

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,
GEOLOGÍA Y CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN
EMPLEANDO TÉCNICAS FOTOGRAFÍAS EN LA
QUEBRADA ISLACHAYOQ DE LA CIUDAD DE
HUAMANGA - AYACUCHO, 2022.

PRESENTADO POR:
EVERSON CANCHARI RAMOS

ASESOR:
Msc. ING. ALEX SANDER IRCAÑAUPA HUAMANI

AYACUCHO - PERÚ

2022

RESUMEN

Son diversos los problemas que atañen a la sociedad, una de estas problemáticas que se debe evaluar es el riesgo inminente que se tienen frente a los fenómenos naturales, nuestro país cuenta con tres regiones bien diferenciadas como son la costa sierra y selva, cada una de estas regiones con sus respectivas características esenciales nuestra costa se caracteriza por ser altamente sísmica, siendo una de las regiones más afectadas en caso de presentarse sismos de altas dimensiones, por otro lado nuestra sierra y selva se caracteriza por la presencia de precipitaciones abundantes en ciertas épocas del año.

Hoy en día por la contaminación ambiental excesiva se está presentando cambios climáticos como la disminución de las lluvias en diversos departamentos de la sierra como lo es el departamento de Ayacucho haciendo que zonas con alto riesgo a inundación sean ocupadas por la población que en su crecimiento ocupa zonas que años atrás eran zonas por donde recorrían las aguas producto de las lluvias, en esta investigación se pretende la realización de una evaluación de riesgo por inundación de la quebrada Islachayoq, la cual es una quebrada que se encuentra aledaña a ciudad de Huamanga a la fecha es una zona que está poblada y existe gran construcción de viviendas en todo su trayecto.

Se planteo Como objetivos de este estudio determinar el nivel de riesgo de inundación que provoca el Paso Islachayoq, para conocer el riesgo que enfrentan los pobladores aledaños al Paso Islachayoq se propone realizar un análisis de riesgo ocasionado por inundación a partir de la fotogrametría realizada con drones, para ellos se realizó levantamientos fotogramétricos de la zona con la ayuda de un dron con el cual posteriormente se generó una imagen de mayores dimensiones que contenga todas las características de la zona, generando la final la ortofoto curvas de nivel de la zona, posterior al estudio podemos concluir que la zona presenta peligro a inundación ya que es una zona que años atrás formaba parte del tránsito por donde se desplazaban las aguas de las lluvias, se debe evaluar la forma de reducir el riesgo para evitar futuro desastres como el paso hace unos años atrás en el centro de la ciudad de Huamanga la cual provoco perdidas económicas y sobre todo pérdida de vidas.

PALABRAS CLAVES: Dron, Fotogrametría, Inundación, Peligro, Riesgo.

Abstract

There are various problems that concern society, one of these problems that must be evaluated is the imminent risk faced by natural phenomena, our country has three well-differentiated regions such as the highland coast and jungle, each one of these regions with their respective essential characteristics our coast is characterized by being highly seismic, being one of the most affected regions in the event of high-dimensional earthquakes, on the other hand our mountains and jungle are characterized by the presence of abundant rainfall at certain times of the year.

Today, due to excessive environmental contamination, climatic changes are occurring, such as the decrease in rainfall in various departments of the mountains, such as the department of Ayacucho, causing areas with a high risk of flooding to be occupied by the population that in its growth occupies areas that years ago were areas where the waters from the rains flowed, this research aims to carry out a risk assessment due to flooding of the Islachayoq stream, which is a stream that is adjacent to the city of Huamanga to date It is an area that is populated and there is a large construction of houses throughout its journey.

The objectives of this investigation were proposed to determine the level of risk of flooding that the Islachayoq ravine presents in order to determine the danger to which the inhabitants of the Islachayoq ravine are exposed, it is proposed to carry out the risk assessment due to flooding of the ravine from the photogrammetry carried out with drones, for them, photogrammetric surveys of the area were carried out with the help of a drone with which a larger image was later generated that contains all the characteristics of the area, generating the final orthophoto contour lines of the area, after the study we can conclude that the area presents a danger of flooding since it is an area that years ago was part of the traffic through which rainwater flowed, the way to reduce the risk must be evaluated to avoid future disasters like the step a few years ago in the scepter of the city of Huamanga which caused loss economic losses and above all loss of life.

KEY WORDS: Drone, Photogrammetry, Flood, Danger, Risk.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Ayacucho al igual que otros departamentos del Perú ha sido afectada por los cambios climáticos, el departamento de Ayacucho años atrás se caracterizaba por tener lluvias abundantes en los meses de noviembre a marzo, meses que eran bastante aprovechados por los pobladores para los sembríos de diversos productos los cuales eran destinados al sustento de la población por lo que los productos eran económicos hoy en día los productos han subido bastante esto por el desabastecimiento de productos primarios, esto es una consecuencia de los cambios climáticos ya que ahora las lluvias han disminuido presentándose ya las precipitaciones solo en meses de enero a febrero retazando los sembríos y en muchos casos se provoca la pérdida parcial total de los sembríos por las falta de lluvias.

La falta de lluvias así como ha afectado económicamente se podría decir que a beneficiado a algunos sectores ya que la falta de precipitaciones ha dejado terrenos libres en la cual por el crecimiento poblacional de la ciudad esto sumado a la falta de espacios óptimos para el crecimiento poblacional de la ciudad ha generado que la población se ubique en zonas donde antes eran zonas por donde transitaba el agua producto de las lluvias.

Los desastres naturales son parte de nuestras vidas y su frecuencia va en aumento porque aún no comprendemos del todo la responsabilidad de las personas en su ocurrencia, sabiendo que los fenómenos naturales no causarían daño si fuéramos capaces de entender cómo funciona la naturaleza y crear nuestro hábitat acorde a ella (Romero and Maskrey, 1993).

Se sabe que la naturaleza siempre suele reclamar los terrenos de las cuales hacia uso años atrás la quebrada Islachayoq es una quebrada que está en ciudad de Ayacucho a la fecha hay gran cantidad de población instalada en esta zona a la fecha y ya hace un tiempo se encuentran a salvo por la falta de lluvias en la ciudad, los desastres suelen presentarse cuando menos la población lo espera es inminente el peligro.

La Quebrada Islachayoq se encuentra actualmente descuidada por las autoridades Regionales y Provinciales del departamento de Ayacucho. El acelerado crecimiento de la población ha ido dando una característica principal que es la desproporcionada concentración demográfica asociada a la ocupación de terrenos en zonas de alta vulnerabilidad física las cuales se han colocado en zonas aledañas a la quebrada y han construido sus respectivas viviendas sin ser conscientes del peligro al cual están expuestos en caso vuelvan las precipitaciones en la ciudad.

Capítulo 1 - Planteamiento del problema Capítulo en que se desarrolló el planteamiento del problema se da conocer los objetivos de la investigación, así mismo se da conocer la importancia del trabajo y las diversas limitaciones que se tuvo en el proceso.

Capítulo 2 - Marco Teórico Capítulo en que se desarrolla a detalle el marco teórico la cual son investigaciones anteriores relacionadas al tema así mismo se muestra el marco conceptual para el mejor entendimiento de la investigación.

Capítulo 3 - Método de la investigación Capítulo donde se narra el tipo de investigación, enfoque de la investigación también se muestran los diversos equipos y materiales empleados para la toma de datos.

Capítulo 4 - Resultados Capítulo en él se analizan los resultados obtenidos del trabajo de investigación en este caso se muestra a detalle cada resultado obtenido de cada uno de los procesos del procesamiento en gabinete, así mismo se da la interpretación de todos los resultados que se lograron a partir de la reconstrucción 3D logrado a partir de las imágenes tomadas en campo con el dron.

*A mis amigos por impulsarme a seguir y
alentarme con sus críticas constructivas...*

AGRADECIMIENTOS

- ☞ A nuestro señor por darme la oportunidad de estar en este mundo, por haberme forjado con muchas fuerzas para no darme por vencido ante los problemas y retos que te da la vida.
- ☞ A mi asesor, por ayudarme en la elaboración del trabajo de investigación y a todos los miembros del jurado por contribuir con sus comentarios oportunos.
- ☞ A mi familia por el apoyo moral y los ánimos brindados en todo este tiempo, en especial a mis padres queridos.

Índice general

| | <i>Página</i> |
|--|---------------|
| Portada | I |
| Resumen | I |
| Introducción | III |
| Dedicatoria | V |
| Agradecimientos | VI |
| Índice general | VII |
| Lista de figuras | XI |
| Lista de tablas | XIII |
| Glosario | XIV |
| Lista de siglas y símbolos | XVI |
| 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1 Descripción del problema. | 1 |
| 1.2 Delimitación del problema | 2 |
| 1.2.1 Espacial (geográfica) | 2 |
| 1.2.2 Temporal. | 3 |
| 1.2.3 Temática y unidad de análisis | 3 |
| 1.3 Formulación del problema. | 3 |
| 1.3.1 Problema principal. | 3 |
| 1.3.2 Problemas secundarios. | 3 |
| 1.4 Justificación del problema. | 3 |
| 1.5 Limitaciones de la investigación | 4 |
| 1.6 Objetivos de la investigación. | 4 |
| 1.6.1 Objetivos generales. | 4 |
| 1.6.2 Objetivos específicos. | 4 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 2 | MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1 | Antecedentes | 5 |
| 2.1.1 | Investigaciones internacionales | 5 |
| 2.1.2 | Investigaciones nacionales | 9 |
| 2.2 | Bases teóricas | 13 |
| 2.2.1 | Ciclo Hidrológico | 13 |
| 2.2.1.1 | Cuenca hidrológica | 14 |
| 2.2.1.2 | Características Morfométricas de la Cuenca | 14 |
| 2.2.2 | Análisis de los Datos de Precipitación | 15 |
| 2.2.2.1 | Estimación de Datos Faltantes | 15 |
| 2.2.3 | Cambio climático | 16 |
| 2.2.4 | Riesgo de inundación | 16 |
| 2.2.5 | Tipos de inundaciones urbanas | 16 |
| 2.2.5.1 | Inundaciones pluviales (anegamientos) | 17 |
| 2.2.5.2 | Inundaciones ribereñas o costeras | 17 |
| 2.2.5.3 | Inundaciones mixtas | 17 |
| 2.2.6 | Gestión de inundaciones | 17 |
| 2.2.7 | Medidas estructurales de defensa contra inundaciones | 18 |
| 2.2.8 | Medidas no estructurales | 18 |
| 2.2.9 | Avances en el empleo de los SIG para el análisis del riesgo | 18 |
| 2.2.9.1 | Aplicaciones del SIG en peligrosidad de inundaciones | 19 |
| 2.3 | Marco conceptual | 19 |
| 2.3.1 | Hidrología | 19 |
| 2.3.2 | Precipitación | 20 |
| 2.3.3 | Peligro | 21 |
| 2.3.4 | Intensidad | 21 |
| 2.3.5 | Frecuencia | 21 |
| 2.3.6 | Vulnerabilidad | 21 |
| 2.3.7 | Desastre | 22 |
| 2.3.8 | Pluviómetro | 22 |
| 2.3.9 | Pluviógrafo | 22 |
| 2.3.10 | Escurrimiento | 22 |
| 2.3.11 | Exposición | 23 |
| 2.3.12 | Tormenta | 23 |
| 3 | MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN | 24 |
| 3.1 | Enfoque. | 24 |

