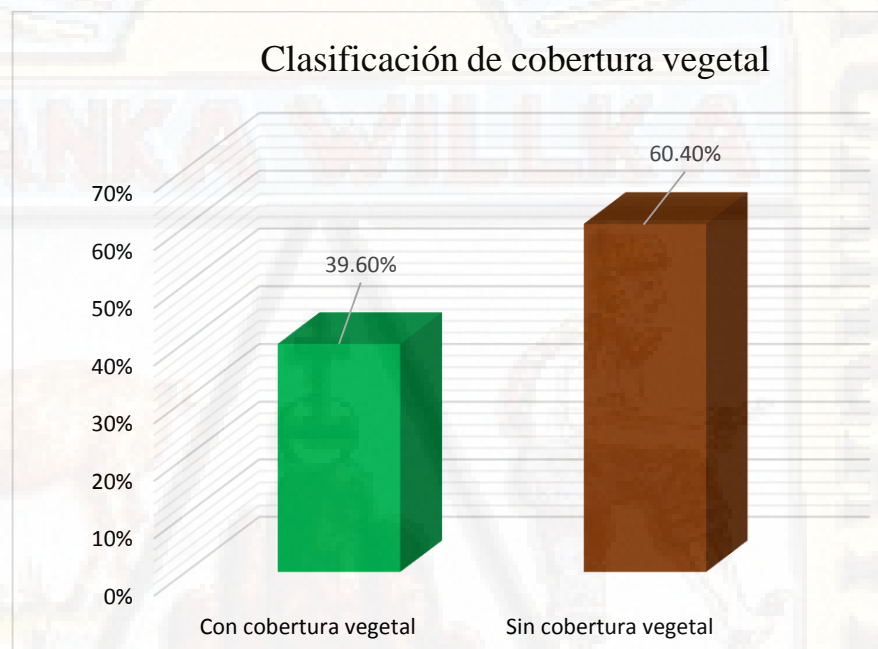
El resultado de la elaboración del mapa de cobertura vegetal, en consecuencia fue por la buena administración de la información obtenidas por el Drone Phantom RTK + estación móvil (GPS), para poder determinar con o sin cobertura.

**Tabla 22**

**Clasificación de cobertura**

Clasificación de cobertura					
N°	Tipo	Cobertura	Color	Área (Has)	Porcentaje(%)
1	CB_Alta	Con cobertura		4.993	39.60%
2	CB_Baja	Con cobertura		5.671	
3	Suelo	Sin cobertura		8.640	60.40%
4	Roca/cemento/otros	Sin cobertura		7.621	
Total				26.925	100%

**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 44. Clasificación de cobertura vegetal.**

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 22, logramos identificar que la cobertura vegetal es 39.60% y sin cobertura vegetal 60.40% en el sector de Quinta Boliviana.

#### **A.4. Características geológicas**

Metodología para la elaboración de las características geológicas se trabajó con un software que es el ArcGIS 10.3, que es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica para poder determinar la geología.



**Tabla 23****Clasificación geológica**

Leyenda de geología						
N°	Símbolo	Color	Descripción	Era	Sistema	Tipo de roca
1	Ki-go		Fm. Goyllarisquisga	Mesozoico	Cretácico	Sedimentarios
2	P-ta		Fm. Tantar	Cenozoico	Paleógeno	Volcánicos
3	Qh-al		Depósito Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	Inconsolidados
4	Au		Áreas Urbanas	Urbanas	Urbanas	Áreas Urbanas

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 24****Clasificación de Geológica en porcentajes**

Clasificación de Geología			
Símbolo	Área	%	
P-ta	1.5	5.58%	
Qh-al	8.38	31.11%	
Au	17.05	63.32%	
<b>Total</b>	<b>26.925</b>	<b>100.00%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 24, se identificó la descripción geológica que el 31.11% el tipo de roca es inconsolidados (Qh-al) y 5.58% de tipo de roca es volcánicos a (P-ta) y por las características que se verificaron en campo que pudo confirmar las grietas ubicadas en el sector de interés Quinta Boliviana.

**A.5. Características geomorfológicas**

Metodología para la elaboración de las características geomorfológicas, se trabajó con un software que es el ArcGIS 10.3, que es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica para poder determinar la geología.

**Tabla 25**

**Información geomorfológica**

Leyenda de geomorfológica				
N°	Color	Origen	Unidad Geomorfológica	Simbología
1		Estructural	Laderas de Montaña Moderadamente Empinado	Lmmoe
2		Erosionar	Fondo de Valle Moderadamente Inclinado	Fvmi

**Fuente: Elaboración propia.**

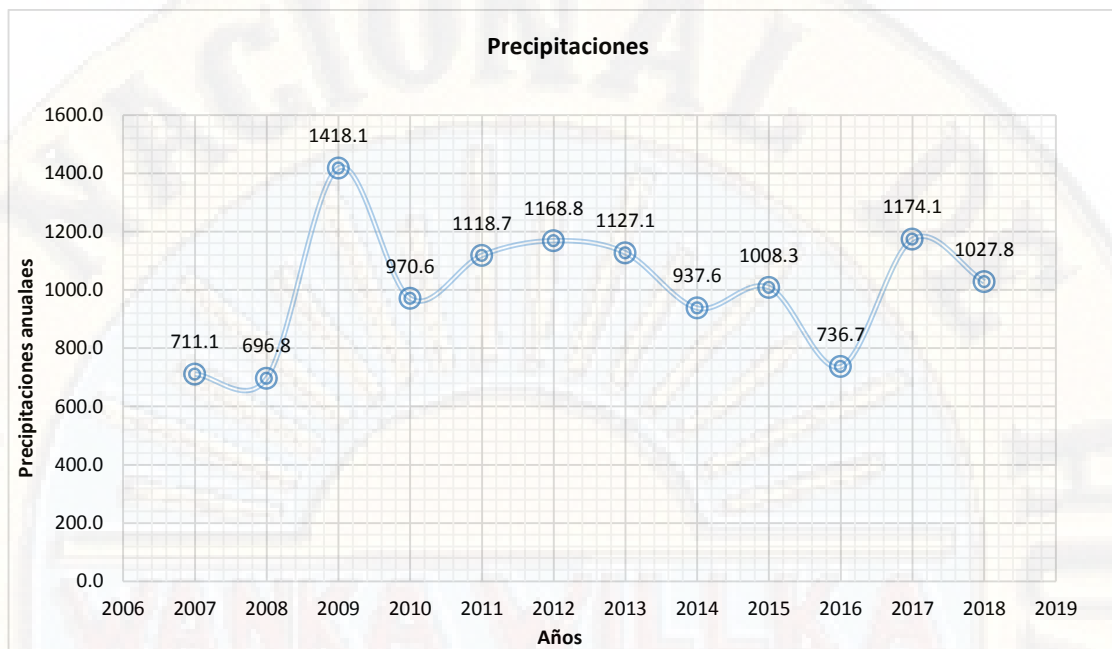
**Tabla 26**

**Clasificación geomorfológicas**

Clasificación geomorfológicas		
Símbolo	Área	226.925
Lmmoe	9.877407	36.7%
Fvmi	17.047624	63.3%
<b>Total</b>	<b>26.925031</b>	<b>100.0%</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 26, se obtuvo de la descripción geomorfología que el origen es estructura con la unidad geomorfológica es ladera de montaña moderadamente empinado (Lmmoe) con un 36.7 % y el origen es erosional con la unidad geomorfológica Fondo de valle moderadamente inclinado (Fvmi) con un 63.3 % que están ubicadas en el sector de interés Quinta boliviana.



**Figura 45. Precipitación 2007-2018.**

**Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 45 se puede observar. que las precipitaciones más altas fueron en el año 2009 con 1418,1 mm y la más baja en el 2008 con 696,8 mm , Observamos que las diferencias entre estas variaciones son abismales con 51% de peligro alto.

### **Resultado del peligro por caída de roca en el sector Quinta Boliviana**

**Tabla 27**

#### **Resultados del peligro**

Estratos / niveles	Indicadores	Porcentajes	Total	Descripción o características	Valor
PA (Peligro alto)	Pendiente	83.10%	64.80%	Sectores donde se esperan pendientes significativas por sus características geológicas y geomorfológicas. Sectores que, con poca cobertura vegetal y variaciones, alteraciones meteorológicas (precipitación). Sectores amenazados por deslizamiento y caídas de roca.	3 De 51 % a 75%
	Volumen	80%			
	Cobertura vegetal	60.40%			
	Características geológicas	51%			
	Características geomorfológicas	63.30%			
	Precipitación	51%			

**Fuente:** Elaboración propia.

PA (Peligro alto) de acuerdo a sus indicadores de pendiente (83.1%) , volumen (80%) , cobertura vegetal (60.4%), características geológicas (51%) y geomorfológicas (63.3%), precipitación (51%) resultó peligro alto (51 a 75)% =64.8% según el los datos brindados por INDECI que es de peligro alto que cumpla con las siguientes características de sectores donde se esperen pendientes significativas por sus características geológicas y geomorfológica.

Sectores que, con poca cobertura vegetal y variaciones, alteraciones meteorológicas (precipitación). Sectores amenazados por deslizamiento y caídas de roca.

Se procesó la información para obtener los datos finales e identificación del peligro.

#### 4.1.2. Vulnerabilidad

##### A. Hallar la vulnerabilidad ambiental y ecológica

**A.1. Condición atmosférica:** Los datos fueron adquiridos de SENAMHI Huancayo de la estación automatizada de Ascensión de un periodo de 10 años (2007-2018) de los 12 meses.

**Tabla 28.**

**Temperaturas C° de la estación convencional de (Callqui Chico-Ascensión) Huancavelica.**

Variable	Temperaturas	Nivel de vulnerabilidad		
		Datos	Porcentaje	Vulnerabilidad alta 51 a 75 %
Condiciones Atmosféricas	Temperatura baja	8.9 C°	51%	Niveles de temperatura superiores al promedio normal
	Temperatura alta	10.3 C°		
	Temperatura media	9.7 C°		

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 28 de la condición atmosférica resulta que es vulnerabilidad alta con un 51% podemos observar dentro del cuadro que tenemos temperaturas medias desde 6.2 a 15.7 C° y los niveles de temperatura son superiores al promedio normal que es 9.7 C°, cuando niveles de temperatura superiores al promedio normal se considera vulnerabilidad alta.



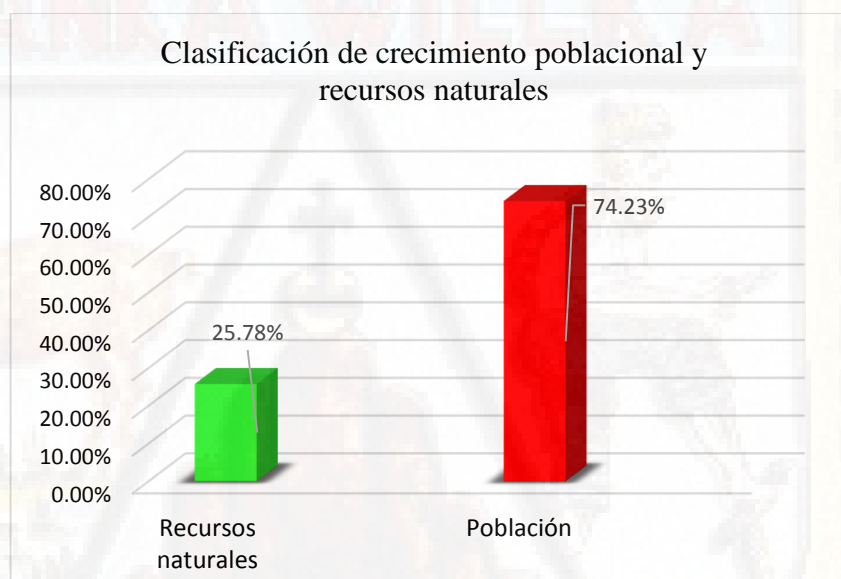
## A.2 Condiciones ecológicas

**Tabla 29**

### Clasificación del crecimiento poblacional y recursos naturales

Clasificación de crecimiento poblacional y recursos naturales					
N°	Cobertura	Color	Área (Has)	Porcentaje(%)	Vulnerabilidad alta 51 a 75 %
1	Recursos naturales	Verde	6.94	25.775	Alto nivel de explotación de los recursos naturales; incremento de la población y del nivel de contaminación.
2	Población	Rojo	19.99	74.225	
Total			26.925	100	

**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 46. Clasificación de crecimiento poblacional y recursos naturales.**

**Fuente: Elaboración propia.**



En la tabla 29, muestras que los recursos naturales esta con un 25.78%. e incremento de la población esta con 74.23% por lo que resulta vulnerabilidad alta porque está dentro de los rangos de 51 a 75% por el alto nivel de explotación de los recursos naturales; incremento de la población por el nivel de contaminación.

## B. Hallar la vulnerabilidad física

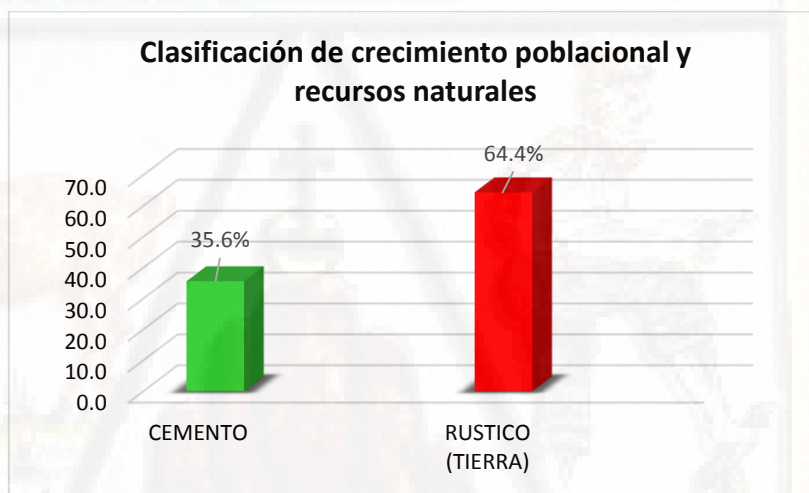
### B.1. Material de construcción utilizada en las viviendas

**Tabla 30**

#### Tipo de material de construcción

N°	Cobertura	Tipo de material de construcción			Vulnerabilidad alta 51 a 75 %
		Color	Casas	Porcentaje(%)	
1	Cemento		352	35.6	Estructuras de adobe piedra , sin refuerzo estructurales.
2	Rústico (tierra)		636	64.4	
Total			988	100 %	

**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 47. Clasificación de crecimiento poblacional y recursos naturales.**

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 30, se obtuvo que es vulnerabilidad alta con un 64.40% (rustico-tierra) y cemento con un 35.6%. y está ubicado dentro de estructuras de concreto de acero o rustico, sin adecuada técnica constructiva.

## B.2. Localización de viviendas

**Tabla 31**

### Localización de viviendas

Variable	Distancia km	Porcentaje	Vulnerabilidad muy alta 76 a 100 %
Localización de viviendas (*).	0.1565 km	77%	Muy cerca 0.2- 0 Km. Hasta la primera casa.

**Fuente: Elaboración propia.**

En la tabla 31. muestra la distancia es de 156.52 m que es igual 0.1565 Km, es allí que se encuentra con vulnerabilidad muy alta como está al límite de lo establecido entonces se encuentra con un 77% muy cerca de 0.2 Km.

## Resultado de la vulnerabilidad en el sector Quinta Boliviana

**Tabla 32**

### Resultados de vulnerabilidad

Estratos / niveles	Indicadores	Porcentajes	Total	Valor
VA (Vulnerabilidad alta)	Condicion atmosférica	51.00%	66.66%	De 51 % a 75%
	Condición ecológica	74.23%		
	Material de construcción utilizada en las viviendas	64.40%		
	Localización de viviendas	77%		

**Fuente: Elaboración propia.**

#### 4.1.3. Evaluación de riesgo

##### A. Nivel de peligrosidad

Peligro alto = (51 a 75%)

P= 64.8 %

##### B. Nivel de vulnerabilidad

Vulnerabilidad alta (51 a 75 %)

V = 66.66 %

##### C. Nivel de riesgo

Riesgo alto =65.73 %

**Tabla 33**

**Matriz de peligro y vulnerabilidad**

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

##### LEYENDA:

- Riesgo Bajo (< de 25%)
- Riesgo Medio (26% al 50%)
- Riesgo Alto (51% al 75%)
- Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

**Fuente: Manual Básico para la Estimación del Riesgo-INDECI (2006).**

Mediante los datos obtenidos de peligrosidad que es de peligro alto (51% a 75%) con 64.8% y Vulnerabilidad alta (51% a 75%) con 66.6%. el nivel de riesgo es alto (51 a 75%) con 65.73%.



## 4.2. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos con la investigación permitió determinar el nivel de riesgo físico por caída de roca en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión y al transcurso de la recolección de datos me di cuenta que si no se toma un orden de prelación como la tesis de Ornaetxea & Barroso, 2015, el deslizamiento de la localidad de Andoin fue el producto de un proceso de reactivación a partir de un desprendimiento masivo, que los vecinos habían tratado de fijar plantando árboles, pero el gran volumen del material rocoso y tierra y al añadirle otros factores como fisuras, rocas sobresalidas y pendiente pronunciada ocasionaron el desprendimiento de roca y tierra, por ello podemos decir que tiene similitud con nuestra investigación.

La investigación de fue determinar el nivel de riesgo físico por caída de rocas en el sector de Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica el cual como resultado se determinó que el nivel riesgo físico por caída de roca es alto con 65.73 % realizando las discusión adecuadas con la tesis de Chanca & Inga (2018), que concluyeron que su investigación fue de riesgo alto por la gran cantidad de población vulnerable y expuesta al peligro de deslizamiento que fueron 11 centro poblados del distrito de Moya . Y en el trabajo de investigación de (Sosa 2016) obtuvieron el resultado que es de riesgo alto al análisis del peligro por movimiento de masa en Huánuco, porque la cobertura vegetal es de tipo pastizales con poca cobertura y dentro de esta zona se producen los movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y flujos) y procesos de erosión de laderas que generan flujos. Y según los investigadores Segundo & Sosa (2014) resultó riesgo alto por antecedentes de desprendimiento de fragmentos de roca presentados en años pasados que llegaron a medir hasta 3 m y según Pacco & Revilla (2016) resultó riesgo alto por que caída de roca es uno de los peligros principales del lugar de Arequipa quebrada de Calambucos .

El estudio fue determinar nivel peligrosidad por caída de roca en el sector de Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica, resultó con peligro alto con 64.8 % que se encuentra en un rango de (51% a 75%) establecido por

(INDECI 2006). que al realizar la discusión con los resultado obtenidos, por Chanca & Inga (2018), el peligro fue alto con 61%, podría afectar de manera considerable por el área de influencia que se ve amenazada por condiciones naturales y antrópicas del territorio y en la tesis de Densmore (2013) que se dio en Santa Cruz- California, como resultado obtuvieron peligro alto por las huellas digitales topográficas de deslizamiento de tierra trajo como resultados el deslizamiento y caída de roca que fue desencadenado por los terremotos en 1993 .Y según la investigación de Sosa (2016) en los poblados de Pampamarca y Acobamba, Region Huanuco el peligro es alto por los parámetros de pendiente, geomorfología cobertura vegetal que son peligro altos determinados por los sistemas de información geográfica al igual que la investigación presentada.

En cuanto nivel de vulnerabilidad por caída de roca en el sector de Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica, resulto con vulnerabilidad alta con 66.66 % que se encuentra en un rango de (51 a 75)% establecido por INDECI (2006). Realizando las discusiones adecuadas con la tesis de Chanca & Inga (2018), resultó vulnerabilidad muy alta con 82% en la localidad de Moya que al identificar la vulnerabilidad física, ecológica está en una probabilidad alta de ocurrencia y que se potencialice con el peligro en la localidad de Moya, y en la tesis de Pourghasemi, Moradi & Fatemi (2014), resultó vulnerabilidad alta por la probabilidad de ocurrencia al deslizamiento de tierra con un 52.43 % unos de los factores fue el grado de inclinación (pendiente) en Iran. Y de acuerdo la investigación de Aguilar, Mendoza & Velasquez. (2003) resultó vulnerabilidad alta o susceptibilidad por que pudieron determinar variables pendientes y deformaciones geológicas en eje cafetero de Colombia.

## Conclusiones

La conclusión que se llegó al finalizar esta tesis fueron las siguientes:

- La evaluación del nivel de riesgo físico por caída de roca en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica es de riesgo alto con 65.73 % que se encuentra en un rango (51 a 75) %.
- En el sector de Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica es considerado como peligro alto con 64.8% que se encuentra en un rango (51 a 75) %
- El nivel de vulnerabilidad por caída de roca en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica es de vulnerabilidad alta con 66.66 % que se encuentra en un rango (51 a 75) %.

## **Recomendaciones**

Al terminar la tesis se hace las siguientes recomendaciones:

- Al señor alcalde del distrito de Ascensión, debe tomar medidas en cuanto a la prevención del riesgo por caída de roca en el sector de Quinta Boliviana del cerro Aparinaco. Porque hay una inadecuada organización y débil capacidad de resiliencia de la población.
- Preparar a la población con conocimientos sobre mitigación de riesgos para generar capacidades organizativas en la población, asentada a lo largo del sector de Quinta Boliviana en gestión de riesgos y desastres.
- Recuperar la cobertura vegetal para disminuir la escorrentía superficial en la ladera del cerro Aparinaco a través de la forestación con especies forestales nativas y exóticas y la restitución de la cobertura con pastos natural.
- Tratamiento de taludes inestables con mallas de acero reforzado y pernos de anclaje
- A los futuros investigadores, que estos primeros estudios que se realizan a través de esta nueva tecnología de los Drones Phantom RTK +estación móvil GPS, pueda ser un aliciente para realizar más investigaciones en cuanto a riesgo, ya que se puede determinar en menor tiempo, menor costo, mayor precisión, mayor detalle, mayor eficiencia.