Índice general

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.2 | Alcance. | 24 |
| 3.3 | Diseño de investigación. | 24 |
| 3.4 | Población y muestra. | 25 |
| 3.5 | Hipótesis. | 25 |
| 3.5.1 | Hipótesis general. | 25 |
| 3.5.2 | Hipótesis específicas. | 25 |
| 3.6 | Operacionalización de variables. | 25 |
| 3.7 | Definición conceptual | 26 |
| 3.8 | Definición operacional | 26 |
| 3.9 | Técnicas e instrumentos | 27 |
| 3.9.1 | GPS diferencial Leica GS 16. | 28 |
| 3.9.2 | (Dron) Phantom 4 Pro V2.0 | 28 |
| 3.10 | Desarrollo del trabajo de tesis | 28 |
| 3.10.1 | Área de estudio | 29 |
| 3.10.2 | Primera fase del trabajo realizado | 29 |
| 3.10.3 | Segunda fase del trabajo realizado | 32 |
| 3.10.4 | Tercera fase del trabajo realizado | 35 |
| 3.10.5 | Cuarta fase del trabajo realizado | 37 |
| 3.11 | Técnicas estadísticas para procesamiento | 37 |
| 4 | RESULTADOS | 38 |
| 4.1 | Contrastación de hipótesis | 38 |
| 4.2 | Análisis e interpretación de resultados | 39 |
| 4.2.1 | Resultados logrados del procesamiento de imágenes | 39 |
| 4.2.1.1 | Carga de fotografías y calibración de cámara | 39 |
| 4.2.1.2 | Alineación de fotos | 39 |
| 4.2.1.3 | Nube de puntos dispersa | 40 |
| 4.2.1.4 | Nube de puntos densa | 41 |
| 4.2.1.5 | Malla poligonal | 42 |
| 4.2.1.6 | Generación de modelo 3D | 43 |
| 4.2.1.7 | Generación de textura | 43 |
| 4.2.1.8 | Creación del modelo digital de elevación | 44 |
| 4.2.1.9 | Construcción del ortofoto | 45 |
| 4.2.1.10 | Generación de las curvas de nivel | 46 |
| 4.2.1.11 | Modelo de elevación del terreno | 47 |
| 4.2.1.12 | Curvas en GIS | 48 |
| 4.2.1.13 | Modelo de elevación del terreno | 48 |

Índice general

| | |
|--|-----------|
| 4.2.2 Comprobación de resultados | 56 |
| Conclusiones y Recomendaciones | 58 |
| 5 CONCLUSIONES | 58 |
| Conclusiones | 58 |
| Recomendaciones | 58 |
| Temas afines por investigar | 58 |
| Referencias Bibliográficas | 61 |
| I Anexos | 64 |
| A Apéndice A | 65 |
| A.1 Reporte del programa agisoft Metashape | 66 |

Lista de figuras

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Cuenca Hidrográfica. | 14 |
| 2.2 | Clasificación de Cauces de una Cuenca. | 15 |
| 2.3 | Esquema del ciclo hidrológico del agua. | 20 |
| 3.1 | Ubicación de la zona de estudio. | 29 |
| 3.2 | Primera fase del trabajo. | 30 |
| 3.3 | Zona evaluada en el trabajo. | 30 |
| 3.4 | Ubicación de puntos de control. | 31 |
| 3.5 | Proceso de la segunda etapa de la investigación. | 32 |
| 3.6 | Equipos utilizados. | 33 |
| 3.7 | Lugar de despegue del dron. | 34 |
| 3.8 | Vuelo con el dron. | 35 |
| 3.9 | Vuelo con el dron. | 35 |
| 3.10 | Tercera fase de la investigación. | 36 |
| 3.11 | Cuarta fase de la investigación. | 37 |
| 4.1 | Posicionamiento de imágenes. | 40 |
| 4.2 | Nube de puntos esparcida. | 41 |
| 4.3 | Nube de puntos densa. | 42 |
| 4.4 | Malla de triángulos generados. | 43 |
| 4.5 | Modelo 3D de la zona evaluada. | 44 |
| 4.6 | Modelo digital de elevación | 45 |
| 4.7 | ortofoto generado. | 46 |
| 4.8 | Generación de las curvas de nivel. | 47 |
| 4.9 | Clasificación de puntos. | 47 |
| 4.10 | Clasificación de puntos. | 48 |
| 4.11 | Curvas en GIS. | 50 |
| 4.12 | TIN generado. | 51 |
| 4.13 | Raster generado. | 51 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| 4.14 Raster FILL geronado. | 52 |
| 4.15 Dirección de flujo geronado. | 52 |
| 4.16 Ubicación de punto de aforo. | 53 |
| 4.17 Ubicación de punto de aforo. | 53 |
| 4.18 Cuenca urbana no corregida. | 54 |
| 4.19 Cuenca urbana. | 54 |
| 4.20 Características de la cuenca urbana. | 55 |
| 4.21 Evaluación de peligro a inundación. | 56 |
| | |
| A.1 Reporte del programa agisoft Metashape. | 66 |
| A.2 Reporte del programa agisoft Metashape. | 67 |
| A.3 Reporte del programa agisoft Metashape. | 67 |
| A.4 Reporte del programa agisoft Metashape. | 68 |
| A.5 Reporte del programa agisoft Metashape. | 68 |
| A.6 Reporte del programa agisoft Metashape. | 69 |
| A.7 Reporte del programa agisoft Metashape. | 69 |
| A.8 Reporte del programa agisoft Metashape. | 70 |
| A.9 Reporte del programa agisoft Metashape. | 71 |
| A.10 Reporte del programa agisoft Metashape. | 72 |
| A.11 Reporte del programa agisoft Metashape. | 73 |
| A.12 Reporte del programa agisoft Metashape. | 73 |

Lista de tablas

| | | |
|-----|--|----|
| 3.1 | VARIABLES E INDICADORES. | 26 |
| 3.2 | PUNTOS DE CONTROL. FUENTE: Fuente propia. | 31 |

GLOSARIO

Fotogrametría: La fotogrametría es una técnica que tiene como objetivo estudiar y determinar con precisión la forma, las dimensiones y la posición de cualquier objeto en el espacio, utilizando principalmente medidas tomadas de una o más fotografías tomadas de ese objeto. Es el arte, la ciencia y la tecnología de obtener medidas fiables de objetos físicos y su entorno.

Desastre: Es la interacción entre una amenaza y una población vulnerable, que por su alcance provoca perturbaciones en la sociedad y/o en el funcionamiento del sistema, resultantes de la desproporción de los recursos necesarios para superarla y los recursos disponibles para la población amenazada.

Vulnerabilidad: Es el daño que puede ocasionar un desastre, está directamente relacionado con la presencia de mayores o menores condiciones de vulnerabilidad.

Fragilidad: Se refiere a la desventaja o vulnerabilidad relativa de una persona y su sustento frente a amenazas. Suele centrarse en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad.

Traslape: Acción de cubrir algo, traslapar hace referencia de la existencia de continuidad de un punto a otro para que se logre unir en un solo objeto de ser necesario, en fotogrametría es muy necesario para lograr unir en una sola imagen varias fotografías.

Fotografías: La fotografía es el arte de plasmar imágenes que perduren en el tiempo y que son posibles gracias a la acción de la luz sobre una placa. El proceso fotográfico es complejo, y ha tomado años para que se desarrolle y para que haya alcanzado el nivel tecnológico de hoy en día. La fotografía es una forma de expresión.

Resiliencia: Se refiere a la capacidad de una persona para asimilarse o recuperarse y sobrevivir en una situación amenazante. Se refiere a las condiciones sociales ya la organización de la población.

Densificar: Aumentar algo con la finalidad de lograr algo compacto aumento de puntos, aumento de imágenes, lograr que algo adquiera mayor densidad.

Software: El software es un conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en una computadora. El término software es un vocablo inglés que fue tomado por otros idiomas y designa a todo componente intangible (y no físico) que forma parte de dispositivos como computadoras.

Drone: Objeto que vuela sin la intervención de un piloto dentro de él, estos equipos son pilotados a partir de control remoto y son muy usados para tomas de datos como la fotografía debido a la gran capacidad que tienen para captar imágenes de grandes alturas.

Peligro: Peligro o amenaza hace mención a fenómenos naturales o tecnológicos que pueden amenazar la vida de ser humano y/o las condiciones de vida.

Lluvia: Es la precipitación de partículas de agua que caen de una nube en forma líquida. La precipitación es promedio para un área determinada, si excede el promedio y causa daños, se clasifica como lluvia fuerte.

Calibración de cámara: Refiere a la reconstrucción del rayo de perspectiva o su equivalente, que determina los parámetros internos de la cámara, la distancia principal o focal, las coordenadas del punto principal y los parámetros de distorsión de las lentes.

Ortogonalidad: Hace referencia a todo lo que forme en su unión un ángulo de noventa grados.

Sequía: La sequía se considera un fenómeno climático cíclico causado por una disminución de las precipitaciones que se presenta de manera lenta y afecta a las personas y la actividad económica.

Fotogrametría SfM: Es una metodología similar a la fotogramétrica clásica, lo único diferente es que este método permite tomar múltiples fotos desde diferentes posiciones, ángulos, perspectivas y exposiciones de luz. Esta técnica es muy útil para evaluación de monumentos.

Modelación 3D: Es la representación matemática de un objeto tridimensional haciendo uso de un software especializado. Al resultado de ese procedimiento se le conoce como modelo 3D y sirve para realizar simulaciones de fenómenos físicos y obtener visualizaciones de toda la geometría y particularidades de un objeto.

LISTA DE SIGLAS Y SÍMBOLOS

V : Volumen

m : Metros

mm : Milímetros

Pul : Pulgadas

ML :

ET : Estudio con Estación Total

GNSS : Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite)

GPS : Global Positioning System. (Sistema de Posicionamiento Global)

GIF : Graphics Interchange Format (Formato de intercambio gráfico)

Sp : Pendiente del curso principal

P : Precipitación

Lp : Longitud del cauce principal en metros

Tc : Tiempo de concentración

RMS : Root Mean Square (Error medio cuadrático)

RPA : Remotely Piloted Aircraft (Aeronave Pilotada a Distancia)

GIS : Sistema de Información Geográfica

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El departamento de Ayacucho es uno de los departamentos que años atrás presentaba grandes precipitaciones durante los meses de noviembre a marzo, por el cambio climático el clima de la ciudad ha presentado cambios los cuales han ocasionado falta de precipitaciones durante estos siendo así que las lluvias solo se presentan en los meses de enero y febrero, esto provoca perdidas de sembríos lo cual ocasiona un desabastecimiento de productos de primeras necesidades.