## Referencias bibliográficas

- Aguilar V, Mendoza D, Velazquez A. Un Modelo de Susceptibilidad a Movimientos de masa en el Eje Cafetero, Colombia. Universidad del Valle; 2003.
- Alonso E, Corominas J, Hürlimann M. VIII Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. 2013;I.
- Arévalo B, Bayona E, Rincon I. Metodología para Documentacion 3D Utilizando Fotogrametría Digital. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.; 2015.
- Balandier G. El Desorden: La Teoría del Caos y las Ciencias Sociales, España; 1993
- Bernal C. Metodología de la Investigación, México: Editorial Mc 2010.
- Blaikie P, Cannon T, Davis I, Ben W. Vulnerabilidad el Entorno Social, Político y Economico de los Desastres. Tercer Mun. Colombia; 1996.
- Castro Linares CC, Perez Sevillano EA. Mejoramiento de identificacion de Riesgos en el canal la peligrosa Marmot-Gran Chimú. Universidad Nacional de Trujillo; 2016
- Cruz E. “ El Uso del GPS en Restitución Fotogramétrica y de las Poligonales de Referencias en el Proyecto de Carreteras. .” 2011;1–45.
- Chanca K, INGA Y. “Influencia de la inundación en el riesgo de desastre del distrito de moya de la provincia y departamento de Huancavelica 2017” Universidad Nacional de Huancavelica 2018.
- Das BM. Ingeniería Geotécnica. Fundamentos-de-Ingenieria-Geotecnica-Braja-M-Das.pdf.
- Densmore A. Topographic fingerprints University of Cambridge.; 2013
- Gómez J. Caracterización Geomorfológica y análisis de la evolución del deslizamiento rotacional de Andoin, Sierra de Entzia (País Vasco). 2016
- Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la Investigacion. Colombia: McGraw-Hill; 2010.
- INDECI. Manual Básico para la Estimación del Riesgo. Perú: Biblioteca Nacional del Perú; 2006. p. 87.

- INDECI. Proyecto INDECI PNUD PER /02/ 051 Ciudades Sostenibles. Huancavelica; 2010.
- De la Cruz L, Tunque L. Inestabilidad de Taludes en el Sector de Santa Barbara de la ciudad de Huancavelica. Universidad Nacional de Huancavelica; 2015.
- Martinez J. Litologia, Aprovechamiento de Rocas Industriales y Riesgo de Deslizamiento en la Comunidad Valencia. 1998.
- Martínez MT. La Complejidad de los Riesgos de Desastre y su Investigacion Interdisciplinaria. 2015.
- Ministerio de Agricultura .Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor.DS N° 017-2009-AG. Lima-Peru 2009.
- Pacco AR, Revilla GJ. Evaluacion de Riesgos de la Escalada en Roca en la Quebrada de Calambucos, Arequipa, 2016 Universidad NacionalL de San Agustin; 2016
- Pourghasemi HR, Moradi HR, Fatemi Aghda SM, Gokceoglu C, Pradhan B. GIS-based landslide susceptibility mapping with probabilistic likelihood ratio and spatial multi-criteria evaluation models (North of Tehran, Iran). Arab J Geosci. 2014;7(5):1857–78.
- Rubiano M. La Construcción del Conocimiento Científico del Riesgo de Desastre. Epistemología, teorías y metodología de los estudios desde una perspectiva geográfica Universidad Pedagógica y Tecnología de Colombia.; 2015
- Segundo N, Sosa N. Peligros Geologicos en el Sector de Pampamarca. 2014.
- Sosa NL. “Análisis de Suceptibilidad a los peligros Geologicos por Movimientos en Masa- Poblados de Pampamarca y Acobamba, Region Huanuco”. Universidad Nacional del Antiplano; 2016.
- Tolmos CA, Lacambra S, Tsuneki H, Quijandria G, Ludeña C, Grunwaldt A, et al. Gestion del Riesgo de Desastres y Adaptacion al Cambio Climatico. 2011.
- Tolmos,Lacambra,Tsuneki, Quijandria, Ludeña, Grunwaldt, et al. Gestion del riesgo de desastres y Adaptacion al Cambio Climatico. 2011.

### **Pág. Web**

- <http://repositorio.ingemmet.gob.pe/>
- <https://www.mendeley.com/library/>
- <https://www.senamhi.gob.pe/>

### **Apéndice**

#### **Apéndice 1. Matriz de consistencia.**

Para evaluar e identificar la coherencia y la conexión lógica, entre los elementos que conformaron el desarrollo del presente trabajo de tesis, se utilizó como herramienta principal la matriz de consistencia. Esta fue definida al inicio y será durante el proceso de la elaboración de tesis, y será afianzada cuando se complete el trabajo de investigación. En el cuadro que se mostrará a continuación, Se encuentra los elementos claves que englobaron el desarrollo del trabajo.

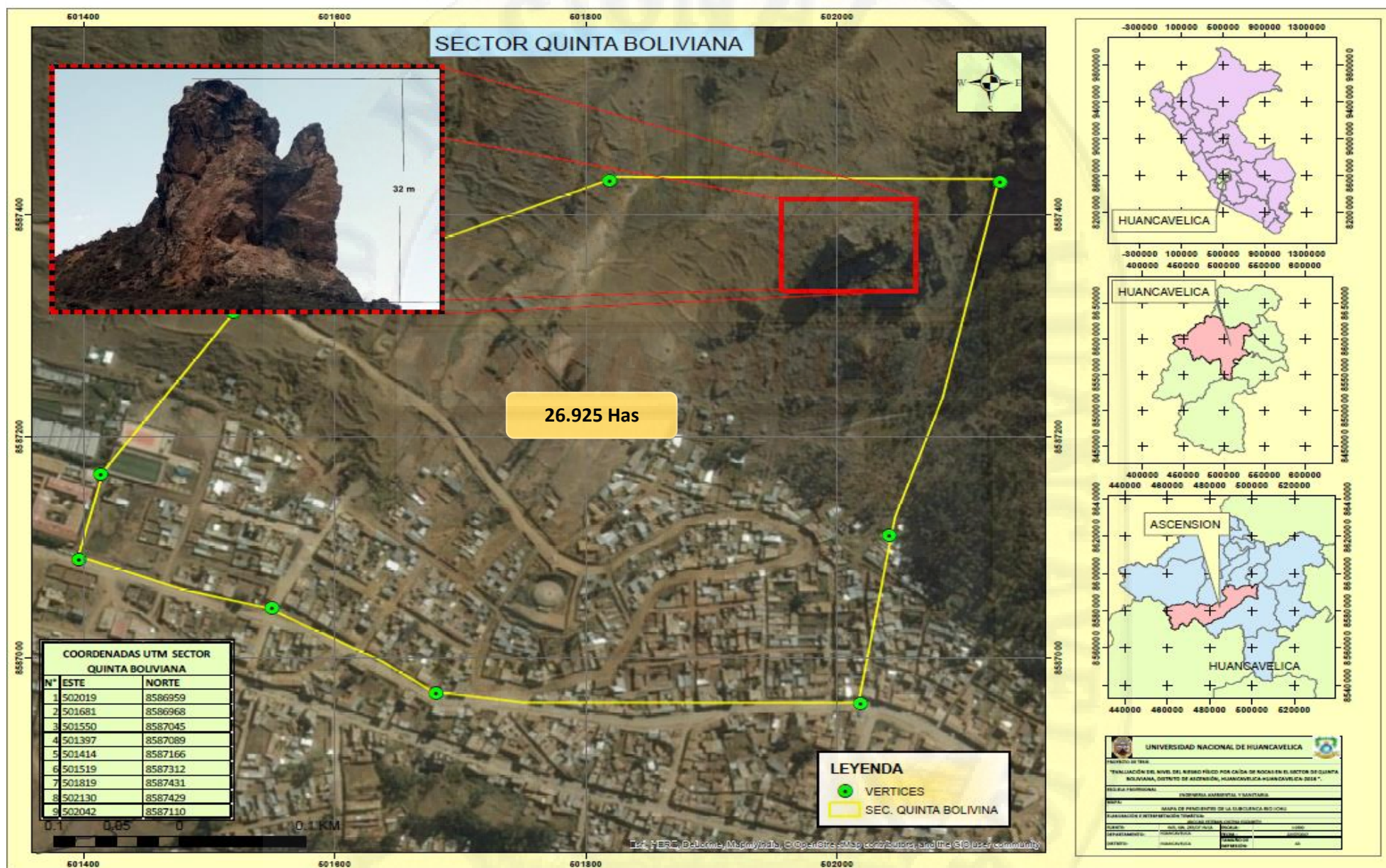
**Tabla 34**  
**Matriz de consistencia**

Tema: "Evaluación del nivel de riesgo físico por caída de rocas en el sector de Quinta Boliviana, Huancavelica-Huancavelica"			
Problema	Objetivo	Variables	Metodología
Problema General:	Objetivo General:		
¿Cuál es el nivel de riesgo físico por caída de rocas en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica?	Determinar el nivel de riesgo físico por caída de rocas en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica.	<b>VARIABLE</b>  Nivel de riesgo.	<b>Tipo de Investigación:</b> Básica. <b>Nivel de Investigación:</b> Descriptivo. <b>Método de Investigación:</b> Inductivo-Deductivo
<b>Problema Específico:</b>	<b>Objetivo Específico:</b>	<b>Dimensión-1</b>  Peligro.	<b>Población</b>
1. ¿Cuál es el nivel peligrosidad por caída de roca en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica?	1. Determinar el nivel peligrosidad por caída de roca en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica.	<b>Dimensión-2</b>  Vulnerabilidad	La población para el presente estudio está constituida por todo el sector Quinta Boliviana que son 26.925 has (hectáreas) con un total de 25 715 210 datos para el presente estudio que se tomaron con un Drone.
2. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad por caída de roca en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica?	2. Determinar el nivel de vulnerabilidad por caída de Roca en el sector Quinta Boliviana, distrito de Ascensión, Huancavelica.		<b>Muestra</b>  No Probabilístico- Conveniencia Son 26.925 has (hectáreas) con un total de 25 715 210 datos.  <b>Muestreo</b>  Mediante imágenes satelitales (ortofotos) y mediante nube de puntos por lo que no hay un muestreo específico por lo que se toma toda el área en estudio.

Fuente: Elaboración propia.



## Apéndice 2. Mapa de ubicación geográfica del sector Quinta Boliviana.



**Figura 48 Mapa de ubicación geográfica del peligro del sector Quinta Boliviana.**  
**Fuente: Elaboración propia.**



Apéndice 3. Mapa de pendiente del terreno del sector Quinta Boliviana.

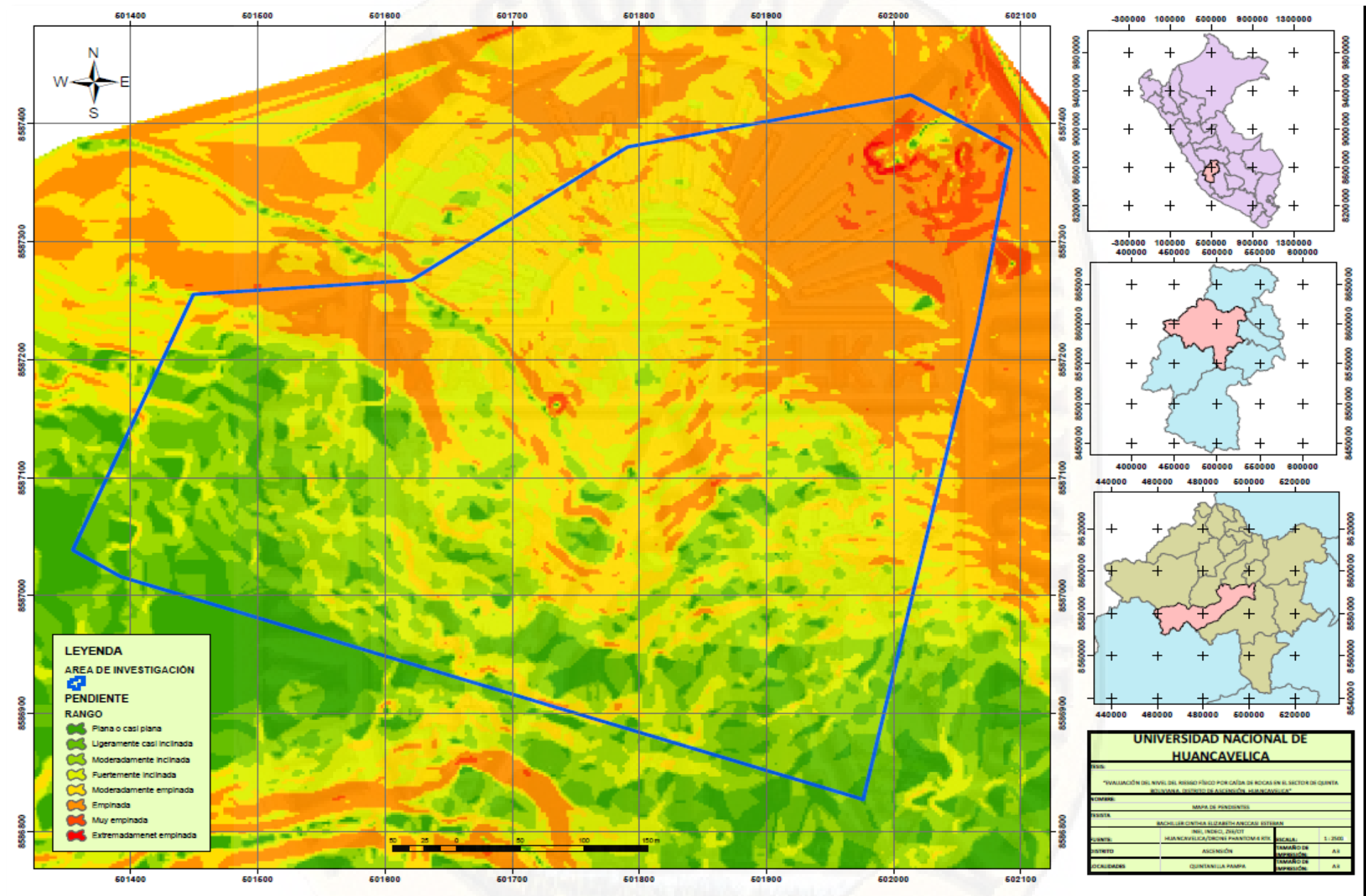


Figura 49. Mapa de pendiente del peligro del sector de Quinta Boliviana.  
Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 4. Volumen del peligro del sector Quinta Boliviana.

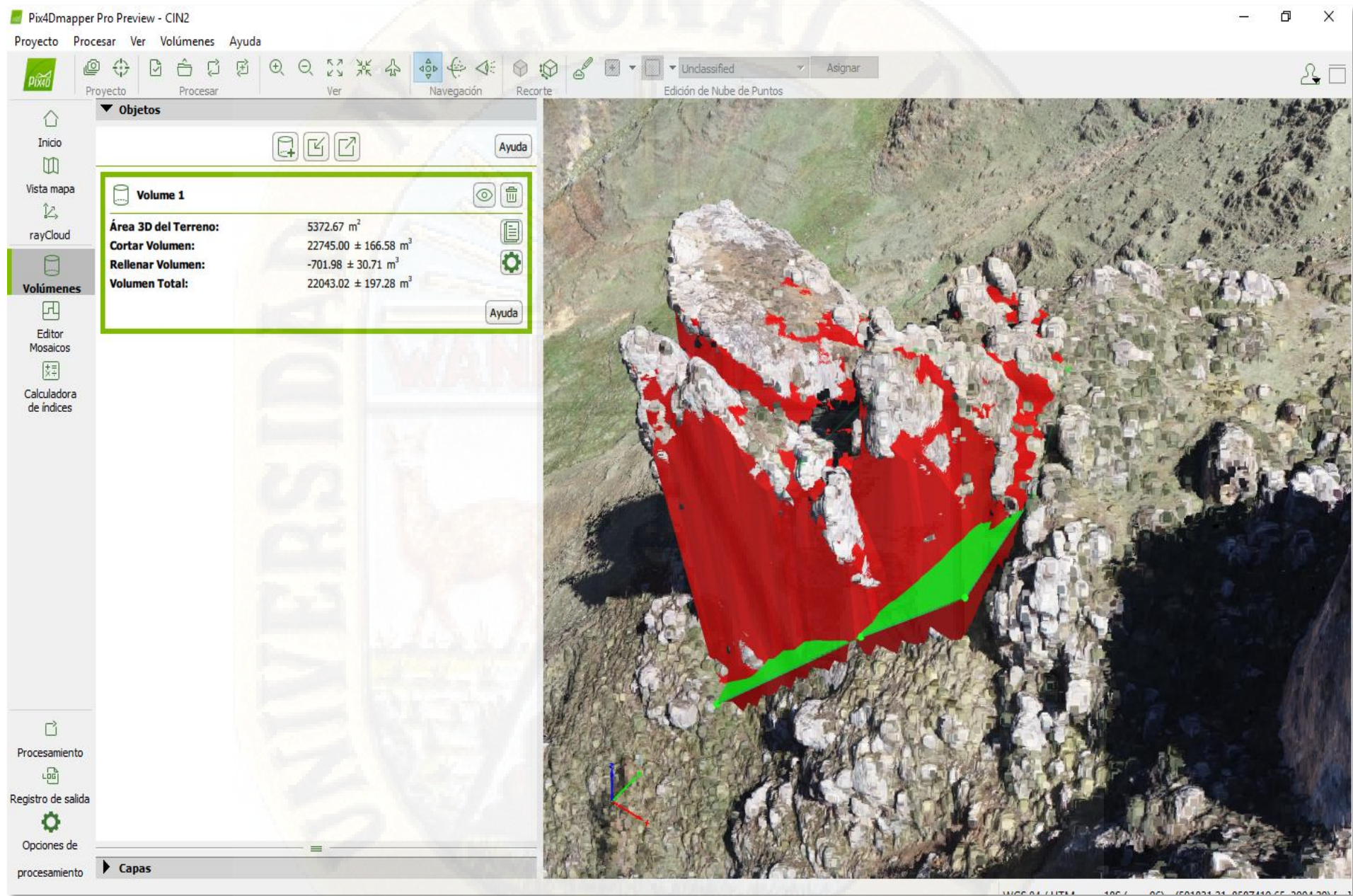


Figura 50. Procesamiento de imágenes en PIX 4D mapper, realizando el corte del volumen de otro ángulo.  
Fuente: Elaboración propia.



[illegible]



Apéndice 6. Características geológicas.

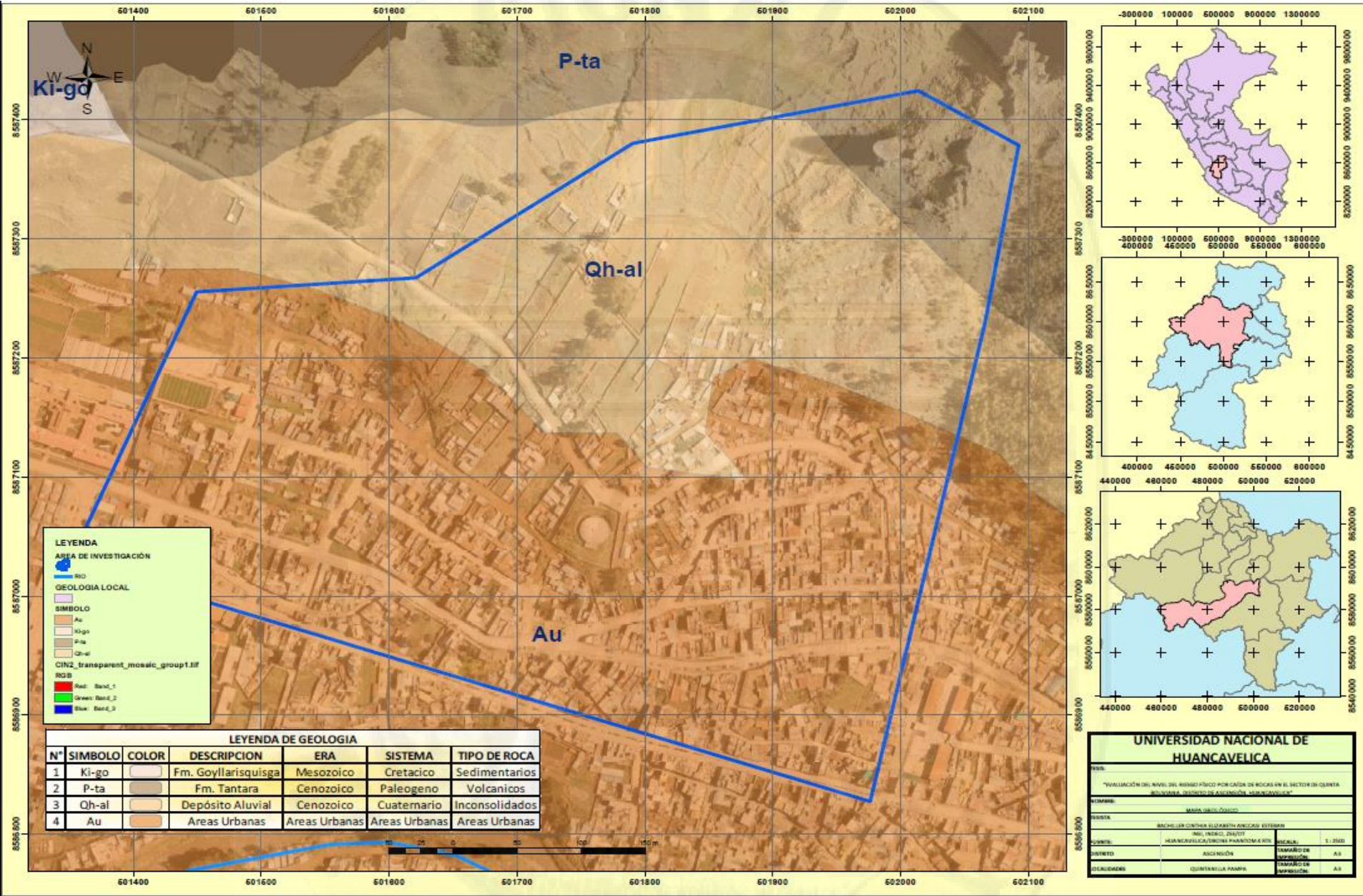


Figura 52. Mapa de características geológicas.  
Fuente: Elaboración propia.



Apéndice 7. Características geomorfológicas.