La falta de lluvias si bien afecta a la producción de alimentos momentáneamente a generado lugares para habitar para la población, debido al crecimiento poblacional y la falta de lugares óptimos para vivir las personas se han instalado en riveras de la quebrada Islachayoq, sin tomar en cuenta el peligro inminente al cual se encuentran expuestos, con l cambio climático es difícil saber en que momento volverás las precipitaciones con grandes intensidades lo cual causaría un desastre natural ya que u huayco por las inmediaciones de la quebrada Islachayoq traería consigo muchas perdida de vida humana en su paso.

1.1 Descripción del problema.

En el entorno nacional, el problema de las inundaciones es común debido a la falta de esfuerzos preventivos y la falta de conciencia entre los residentes que sin saberlo terminan en lugares peligrosos y no toman precauciones ya sea por falta de fondos o conocimiento. No es ajeno a nuestro conocimiento los diferentes riesgos que se tiene cuando ocurre una inundación, las inundaciones se pueden presentar por diversos motivos como los causados por desborde de presa, la cuales muchas veces al ser almacenes de agua, al suceder un fallo

provocan inundaciones y grandes pérdidas a su paso, otra forma es el desborde de ríos, lagos o el mar los cuales también son muy preocupantes, por otro lado tenemos las inundaciones ocurridas por las precipitaciones excesivas, este tipo de inundación suele ser bastante común en lugares donde suele llover demasiado en los meses de diciembre a marzo, generalmente suele ocurrir en la selva y la sierra que son las regiones donde mayor precipitación se presente durante estas fechas, muchas veces este tipo de inundaciones suele presentarse de un momento a otro ya que sucede de manera inesperada ya que los pobladores no saben que fecha sucederá para tomar precauciones, por lo general este tipo de inundación es repentino y suele causar muchos daños a su paso, genera gran pérdida económica, pérdida de infraestructuras las cuales son arrasadas a su paso y por último se presente muchas veces pérdidas humanas, generalmente este tipo de desastres es muy devastador debido a que primero es causado por las lluvias excesivas que son causados por el cambio climático, el cual provoca muchas veces que las lluvias se presente en fechas inesperadas esto es sumado a que el crecimiento de la población en las ciudades va en aumento, haciendo que las personas habiten en lugares que son considerados como zonas de alto riesgo ya que muchas las personas en su afán de tener una vivienda suelen instalarse en lechos de ríos , o en quebradas que se encuentran habitables en el momento, pero como sabemos la naturaleza siempre suele recuperar su espacio, la combinación de precipitaciones excesivas y la poca conciencia de los habitantes provoca estos desastres, por lo que se considera importante hacer el mapeo y una evaluación de riesgo de una de las quebradas consideras entre las más importantes en la ciudad de Ayacucho, ya que en las zonas bajas encontramos varios zonas habitadas las cuales podrían estar en riesgo inminente.

1.2 Delimitación del problema

La quebrada Islachayoq, es una principales quebradas junto a otras que existe en la ciudad de Ayacucho, por lo que en épocas de máximas precipitaciones podemos ver que suele reunir bastante agua de lluvias a su tránsito, en esta quebrada se ubican varias asociaciones o asentamientos humanos que son habitados ya durante varios años pero que no por ello se encuentra fuera de riesgo ante futuras inundaciones.

1.2.1 Espacial (geográfica)

El presente trabajo de investigación geográficamente está delimitado en la quebrada Islachayoq, provincia de Huamanga, la quebrada en mención se encuentra localizado en la ciudad de Ayacucho siendo considera uno de los más importantes.

1.2.2 Temporal.

La delimitación temporal para la investigación será el año 2022 ya que es el año en que se realiza la toma de datos y donde se lleva a cabo la investigación.

1.2.3 Temática y unidad de análisis

La temática es el análisis del grado de peligro a inundación que puede presentar los habitantes que viven a lo largo de la quebrada Islachayoq, esto se analizará a partir de los diferentes cálculos hidrológicos y haciendo uso de diversos programas, como base se tiene la generación de ráster a partir de imágenes tomadas con drones, con el cual se podrá realizar los procesos posteriores.

1.3 Formulación del problema.

Después de haber observado y analizado la problemática, así mismo haber observado diversos aspectos que contribuyen o se relacionan con el problema procedemos al planteamiento del problema.

1.3.1 Problema principal.

¿Cuál es el nivel de riesgo a inundación que presente la quebrada Islachayoq?

1.3.2 Problemas secundarios.

1. ¿Cómo es la vulnerabilidad física de la quebrada Islachayoq ?
2. ¿Cómo es el nivel de peligrosidad por inundaciones del área de la quebrada Islachayoq?

1.4 Justificación del problema.

Este trabajo se justifica por la falta de estudio que se tiene del comportamiento de la quebrada Islachayoq frente a una precipitación excesiva, la cual podría causar graves problemas en caso se presente una inundación en la zona, a esto se tienen que agregar que la quebrada en mención es considerado uno de los más importantes de Ayacucho por diversos motivos, otro aspecto a resaltar es que hay muchos pobladores habitando a lo largo de la quebrada mucho de estos lugares se encuentran en la parte baja de la quebrada lo cual

hace que tomemos especial importancia en esta zona para tomar precauciones necesarias y reducir cualquier peligro que se podría presentar.

1.5 Limitaciones de la investigación

1. Una de las limitaciones fue la necesidad de tener computadoras de gran capacidad para procesar las imágenes adquiridas con el dron, ya que al ser una zona bastante grande fueron muchas las imágenes tomadas.
2. La poca duración de las baterías de los drones, ya que solo se contaron con dos baterías las cuales nos dificultaron un poco por la gran extensión de la zona levantada.
3. Otro aspecto a resaltar fue a que se debe considerar un buen tiempo para hacer el vuelo que el tiempo este calmado sin lluvia ni vientos, ya que esto afecta a las imágenes adquiridas con estos equipos.

1.6 Objetivos de la investigación.

Los objetivos planteados en este plan de investigación propuesta se mencionan en los siguientes renglones:

1.6.1 Objetivos generales.

Determinar el nivel de riesgo a inundación que presente la quebrada Islachayoq.

1.6.2 Objetivos específicos.

1. Determinar la vulnerabilidad física de la quebrada Islachayoq.
2. Determinar el nivel de peligrosidad por inundaciones de la quebrada Islachayoq.

MARCO TEÓRICO

El marco teórico es la recopilación de antecedentes, investigaciones previas y consideraciones teóricas en las que se sustenta un proyecto de investigación, análisis, hipótesis o experimento. Se da a conocer diferentes puntos de la investigación el marco teórico es la sección donde detallan investigaciones de gran importancia relacionados al tema estudiado, así mismo se da a conocer el marco conceptual en que se definirán términos mayormente usados en la investigación.

2.1 Antecedentes

El trabajo de investigación cuenta con varios capítulos uno de ellos es el marco teórico en el cual se inicia con el análisis de los diferentes antecedentes o investigaciones anteriores a nivel nacional e internacional las cuales nos da a conocer diversos ángulos del problema a tratar así mismo en este capítulo se da a conocer las bases teóricas y conceptos que servirán para un correcto entendimiento del trabajo de investigación.

2.1.1 Investigaciones internacionales

(Garnica Peña and Alcántara Ayala, 2004), en esta investigación titulada: **Riesgos por inundación asociados a eventos de precipitación extraordinaria en el curso bajo del río Tecolutla, Veracruz**, El propósito de este trabajo fue analizar los asentamientos humanos ubicados en las zonas aledañas al río Tecolutla, los cuales han sufrido inundaciones desde épocas históricas. El objetivo de este trabajo es prevenir futuras inundaciones, analizar el grado de vulnerabilidad ante este tipo de peligros, que se manifiesta en los daños materiales y humanos ocasionados por las lluvias extraordinarias de octubre de 1999. Los daños se estiman en 2,7 millones de pesos. . El riesgo potencial de inundación junto con la alta vulnerabilidad de algunos lugares determina

el riesgo al que se encuentra expuesta aproximadamente el 30 % de la población del municipio. Con base en criterios morfológicos y estadísticos, complementados con el uso de técnicas de teledetección, se elaboró la zonificación de áreas inundables en las partes bajas del río Tecolutla, así como un análisis de vulnerabilidad de las comunidades de la zona.

(Mendoza Mejía and Orozco Hernández, 2014), en esta investigación titulada: **Análisis de la vulnerabilidad biofísica a los riesgos por inundación en la zona metropolitana de Toluca, México**, Determinar el Índice Biofísico de Exposición al Riesgo de Inundaciones de la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT). En la elaboración del trabajo se utilizaron datos de planta y datos de campo, los cuales fueron procesados por métodos estadísticos y multicriterio con el apoyo de sistemas de información geoespacial y monitoreo remoto. Los resultados obtenidos mostraron que el índice de riesgo alto con un valor de 52.41 % comprende los municipios de Lerma, Toluca, San Mateo Atenco y Metepec y la superficie es de 1032.73 km²; el índice bajo tiene una superficie de 13,71 km² y un área de 13,71 km²; Finalmente, el riesgo biofísico promedio cubre 687,20 km² o 33,88 l del área metropolitana. Los resultados del estudio tienen como objetivo promover la toma de decisiones en las áreas de protección civil, desarrollo regional y seguridad pública, así como la participación en los planes de desarrollo urbano y ordenamiento territorial como observadores del riesgo; y ser útil en servicios de emergencia, desarrollo urbano, seguridad pública y ordenamiento territorial.

(Ordaz et al., 2013), en esta investigación titulada: **Vulnerabilidad y riesgo por inundaciones**, el objetivo principal de este trabajo es proporcionar información y técnicas para evaluar el riesgo de inundación asociado con la liberación controlada del exceso de agua de una presa. Además, se pretende que los métodos presentados en este trabajo ayuden a los responsables a trabajar en las tareas de planificación y en la implementación de las medidas de prevención y mitigación de inundaciones. La creación de nuevos y más grandes embalses, y la operación de los existentes a niveles mayores de los acostumbrados incrementan la posibilidad de que se presenten desbordamientos en los ríos, provocando inundaciones que ponen en peligro y afectan económicamente a las poblaciones. Derivado de estas necesidades y de recientes experiencias indeseables, se ha visto la necesidad de incrementar la seguridad en las presas para evitar fallas parciales o totales. Sin embargo, contar con niveles extremadamente altos de seguridad incrementaría el costo de la inversión inicial en nuevos proyectos y los de mantenimiento o mejoramiento de los ya existentes, aspectos que deben contrastarse con las pérdidas económicas causadas por una falla y las afectaciones sociales debidas al insuficiente almacenamiento del agua. De esta manera, se

requiere analizar que el nivel de seguridad de una presa sea razonable y cuáles son los riesgos aceptables.

(Zueco et al., 2008), en esta investigación titulada: **Núcleos de población en riesgo de inundación fluvial en Aragón, diagnóstico y evaluación para la ordenación del territorio**, se presenta un listado de núcleos de población en riesgo de inundación en el río Aragón. La identificación y el diagnóstico de estos núcleos se logra mediante interpretación ligera. Los casos de estudio se enumeran por el tipo de río que cruzan y la densidad de población que puede verse afectada por la inundación. Los datos se analizaron por provincia, tipo de caudal del río y densidad edificada. La evaluación de los núcleos en riesgo se basa en las evidencias de inundaciones históricas, las medidas adoptadas en los cauces para minimizar el riesgo y la inclusión del núcleo en el Plan de Gestión de Emergencias de Inundaciones de la Comunidad Autónoma de Aragón. Esta evaluación de riesgos inicial debería ser útil para la planificación espacial a escala regional, y se sugieren direcciones para acciones futuras.

(Sánchez and Martínez-González, 2014), en esta investigación titulada: **“Propuesta de un nuevo enfoque para evaluar la peligrosidad por inundaciones pluviales”**, Los criterios de riesgo de inundaciones pluviales, que tienen en cuenta la interacción entre la profundidad y la velocidad, se han desarrollado principalmente para las zonas rurales y se aplican a las inundaciones repentinas. Sin embargo, con el advenimiento de los SIG y sus opciones de representación espacial, se han desarrollado diversas técnicas para el microanálisis de riesgo de las áreas urbanas, basadas en el análisis multicriterio y la consideración de varios factores combinatorios. Este artículo pretende contribuir al método de Zonensein, Miguez, Valentin (2008) para calcular la amenaza o el riesgo en áreas urbanas, específicamente una escala de normalización o indicador de las características de las inundaciones que, si bien es factible en las áreas urbanas, no tiene en cuenta los efectos de las inundaciones. creando cuerpos de agua para vehículos y transeúntes por debajo de la altura promedio de las aceras o aceras. En la elaboración del mapa de peligrosidad se tomó como caso de estudio una subregión de la ciudad, la cual se encuentra ubicada en la zona centro-norte de la ciudad de Coro, Venezuela. Se encontró que el método propuesto brinda resultados más realistas que el método tradicional de peso mixto cuando se analizan calles con una profundidad de agua inferior al nivel promedio del pavimento. Por otro lado, este nuevo enfoque proporciona mejores correlaciones en términos del ajuste de las funciones de normalización en comparación con el enfoque convencional.

(Jáuregui et al., 2016), en esta investigación titulada: **“Estrategias para la mitigación del riesgo por inundación, caso cuenca del arroyo Maldonado, La Plata (Buenos Aires, Argentina)”**, Este artículo se basa en el entendimiento de que los conflictos por el agua relacionados con las inundaciones urbanas surgen por muchas razones, aunque en su mayoría están relacionados con los efectos del cambio climático. El estudio es parte de un proyecto de investigación en curso que analiza el problema de las inundaciones urbanas del Gran La Plata. En este sentido, se trabajó a dos escalas: la primera involucró a los tres partidos del GLP. El otro, las cuencas de los ríos Gato y Maldonado en la ciudad de La Plata. El objetivo es formalizar estrategias de intervención a nivel regional para fortalecer la resiliencia urbana, siendo la cuenca del Arroyo Maldonado el objetivo de la encuesta. La base de la estrategia metodológica fue la elaboración de un diagnóstico del área, la identificación de puntos débiles y fuertes para determinar estrategias de intervención (lineamientos) que ayuden a reducir el riesgo de inundaciones, aumentar su resiliencia y promover el establecimiento de un hábitat sostenible. . Para el procesamiento, análisis y construcción de datos se utilizó un Sistema de Información Geográfica (SIG), cuyos resultados son estrategias generales (para diferentes áreas vulnerables), estrategias específicas de estudio de caso (relacionadas con la dimensión física). medio ambiente, teniendo en cuenta la normativa vigente, cultivo y accesibilidad) y cartografía de la edificación (mapa de diagnóstico y mapa de referencia).

(Díaz-Borrego and Rodríguez-Infante, 2016), en esta investigación titulada: **Estrategias para la mitigación del riesgo por inundación, caso cuenca del arroyo Maldonado, La Plata (Buenos Aires, Argentina)**, El objetivo del estudio fue identificar zonas inundables en la comunidad de Pradera Alta de la parroquia Francisco Eugenio Bustamante. La metodología utilizada consistió en un relevamiento de campo para identificar riesgos de inventario natural y humano, análisis de muestras en laboratorio para evaluar las propiedades físico-mecánicas del suelo y relevamientos geoelectricos para determinar la presencia, profundidad y espesor de lentes de agua subterránea. desde el suelo. niveles Es posible conformar tres áreas de diferentes niveles de riesgo (alto, medio y bajo), de las cuales el sector más vulnerable se ubica en el extremo noroeste de la comunidad, donde la probabilidad de inundación es alta y las personas están en riesgo, tanto . dentro y fuera de la casa. Se ha comprobado que los principales factores que inciden en el riesgo de inundaciones en esta región están relacionados con las propiedades del suelo, las condiciones hidrológicas, la pendiente del terreno, la erosión y erosión, y los factores antrópicos por falta de ordenamiento territorial.

2.1.2 Investigaciones nacionales

(Contreras, 2019), en esta investigación titulada: **Alternativa de solución mediante el uso de barreras flexibles a problemas geodinámicos Cerro La Picota – Ayacucho – Perú**, El presente trabajo tiene como finalidad evitar una amenaza de muerte a los habitantes de las faldas del Cerro La Picota y de igual forma a los habitantes de las zonas bajas de la montaña de la zona. Ciudad de Ayacucho. Cabe decir que en este lugar existen siete quebradas de diversas formas, desniveles, desniveles y coberturas, las cuales se formaron por lluvias cíclicas, por lo que los riesgos para la población se derivan del transporte de desechos, caudales de agua. y dañar los sedimentos en toda su longitud donde se recomiendan barreras flexibles según lo requieran las realidades geodinámicas, geomorfológicas y geotécnicas. Se instalaron 22 brazos flexibles, de los cuales 04 tienen forma de U de más de quince metros y 18 tienen forma de V de menos de quince metros. Se instalan uno en forma de U y otro en forma de V en el primer pasaje Puca Puca; se instalarán dos en forma de U y tres en forma de V en la segunda quebrada de la ampliación San Martín; se instalan tres en forma de V en la tercera quebrada Alto Perú; en el cuarto roto Yanaccacca tiene cuatro montados en V; En el quinto paso de la ampliación Basilio Auqui se instaló una en forma de U y otra en forma de V; dos en forma de V están instalados en el sexto pasaje de Piscotambo; en la séptima rueda Acchohuaycco, cuatro van montadas en forma de V.

(Loyola Morales, 2019), en esta investigación titulada: **“Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad”**, “El objetivo del estudio se centró en evaluar el nivel de riesgo por inundación, generado por la quebrada del cauce del Río Grande en el tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus en la ciudad de Huamachuco además de cumplir los objetivos específicos de Calificar el nivel de peligro del a quebrada del Cauce del Río Grande, Analizar la Vulnerabilidad de las familias aledañas a la quebrada del Río Grande y Proponer medidas estructurales y no estructurales que reduzcan el riesgo de inundación existente en la quebrada del Río Grande, haciendo uso del Manual Básico para la Estimación del Riegos del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) , recopilando información de tipo social, económica, geológica y ambiental. Se evaluó la peligrosidad de la quebrada del cauce del Río Grande en el tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus y se analizó la vulnerabilidad de una población de 31 familias aledañas que se encuentran dentro de la Faja Marginal delimitada por la Autoridad Nacional del Agua. Se ha realizado una investigación descriptiva, basado en la aplicación de las tablas provenientes de los manuales antes mencionados, de esa manera se ha analizado

y evaluado los datos obtenidos. Utilizando las técnicas de observación, la obtención de datos meteorológicos, la utilización de mapas de INDECI, CEPPLAN y CEDEPAS, la selección de viviendas al azar, la entrevista bajo el cuestionario de AMAT Y LEON y el cuestionario poblacional para la percepción del peligro. Al realizar el procesamiento de la información obtenida en campo y gabinete se ha determinado que el nivel de peligrosidad es alto y el nivel de vulnerabilidad científica y tecnológica y la vulnerabilidad educativa es muy alta, mientras que la vulnerabilidad física, económica, social, política e institucional, ideológica y cultural es alta, además que la vulnerabilidad institucional es media; por lo que se ha obtenido que el nivel de riesgo en la quebrada del cauce del Río Grande es Alto.”

(Gonzales Fernández, 2016), en esta investigación titulada: **Análisis del riesgo por inundaciones en la cuenca del río Yucaes sector Muyurina - Ayacucho, 2014**, El desarrollo de la reciente tesis incluye un estudio hidrológico de la cuenca hidrográfica del río Yucaes y un estudio hidráulico del sector Muyurina de la misma cuenca, que contribuirá a la evaluación y delimitación de áreas de planicies de inundación y al cálculo de planicies de inundación. . áreas zonas mas populares fluido zonas de riesgo severo, medio o bajo para las áreas agrícolas, bienes y personas de este Valle de Muyurina, que abarcaba 2000 km aguas arriba y se ubicaba en la región de Tambillo, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho - Perú. El levantamiento hidrológico consiste inicialmente en el cálculo de las características fisiográficas y geomorfológicas de la cuenca de Yucaes, limitada por la distribución topográfica (divortium Aquario) con un área de 693,86 km² puntos de interés definidos por el software ArcGis. y Hec-GeoHMS. Centrándose en el procesamiento de datos de precipitación máxima de 2 horas como generador de caudales máximos de inundación, se realiza un análisis de frecuencia en períodos de retorno diferentes usando modelos probabilísticos y evaluando si sus datos se ajustan a distribuciones. : Log Pearson tipo III, Gumbel y Log Gumbel, estableciéndose que el modelo que mejor se adapta al fenómeno de inundación es la distribución Gumbel y Log Gumbel. El cálculo de la cantidad máxima de precipitación del promedio de 2 horas en el área de la cuenca también se determina mediante el método de Thiessen, con la ayuda de este podemos averiguar la altura de la precipitación que se produce en un área determinada del estudiado cuenca De manera similar, se construye un gráfico I-D-F para determinar las intensidades máximas y se calcula un hietograma de diseño usando un método de bloque alternativo. A continuación, se calculó el caudal incremental o crecida utilizando métodos empíricos directos, hidrografía unitaria y utilizando el modelo Hec-HMS Hydrolog. El estudio hidráulico se sintetiza en la modelación hidráulica bidimensional y simulación del modelo matemático así como Iber 2.3.2 simulación de flujo turbulento sobre placa libre en un sistema inestable ; estimar la llanura aluvial determinando la profundidad del

agua y la llanura aluvial. Finalmente, identificar el riesgo de inundación en tramos estudiados.