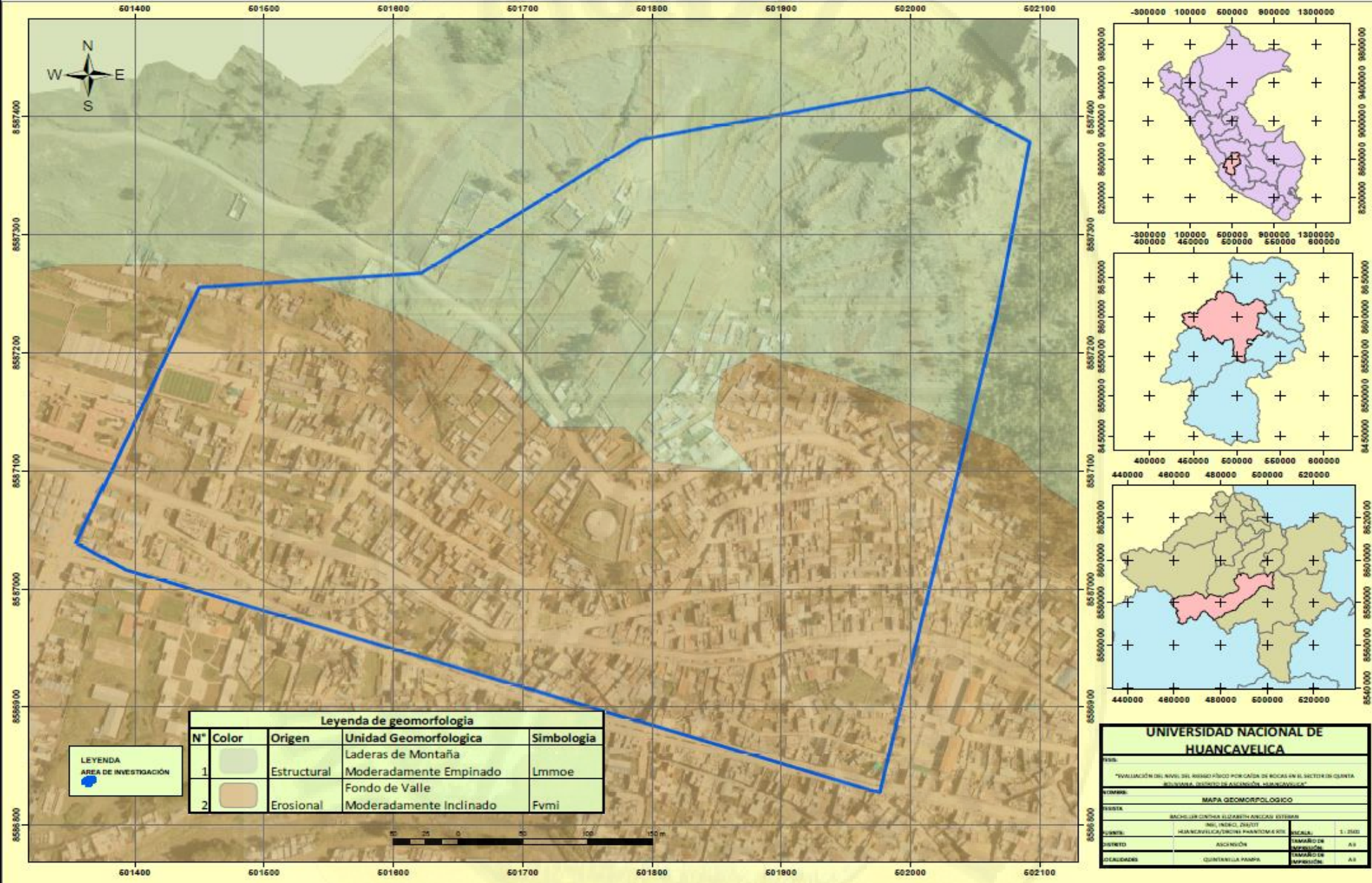


Figura 53. Mapa de Características geomorfológicas.  
Fuente: Elaboración propia.



Apéndice 8. Condiciones ecológicas

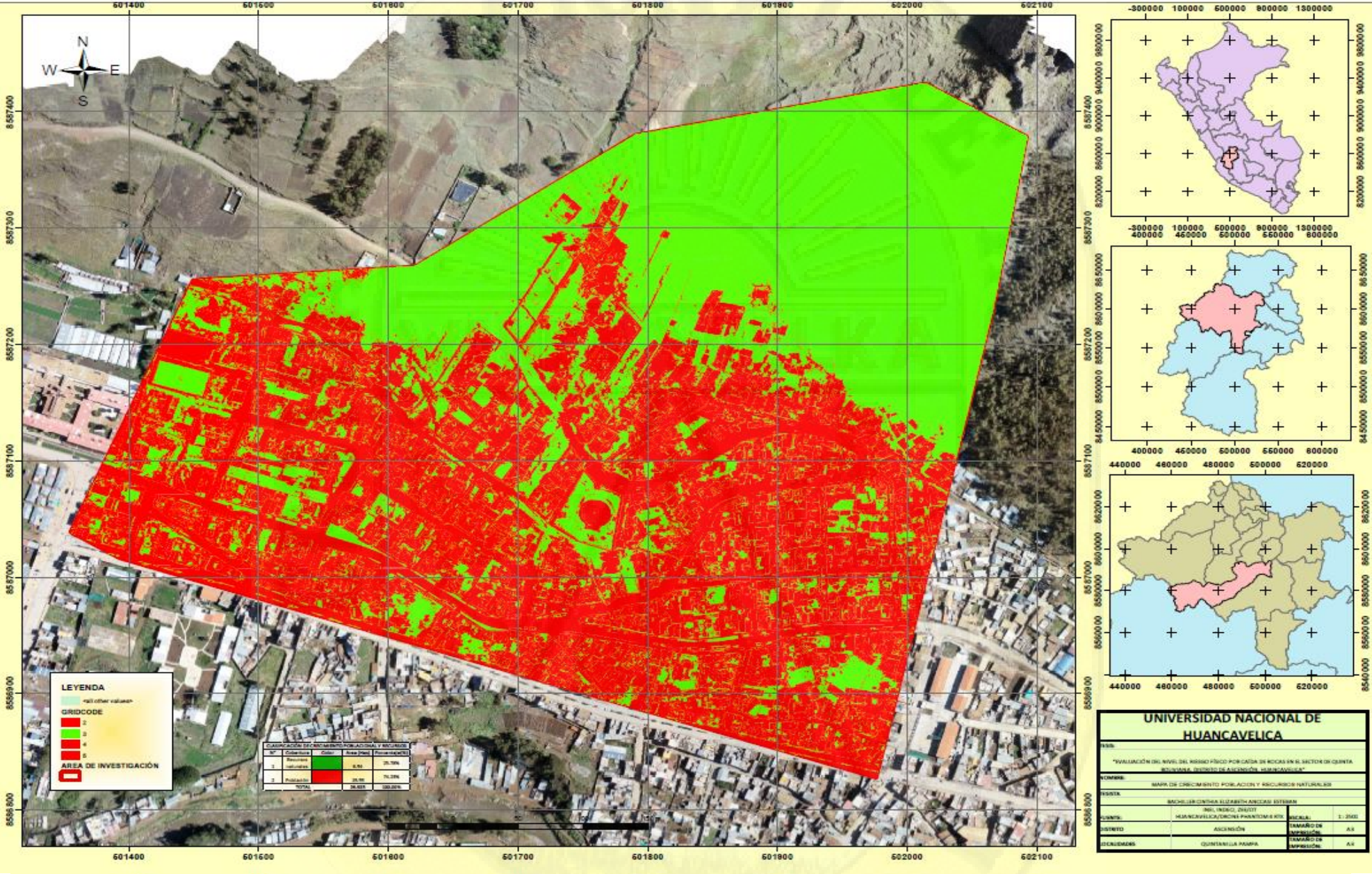


Figura 54. Mapa de crecimiento poblacional y recursos naturales.  
Fuente: Elaboración propia.



Apéndice 9. Mapa de vulnerabilidad física (Material de construcción utilizada en las viviendas).

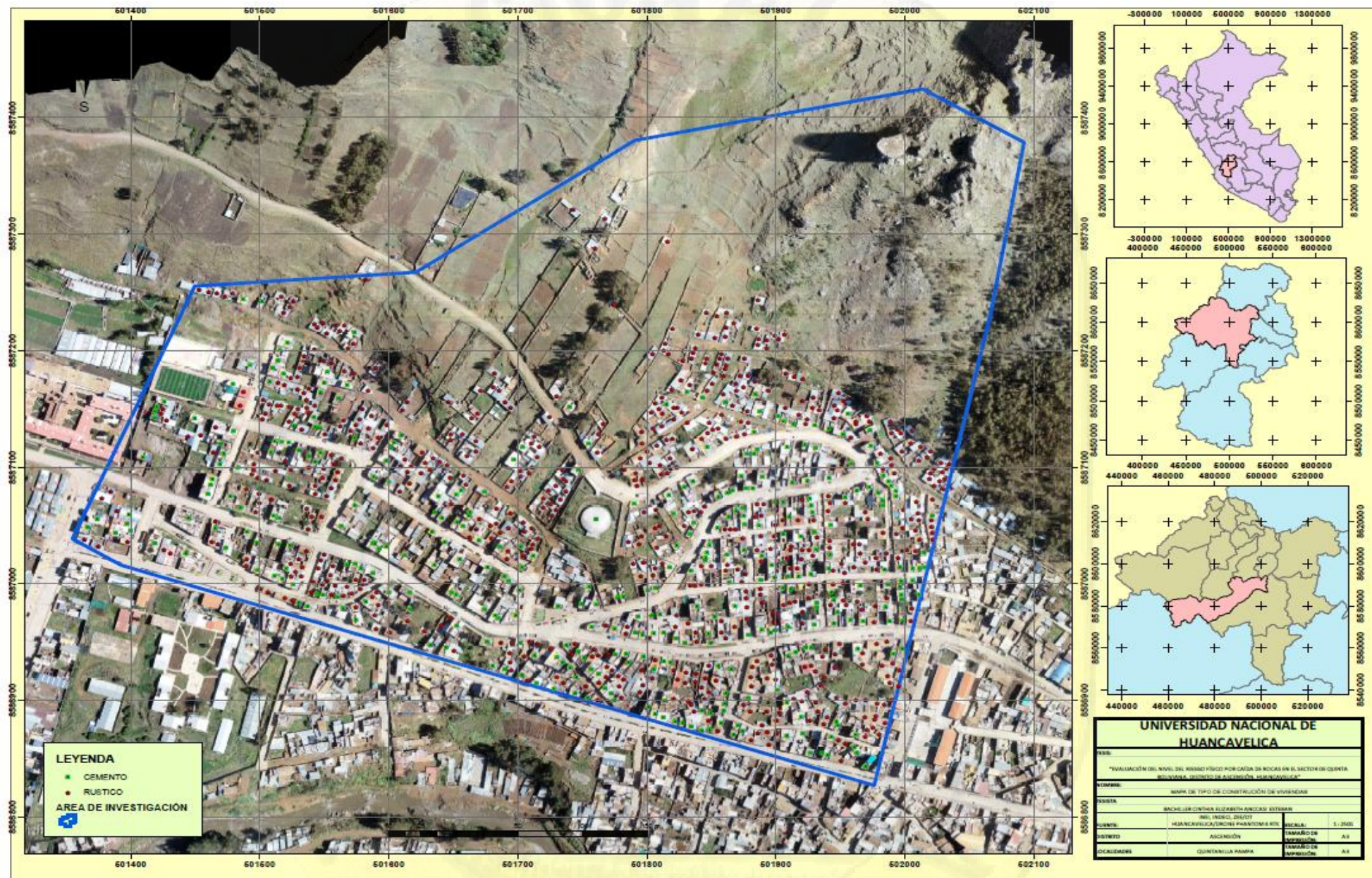


Figura 55. Mapa del tipo de material de construcción utilizadas en las viviendas.  
Fuente: Elaboración propia.



[illegible]



## Apéndice 11. Nube de puntos de la ortofoto.

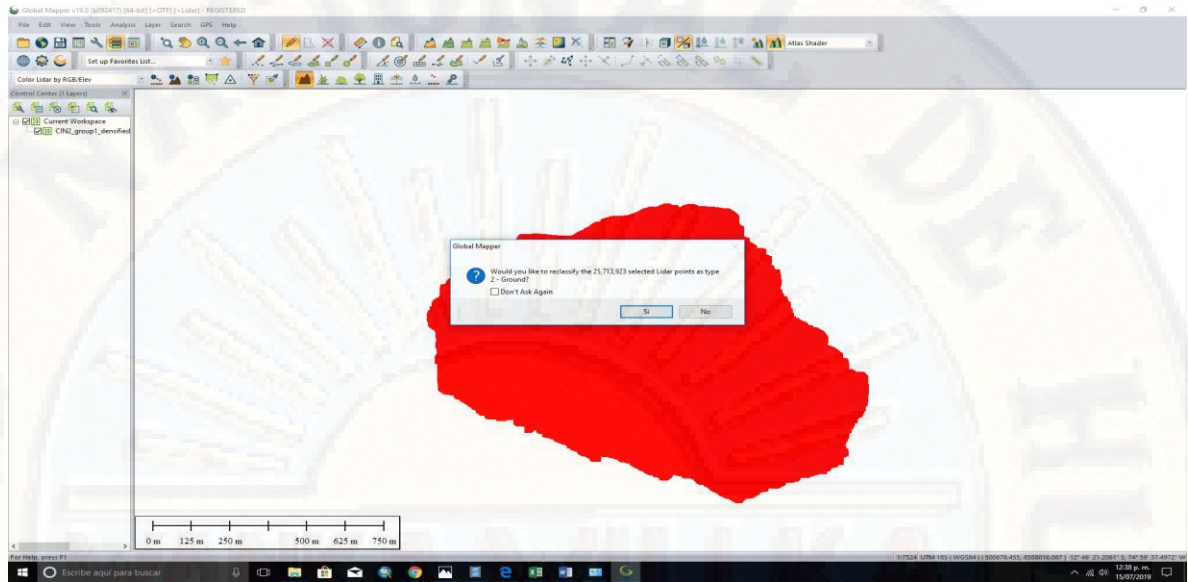


Figura 57. Cantidad de puntos identificados.

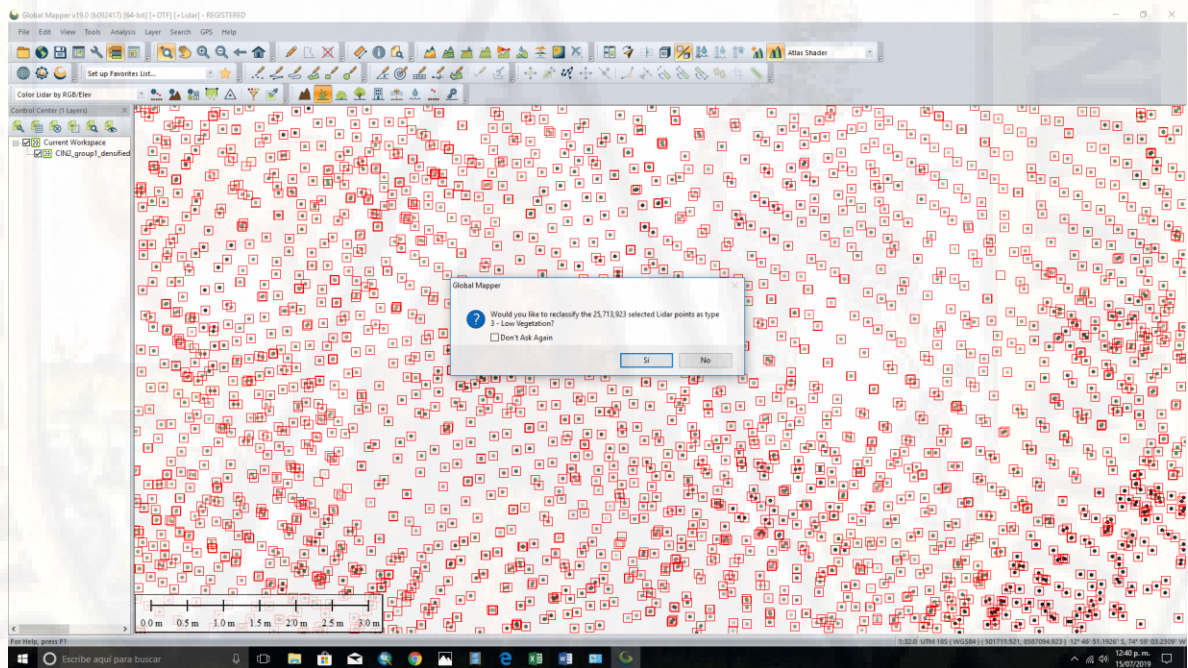


Figura 58. Puntos identificados.



## Apéndice 12. Fotografías del trabajo de campo en el sector Quinta Boliviana

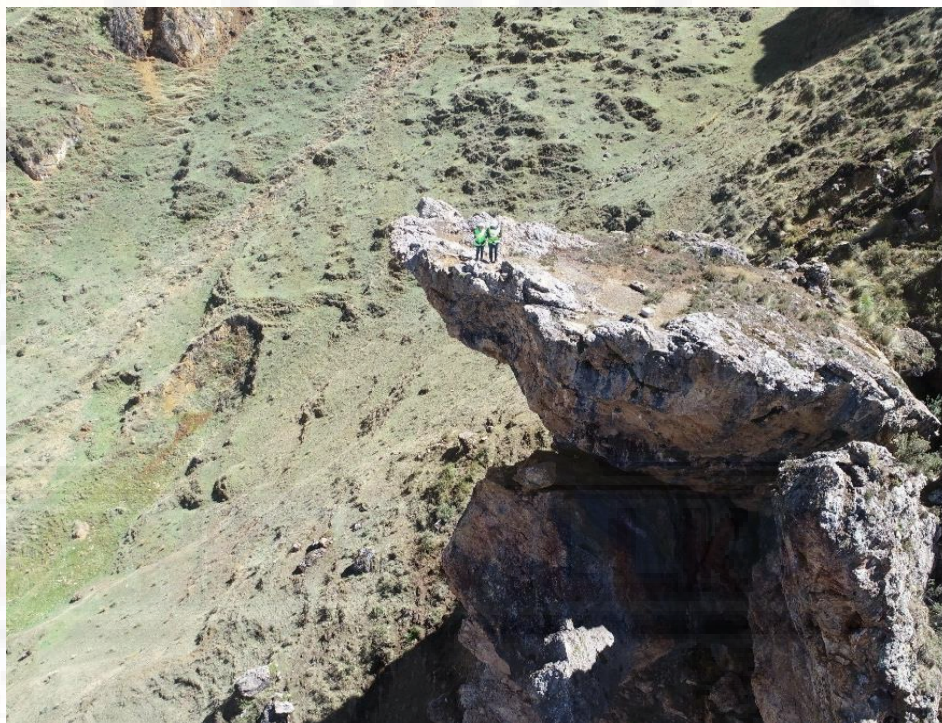


Figura 59. Trabajo de campo para la recolección de datos en diferentes ángulos.

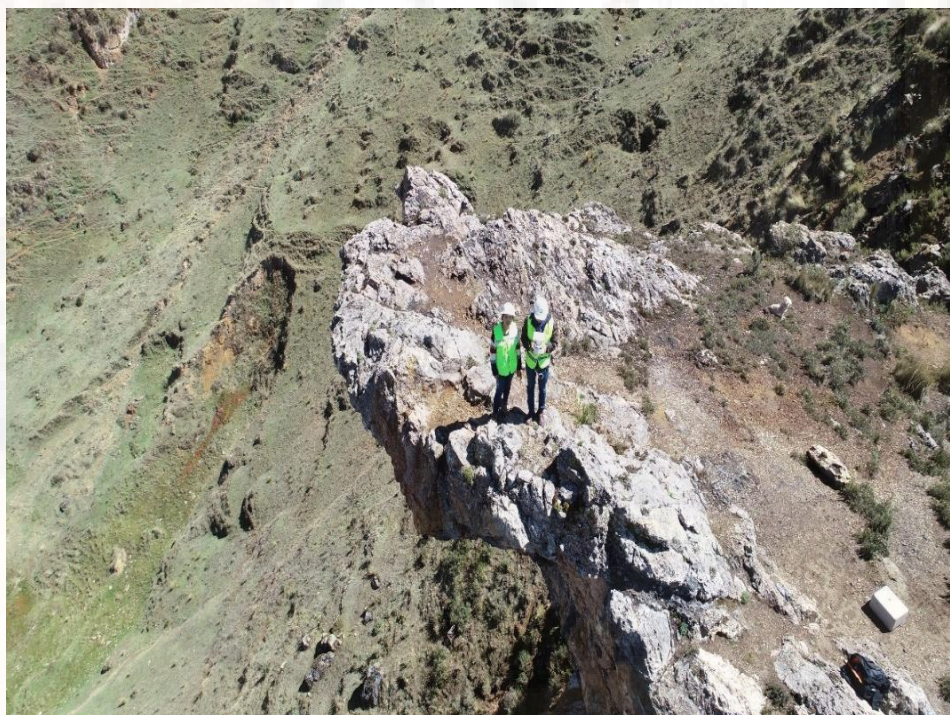
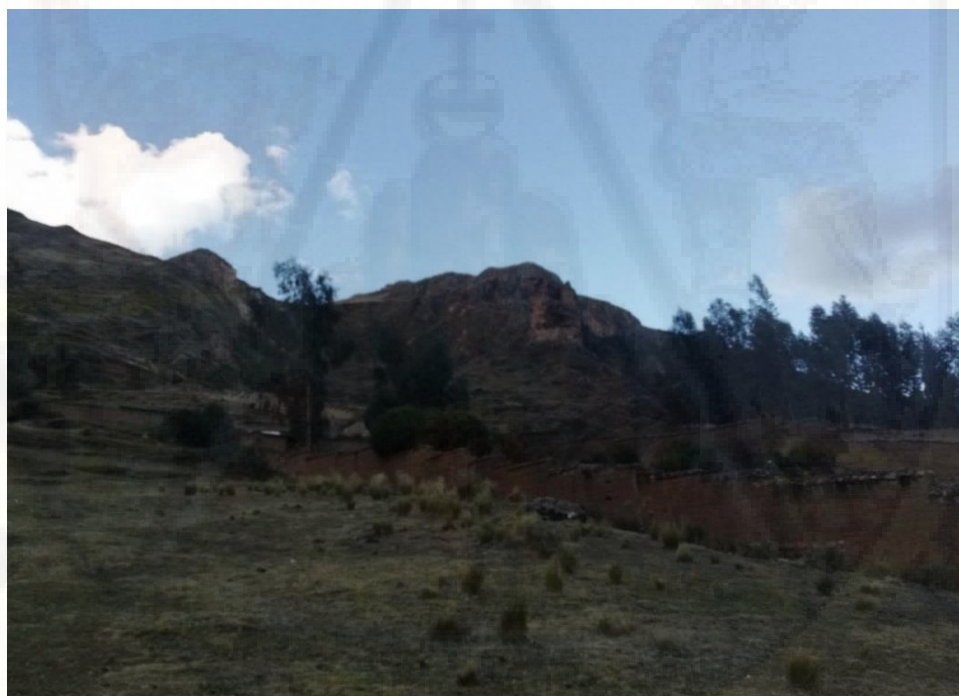


Figura 60. Trabajo de campo para la recolección de datos con un plan de vuelo.