(Mendoza Solis, 2017), en esta investigación titulada: **“Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011-2016”**, Este estudio, titulado Evaluación del riesgo de inundaciones en el río Romero, región Cajamarca, 2011-2016, se realizó utilizando el Manual de Evaluación de Riesgos por Fenómenos Naturales del CENEPRED (versión 02 - 2014), que reúne datos sociales, económicos y ambientales. El estudio tuvo como objetivo evaluar el nivel de riesgo que generó la inundación provocada por el Paso Romero en la región Cajamarca en los años 2011-2016, se evaluó la peligrosidad del paso y se analizó la vulnerabilidad de las familias aledañas. . . Para ello se propusieron medidas para reducir el riesgo de inundaciones existentes, teniendo como problema: ¿Cuál es el nivel de riesgo que ocasionan las inundaciones ocurridas en el arroyo Romero entre 2011 y 2016 en la región Cajamarca? , se realizó un estudio descriptivo, basado en la aplicación de las tablas de clasificación antes mencionadas, y se analizó y evaluó la información obtenida. Se utilizaron las siguientes técnicas: observación, recolección de datos meteorológicos, elaboración de mapas, selección aleatoria de apartamentos y entrevista. Procesando la información recibida en campo y en oficina se encontró que el nivel de Amenaza es alto y el nivel de vulnerabilidad es alto, en cuyo caso el nivel de riesgo de Arroyo Romero se encuentra alto.

(Carranza Meléndrez, 2014), en esta investigación titulada: **“Evaluación de riesgo de desastres en el Asentamiento Humano San José del Huito de la ciudad de Jaén – Cajamarca ante peligro de inundación”**, “Tesis para Optar el Título de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca. El objetivo de esta investigación fue evaluar el riesgo de desastres que afecta a la comunidad y también a la infraestructura del asentamiento humano San José de Huito en la ciudad de Jaén debido al fenómeno natural de inundación. Debido a las características de la zona de estudio, los análisis se realizaron entre los meses de julio y octubre del 2014 mediante fichas técnicas y evaluativas, así como por información brindada por SENAMHI e instituciones de la localidad. Para poder determinar el peligro de riesgo se elaboró un estudio hidrológico y se hizo una modelación hidráulica de la zona más propensa a inundarse; y la vulnerabilidad se evaluó en base a técnicas descriptivas y de observación, formulando encuestas y entrevistas de aspectos físicos, sociales, culturales y demás aspectos relevantes de la sociedad. Por lo que posteriormente se pudo determinar el nivel de riesgo usando la matriz de peligro versus vulnerabilidad de INDECI y se concluyó que el peligro era bajo pero la vulnerabilidad se determinó como muy alta por lo que el nivel de riesgo es alto. Por otro lado esta

investigación es un aporte importante para la toma de decisiones urbanísticas y políticas para la ciudad de Huamachuco, al identificar el nivel de riesgo de la quebrada del cauce del Río Grande, la Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión puede justificar una inversión en prevención y mitigación de riesgos aplicado bajo el enfoque de CENEPRED e INDECI.”

(Álvarez Grijalva et al., 2018), en esta investigación titulada: **“Informe Final de llamamiento de emergencia por inundaciones y huaycos en el Perú generadas por el Fenómeno del Niño Costero”**, “En este trabajo se plasman la cuantificación de pérdidas económicas, materiales y humanas generadas en este período. Debido al estudio establecido y a los datos estadísticos generados, desde enero de 2017 se han presentado declaratorias y alertas de una serie de inundaciones y huaicos producto de las intensas lluvias anormales, es decir, con intensidades mayores a las que se presentan normalmente en épocas de invierno. Dada esta situación se presentaron alertas en 23 de los 25 departamentos del país y 14 regiones se declararon en emergencia encontrándose una población afectada de 159 personas que han perdido la vida y más de 250 mil personas damnificadas y más de 1 millón 500 mil personas afectadas. La mayoría de los afectados se registró en las regiones de la costa norte del país. Se emitieron declaratorias de Estado de Emergencia en 14 regiones, siendo Piura la región en la que llegó a un nivel máximo de emergencia. Respecto a los datos nacionales tenemos que, en infraestructura de transporte, 45,525 Km de carreteras afectadas y destruidas, 433 puentes destruidos, 29,821 viviendas colapsadas y 25,361 inhabitables. En el sector agrícola 41,886 hectáreas de cultivos perdidas y 93,190 hectáreas afectadas. En el sector salud, 937 establecimientos afectados y 61 colapsados Se tuvieron 879 distritos declarados en emergencia, ubicados en 109 provincias y 14 regiones. Además, se vieron afectadas la infraestructura de servicios básicos de agua, energía eléctrica y desagüe. Situación de seguridad y política: Las principales amenazas para la población fueron el riesgo de afectación de sus bienes y de su vida. Los desplazamientos por carretera y caminos rurales fueron pasibles de riesgo de ser afectados por huaicos y por las fuertes lluvias, debido a la falta de infraestructura adecuada; causando impactos negativos en la vida cotidiana de las personas y en la actividad comercial y productiva. La magnitud de la situación de emergencia, que fue de gran envergadura y su presencia en casi todo el territorio nacional, plantearon un reto importante a las autoridades de nivel nacional, regional y local, así como para las instituciones civiles, como Cáritas del Perú, que al tomar conocimiento de la situación, desde el primer momento, estableció sus protocolos a fin de poder atender la emergencia presentada y poder ayudar a la población afectada.”

(Callalle Cueto, 2016), en esta investigación titulada: **Análisis del riesgo de desastres en zona urbana periférica en el Asentamiento Humano Lomas de Nocheto, Santa Anita, Lima**, “En este trabajo se analiza los riesgos presentes en las zonas urbanas periféricas en la ciudad de Lima de las cuales se llegó a las siguientes conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos se puede realizar un enfoque global de la comunidad y enmarcarla dentro de un Plan de Gestión de Riesgos para así poder reducir la vulnerabilidad ante los desastres. Se ha identificado que los segmentos de la comunidad más vulnerables son los niños, mujeres y ancianos, ya que son ellos los que permanecen más tiempo en el asentamiento humano y son los que más propensos se encuentran en caso ocurra un desastre natural, es por eso que el municipio debe centrar su accionar en estos grupos. En este sentido la Municipalidad debe implementar un plan de capacitación y prevención en la comunidad, iniciando principalmente en los centros educativos ya que ahí se concentra la cantidad de niños que al ser instruidos pueden volcar sus conocimientos en el bien colectivo ya que ellos serían los principales damnificados ante un evento natural o antrópico. La gestión de riesgos de desastres debe ser una prioridad para la administración municipal y no esperar a que ocurra un deslizamiento o un incendio para recién plantear las medidas preventivas, para ellos también es primordial que el personal que labora en el municipio también sea capacitado y tenga un fuerte compromiso con el tema, y el accionar de la municipalidad con respecto a la rotación de personal no debe afectar a las medidas adoptadas con respecto a la reducción de riesgos.”

2.2 Bases teóricas

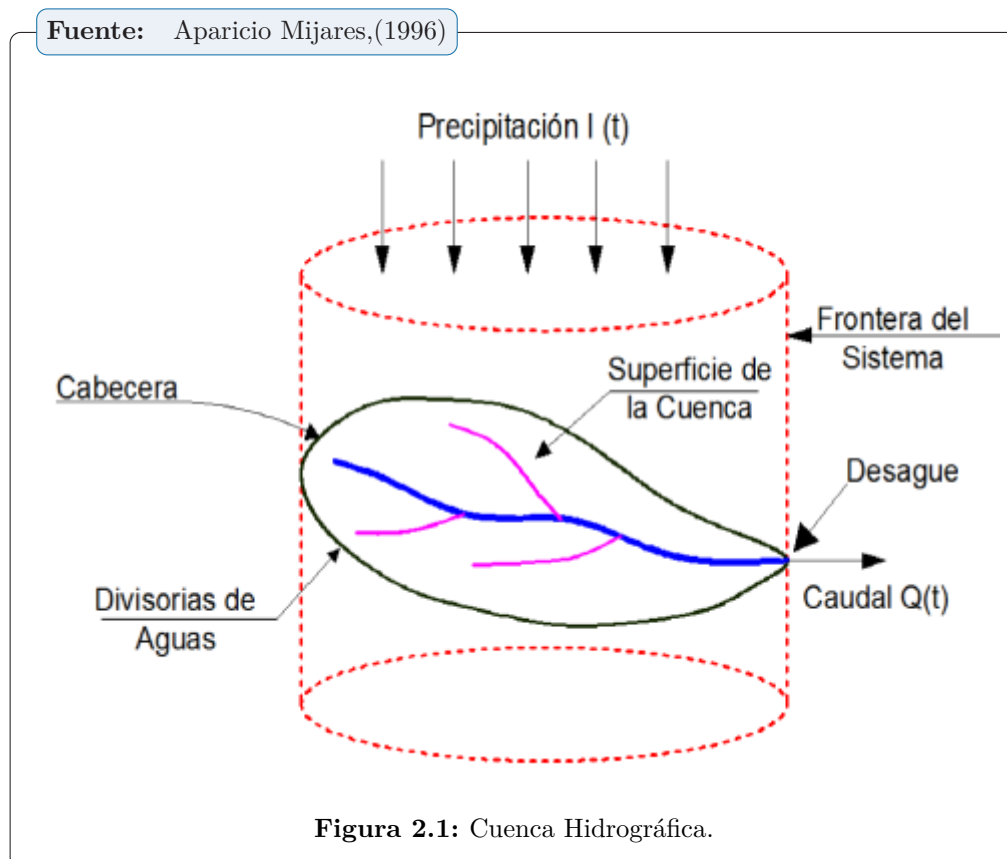
Las bases teóricas de una investigación son esenciales debido a que estas nos sirven para poder definir mejor nuestro problema y así mismo nos permite tener mayor alcance y conocimientos para proponer posibles soluciones.

2.2.1 Ciclo Hidrológico

Según (Zúñiga Ramos, 2020), el ciclo hidrológico es un fenómeno global de circulación del agua entre la superficie terrestre y la atmósfera, provocado fundamentalmente por la energía solar y la energía gravitacional. El ciclo hidrológico es el conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido y gaseoso), como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc.).