**Figura 61. Trabajo de campo para la recolección de datos con los equipos especializados**

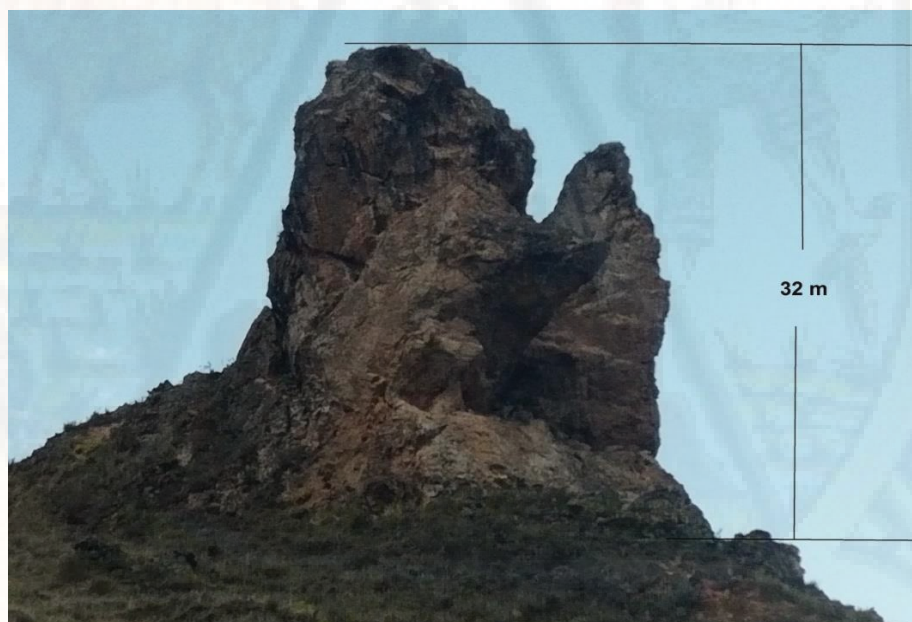


**Figura 62. Vista alejada del factor de riesgo del sector Quinta Boliviana.**





**Figura 63.** Vista cercana del factor de riesgo del sector Quinta Boliviana.



**Figura 64.** Medida de la altura del factor de riesgo del Quinta Boliviana.



**Figura 65. Vista satelital del área de estudios de sector Quinta Boliviana.**



**Figura 66. Instalación de los equipos (estación móvil GPS).**





**Figura 67. Instalación de los equipos (Drone Phanthom RTK).**



**Figura 68. Realizando la vinculación de Drone Phanthom RTK con la estación móvil GPS.**





**Figura 69. Realizando el vuelo.**



**Figura 70. Realizando la vinculación.**



**Figura 71. Verificación de los equipos.**



**Figura 72. Revisando la conectividad de los equipos.**





**Figura 73. Realizando la verificación del tipo de construcción de las viviendas**



**Figura 74. Realizando la verificación del tipo de construcción de las viviendas**





**Figura 75. Realizando la verificación del tipo de construcción de las viviendas.**

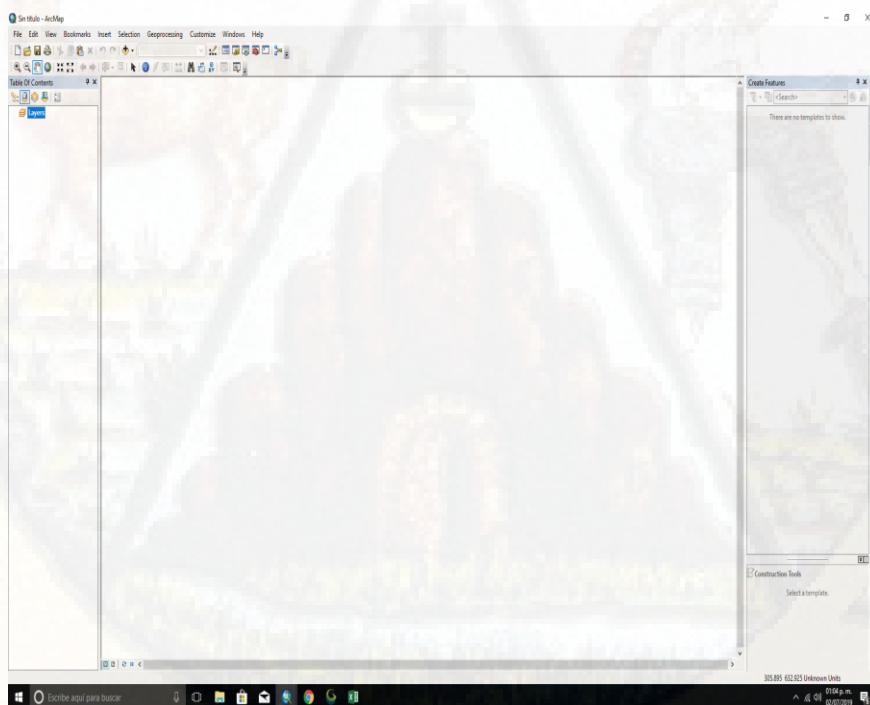


**Figura 76. Realizando la verificación del tipo de construcción de las viviendas**

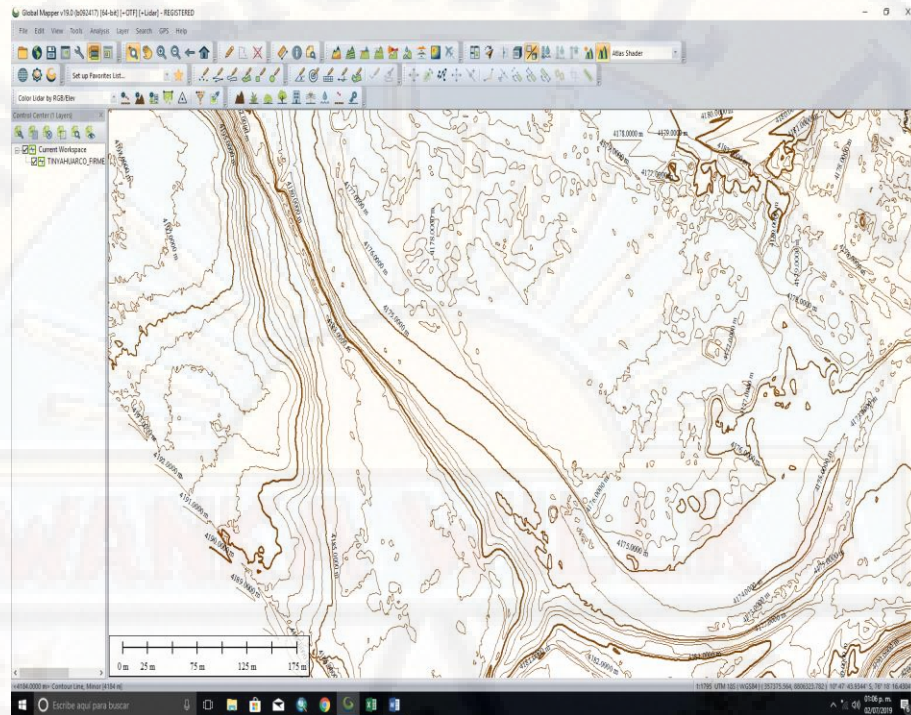


**Figura 77. Realizando la verificación del tipo de construcción de las viviendas**

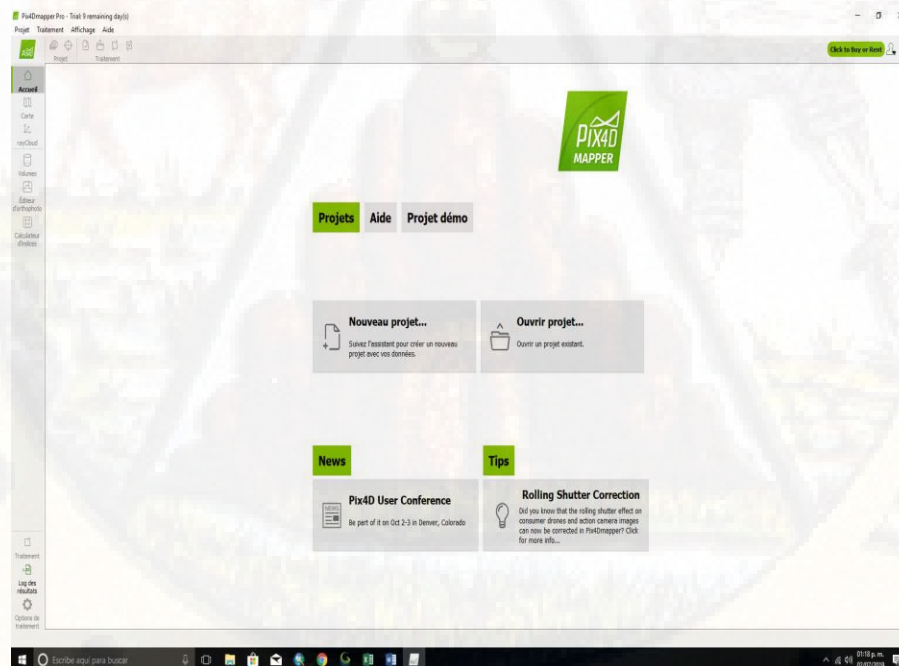
### **Apéndice 13. Capturas de pantallas de los programas utilizados.**



**Figura 78. Programa de Arc Gis 10.3.**



**Figura 79. Programa de Global Mapper 18.0.**



**Figura 80. Programa de Pix 4D.**



er Quinta Boliviana.

**Fuente:** Elaboración propia.



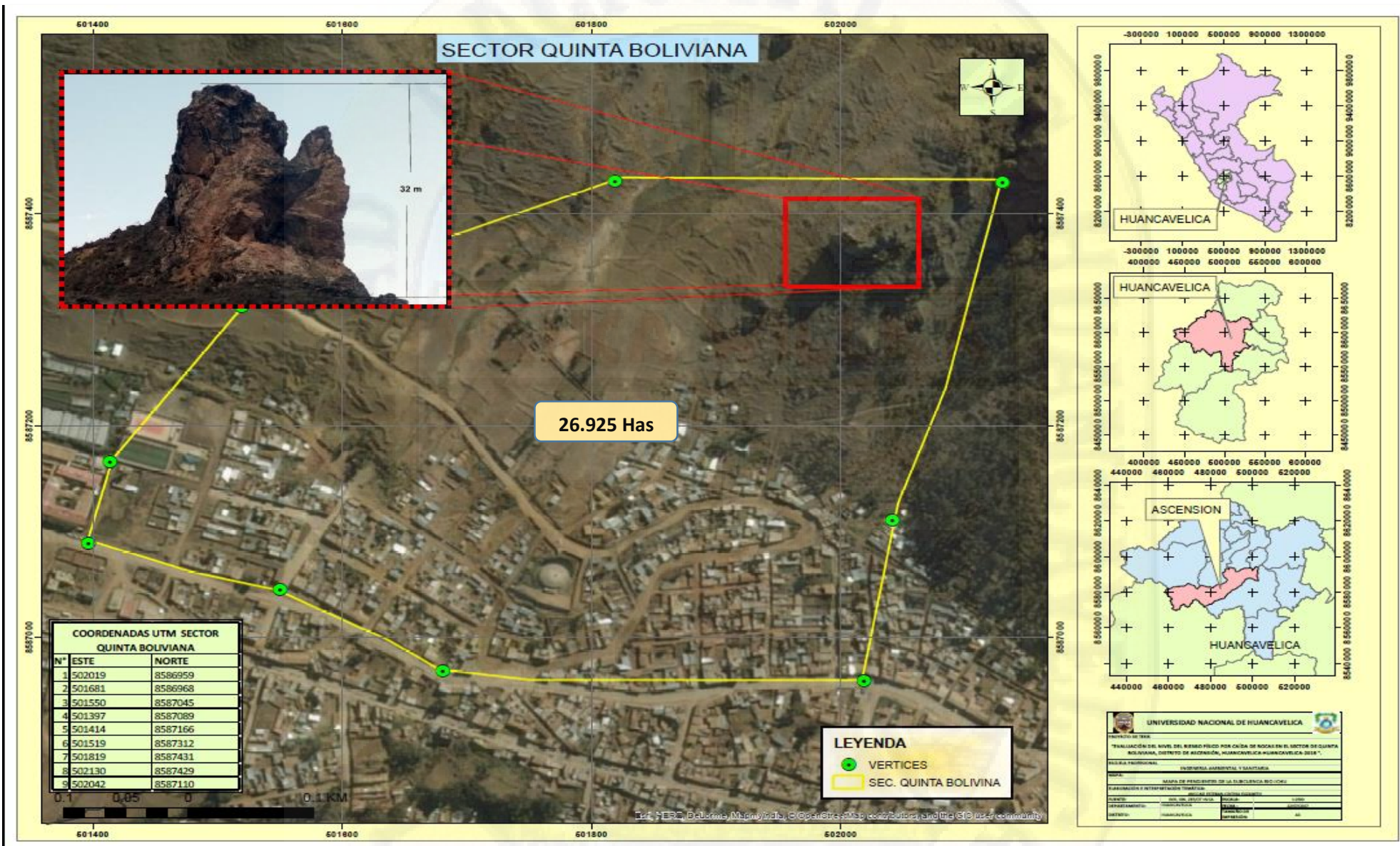


Figura 82. Mapa de ubicación del sector de Quinta Boliviana.  
Fuente: Elaboración propia.



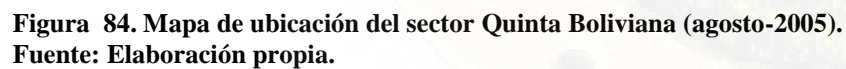
Apéndice 15. Mapa de curvas de nivel del sector Quinta Boliviana.



Figura 83. Mapa de la topografía (curvas de nivel).  
 Fuente: Elaboración propia.



## Screen





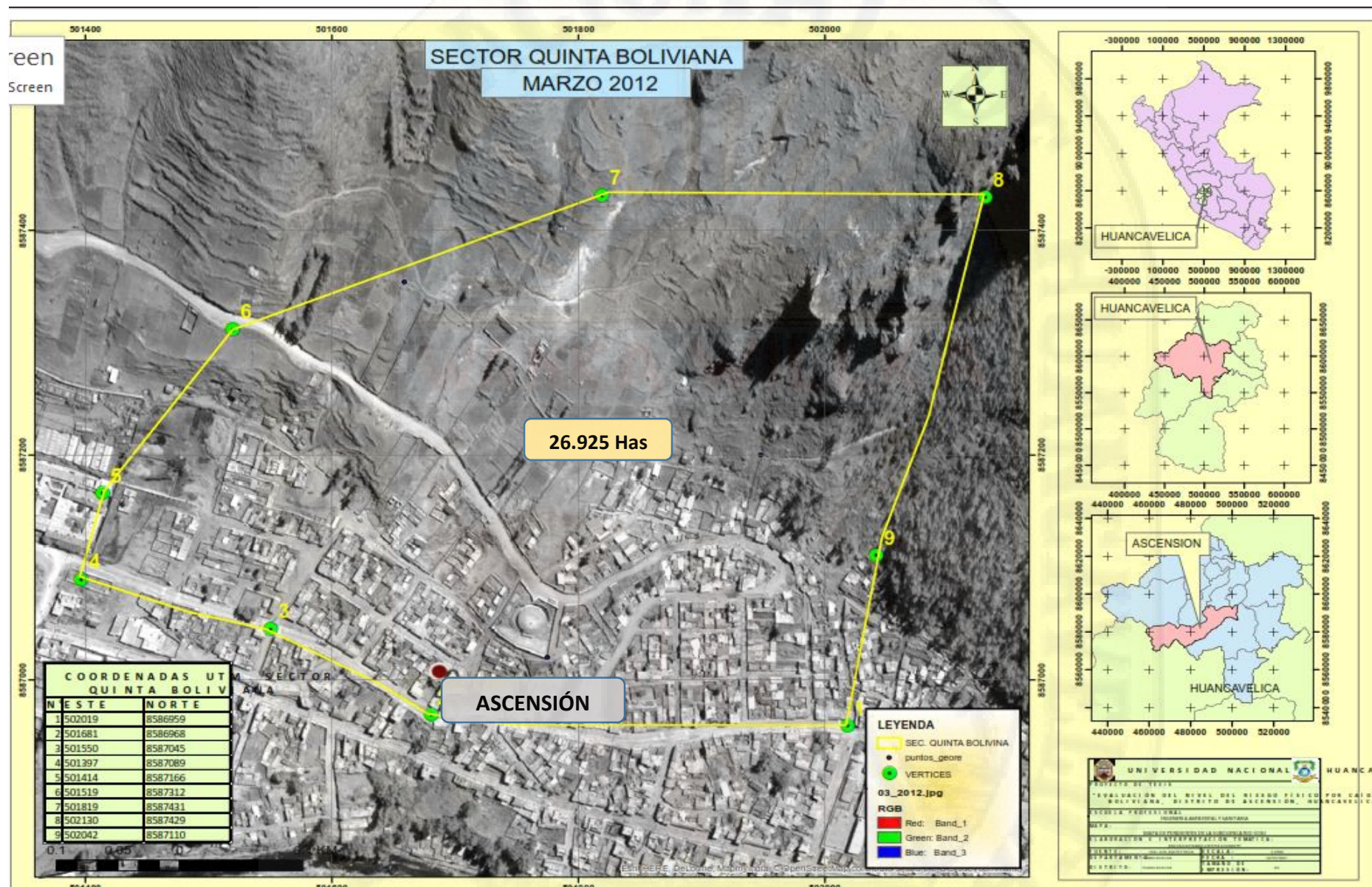


Figura 85. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (marzo-2012).  
Fuente: Elaboración propia.



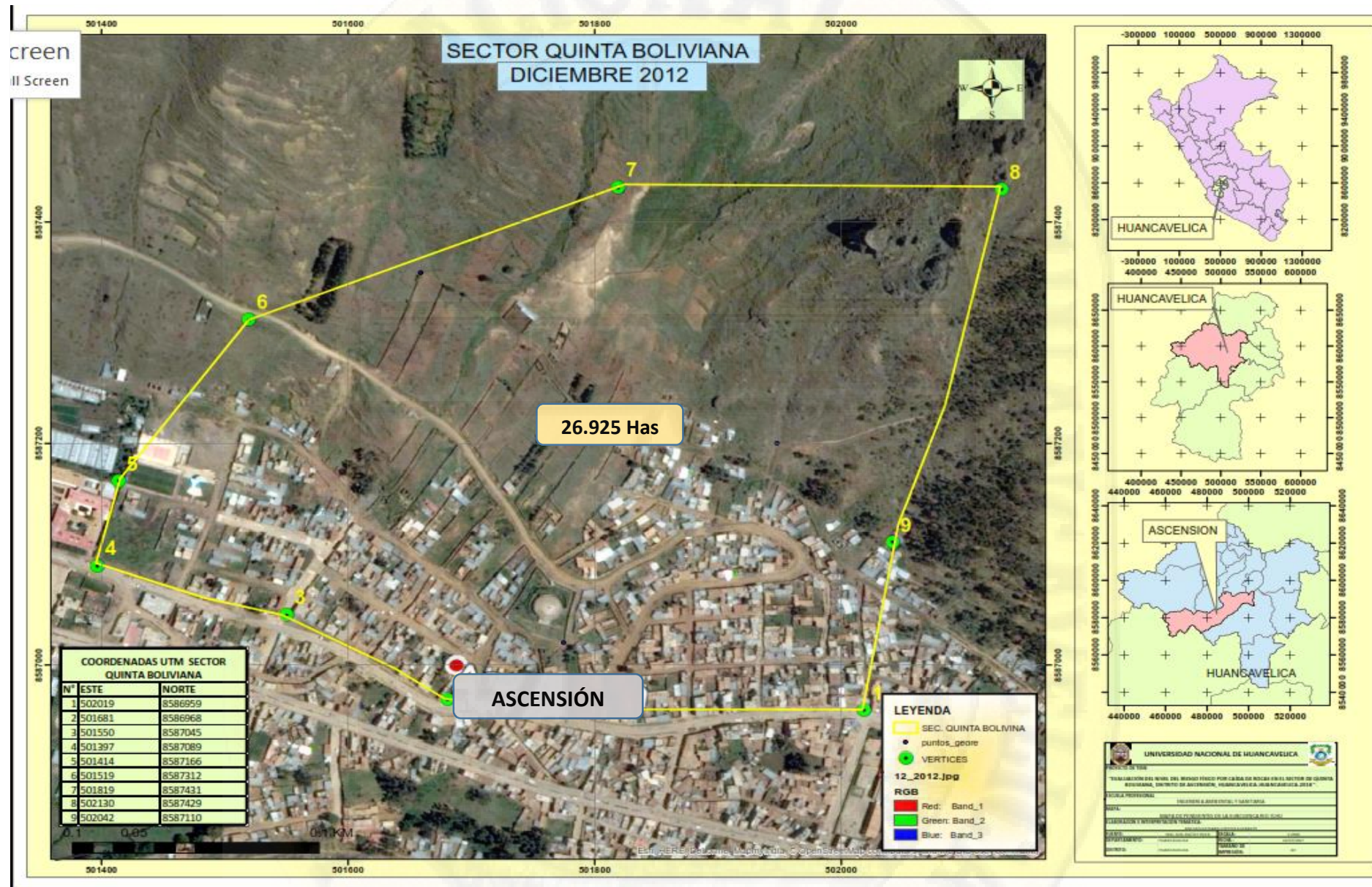


Figura 86. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (diciembre-2012).  
Fuente: Elaboración propia.



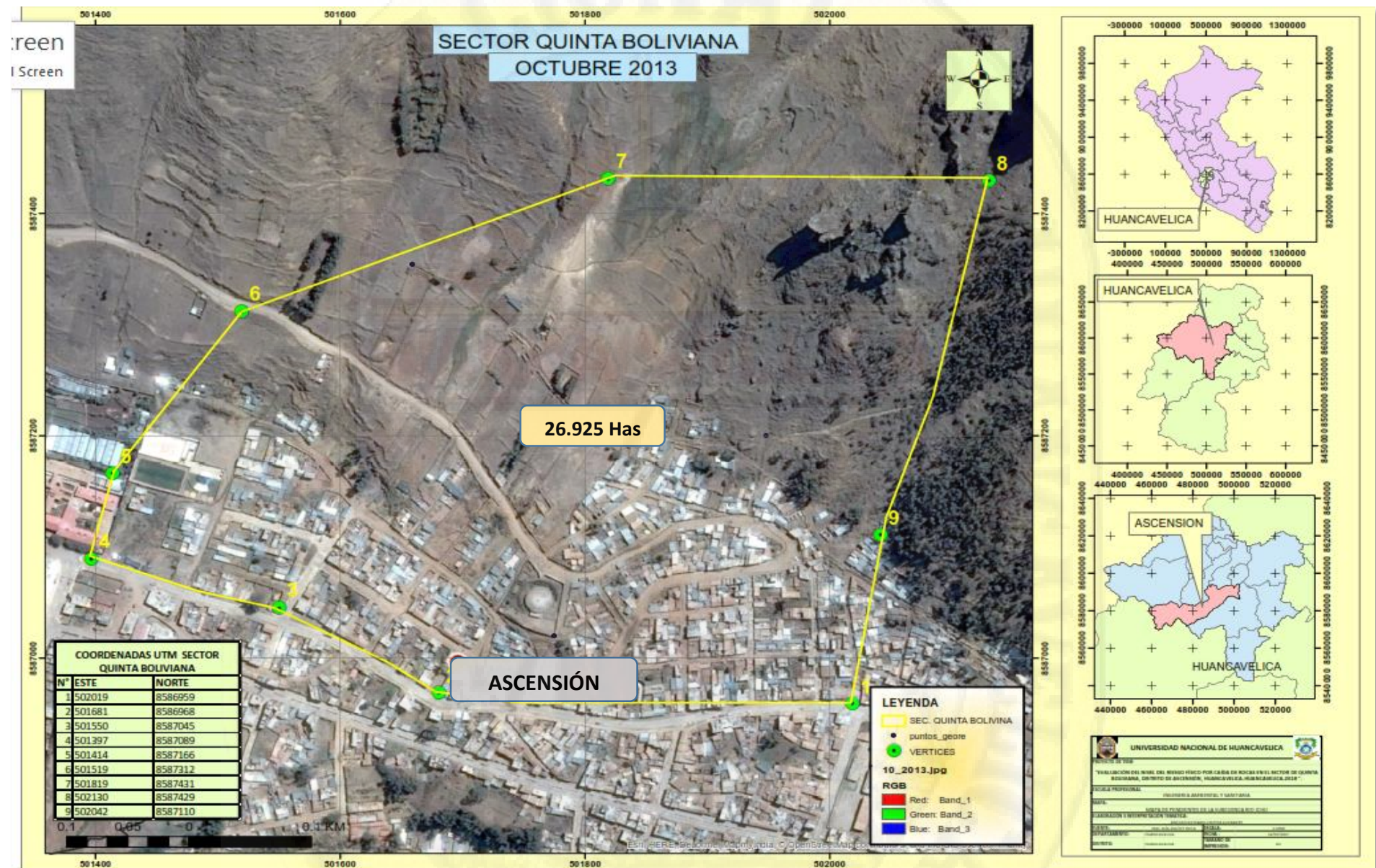


Figura 87. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (octubre-2013).  
Fuente: Elaboración propia.



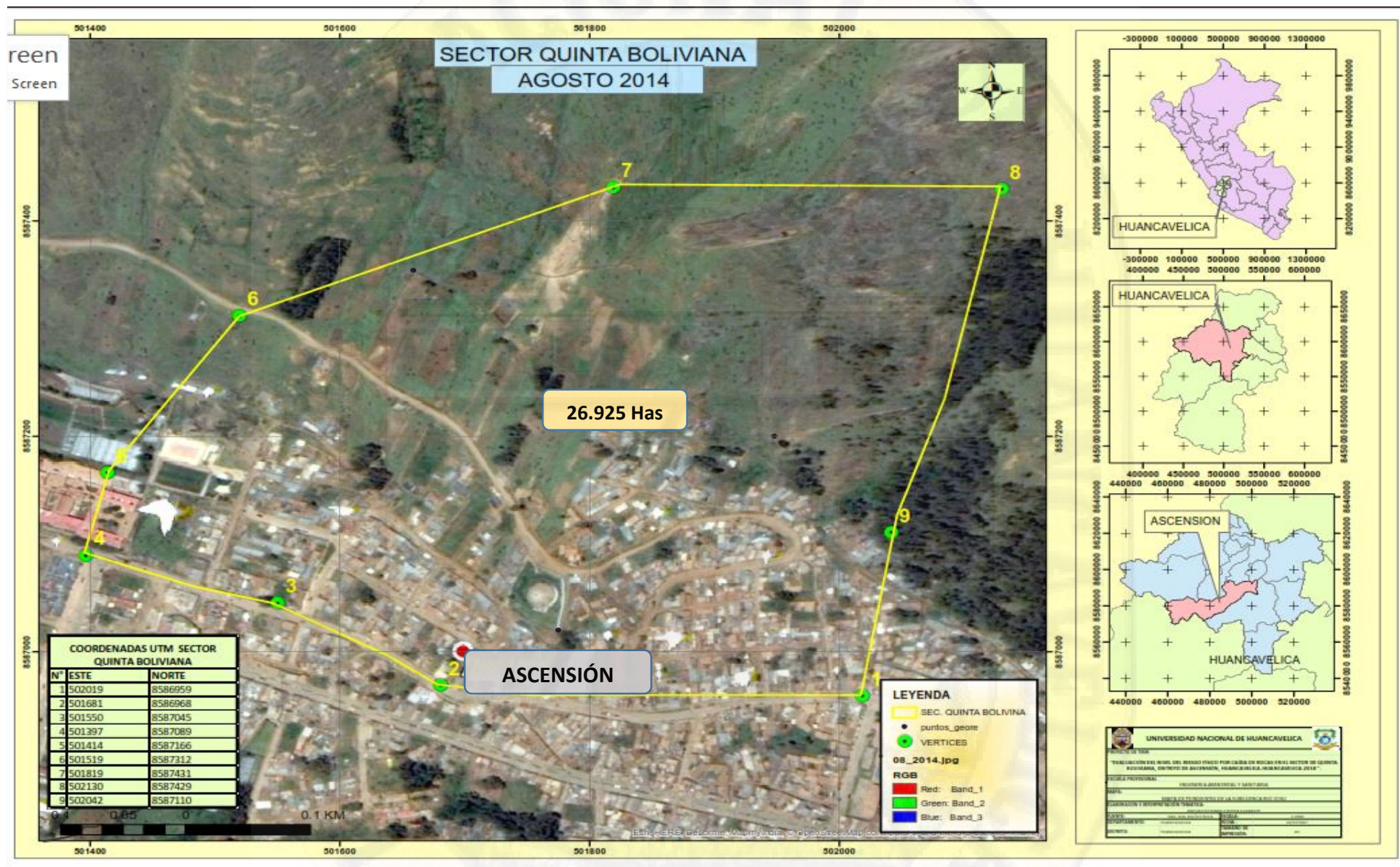


Figura 88. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (agosto-2014).  
Fuente: Elaboración propia.



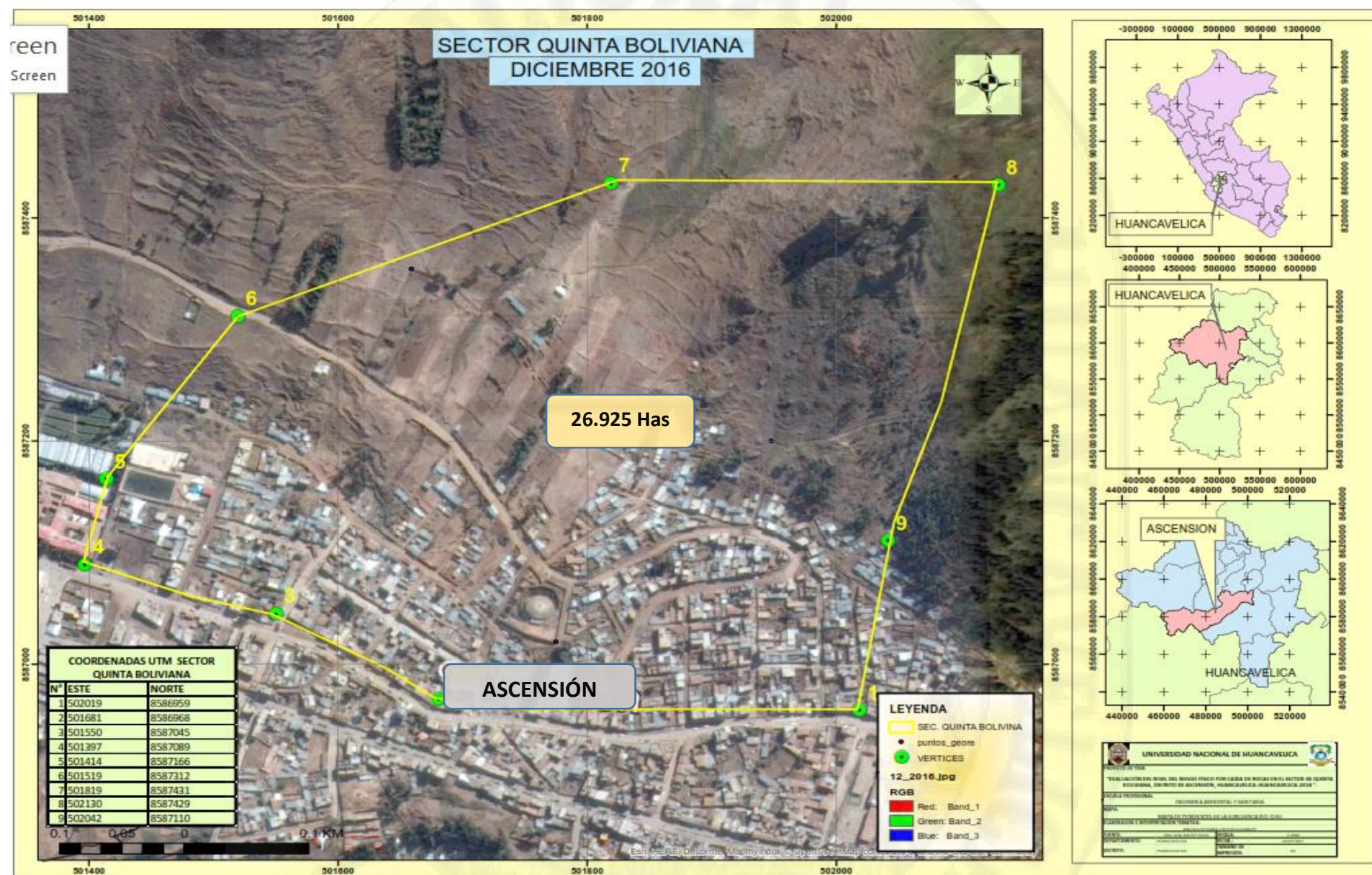


Figura 89. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (diciembre-2016).  
Fuente: Elaboración propia.



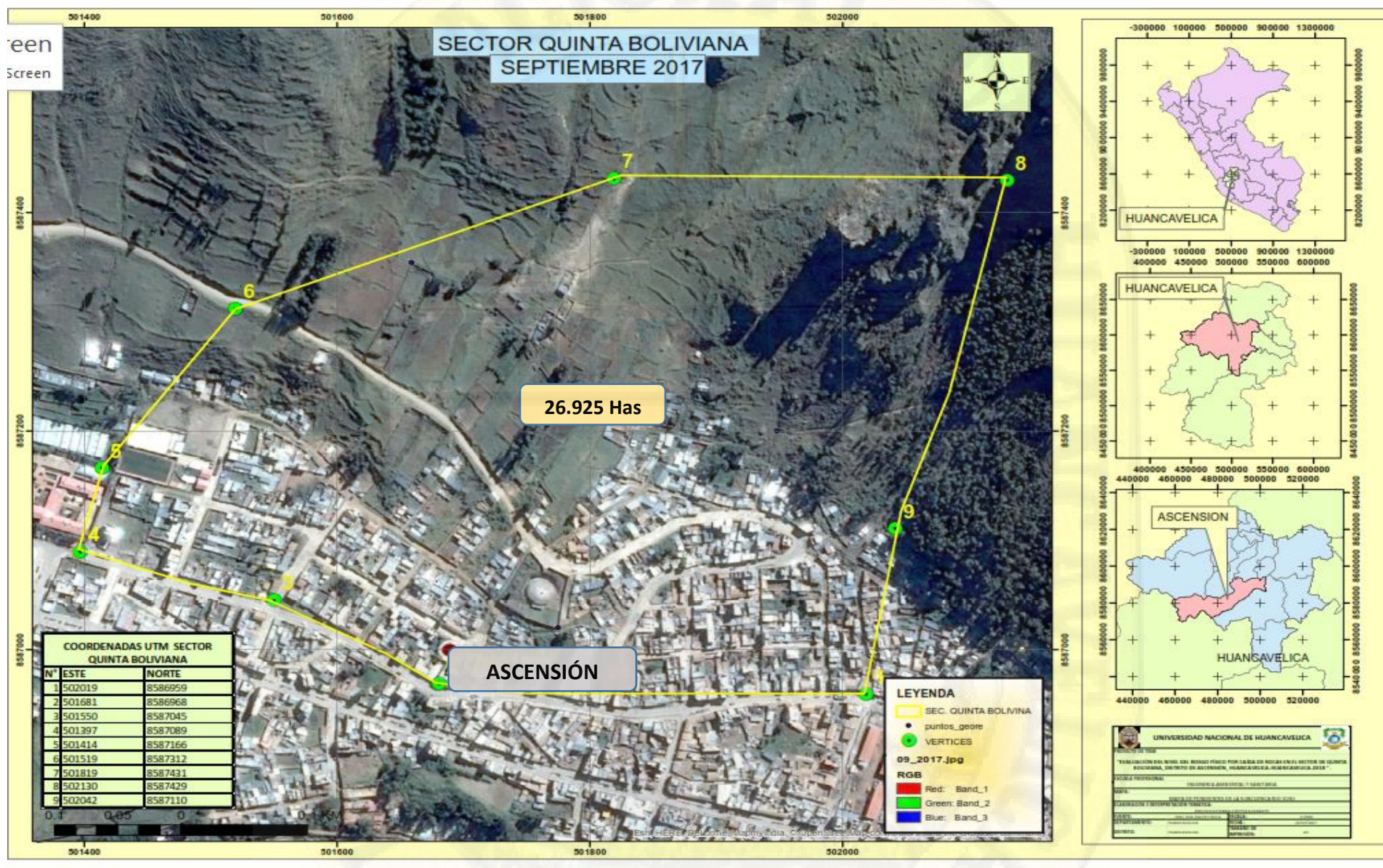


Figura 90. Mapa de ubicación del sector Quinta Boliviana (septiembre-2017).  
Fuente: Elaboración propia



## Apéndice 17. Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres



Nuestro papel como líderes es proteger la vida y los bienes de las personas de la comunidad a través de una buena Gestión Comunitaria para la Reducción del Riesgo de Desastres, al hacer esto cumplimos con el Principio Bíblico de que la "Vida es Sagrada" y por lo tanto obedecemos y alegramos a Dios y Él nos bendice. Hay varios ejemplos en la Biblia que narran gestiones eficientes en RRD que pueden inspirar nuestra labor (Gen. 41:29-40 historia de José, Neh. 2:17-18 historia de Nehemías, etc.

Fuente: INDECI(2011)

## Apéndice 18. Datos meteorológicos brindados por SENAMHI.

### 7.1. Datos de la estación convencional de Huancavelica (Callqui Chico – Ascensión).

**Tabla 35**

#### **Datos de la estación de Huancavelica.**

Estación Huancavelica			
Latitud	12°46'17.64" Sur	DPTO.:	Huancavelica
Longitud	75°00'44.52" Oeste	PROV.:	Huancavelica
Altitud	3701 msnm	DIST.:	Huancavelica

**Fuente: SENAMHI-Huancayo.**

### 7.2. Temperatura media mensual C° estación convencional de Huancavelica (Callqui Chico –Ascensión).

**Tabla 36**

#### **Temperatura media mensual C° de la estación de Huancavelica.**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	10.3	10.0	10.1	10.0	9.3	8.2	9.1	9.9	10.1	10.5	10.5	10.0
2008	10.2	10.0	10.2	10.1	9.3	9.2	9.2	10.0	10.0	9.9	10.9	10.6
2009	10.5	10.3	10.6	10.7	9.6	9.2	9.2	9.4	10.4	11.0	10.9	10.8
2010	10.9	10.7	10.6	10.2	9.7	8.5	8.7	8.6	9.7	10.2	10.6	9.4
2011	9.5	9.5	9.1	9.0	7.7	7.3	6.2	8.2	8.9	10.2	11.3	9.9
2012	9.9	9.3	9.2	9.3	7.7	7.5	7.7	7.8	9.5	11.2	11.2	10.1
2013	10.1	10.0	10.4	9.6	9.1	8.8	7.7	8.7	9.6	10.5	11.2	9.8
2014	10.1	10.0	9.6	9.1	9.3	9.1	8.4	8.7	9.4	9.9	10.8	10.8
2015	15.7	10.0	10.4	9.0	8.8	8.4	8.2	9.2	10.5	11.1	11.4	11.0
2016	11.3	10.9	10.6	9.9	8.7	7.9	7.7	9.3	9.8	10.1	10.8	10.5
2017	9.7	9.6	9.6	9.1	9.0	8.4	8.4	9.2	9.9	10.6	11.5	11.2
2018	9.6	10.2	10.1	9.3	8.3	7.8	8.2	9.2	9.9	10.6	11.5	11.2

**Fuente: SENAMHI-Huancayo.**



**7.3. Precipitación total mensual (mm) estación convencional de Huancavelica (Callqui Chico –Ascensión).**

**Tabla 37**

**Precipitación total mensual (mm) de la estación de Huancavelica**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	74.0	73.0	76.0	76.0	76.0	73.0	74.0	74.0	75.0	68.0	70.0	72.0
2008	75.0	75.0	74.0	75.0	75.0	75.0	75.0	74.0	73.0	74.0	74.0	75.0
2009	75.0	77.0	76.0	75.0	74.0	74.0	74.0	73.0	74.0	71.0	74.0	75.0
2010	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	72.0	63.0	67.0	68.0	72.0	72.0	84.0
2011	86.0	90.0	89.0	87.0	79.0	73.0	74.0	76.0	81.0	78.0	80.0	80.0
2012	83.0	89.0	88.0	89.0	87.0	86.0	83.0	80.0	83.0	82.0	80.0	82.0
2013	81.0	81.0	84.0	80.0	82.0	82.0	85.0	85.0	84.0	83.0	82.0	90.0
2014	85.0	85.0	84.0	80.0	84.0	80.0	83.0	83.0	86.0	84.0	79.0	83.0
2015	85.0	83.0	88.0	85.0	84.0	84.0	79.0	80.0	80.0	79.0	78.0	80.0
2016	78.0	84.0	84.0	83.0	78.0	78.0	81.0	80.0	79.0	80.0	79.0	82.0
2017	85.0	86.0	83.0	83.0	84.0	82.0	82.0	81.0	81.0	81.0	80.0	81.0
2018	81.0	85.0	85.0	86.0	85.0	84.0	84.0	83.0	83.0	82.0	80.0	82.0

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

**7.4. Humedad relativa media mensual (%) estación convencional de Huancavelica (Callqui Chico –Ascensión).**

**Tabla 38**

**Humedad relativa media mensual (%) de la estación de Huancavelica.**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	95.5	66.6	222.4	43.8	21.0	0.0	4.2	3.6	46.1	74.2	55.2	78.5
2008	160.5	164.4	101.3	7.4	3.9	7.0	11.2	18.3	23.6	73.0	29.6	96.6
2009	270.3	355.6	157.0	83.7	21.5	2.1	28.2	8.8	65.5	69.1	154.1	202.2
2010	289.7	119.4	162.0	56.1	7.6	3.9	0.0	10.1	14.4	73.9	66.0	167.5
2011	241.8	219.0	196.5	78.6	12.0	1.1	10.3	8.2	47.8	40.1	103.5	159.8
2012	105.1	239.6	127.1	192.9	8.1	9.5	14.5	5.4	76.8	61.2	74.9	253.7
2013	163.0	216.1	242.7	61.0	23.0	18.8	9.9	44.3	38.1	78.5	33.0	198.7
2014	174.7	137.4	135.9	71.5	59.5	4.1	23.2	11.3	73.7	88.6	55.4	102.3
2015	158.2	160.3	132.0	83.8	39.4	19.0	14.2	36.0	37.8	85.3	65.1	177.2
2016	80.6	157.3	98.8	100.0	9.9	4.4	7.2	7.8	39.5	72.6	43.7	114.9
2017	270.2	214.2	164.3	101.1	55.3	9.9	13.5	6.4	66.8	94.2	77.1	101.1
2018	192.0	150.4	198.3	120.1	41.1	21.2	26.2	7.8	39.5	72.6	43.7	114.9

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

**7.5. Dirección del viento de la estación convencional de Huancavelica (Callqui Chico –Ascensión).**

**Tabla 39**

**Dirección del viento de la estación de Huancavelica**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	NE	E	NE	W	W	E	W	E	W	E	E	E
2008	NE	E	E	W	E	W	W	E	E	E	W	E
2009	E	E	E	W	NE	NE	E	E	E	E	E	E
2010	E	W	E	E	E	E	E	E	E	E	E	W
2011	W	W	W	W	W	SE	W	W	W	W	W	W
2012	W	W	W	E	E	W	E	E	E	E	E	E
2013	E	W	E	E	W	W	W	W	W	W	W	E
2014	W	W	W	W	E	W	SE	W	SE	SE	W	W
2015	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	NW	SE
2016	NW	W	SE	SE	NW	NW	NW	W	W	SE	W	W
2017	SE	SE	W	W	W	NW	NW	W	W	W	NW	W
2018	E	W	W	W	W	SE	W	SE	W	SE	W	W

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

**7.6. Velocidad del viento (m/s) estación de la estación convencional de Huancavelica (Callqui Chico –Ascensión).**

**Tabla 40**

**Velocidad del viento (m/s) de la estación de Huancavelica**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	5.9	6.0	5.3	6.0	6.7	8.2	8.1	7.1	5.7	5.2	5.9	6.7
2008	5.5	5.1	5.3	5.6	7.8	7.5	8.3	8.5	8.1	8.4	7.4	6.0
2009	5.9	5.8	5.9	6.7	6.8	8.6	8.6	8.2	7.0	7.6	9.0	7.1
2010	6.2	6.4	6.0	6.6	8.0	3.1	4.2	3.0	3.1	2.3	3.0	2.2
2011	1.9	2.0	1.7	1.8	1.9	2.4	2.4	2.9	3.5	3.8	2.5	2.9
2012	2.0	2.9	2.0	1.8	2.8	2.8	3.0	3.7	2.8	3.4	2.6	2.7
2013	3.3	2.1	2.4	4.0	3.3	3.0	3.6	2.9	2.8	3.4	3.5	3.0
2014	2.9	3.0	2.5	3.2	3.5	3.6	3.3	3.4	2.8	3.4	4.0	4.6
2015	4.2	3.1	3.2	3.2	4.4	3.9	5.6	5.0	4.2	4.5	4.3	3.8
2016	3.6	3.0	3.2	3.9	3.9	4.8	5.4	5.6	4.8	4.9	5.0	4.1
2017	2.8	3.5	3.6	4.1	4.0	4.6	5.6	5.6	3.7	3.9	4.3	3.6
2018	3.2	3.3	3.1	3.3	3.7	3.3	3.5	3.0	4.8	4.9	5.0	4.1

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

## 7.7. Datos de la estación de Pampas

**Tabla 41**

**Datos de la estación de Pampas.**

Estación Pampas			
Latitud	12°24'07.3" Sur	Departamento:	Huancavelica
Longitud	74°53'03.3" Oeste	Provincia:	Tayacaja
Altitud	3280 msnm	Distrito :	Pampas
Fuente: SENAMHI-Huancayo.			