2.2.1.1 Cuenca hidrológica

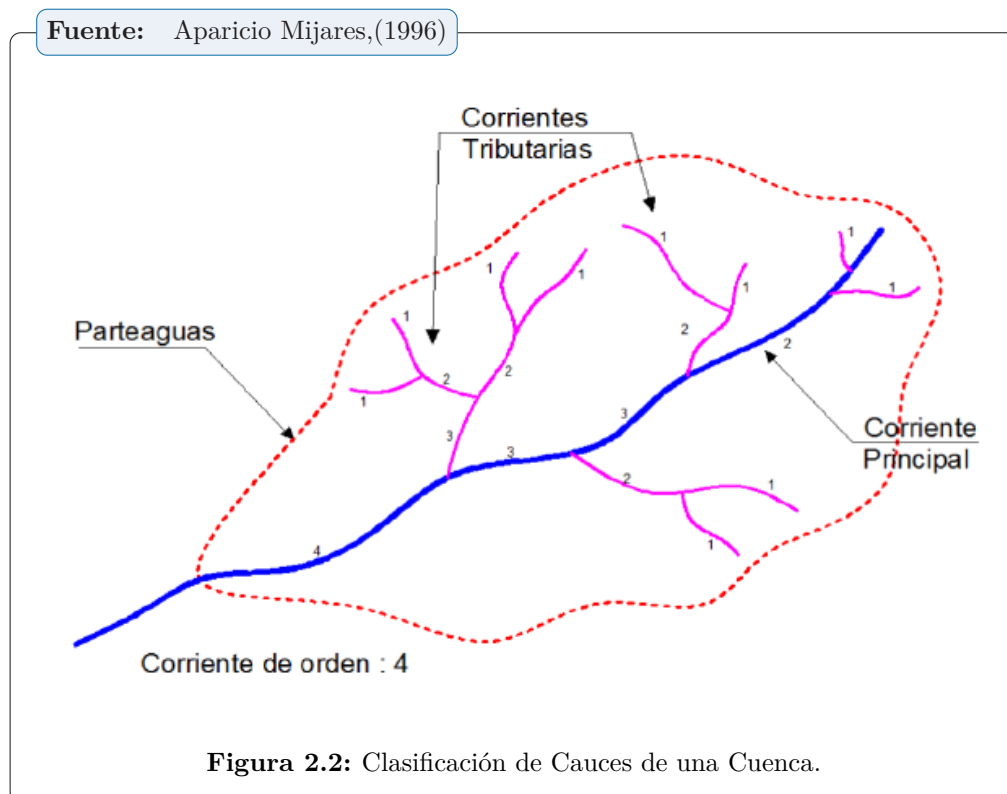
La cuenca de drenaje es de una corriente es el área de terreno donde todas las aguas caídas de precipitación se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso tiene una cuenca bien definida por cada punto de recorrido (Maidment et al., 1994). Una cuenca hidrológica es la unidad básica del estudio de la hidrología. Es una zona de la superficie terrestre en donde si fuera impermeable las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida (Rojas Marmolejo, 2018). Asimismo, es definida como la totalidad del área drenada por una corriente o sistema interconectado de cauces, tales que todo el escurrimiento originado en tal área es descargado a través de una única salida (Rojas Marmolejo, 2018).



2.2.1.2 Características Morfométricas de la Cuenca

1. **Divisorias de Aguas:** Es una línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa la cuenca de las cuencas vecinas.
2. **Frontera Del Sistema:** Se dibuja alrededor de la cuenca, proyectando la divisoria de aguas verticalmente hacia arriba, y abajo hacia los planos horizontales.

3. **La Corriente Principal De Una Cuenca:** Es la corriente de mayor longitud que pasa por la salida de la misma, nótese que esta definición se aplica solamente a las cuencas exorreicas.
4. **El Orden De Las Corrientes:** Nos indica la extensión de la red de corriente en el interior de una cuenca y se determina como se muestra en la figura siguiente.



2.2.2 Análisis de los Datos de Precipitación

La “información meteorológica de precipitación (pluviométrica) antes de estudiarse esta variable debe ser analizada en tres aspectos importantes: si los datos de la estación son completos, si es consistente y si es de extensión” suficiente (Zúñiga Ramos, 2020).

2.2.2.1 Estimación de Datos Faltantes

Según (Zúñiga Ramos, 2020), “los datos de precipitaciones faltantes son estimados en función a los registros de las estaciones cercanas. Donde se empleará los datos de los registros completos de las estaciones índices, se seleccionarán de modo que estén lo más próximo posible y sea de altitud equivalente a la estación de dato faltante. Entre los métodos de estimación de registro de datos se puede agrupar en dos grupos la cuales son a nivel diario - mensual y a nivel anual.”

1. Estimación de registros faltantes a nivel diario y mensual:

- ☞ Método del promedio aritmético.
- ☞ Método de la relación normalizada.
- ☞ Método del U. S. Nacional Weather Service.
- ☞ Método Racional Deductivo.

2. Estimación de registros anuales faltantes:

- ☞ Método de los promedios.
- ☞ Método de la recta de regresión lineal.

2.2.3 Cambio climático

Según (Osés Eraso and Foudi, 2020), algunas proyecciones climáticas indican que la frecuencia de inundaciones extremas aumentará, aunque no todas estas proyecciones están exentas de dificultad e incertidumbre. La extensión y frecuencia de las fuertes lluvias aumenta el riesgo de este tipo de precipitaciones, especialmente inundaciones repentinas. Además, la cantidad de precipitaciones debidas al cambio climático y, por tanto, a las inundaciones no son homogéneas entre las diferentes regiones.

2.2.4 Riesgo de inundación

Según (Osés Eraso and Foudi, 2020), Estos tres puntos son conceptos que están interrelacionados y son peligro, exposición y vulnerabilidad, están claramente interrelacionados y al examinarlos es posible construir una curva de probabilidad de daño que relaciona la probabilidad de inundación anual con el daño por inundación. Las curvas de probabilidad-daño representan la relación entre la severidad de la inundación (caracterizada por la probabilidad anual, es decir, el tiempo de recuperación) y los niveles de daño. Para obtener una imagen precisa de la forma de las curvas de probabilidad de daño, se debe analizar un número suficiente de posibles inundaciones.

2.2.5 Tipos de inundaciones urbanas

Entre los tipos de este tipo de inundación tenemos los siguientes:

2.2.5.1 Inundaciones pluviales (anegamientos)

También se les conoce como desagües de ciudad. Son inundaciones provocadas por fuertes lluvias que superan la capacidad de drenaje del sistema pluvial de la ciudad. En las zonas bajas de las ciudades, las piscinas o embalses se producen no solo por las fuertes lluvias, sino también por las obstrucciones en los desagües y puntos de recolección debido a obstrucciones de basura y alcantarillado, a menudo debido a un mantenimiento inadecuado. Este tipo de eventos se caracterizan por inundaciones repentinas porque suelen ir acompañadas de fuertes tormentas con una importante actividad convectiva, de corta duración y concentradas en un área relativamente pequeña (Huaracc Chancasanampa, 2018).

2.2.5.2 Inundaciones ribereñas o costeras

Las ciudades típicas ubicadas a orillas de cursos de agua, mares y sistemas mixtos (como los estuarios) se desarrollan como resultado del desbordamiento de ríos y arroyos o de la subida del nivel del mar. El aumento del caudal de los ríos y las salpicaduras de agua en sus llanuras de inundación afecta a las ciudades que allí se desarrollan, aunque muchas veces cuentan con sistemas de protección o terraplenes artificiales. En ciertos sistemas, como los estuarios, las inundaciones tienden a ocurrir cuando la influencia de las mareas de los centros de baja presión y los fuertes vientos persistentes coincide con un período de marea alta (Huaracc Chancasanampa, 2018).

2.2.5.3 Inundaciones mixtas

Como “su nombre lo indica, se trata de inundaciones urbanas donde se combina la crecida de un río con la falta de capacidad del sistema pluvial para la evacuación de los excedentes generados por” lluvia (Huaracc Chancasanampa, 2018).

2.2.6 Gestión de inundaciones

Según (Osés Eraso and Foudi, 2020), La gestión de inundaciones generalmente tiene como objetivo reducir los riesgos. Por lo tanto, las medidas de reducción de riesgos pueden enfocarse en uno o más de los factores que determinan ese riesgo: amenaza, exposición y vulnerabilidad. Por lo tanto, se pueden implementar medidas como la construcción de presas y defensas estructurales, que generalmente tienen como objetivo reducir o controlar el riesgo de algunas inundaciones, u otras medidas como el establecimiento de sistemas de

alerta temprana para proteger contra el riesgo de inundaciones o gestión del sitio diseñada para reducir la exposición y la vulnerabilidad.

2.2.7 Medidas estructurales de defensa contra inundaciones

Según (Osés Eraso and Foudi, 2020), las medidas estructurales se incluyen en la planificación tradicional de control de inundaciones y las propuestas de medidas técnicas o diseño de infraestructura para prevenir inundaciones, como la construcción de presas o el desvío de ríos. Estos tipos de medidas de control de inundaciones generalmente están diseñadas para controlar las inundaciones hasta un período de recuperación específico.

2.2.8 Medidas no estructurales

Según (Osés Eraso and Foudi, 2020), las medidas no estructurales no afectan las inundaciones en sí mismas, pero tienen como objetivo cambiar la apertura y la vulnerabilidad de la zona de inundación. Existen diversas medidas que pueden considerarse no estructurales. Por ejemplo, medidas de planificación regional. En ocasiones, el desconocimiento del riesgo conduce a decisiones inapropiadas en terrenos inundables, como la construcción de viviendas en zonas con alta probabilidad de inundación. Las restricciones del uso de la tierra pueden reducir significativamente los riesgos asociados con las carreteras más comunes. Sin embargo, en muchos casos, estas iniciativas son difíciles de implementar cuando los planes de desarrollo anteriores han ocupado importantes llanuras aluviales. Otras medidas no estructurales pueden ser planes de emergencia y sistemas de emergencia y evacuación que pueden intervenir durante una inundación y reducir la vulnerabilidad, especialmente para las víctimas de inundaciones. Los sistemas de alerta temprana también se han propuesto como una medida no estructural para ayudar a reducir los daños por inundación y, por lo tanto, el riesgo.

2.2.9 Avances en el empleo de los SIG para el análisis del riesgo

Según (Isidro et al., 2009), las principales innovaciones y mejoras que GIS ha aportado al análisis de riesgo en los últimos años se han producido principalmente en el área de investigación de inundaciones en el sentido más amplio de riesgo (desde fuentes de datos hasta mapas de amenazas). Sin mencionar muchas innovaciones metodológicas en la evaluación de la exposición y la vulnerabilidad, aunque hubo algunas mejoras digitales en las fuentes de datos de la propiedad que facilitaron su integración y referencia cruzada con otros factores.

2.2.9.1 Aplicaciones del SIG en peligrosidad de inundaciones

Según (Isidro et al., 2009), las primeras mejoras útiles en el análisis del riesgo de inundaciones en nuestro país en los últimos años han sido protagonistas de los SIG, y la disponibilidad de datos de entrada ha supuesto un avance significativo en el estudio hidrológico de inundaciones y calles. Así, los datos de precipitación máxima diaria (junto con sus ratios IDF), tradicionalmente obtenidos a lo largo del tiempo a partir de datos de estaciones meteorológicas, han pasado a estar disponibles a partir de aplicaciones basadas en la interpolación espacial y la interpolación posibilitada por SIG, que permiten obtener valores en cualquier punto de la región.

2.3 Marco conceptual

El marco conceptual es una sección donde se da a conocer términos que se consideran importantes en la investigación y que son poco conocidos o que consideremos que se requiere una mayor profundización para lograr una correcta comprensión del lector.

2.3.1 Hidrología

Según (Rojas Marmolejo, 2018), “es la ciencia que se enfoca al ciclo hidrológico global y a los procesos involucrados en la parte continental de dicho ciclo, es decir, es la geociencia que describe y predice las variaciones espaciales y temporales del agua en la etapa terrestre, oceánica y atmosférica del sistema hídrico global. Asimismo, describe el movimiento del agua sobre y debajo de la superficie terrestre incluyendo los procesos físicos, químicos y biológicos que tienen a lo largo de su trayectoria. La hidrología se interesa en las componentes del ciclo hidrológico. La precipitación que cae sobre el suelo puede distribuirse como almacenamiento superficial, almacenamiento por infiltración en el suelo (retención y detención). El almacenamiento por retención se sostiene por un periodo largo y se agota por evaporación y el de detención es por un periodo corto por el flujo hacia fuera del almacenamiento.”

Fuente: Chereque W. (2003)

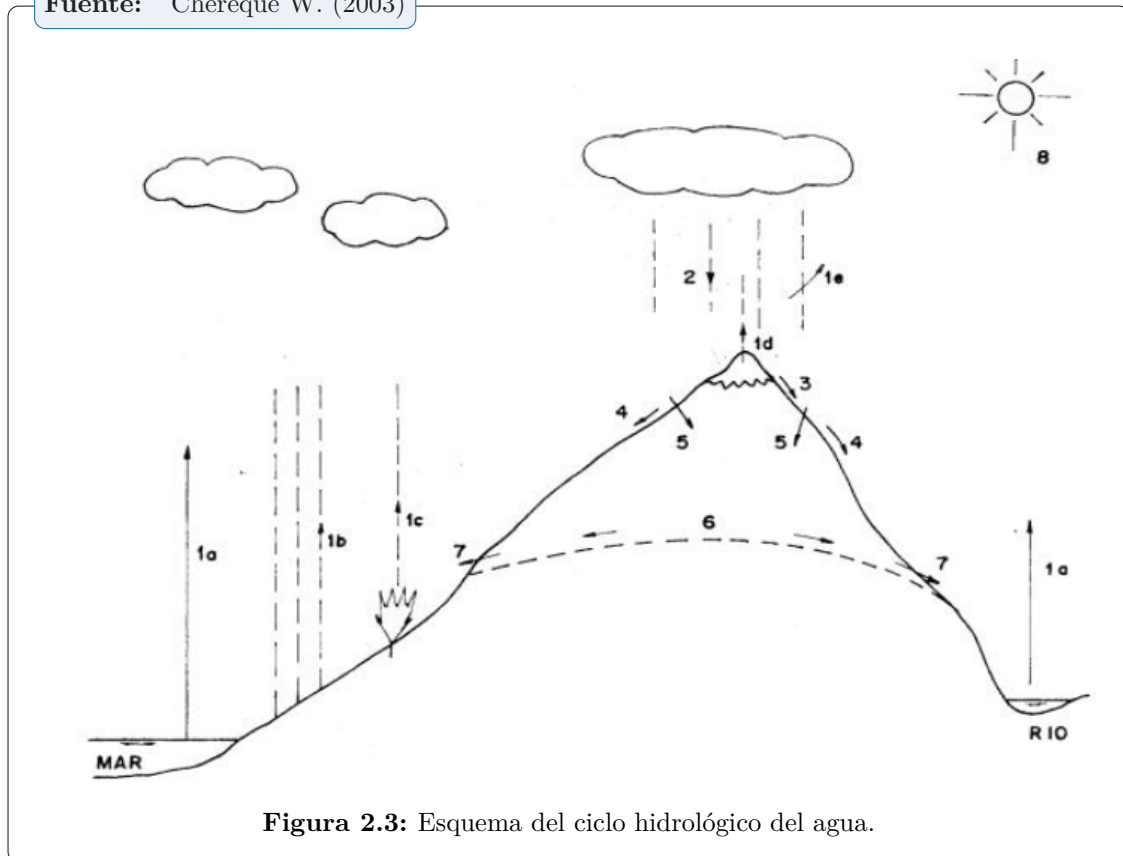


Figura 2.3: Esquema del ciclo hidrológico del agua.

El “ciclo hidrológico se puede representar como un sistema, es decir, como una estructura o volumen en el espacio delimitada por una frontera cuyos componentes internos interactúan entre sí o con otros sistemas adyacentes, componentes del sistema serán las variables hidrológicas y los procesos que lo relacionan entre sí; los sistemas adyacentes serán aquellos que tienen como límites comunes las capas altas de la atmósfera y los sistemas geológicos profundos.”

2.3.2 Precipitación

Según (Rojas Marmolejo, 2018), “la precipitación es toda forma de humedad que originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo. Desde el punto de vista de ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria de la superficie terrestre y sus mediciones forman el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua. La precipitación es la componente principal del escurrimiento superficial y subterráneo. Para determinar los escurrimientos superficiales es necesario realizar un análisis de la magnitud de la precipitación pluvial, ya que ambos están relacionados directamente. Por ello, los estudios de alcantarillado parten del estudio de la precipitación para determinar los gastos de diseño a fin de dimensionar las obras de alcantarillado. Para medir las precipitaciones se utiliza instrumentos como pluviómetros.

2.3.3 Peligro

Según (Martínez Cabrera, 2018), “en las investigaciones realizadas en geografía de los riesgos, se ha puesto cada vez más de manifiesto que peligro es un evento capaz de causar pérdidas de gravedad en donde se produzca. El peligro implica la existencia del hombre que valora qué es un daño y qué no. Los fenómenos naturales no son en sí mismos perjudiciales, por ejemplo, para los antiguos egipcios las inundaciones del Nilo no eran acontecimientos peligrosos.”

2.3.4 Intensidad

Según (Rojas Marmolejo, 2018), “la intensidad se define como el caudal de la precipitación pluvial en una superficie por unidad de tiempo. La intensidad de la lluvia es la intensidad promedio para un área de drenaje, la elección de este se basa en la duración de la precipitación de diseño. Este tiempo será igual al tiempo de concentración para el área de drenaje en consideración. El tiempo de concentración es el tiempo que se demora toda el área drenante en contribuir a la escorrentía en la sección de salida, así como el instante en que se produce el caudal máximo en dicha sección.”

2.3.5 Frecuencia

Según (Martínez Cabrera, 2018), “es el número de veces que se repite en una tormenta, de características de intensidad y duración definidas en un periodo de tiempo más o menos largo, tomado generalmente en años.”

2.3.6 Vulnerabilidad

Según (Rojas Marmolejo, 2018), “ser vulnerable es no estar preparado o advertido, por ello podríamos manifestar que la vulnerabilidad corresponde a la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento de ser afectado o a sufrir una pérdida. En consecuencia, la diferencia de vulnerabilidad de los elementos determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de un evento externo sobre los mismos. En consecuencia, un análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso.”

2.3.7 Desastre

Según (Huaracc Chancasanampa, 2018), “es la interacción entre una amenaza y una población vulnerable que, por su magnitud, crean una interrupción en el funcionamiento de una sociedad y/o sistema a partir de una desproporción entre los medios necesarios para superarla y aquellos medios a disposición de la comunidad afectada. Cabe aclarar que muchas veces Emergencia y Desastre se toman como sinónimos. Sin embargo, entre ellos hay una importante diferencia.”

2.3.8 Pluviómetro

Según (Zúñiga Ramos, 2020), es un instrumento concebido para medir la altura de agua precipitada, en la hipótesis de distribución homogénea horizontal y sin efectos de evaporación.”

2.3.9 Pluviógrafo

Según (Zúñiga Ramos, 2020), “Permite obtener registros continuos de la precipitación y poder dibujar las curvas de precipitación acumuladas y determinar las intensidades de precipitaciones producidas en intervalos de tiempo predeterminadas. Este instrumento consiste básicamente en un pluviómetro que incluye un dispositivo de registro cronológico de las alturas de agua precipitadas.”

2.3.10 Escurrimiento

Según (Rojas Marmolejo, 2018), “es el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para ser drenada. El escurrimiento se inicia sobre el terreno una vez que en la superficie se alcanza un valor de contenido de humedad cercano a la condición de saturación. Luego se iniciará un flujo tanto en las laderas como a través de la matriz de los suelos, de la fractura de las rocas o por las fronteras entre materiales de distintas características que se presenta en un cauce que es alimentado por cuatro fuentes diferentes, esto se denomina flujo subsuperficial. En el primer caso, el flujo se incorporará a algún tributario del sistema de drenaje de la cuenca. En cuanto al segundo caso, parte del agua subsuperficial podrá ingresar a sistemas más profundos, otra parte permanecerá como almacenamiento temporal y otra regresará a la superficie.”

2.3.11 Exposición

Según (Martínez Cabrera, 2018), “la exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.”

2.3.12 Tormenta

Según (Zúñiga Ramos, 2020), “se entiende por tormenta al conjunto de lluvias que obedecen a una misma perturbación meteorológica y de características bien definidas. De acuerdo a esta definición una tormenta puede durar desde unos pocos minutos hasta varias horas y aún días; pueden abarcar extensiones de terrenos muy variables, desde pequeñas zonas hasta vastas regiones.”

MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método de investigación en un trabajo de este tipo es muy esencial debido a que con ello definimos que tipo, nivel y alcance tendrá nuestra investigación antes de definir nuestra investigación debemos tener un conocimiento amplio de las metodologías de investigación.

3.1 Enfoque.

El enfoque de la investigación será cuantitativo, debido a que se requiere contabilizar datos obtenidos de la muestra para poder llegar a diferentes conclusiones, el enfoque cuantitativo nos permite, contabilizar datos a partir del cual podemos probar nuestras hipótesis, se basa en el conteo numérico.

3.2 Alcance.

El alcance descriptivo, busca describir más profundamente el comportamiento de un sistema analizado, que si bien no da respuesta al porque sucede un fenómeno, el alcance descriptivo busca la profundización del tema, tiene como fin lograr mayor entendimiento del tema.

3.3 Diseño de investigación.

El diseño de la investigación es longitudinal, debido a que los datos son sacados de la muestra en diversas en distintas fechas esto nos ayudara a tener más precisión en nuestros resultados, esto también es debido a que se requiere datos del comportamiento de la zona a tratar años atrás para poder sacar una buena proyección de riesgo que se podría presentar

a futuro. Así mismo la investigación será no experimental ya que no habrá manipulación de los datos sacados de campo.

3.4 Población y muestra.

La población se define como un conjunto de personas objetos o cualquier grupo que tienen algo en común y del cual se pretende hacer un estudio, por ello para esta investigación elegimos como población la quebrada Islachayoq, por otro lado la muestra es una parte de la población el cual tienen que ser lo suficientemente representativa de la población por lo tanto en este caso se escoge el barrio de Santa Ana, debido a que es un barrio que abarca un buen porcentaje de la quebrada Islachayoq.

3.5 Hipótesis.

Para la presente investigación se procedió al planteamiento de las siguientes hipótesis.

3.5.1 Hipótesis general.

Los pobladores de la quebrada Islachayoq se encuentran expuestos a un alto grado de riesgo a causa de inundación causada por precipitaciones excesivas en la zona.

3.5.2 Hipótesis específicas.

- a. Las características de la construcción de las viviendas en el barrio de Santa Ana pueden definir el grado de vulnerabilidad de la zona.
- b. Usando los datos meteorológicos y la estadística de probabilidades se puede obtener el máximo caudal que transitara por la quebrada Islachayoq y así determinar el nivel de peligro.