## 7.8. Temperatura media mensual (°C). estación de Pámpas

**Tabla 42**

**Temperatura media mensual (°C) de la estación de Pampas**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	12.4	11.6	11.7	10.9	9.4	8.1	7.9	8.5	9.0	10.4	10.6	10.1
2008	10.6	10.3	9.5	8.9	8.5	8.6	7.8	8.9	10.0	11.7	11.7	11.7
2009	11.5	12.0	10.8	10.7	9.7	8.2	8.8	9.8	10.7	11.2	12.0	11.9
2010	12.2	12.7	12.5	11.4	10.6	9.1	8.2	8.7	10.1	11.0	11.6	11.6
2011	11.6	11.6	11.6	10.6	9.3	8.5	8.3	9.5	10.1	11.2	11.9	11.3
2012	11.7	11.8	11.4	10.8	9.4	16.3	16.8	8.5	9.8	11.7	12.0	12.4
2013	11.9	12.6	12.4	10.1	9.8	9.1	7.9	8.8	10.3	11.6	11.7	11.7
2014	11.9	12.0	11.7	10.6	10.3	9.1	8.7	9.0	14.0	10.6	11.7	11.9
2015	11.7	12.1	11.4	10.8	10.3	9.0	8.4	9.7	11.4	11.4	11.9	12.3
2016	12.5	13.3	12.3	11.5	9.9	8.8	8.1	10.0	10.2	11.1	11.5	12.0
2017	11.9	11.5	12.0	11.0	10.6	9.1	8.3	9.5	10.9	11.4	11.9	11.5
2018	11.3	12.3	12.2	10.6	9.1	8.7	8.3	10.0	10.2	11.1	11.5	12.0

**Fuente: SENAMHI-Huancayo.**



## 7.9. Precipitación total mensual (mm) estación de Pámpas

**Tabla 43**

### Precipitación total mensual (mm) de la estación de Pampas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	59.1	60.4	109. 2	42.0	34.3	0.0	23.2	1.4	15.9	53.1	37.9	84.3
2008	113.0	93.4	39.7	13.0	14.1	14.7	0.0	9.0	26.6	65.8	26.4	57.2
2009	88.7	106.0	60.7	40.6	8.4	2.4	24.4	26.2	36.5	32.4	60.5	97.0
2010	131.6	105.2	75.7	41.2	5.5	4.8	1.0	13.8	11.0	50.2	7.9	105.3
2011	192.8	163.1	132. 4	65.7	15.2	4.6	8.6	9.9	24.4	59.2	53.5	60.1
2012	44.6	111.3	47.1	79.5	10.3	31.2	12.4	5.2	25.7	68.4	49.5	117.4
2013	83.3	123.6	60.1	9.3	20.9	10.4	6.8	28.6	14.1	40.5	40.3	97.6
2014	85.6	90.7	131. 3	40.6	7.6	1.8	26.8	15.6	44.8	35.0	55.9	105.5
2015	152.6	120.1	62.3	36.6	16.3	14.0	12.2	35.2	17.1	42.1	47.3	78.1
2016	49.5	121.8	38.9	31.0	20.2	1.6	12.2	6.3	9.7	58.8	26.1	72.9
2017	134.1	107.0	117. 2	41.9	27.5	0.0	5.1	19.6	39.9	40.3	47.2	60.8
2018	112.9	109.1	136. 3	52.6	7.9	11.6	20.9	6.3	9.7	58.8	26.1	72.9

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

## 7.10. Humedad Relativa media mensual (%) estación de Pámpas

**Tabla 44**

### Humedad Relativa media mensual (%) de la estación de Pampas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	76.0	74.0	78.0	76.0	78.0	64.0	67.0	68.0	69.0	65.0	67.0	69.0
2008	76.0	77.0	76.0	72.0	68.0	66.0	64.0	64.0	63.0	67.0	62.0	68.0
2009	74.0	76.0	77.0	76.0	70.0	64.0	65.0	65.0	63.0	62.0	70.0	76.0
2010	74.0	79.0	78.0	74.0	70.0	78.0	67.0	62.0	68.0	72.0	72.0	78.0
2011	79.0	74.0	80.0	78.0	77.0	72.0	72.0	69.0	73.0	73.0	72.0	77.0
2012	77.0	80.0	81.0	80.0	77.0	76.0	73.0	72.0	71.0	73.0	74.0	78.0
2013	75.0	81.0	78.0	75.0	86.0	78.0	71.0	71.0	68.0	75.0	73.0	76.0
2014	80.0	81.0	80.0	81.0	80.0	75.0	74.0	68.0	75.0	73.0	69.0	78.0
2015	76.0	78.0	79.0	80.0	78.0	75.0	70.0	73.0	69.0	70.0	71.0	72.0
2016	75.0	80.0	79.0	77.0	75.0	70.0	66.0	67.0	67.0	72.0	65.0	73.0
2017	80.0	81.0	82.0	79.0	81.0	77.0	70.0	68.0	73.0	69.0	69.0	76.0
2018	80.0	78.0	81.0	79.0	77.0	73.0	71.0	74.0	67.0	72.0	65.0	73.0

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

### 7.11. Dirección del viento estación de Pámpas

**Tabla 45**

**Dirección del viento de la estación de Pampas**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2008	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2009	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2010	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2011	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2012	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2013	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2014	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2015	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2016	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2017	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2018	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

### 7.12. Velocidad del viento (m/s) estación de Pámpas

**Tabla 46**

**Velocidad del viento (m/s) estación de Pámpas**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	3.3	3.2	2.7	3.0	2.8	2.5	3.4	3.5	3.1	3.0	3.0	2.9
2008	2.7	2.8	2.6	2.4	2.6	2.1	2.4	2.4	3.0	2.6	2.6	2.6
2009	2.2	2.0	1.7	2.2	2.2	2.0	2.3	2.2	2.7	2.9	2.5	3.3
2010	3.4	2.7	3.0	3.3	2.8	3.6	3.1	3.0	2.7	2.8	2.6	2.1
2011	1.9	2.0	2.1	2.2	2.1	2.4	2.2	2.2	2.6	2.4	2.2	2.2
2012	2.6	2.1	2.2	2.0	2.2	2.1	2.1	2.3	2.7	2.7	2.5	2.4
2013	2.1	1.9	2.3	2.3	2.0	2.2	2.3	2.5	2.4	2.4	2.3	2.2
2014	2.5	2.5	2.2	2.4	2.2	2.4	2.3	2.2	2.2	2.6	2.5	2.0
2015	2.3	2.1	1.9	2.1	2.1	2.3	2.5	2.5	2.9	2.6	2.7	2.3
2016	2.5	2.3	2.3	2.1	2.4	2.5	2.6	2.8	3.0	2.6	2.9	2.4
2017	2.4	2.1	2.2	2.3	1.9	2.1	2.4	2.8	2.8	2.3	2.2	2.4
2018	1.9	2.1	1.8	1.5	1.9	2.2	2.0	2.4	2.4	2.4	2.3	2.2

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

### 7.13. Datos de la estación de Acobamba.

**Tabla 47**

**Datos de la estación de Acobamba.**

Estación Acobamba			
Latitud	12°50'37.32" Sur	Departamento.:	Huancavelica
Longitud	74°33'41.46" Oeste	Provincial.:	Acombaba
Altitud	2900 msnm	Distrito.:	Acombaba

**Fuente: SENAMHI-Huancayo.**

### 7.14. Temperatura media mensual ( C°) estación de Acobamba

**Tabla 48**

**Temperatura media mensual ( C°) estación de Acobamba**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	13.7	13.3	12.4	12.5	12.2	11.4	10.6	11.9	11.7	13.0	13.4	13.0
2008	12.3	12.4	12.2	12.7	11.8	11.1	11.0	12.1	12.7	13.1	14.2	13.3
2009	12.5	12.6	12.5	12.6	12.2	11.5	11.1	12.1	13.2	14.3	13.7	13.6
2010	12.8	13.7	13.9	13.5	12.8	12.0	10.8	11.9	12.5	13.1	13.4	12.5
2011	11.8	11.1	11.1	12.3	11.8	11.2	11.0	12.2	12.7	13.2	14.2	12.6
2012	12.8	11.6	12.1	12.2	11.6	11.0	10.7	11.8	12.7	13.7	14.2	12.5
2013	12.6	12.7	13.0	12.7	12.2	11.1	10.6	11.6	12.6	12.9	13.4	12.5
2014	12.6	12.8	12.8	12.8	12.3	12.4	11.4	11.8	12.7	13.3	14.3	14.0
2015	12.8	13.0	12.5	12.4	12.6	11.7	10.9	11.2	12.6	12.6	13.5	12.3
2016	13.4	12.8	12.6	12.3	11.8	10.9	10.4	11.6	12.4	12.3	13.1	12.3
2017	11.0	11.2	10.8	10.7	10.7	10.6	10.4	11.5	12.0	12.5	13.3	12.6
2018	10.9	11.2	10.6	11.0	10.8	9.5	9.8	11.6	12.4	12.3	13.1	12.3

**Fuente: SENAMHI-Huancayo.**



## 7.15. Precipitación total mensual (mm) estación de Acobamba

**Tabla 49**

### Precipitación total mensual (mm) estación de Acobamba

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	108.2	68.0	152.5	88.6	40.9	0.0	7.0	2.0	47.1	74.0	27.2	109.7
2008	179.1	102.5	50.9	9.2	51.3	8.7	4.7	8.0	11.6	64.4	28.9	137.0
2009	120.4	164.3	68.3	30.4	20.1	3.4	3.7	18.4	19.8	30.0	118.7	115.4
2010	202.1	81.5	104.2	55.4	10.0	0.0	0.0	13.3	24.2	60.3	34.3	148.4
2011	239.9	256.3	171.4	73.2	10.1	7.6	11.8	16.8	28.2	76.1	88.4	108.8
2012	102.0	179.6	80.6	127.2	33.1	20.2	3.4	4.0	21.4	37.7	44.8	164.2
2013	138.5	91.1	101.0	13.9	19.3	4.5	6.8	43.2	8.4	46.3	28.9	138.4
2014	146.7	94.6	171.9	49.4	29.4	1.2	21.4	1.8	29.0	56.0	40.0	91.1
2015	193.8	155.7	129.2	44.6	38.6	16.8	15.6	37.6	19.3	56.5	26.2	225.7
2016	47.7	166.8	47.9	27.1	21.5	2.4	16.0	5.2	9.9	78.6	69.4	117.3
2017	182.7	166.3	139.5	67.4	42.8	9.4	4.8	4.9	33.2	34.1	47.1	66.8
2018	94.3	129.2	107.8	36.2	16.2	11.3	26.9	37.6	19.3	56.5	26.2	225.7

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

## 7.16. Humedad Relativa media mensual (%) estación de Acobamba

**Tabla 50**

### Humedad relativa media mensual (%) estación de Acobamba

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	73.0	68.0	76.0	72.0	65.0	57.0	62.0	58.0	64.0	61.0	59.0	66.0
2008	77.0	73.0	70.0	63.0	59.0	58.0	56.0	55.0	55.0	61.0	61.0	66.0
2009	74.0	75.0	74.0	71.0	64.0	65.0	62.0	58.0	58.0	60.0	67.0	72.0
2010	78.0	76.0	76.0	70.0	61.0	59.0	54.0	53.0	59.0	59.0	55.0	72.0
2011	74.0	82.0	80.0	74.0	67.0	62.0	63.0	62.0	66.0	65.0	65.0	76.0
2012	71.0	78.0	75.0	75.0	69.0	75.0	62.0	57.0	59.0	58.0	61.0	77.0
2013	74.0	76.0	75.0	64.0	66.0	69.0	69.0	58.0	58.0	64.0	61.0	70.0
2014	68.0	82.0	77.0	77.0	72.0	64.0	65.0	57.0	62.0	62.0	62.0	67.0
2015	70.0	72.0	75.0	70.0	66.0	65.0	52.0	56.0	56.0	57.0	59.0	68.0
2016	58.0	71.0	70.0	63.0	58.0	51.0	51.0	52.0	48.0	55.0	52.0	59.0
2017	72.0	70.0	73.0	69.0	68.0	61.0	57.0	50.0	61.0	58.0	56.0	58.0
2018	67.0	69.0	75.0	71.0	64.0	65.0	65.0	67.0	62.0	62.0	62.0	67.0

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

### 7.17. Dirección del viento de la estación de Acobamba

**Tabla 51**

**Dirección del viento estación de Acobamba**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	SW	SW	NE	SW	NE	SW	NE	SE	SW	SE	SE	SW
2008	NE	SW	SW	SW	SW	E	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2009	SW	SW	S	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2010	SW	SW	N	N	N	NE	NE	SW	SW	SW	SW	N
2011	N	N	N	N	SW	SE	NE	SW	SW	NE	SW	N
2012	N	N	N	N	NE	N	SW	SW	SW	SW	SW	N
2013	SW	N	N	N	NE	NW	SW	SW	SW	NE	SW	SW
2014	NE	SW	SW	SW	NE	NE	SW	SW	SW	SW	SW	SW
2015	SE	SE	SE	NE	SE	SE	SE	SW	SE	SW	NE	SW
2016	SE	SE	SE	SE	SW	SW	SE	SW	SW	SW	SW	SW
2017	NE	SE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SE
2018	SW	SW	NE	SE	SW	SE	NW	SW	SW	SW	SW	N

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

### 7.18. Velocidad del viento (m/s) estación de Acobamba

**Tabla 52**

**Velocidad del viento (m/s) de la estación de Acobamba**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	2.0	2.3	1.8	1.6	1.8	2.7	2.5	2.8	2.3	2.4	2.7	2.6
2008	2.2	2.2	2.2	2.1	2.5	2.3	2.6	3.0	3.0	2.4	3.0	2.3
2009	2.5	2.0	2.1	1.8	1.9	2.4	2.2	2.3	2.2	1.6	1.2	1.6
2010	1.8	1.6	1.4	1.5	1.8	1.9	1.9	2.0	2.3	1.6	1.8	1.5
2011	1.7	1.1	1.3	1.3	1.5	2.0	1.9	2.0	2.1	1.8	2.3	1.5
2012	1.9	1.4	1.7	1.6	2.0	1.4	1.7	2.7	2.7	2.0	2.0	1.8
2013	1.2	1.7	1.8	2.3	2.3	2.2	1.9	2.2	2.7	2.2	2.3	2.5
2014	2.2	2.7	2.6	2.6	2.3	2.4	2.8	2.8	3.2	3.2	3.1	3.1
2015	2.8	2.6	2.9	2.9	2.6	2.7	2.7	2.8	2.7	2.5	2.8	2.7
2016	2.5	1.6	2.7	2.5	3.0	2.7	3.5	3.5	3.9	3.4	3.8	3.0
2017	2.7	2.6	2.6	2.7	2.2	2.1	2.7	2.8	2.2	2.3	2.5	2.5
2018	2.0	2.6	1.9	2.1	2.3	2.6	2.2	2.6	2.7	2.5	2.8	2.7

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

## 7.19. Datos de la estación de Lircay

**Tabla 53**

**Datos de la estación de Lircay**

Estación de Lircay			
Latitud	12°58'53.64" Sur	Departamento.:	Huancavelica
Longitud	74°43'05.22" Oeste	Provincia:	Angaraes
Altitud	3330 msnm	Distrito:	Lircay

**Fuente: SENAMHI-Huancayo.**

## 7.20. Temperatura media mensual (°C) estación de Lircay

**Tabla 54**

**Temperatura media mensual (°C) estación de Lircay**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	13.4	13.1	12.7	12.5	11.9	11.4	10.6	11.6	12.0	13.3	13.0	12.8
2008	12.6	12.4	12.5	12.6	11.2	10.9	10.7	11.5	12.4	13.0	14.2	13.4
2009	12.9	13.0	12.5	12.5	12.0	11.0	10.9	11.6	13.2	13.7	13.7	13.3
2010	13.1	13.8	13.8	13.5	12.6	11.7	10.9	11.6	12.7	13.3	13.4	12.9
2011	12.8	12.3	12.3	12.3	11.6	11.0	10.5	11.9	12.7	13.1	14.3	11.6
2012	13.3	12.0	12.6	12.8	11.3	12.5	13.1	11.0	12.4	13.8	13.9	12.7
2013	12.7	12.6	12.5	11.2	10.9	9.9	9.5	10.0	12.6	13.6	13.8	12.9
2014	12.7	13.1	12.9	12.2	12.1	12.0	11.5	11.8	13.2	16.7	14.1	13.7
2015	12.9	13.4	13.2	12.9	12.7	11.6	11.5	12.6	13.7	14.2	14.8	13.9
2016	14.8	14.4	14.6	14.2	12.9	11.1	11.3	12.8	13.3	10.1	14.1	14.0
2017	13.0	13.0	13.3	13.1	12.3	11.9	11.3	12.3	13.1	13.6	14.2	13.8
2018	12.3	13.4	13.4	13.0	12.2	11.3	10.9	12.8	13.3	10.1	14.1	14.0

**Fuente: SENAMHI-Huancayo.**



## 7.21. Precipitación total mensual (mm). estación de Lircay.

**Tabla 55**

**Precipitación total mensual (mm). estación de Lircay**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	124.1	71.6	173.1	63.4	36.6	0.0	26.9	1.8	36.8	41.8	53.0	113.3
2008	192.2	116.0	48.0	27.5	23.4	9.7	4.1	2.4	25.3	46.1	24.0	85.2
2009	133.6	174.7	71.2	55.1	24.2	2.1	26.6	8.9	33.4	45.3	131.6	170.3
2010	168.5	115.7	118.4	40.6	19.1	9.8	0.0	1.2	12.1	30.9	30.4	131.4
2011	188.1	234.8	161.8	53.1	22.8	2.4	17.3	14.1	46.4	26.5	61.8	19.8
2012	70.1	202.8	111.4	136.4	20.1	65.9	38.8	1.7	40.9	46.0	47.6	197.7
2013	145.4	132.2	124.5	23.8	33.2	12.4	10.6	25.0	15.5	45.0	28.9	177.7
2014	152.3	107.0	96.3	62.2	50.0	9.1	17.5	18.6	61.9	91.5	19.9	109.4
2015	173.0	148.9	135.3	63.2	26.2	3.0	4.3	23.8	6.2	31.9	32.0	137.2
2016	49.5	130.7	46.0	82.2	8.7	12.6	14.5	8.4	8.4	44.0	19.1	61.4
2017	223.0	187.9	157.1	92.2	63.3	7.8	15.6	9.7	57.2	66.6	41.1	84.1
2018	115.9	130.9	154.2	32.7	18.2	20.6	24.0	23.8	6.2	31.9	32.0	137.2

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

## 7.22. Humedad Relativa media mensual (%) estación de Lircay

**Tabla 56**

**Humedad relativa media mensual (%). estación de Lircay**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	69.0	64.0	72.0	72.0	68.0	79.0	65.0	57.0	65.0	61.0	62.0	64.0
2008	79.0	78.0	74.0	69.0	68.0	63.0	59.0	53.0	55.0	67.0	59.0	66.0
2009	78.0	78.0	79.0	74.0	70.0	69.0	66.0	61.0	62.0	61.0	69.0	74.0
2010	80.0	78.0	80.0	73.0	68.0	63.0	54.0	62.0	63.0	67.0	63.0	76.0
2011	79.0	75.0	82.0	79.0	75.0	69.0	67.0	66.0	68.0	63.0	65.0	75.0
2012	76.0	84.0	83.0	83.0	75.0	72.0	71.0	63.0	65.0	65.0	69.0	81.0
2013	80.0	75.0	80.0	75.0	75.0	74.0	74.0	68.0	66.0	69.0	65.0	76.0
2014	78.0	72.0	80.0	79.0	72.0	68.0	69.0	66.0	71.0	71.0	65.0	77.0
2015	79.0	80.0	82.0	83.0	77.0	69.0	77.0	76.0	66.0	64.0	70.0	73.0
2016	68.0	77.0	73.0	78.0	72.0	64.0	66.0	65.0	64.0	72.0	60.0	69.0
2017	80.0	81.0	80.0	81.0	78.0	77.0	76.0	75.0	71.0	69.0	70.0	71.0
2018	79.0	79.0	84.0	79.0	83.0	73.0	70.0	72.0	64.0	72.0	60.0	69.0

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

### 7.23. Dirección del viento estación de Lircay

**Tabla 57**

**Dirección de aviento estación de Lircay**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2008	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2009	N	N	N	N	N	NW	N	N	N	N	N	N
2010	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2011	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	NE	NE
2012	N	NW	N	NE	N	N	N	N	N	NE	N	N
2013	NE	NE	NE	N	N	N	N	N	N	N	N	NE
2014	NE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2015	NE	NE	N	E	E	N	N	NE	N	N	N	N
2016	N	N	NE	N	N	N	N	NE	N	NE	N	N
2017	N	N	N	N	NW	N	N	NE	NE	NE	N	N
2018	N	NE	N	N	N	N	N	N	NE	NE	N	N

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

### 7.24. Velocidad del viento (m/s) estación de Lircay

**Tabla 58**

**Velocidad del viento (m/s) estación de Lircay**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2007	1.0	0.9	0.4	1.0	0.6	0.8	0.7	1.3	1.7	1.0	1.1	1.2
2008	0.7	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.7	1.2	1.4	1.2	0.8
2009	1.1	0.6	0.8	0.7	1.0	0.8	0.8	1.2	0.8	1.2	0.6	0.3
2010	1.0	0.5	0.7	0.5	0.8	1.1	1.0	1.5	2.1	1.5	2.0	1.1
2011	1.0	0.7	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8	1.7	2.1	1.8	1.9	1.5
2012	1.4	1.2	1.1	0.6	0.7	0.7	0.8	1.5	1.3	1.5	0.8	0.8
2013	1.0	0.5	0.7	1.1	0.9	1.0	1.3	1.8	1.4	1.9	1.0	0.8
2014	1.1	1.2	0.7	1.0	0.8	1.0	1.2	1.7	1.5	1.4	1.5	1.0
2015	1.0	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	1.1	1.3	1.3	1.5	1.1	1.3
2016	1.5	1.4	1.8	1.3	1.3	1.1	0.8	1.4	2.7	2.5	2.8	2.7
2017	0.9	0.6	0.6	0.6	1.0	0.4	0.7	0.9	1.2	1.2	1.4	1.0
2018	0.8	1.3	0.8	0.9	0.7	1.2	0.7	1.4	2.7	2.5	2.8	2.7

Fuente: SENAMHI-Huancayo.

## 7.25. Total de habitantes en el distrito de Ascensión

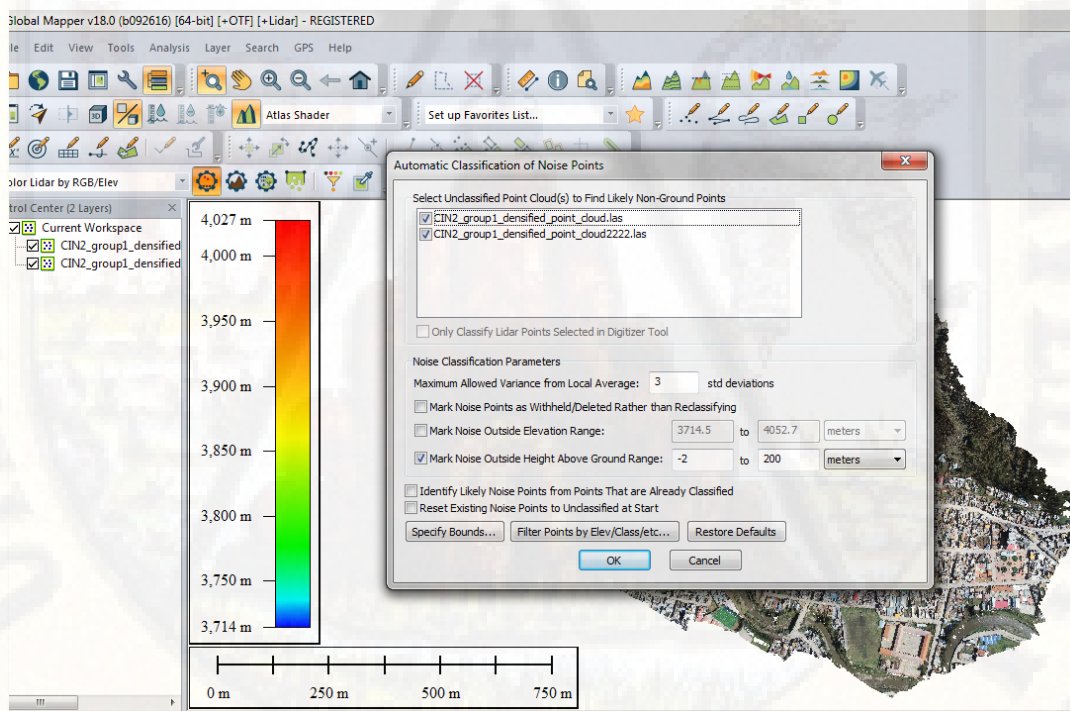
**Tabla 59**

**Total de habitantes en el distrito de Ascensión**

Región	Distrito	Clúster	Comunidad	Nro. Fam.	Nro. NNA	Nro. Ha
Huancavelica	Ascensión	Ascensión	Millo Cachuan	150	300	600
			Pucarani	70	140	280
			Quintanilla Pampa	420	840	1680
			Chuncuymarca	340	680	1360
			Quinta Boliviana	450	900	1800
			San Gerónimo	232	464	928
			Callqui chico - Chuñunranra	99	198	396
			Señor de los Milagros	50	100	200
			Castillapuquio	150	300	600
			Ccollpayacu	150	300	600

Fuente: Fundación contra el hambre (FH).

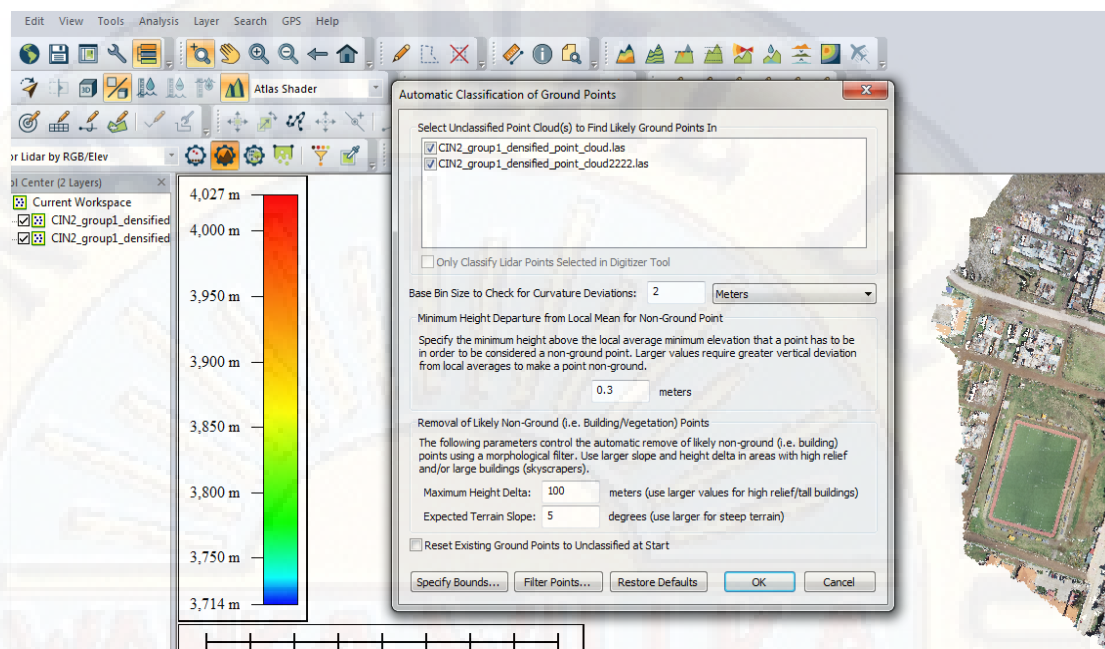
## Apéndice 19. Reporte de procesamiento de datos del PIX4D (clasificación de error).



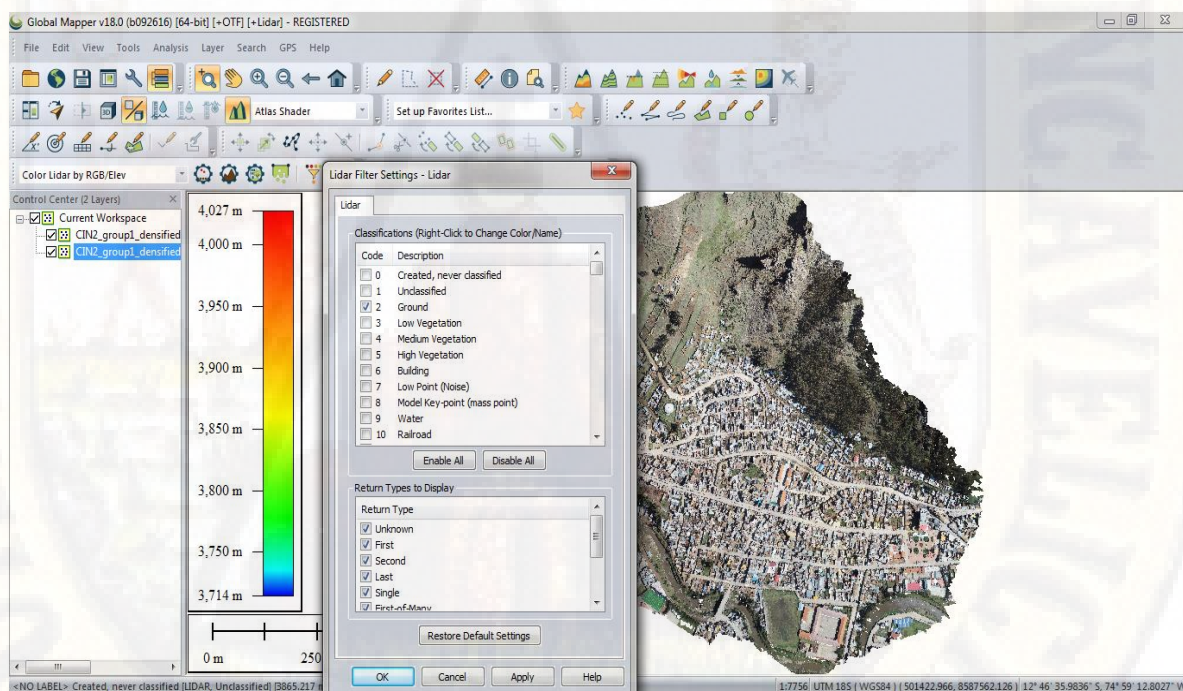
**Figura 91. Clasificación de puntos error.**

Fuente: Elaboración propia

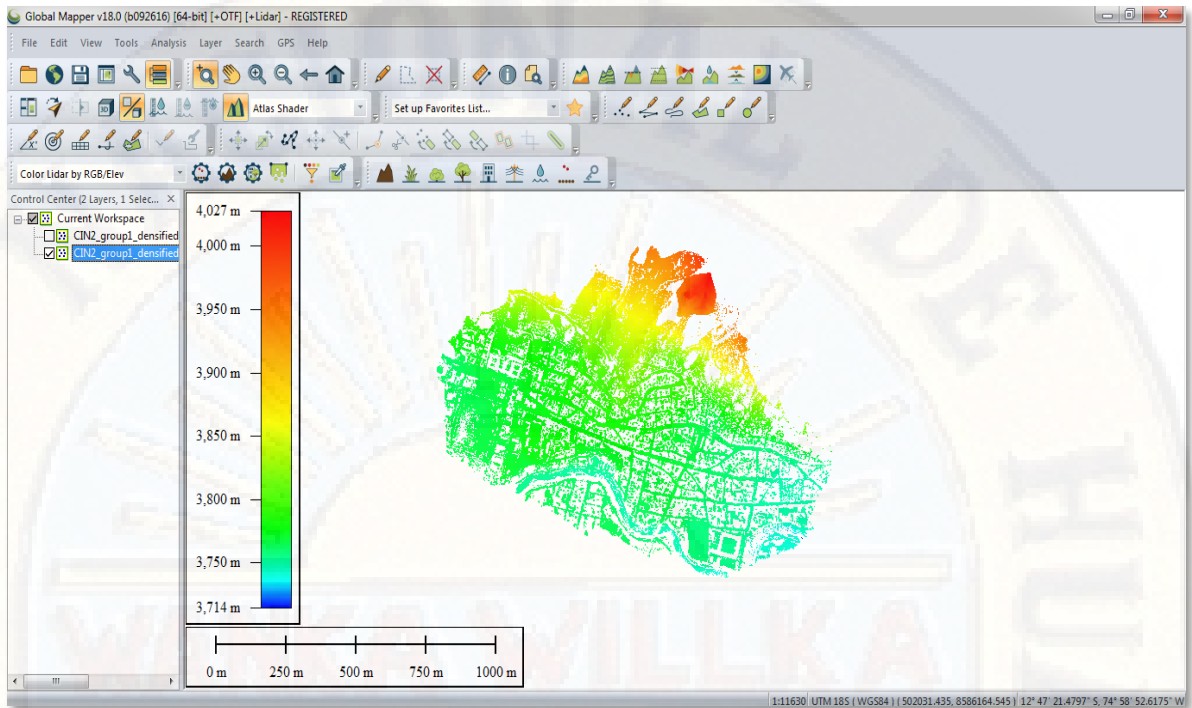




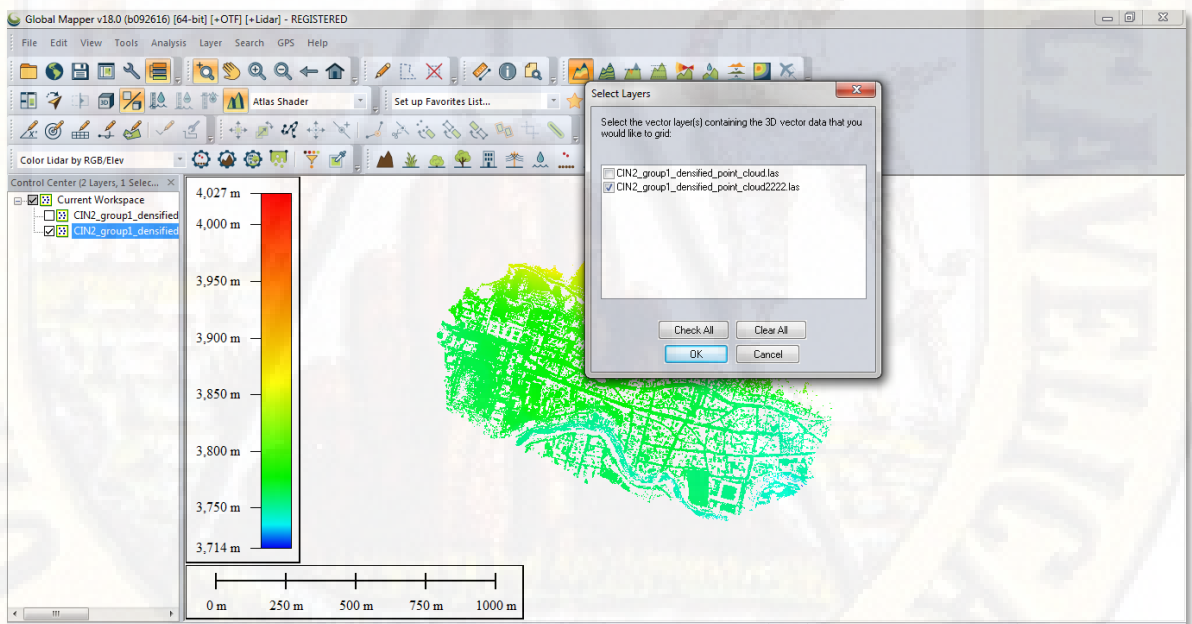
**Figura 92. Clasificación de puntos de suelo.**  
Fuente: Elaboración propia.



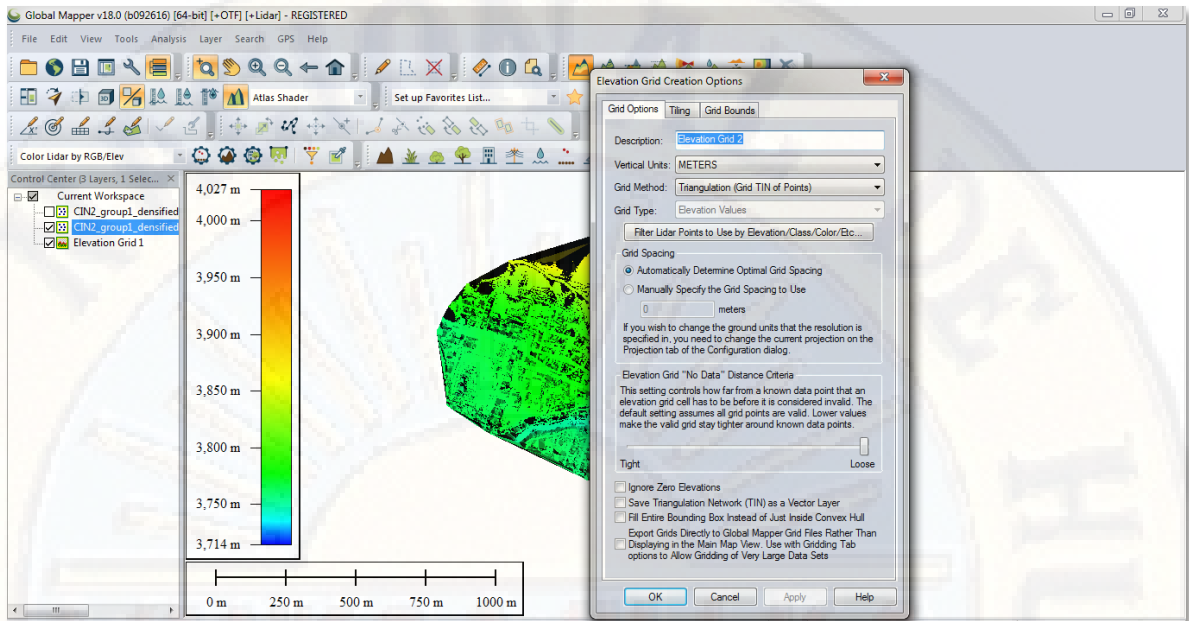
**Figura 93. Clasificación de puntos de suelo filtro.**  
Fuente: Elaboración propia.



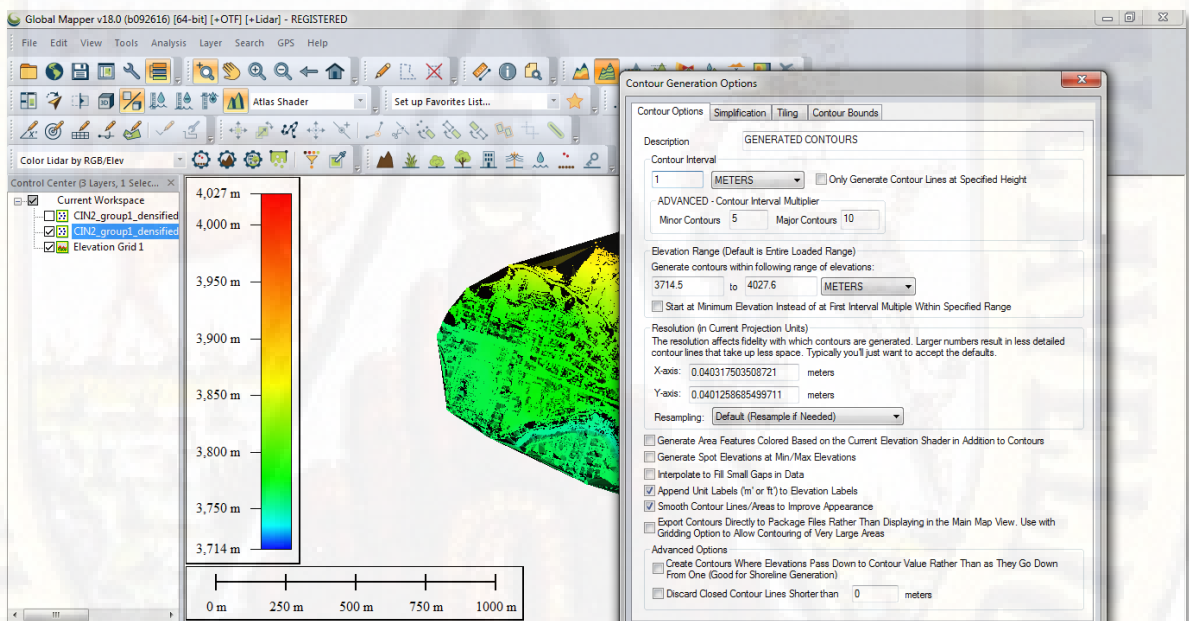
**Figura 94. Presentación de puntos de suelo por altitud.**  
**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 95. Generación de la superficie a partir de los puntos discriminados.**  
**Fuente: Elaboración propia**



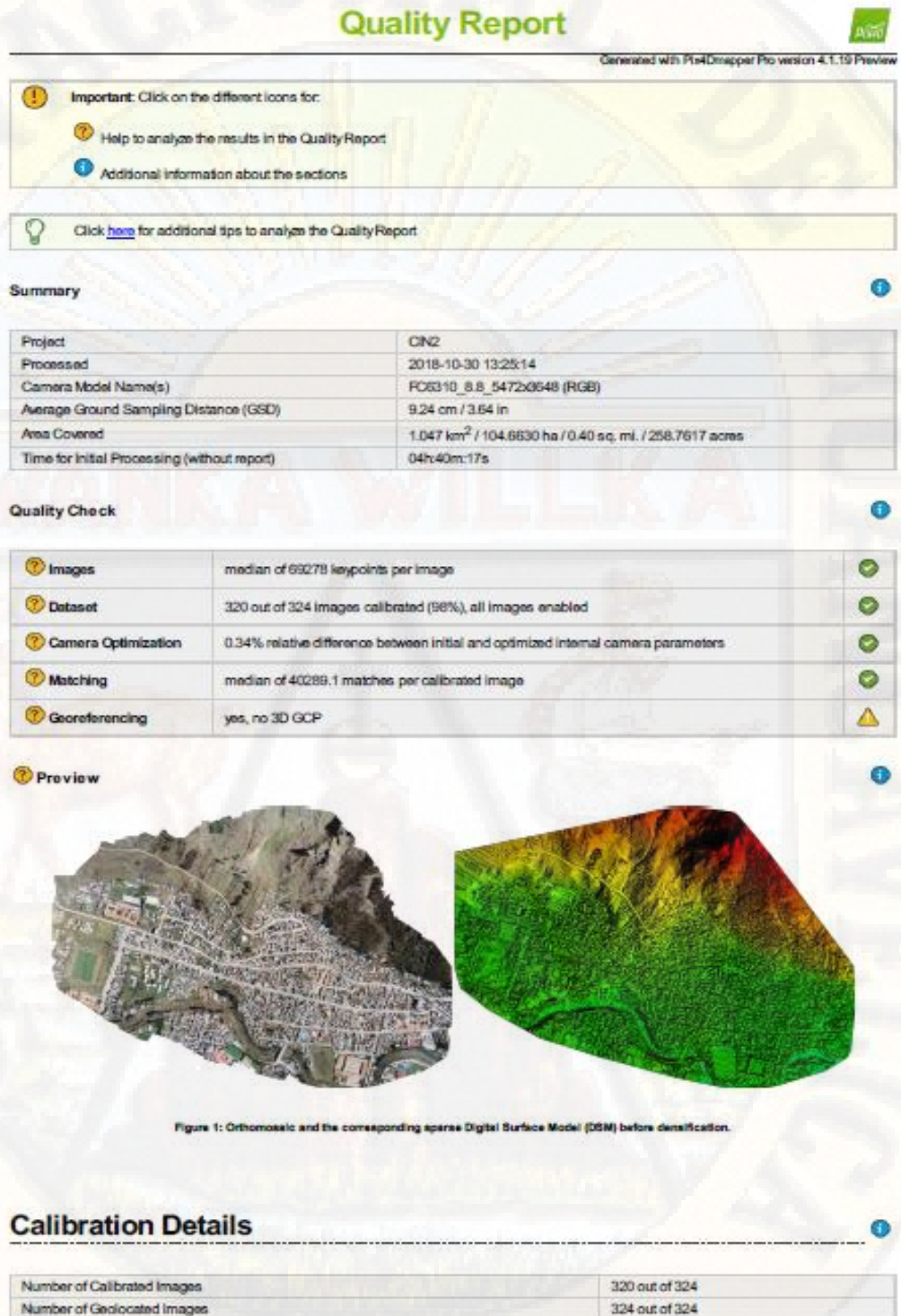
**Figura 96 Generación de la superficie a partir de los puntos.**  
**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 97. Generación de curvas e nivel a 1 metro.**  
**Fuente: Elaboración propia.**



## Apéndice 20. Informe del reporte de procesamiento de datos del PIX4D.



### Initial Image Positions

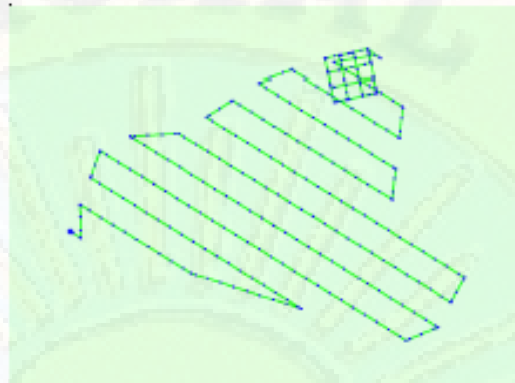


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

### Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions



Figure 3: Offset between initial (blue dots) and computed (green dots) image positions as well as the offset between the GCPs initial positions (blue crosses) and their computed positions (green crosses) in the top-view (XY plane), front-view (XZ plane), and side-view (YZ plane). Red dots indicate disabled or uncalibrated images. Dark green ellipses indicate the absolute position uncertainty of the bundle block adjustment result.

### Absolute camera position and orientation uncertainties

X[m]	Y[m]	Z[m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
------	------	------	----------------	--------------	----------------

Mean	0.093	0.093	0.219	0.037	0.038	0.014
Sigma	0.016	0.016	0.049	0.002	0.002	0.002

#### Overlap

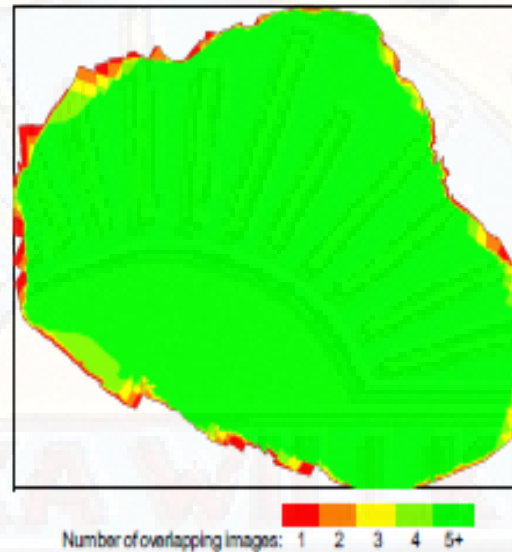


Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

## Bundle Block Adjustment Details

Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	12841459
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	3149870
Mean Reprojection Error [pixels]	0.183

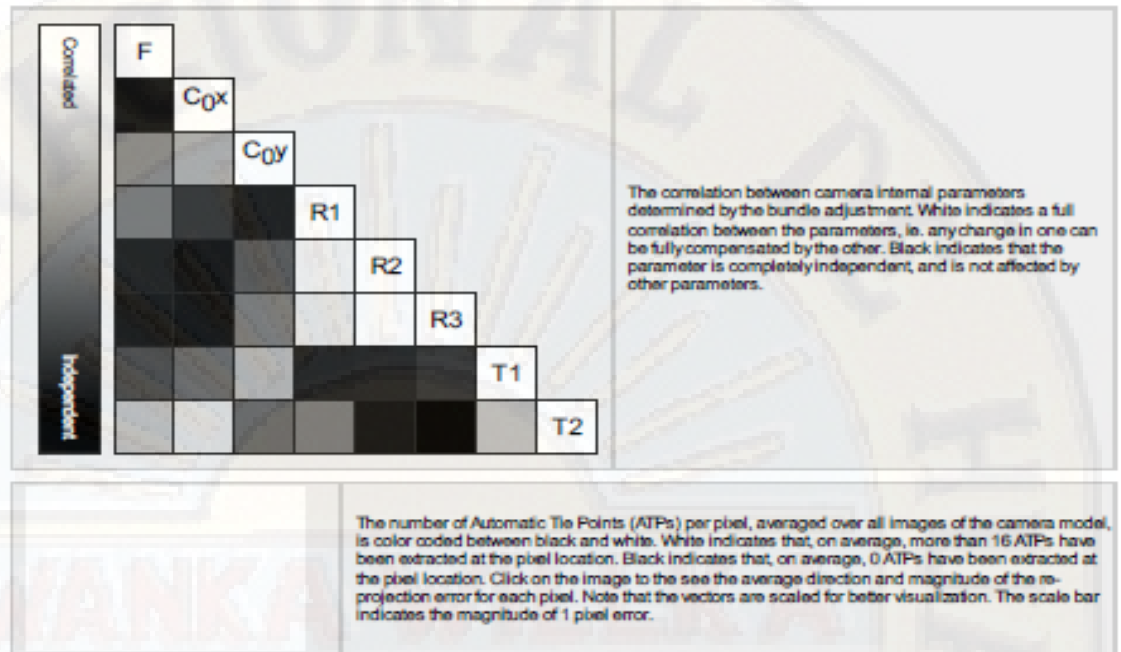
#### Internal Camera Parameters

FC6310\_8.8\_5472x3648 (RGB). Sensor Dimensions: 12.833 [mm] x 8.556 [mm]

EXIF ID: FC6310\_8.8\_5472x3648

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3668.759 [pixel] 8.604 [mm]	2736.001 [pixel] 6.417 [mm]	1823.999 [pixel] 4.278 [mm]	0.003	-0.008	0.008	-0.000	0.000
Optimized Values	3681.418 [pixel] 8.634 [mm]	2740.859 [pixel] 6.428 [mm]	1856.857 [pixel] 4.355 [mm]	0.003	-0.008	0.009	0.002	0.001
Uncertainties (Sigma)	0.108 [pixel] 0.000 [mm]	0.040 [pixel] 0.000 [mm]	0.038 [pixel] 0.000 [mm]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000





#### 2D Keypoints Table

	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	69278	40289
Mn	47667	12360
Max	78805	50243
Mean	68270	40130

#### 3D Points from 2D Keypoint Matches

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	1614810
In 3 Images	578547
In 4 Images	290227
In 5 Images	166588
In 6 Images	108590
In 7 Images	74031
In 8 Images	54971
In 9 Images	41948
In 10 Images	32880
In 11 Images	26241
In 12 Images	21388
In 13 Images	17727
In 14 Images	14699
In 15 Images	12301
In 16 Images	10665
In 17 Images	9104
In 18 Images	7900
In 19 Images	6878
In 20 Images	6121
In 21 Images	5541
In 22 Images	4833
In 23 Images	4260

In 24 Images	3721
In 25 Images	3392
In 26 Images	3090
In 27 Images	2704
In 28 Images	2334
In 29 Images	2252
In 30 Images	1957
In 31 Images	1739
In 32 Images	1600
In 33 Images	1432
In 34 Images	1280
In 35 Images	1140
In 36 Images	1052
In 37 Images	1015
In 38 Images	869
In 39 Images	823
In 40 Images	712
In 41 Images	720
In 42 Images	613
In 43 Images	632
In 44 Images	534
In 45 Images	477
In 46 Images	474
In 47 Images	438
In 48 Images	408
In 49 Images	378
In 50 Images	351
In 51 Images	317
In 52 Images	291
In 53 Images	271
In 54 Images	211
In 55 Images	182
In 56 Images	210
In 57 Images	159
In 58 Images	147
In 59 Images	144
In 60 Images	141
In 61 Images	127
In 62 Images	116
In 63 Images	102
In 64 Images	101
In 65 Images	92
In 66 Images	86
In 67 Images	76
In 68 Images	60
In 69 Images	70
In 70 Images	38
In 71 Images	74
In 72 Images	44
In 73 Images	51
In 74 Images	43
In 75 Images	31
In 76 Images	34
In 77 Images	32
In 78 Images	22
In 79 Images	18
In 80 Images	27
In 81 Images	20
In 82 Images	16

In 83 Images	12
In 84 Images	20
In 85 Images	16
In 86 Images	20
In 87 Images	8
In 88 Images	8
In 89 Images	8
In 90 Images	5
In 91 Images	6
In 92 Images	3
In 93 Images	3
In 94 Images	4
In 96 Images	1
In 97 Images	2
In 98 Images	4
In 100 Images	2
In 101 Images	1
In 102 Images	3
In 104 Images	1
In 107 Images	1
In 112 Images	1
In 120 Images	1

#### 2D Keypoint Matches

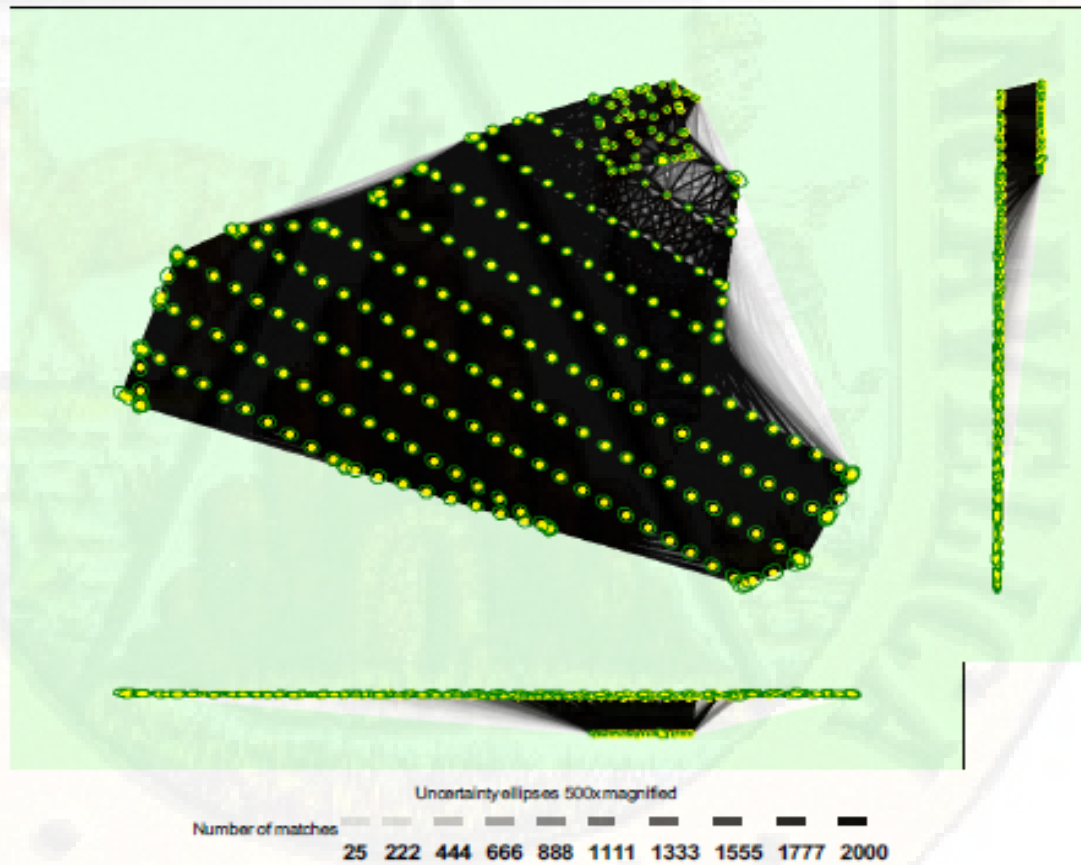


Figure 5: Computed image positions with links between matched images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual tie points or more images. Dark green ellipses indicate the relative camera position uncertainty of the bundle block adjustment result.



### Relative camera position and orientation uncertainties

	X[m]	Y[m]	Z[m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.013	0.013	0.006	0.003	0.003	0.001
Sigma	0.005	0.005	0.001	0.001	0.001	0.000

## Geolocation Details

### Absolute Geolocation Variance

Min Error [m]	MaxError [m]	Geolocation Error X[%]	Geolocation Error Y[%]	Geolocation Error Z [%]
-	-15.00	0.00	0.00	0.00
-15.00	-12.00	0.00	0.00	0.00
-12.00	-9.00	0.00	0.00	0.00
-9.00	-6.00	0.00	0.31	0.00
-6.00	-3.00	0.94	0.31	3.75
-3.00	0.00	48.75	54.06	47.50
0.00	3.00	49.69	45.31	44.06
3.00	6.00	0.31	0.00	4.69
6.00	9.00	0.00	0.00	0.00
9.00	12.00	0.31	0.00	0.00
12.00	15.00	0.00	0.00	0.00
15.00	-	0.00	0.00	0.00
Mean [m]		0.000011	-0.000005	0.000004
Sigma [m]		1.964223	1.434894	1.866927
RMS Error [m]		1.964223	1.434894	1.866927

Min Error and Max Error represent geolocation error intervals between -1.5 and 1.5 times the maximum accuracy of all the images. Columns X, Y, Z show the percentage of images with geolocation errors within the predefined error intervals. The geolocation error is the difference between the initial and computed image positions. Note that the image geolocation errors do not correspond to the accuracy of the observed 3D points.

### Relative Geolocation Variance

Relative Geolocation Error	Images X[%]	Images Y[%]	Images Z[%]
[-1.00, 1.00]	99.69	99.69	100.00
[-2.00, 2.00]	99.69	100.00	100.00
[-3.00, 3.00]	100.00	100.00	100.00
Mean of Geolocation Accuracy [m]	5.000000	5.000000	10.000000
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.000000	0.000000	0.000000

Images X, Y, Z represent the percentage of images with a relative geolocation error in X, Y, Z.

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	0.907
Phi	1.850
Kappa	2.553

Geolocation RMS error of the orientation angles given by the difference between the initial and computed image orientation angles.

## Initial Processing Details

## System Information

Hardware	CPU: Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60GHz RAM 31GB GPU: Intel(R) HD Graphics 630 (Driver: 23.20.16.4973)
Operating System	Windows 10 Pro, 64-bit

## Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS84 (egm96)
Output Coordinate System	WGS 84 / UTM zone 18S (egm96)

## Processing Options

Detected Template	<input checked="" type="checkbox"/> 3D Maps
Keypoints Image Scale	Full, Image Scale: 1
Advanced: Matching Image Pairs	Aerial Grid or Corridor
Advanced: Matching Strategy	Use Geometrically Verified Matching: no
Advanced: Keypoint Extraction	Targeted Number of Keypoints: Automatic
Advanced: Calibration	Calibration Method: Standard Internal Parameters Optimization: All External Parameters Optimization: All Rematch: Auto, yes

## Point Cloud Density details

### Processing Options

Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes
3D Textured Mesh Settings:	Resolution: Medium Resolution (default) Color Balancing: no
LOD	Generated: no
Advanced: 3D Textured Mesh Settings	Sample Density Divider: 1
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Processing Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes
Time for Point Cloud Density	01h:34m:59s
Time for Point Cloud Classification	NA
Time for 3D Textured Mesh Generation	13m:21s

### Results

Number of Generated Tiles	1
Number of 3D Densified Points	25713923
Average Density (per m <sup>3</sup> )	7.15

## DSM, Orthomosaic and Index Details

### Processing Options

DSM and Orthomosaic Resolution	1 x GSD (9.24 [cm/pixel])
--------------------------------	---------------------------

## Apéndice 21 Informe del antiplagio.



INFORME FINAL DE TESIS...

Subido: 07/08/2019

Comprobado: 07/08/2019

### Doc vs Internet

76.03% Autenticidad	23.97% Similitud	495 Fuentes
---------------------	------------------	-------------

#### Web fuentes: 495 fuentes encontradas

1. <a href="http://sinpad.Indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/man_bas_est_riesgo.pdf">http://sinpad.Indeci.gob.pe/UploadPortalSINPAD/man_bas_est_riesgo.pdf</a>	9.04%
2. <a href="http://bvpad.Indeci.gob.pe/html/es/maestria-grd/documentos/TEER/vulnerabilidad.pdf">http://bvpad.Indeci.gob.pe/html/es/maestria-grd/documentos/TEER/vulnerabilidad.pdf</a>	8.22%
3. <a href="https://docplayer.es/4928364-Instituto-nacional-de-defensa-civil-p-eru.html">https://docplayer.es/4928364-Instituto-nacional-de-defensa-civil-p-eru.html</a>	8.1%
4. <a href="http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS%20-%20...">http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/DGGAE/ARCHIVOS/estudios/EIAS%20-%20...</a>	5.31%
5. <a href="https://es.slideshare.net/arturoturizo/doc319-contenido">https://es.slideshare.net/arturoturizo/doc319-contenido</a>	4.94%
6. <a href="https://docplayer.es/39247803-Litologia-aprovechamiento-de-rocas-Industriales-y-riesgo-de-desliza...">https://docplayer.es/39247803-Litologia-aprovechamiento-de-rocas-Industriales-y-riesgo-de-desliza...</a>	3.32%
7. <a href="http://www.larapedia.com/resumen/litologia_de_las_rocas_definicion_y_resumen.html">http://www.larapedia.com/resumen/litologia_de_las_rocas_definicion_y_resumen.html</a>	3.19%
8. <a href="http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/271/Ochoa%20Quispe%20Lisbeth%20Yurfa...">http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/271/Ochoa%20Quispe%20Lisbeth%20Yurfa...</a>	2.78%
9. <a href="https://www.slideshare.net/NelsonCasanova/defensa-civil-aahh-jose-carlos-mariategul">https://www.slideshare.net/NelsonCasanova/defensa-civil-aahh-jose-carlos-mariategul</a>	2.05%
10. <a href="https://www.coursehero.com/file/p50ba13/La-Inhalaci%C3%B3n-prolongada-de-estas-sustancias-p...">https://www.coursehero.com/file/p50ba13/La-Inhalaci%C3%B3n-prolongada-de-estas-sustancias-p...</a>	1.81%
11. <a href="https://www.goconqr.com/mindmap/4088101/desastres-naturales">https://www.goconqr.com/mindmap/4088101/desastres-naturales</a>	1.48%
12. <a href="http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/portal/ODAS_TP/Materiales_para_odas_2012/5...">http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/portal/ODAS_TP/Materiales_para_odas_2012/5...</a>	1.44%
13. <a href="https://docplayer.es/15156134-3-factores-que-intervienen-en-la-inestabilidad-del-terreno.html">https://docplayer.es/15156134-3-factores-que-intervienen-en-la-inestabilidad-del-terreno.html</a>	1.4%
14. <a href="http://www.habitatge.gva.es/estatico/areas/urbanismo_ordenacion/Infadm/publicaciones/pdf/litolo...">http://www.habitatge.gva.es/estatico/areas/urbanismo_ordenacion/Infadm/publicaciones/pdf/litolo...</a>	1.35%
15. <a href="https://docplayer.es/57015691-Manual-de-estimacion-del-riesgo-ante-movimientos-en-masa-en-la...">https://docplayer.es/57015691-Manual-de-estimacion-del-riesgo-ante-movimientos-en-masa-en-la...</a>	1.26%
16. <a href="http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S0123-921X2015000500010">http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S0123-921X2015000500010</a>	1.2%
17. <a href="https://www.coursehero.com/file/p2175pk/PREVENCIÓN-El-conjunto-de-actividades-y-medidas-di...">https://www.coursehero.com/file/p2175pk/PREVENCIÓN-El-conjunto-de-actividades-y-medidas-di...</a>	1.15%
18. <a href="https://documentop.com/libro-completo-3cdr_598d1d5d1723dd5c695f18fb.html">https://documentop.com/libro-completo-3cdr_598d1d5d1723dd5c695f18fb.html</a>	1.14%
19. <a href="https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6772611.pdf">https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6772611.pdf</a>	1.04%
20. <a href="http://dipecholac.net/docs/files/862-doc-pais-peru-2014-actualizacion2014-final.pdf">http://dipecholac.net/docs/files/862-doc-pais-peru-2014-actualizacion2014-final.pdf</a>	1.03%
21. <a href="https://www.coursehero.com/file/p1s841j/m%C3%ADnima-participaci%C3%B3n-d%C3%A9bil-rel...">https://www.coursehero.com/file/p1s841j/m%C3%ADnima-participaci%C3%B3n-d%C3%A9bil-rel...</a>	0.92%
22. <a href="http://www.frankyandricky.com/files/PlanContingencia.pdf">http://www.frankyandricky.com/files/PlanContingencia.pdf</a>	0.92%
23. <a href="https://www.slideshare.net/felimobermeo/6-plan-nac-dc">https://www.slideshare.net/felimobermeo/6-plan-nac-dc</a>	0.85%
24. <a href="https://www.Indeci.gob.pe/compend_estad/2005/pdfs/doc322_8.pdf">https://www.Indeci.gob.pe/compend_estad/2005/pdfs/doc322_8.pdf</a>	0.82%
25. <a href="https://mundodejuventud.blogspot.com">https://mundodejuventud.blogspot.com</a>	0.76%
26. <a href="https://katiksa.blogspot.com/2013/08/gestion-de-riesgo.html">https://katiksa.blogspot.com/2013/08/gestion-de-riesgo.html</a>	0.74%
27. <a href="http://www.elird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/olga-lozano.pdf">http://www.elird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/olga-lozano.pdf</a>	0.69%
28. <a href="https://perugrd.blogspot.com/2017/10/tipos-de-vulnerabilidad.html">https://perugrd.blogspot.com/2017/10/tipos-de-vulnerabilidad.html</a>	0.58%
29. <a href="http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm">http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm</a>	0.5%
30. <a href="https://docplayer.es/13122198-Metodologia-para-el-analisis-de-vulnerabilidad-y-riesgo-ante-inunda...">https://docplayer.es/13122198-Metodologia-para-el-analisis-de-vulnerabilidad-y-riesgo-ante-inunda...</a>	0.49%
31. <a href="https://docplayer.es/5399834-Presentacion-antecedentes-a-planteamiento-metodologico-1-justific...">https://docplayer.es/5399834-Presentacion-antecedentes-a-planteamiento-metodologico-1-justific...</a>	0.41%
32. <a href="http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/transversal1/Ley%20de%20Reasentamiento%...">http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/transversal1/Ley%20de%20Reasentamiento%</a>	0.38%
33. <a href="http://tierra.rediris.es/CuaternarioyGeomorfologia/revista/volumen_31/CyG_31_3y4_caracterizacio...">http://tierra.rediris.es/CuaternarioyGeomorfologia/revista/volumen_31/CyG_31_3y4_caracterizacio...</a>	0.37%
34. <a href="https://www.monografias.com/trabajos89/clasificacion-parametros-edaficos-y-morfologicos/clasifi...">https://www.monografias.com/trabajos89/clasificacion-parametros-edaficos-y-morfologicos/clasifi...</a>	0.37%

Similitud

Similitud de una fuente elegida

Posible sustitución de caracteres

Cita

Referencias