3.6 Operacionalización de variables.

La variable independiente, La variable independiente es una de crucial importancia debido a que es la que va a medir y se va hacer variar para posteriormente determinar su relación con la variable dependiente en este caso la variable independiente estará dado por las características morfológicas e hidrológicas de la quebrada Islachayoq.

La variable dependiente, La variable dependiente será aquella que podremos determinar de acuerdo a la variación de la variable independiente en este caso la variable dependiente será el nivel de riesgo a inundación.

La Tabla siguiente 3.1 muestra, en resumen, la relación entre las variables e indicadores identificados en la presente investigación.

Fuente: Elaboración propia

| EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EMPLEANDO TÉCNICAS FOTOGRAMÉTRICAS EN LA QUEBRADA ISLACHAYOQ DE LA CIUDAD DE HUAMANGA - AYACUCHO, 2022. | | |
|--|---|---|
| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES |
| VARIABLE INDEPENDIENTE | | |
| Catacterísticas morfológicas e hidrológicas de la quebrada Islachayoq. | - Geometría de la quebrada - velocidad de tránsito | - Area y perímetro - Coordenadas UTM - Velocidad máxima |
| VARIABLE DEPENDIENTE | | |
| Nivel de riesgo a inundación de la población. | -EExposición de las viviendas. | - Tipo de construcción - Tipo de suelo - Pendiente de la zona |

Tabla 3.1: Variables e indicadores.

3.7 Definición conceptual

En este caso se analizara la geometría de la quebrada así mismo se evaluara el nivel de caudal que suele transportar la quebrada en épocas de grandes precipitación, otro aspecto a resaltar es la zona en la cual está ubicado el barrio Santa Ana y los tipos de viviendas que existen a la fecha en esta zona con todo estos aspectos nos permitirán determinar el nivel de riesgo a inundación al cual están expuestos los habitantes de la zona evaluada.

3.8 Definición operacional

Se realizara un levantamiento de la zona a tratar de los cuales se tendrá como producto final un ráster el cual posteriormente se usara para la evolución del nivel de riesgo a inundación ya así mismo se obtendrá todos los datos hidrológicos necesarios ya que este nos ayudara a tener la cantidad de caudal que suele transportar la quebrada en épocas de lluvia.

3.9 Técnicas e instrumentos

El análisis documental es una técnica que consiste en la previa revisión de libros, artículos, o trabajos de investigación relacionados al tema a tratar para así poder tener mayor conocimiento del tema y profundizar ciertos aspectos en nuestra investigación. Otra técnica principal es la observación ya que nos permite tener datos de la zona evaluada, así mismo otra forma de tener datos y conocer mejor nuestra zona a tratar es propiciando un dialogo con pobladores de la zona.

La técnica para la recolección de los datos fue de varias formas, las cuales fueron:

- ☞ La captura de fotografías de la zona las cuales fueron realizadas con un correcto manejo de puntos de control y traslape para lograr gran precisión.
- ☞ Toma de datos de los tipos de vivienda existente y otros aspectos resaltantes para la investigación.

Los instrumentos requeridos para lograr las metas de los objetivos de la investigación fueron:

1. Instrumentos para la recolección de datos utilizados

- ☞ Gps diferencial
- ☞ Drone

2. Software de diseño y cálculos

- ☞ Autocad 2022
- ☞ Excel 2022
- ☞ Agisoft 2022
- ☞ Hec-ras 2020
- ☞ Arcgis 2022
- ☞ Matlab 2022
- ☞ SPSS

3. Edición de informe de investigación L^AT_EX

- ☞ MiKteX 2.9

☞ T_EXmaker

☞ MathType

3.9.1 GPS diferencial Leica GS 16.

El “creciente número de señales de una constelación de satélites cada vez mayor exige que los receptores GNSS sean más inteligentes que nunca. La antena inteligente GNSS Leica Viva GS16 se complementa con el revolucionario software Captivate, que convierte datos complejos en modelos 3D realistas y manejables. Con aplicaciones fáciles de usar y tecnología táctil que le es familiar, todas las formas de datos medidos cuentan con 555 canales para recibir más señales, una adquisición más rápida y mejor sensibilidad.”

☞ **Almacenamiento:** Tarjeta microSD extraíble, 8 GB. Datos brutos GNSS Leica y datos RINEX de hasta 20 Hz.

☞ **Línea base individual:** Hz 8 mm + 1 ppm/V 15 mm + 1 ppm.

☞ **Red RTK:** Hz 8 mm + 0,5 ppm/V 15 mm + 0,5 ppm.

☞ **Estático (fase) con observaciones largas:** Hz 3 mm + 0,1 ppm/V 3,5 mm + 0,4 ppm.

☞ **Estático y estático rápido (fase):** Hz 3 mm + 0,5 ppm/V 5 mm + 0,5 ppm.

3.9.2 (Dron) Phantom 4 Pro V2.0

“El Phantom4 Pro V2.0 está equipado con un sensor de 1 pulgada y 20 megapíxeles, capaz de grabar vídeos a 4K a 60 fps y fotografiar en modo disparo en ráfaga a 14 fps. Además, el sistema FlightAutonomy incluye sensores dobles de visión trasera y sensores infrarrojos para un total de 5 direcciones de detección de obstáculos y un sistema anticolidión en 4 direcciones. Sistema de procesamiento de vídeo que permite capturar foto de alta calidad y producción optimizada DCI 4K / 60 (4096 x 2160 / 60 fps) a un ratio de bits de 100 Mbps, lo que te permite obtener fotos de alta resolución en cámara lenta.”

3.10 Desarrollo del trabajo de tesis

Se detalla los procedimientos adoptados para el trabajo de investigación, se dividió en cuatro fases el trabajo de investigación los cuales se detallan a continuación.

3.10.1 Área de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicado en el departamento de Ayacucho, en la provincia de Huamanga se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas este 583378.88 y norte 8544162.56 la zona a la fecha se encuentra poblada contado en su trayecto por múltiples viviendas construidas.

Fuente: Elaboración propia

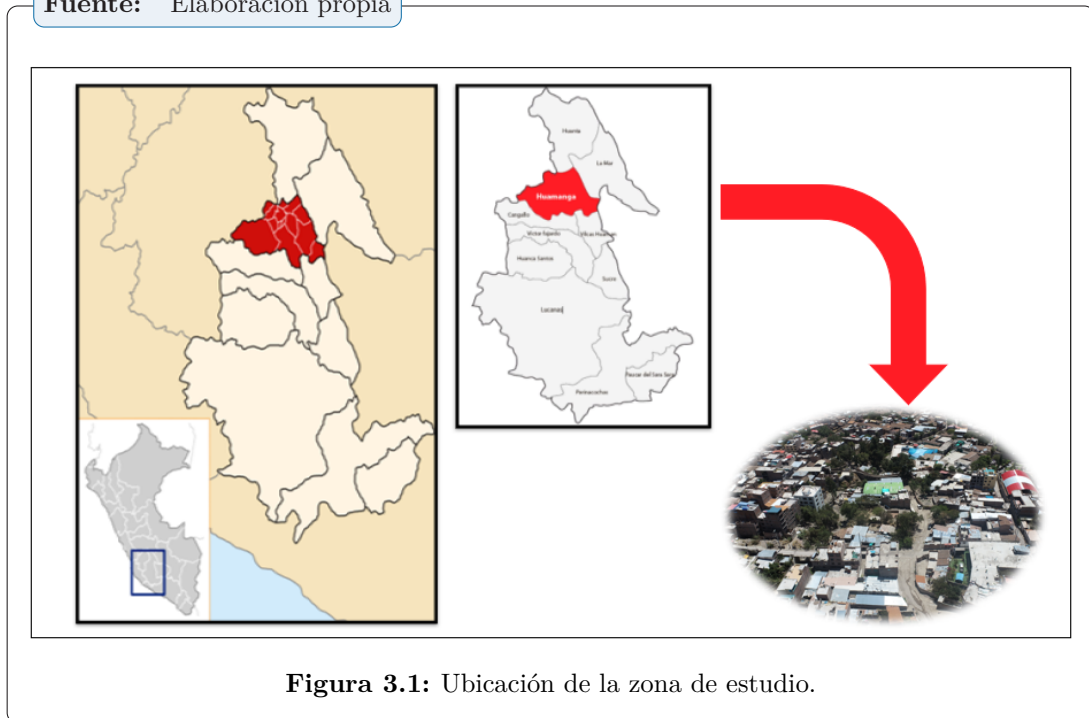


Figura 3.1: Ubicación de la zona de estudio.

3.10.2 Primera fase del trabajo realizado

Esta fase del trabajo de investigación consto de las siguientes etapas las cuales se muestran en el diagrama siguiente en las cuales se evalúa la zona donde seria más optimo la colocación de puntos de control así mismo se evalúa cuantos puntos de control serian tomados para esta investigación.

Fuente: Elaboración propia

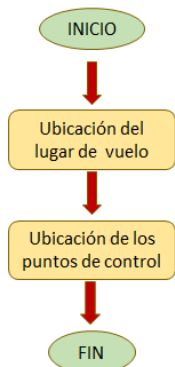


Figura 3.2: Primera fase del trabajo.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.3: Zona evaluada en el trabajo.

- ☞ **Ubicación del lugar de vuelo:** El lugar de vuelo inicia desde el puente que tiene estas coordenadas este 583423.20 y norte 8544217.01 se realizó el levantamiento iniciando en esas coordenadas y proyectándonos hacia arriba en dirección al recorrido de la zona del huayco.

☞ **Ubicación de los puntos de control:** Se determinaron un total de 9 puntos de control como se puede ver en la tabla 3.2 las ubicaciones de los puntos fue en ambas esquinas de la trayectoria de huayco, estos puntos de control son esenciales porque servirán para que nuestro trabajo salga con mayor precisión.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.4: Ubicación de los puntos de control.

| PUNTOS DE CONTROL | ESTE (E) | NORTE (N) |
|-------------------|-----------|------------|
| 1 | 583399.00 | 8544182.00 |
| 2 | 583392.00 | 8544167.00 |
| 3 | 583374.00 | 8544164.00 |
| 4 | 583364.00 | 8544154.00 |
| 5 | 583339.00 | 8544153.00 |
| 6 | 583328.00 | 8544143.00 |
| 7 | 583309.00 | 8544130.00 |
| 8 | 583302.00 | 8544118.00 |
| 9 | 583277.00 | 8544112.00 |

Tabla 3.2: Puntos de control.

Fuente: Fuente propia.

3.10.3 Segunda fase del trabajo realizado

Fase en que se inicia seleccionando un software adecuado para realizar la planificación de vuelo, posteriormente se debe ubicar una zona adecuada para el despegue y aterrizaje del dron, se debe también determinar los parámetros de vuelo que son algo esencial en este tipo de trabajo por último se debe realizar el vuelo por la zona de estudio y hacer la captura de imágenes.

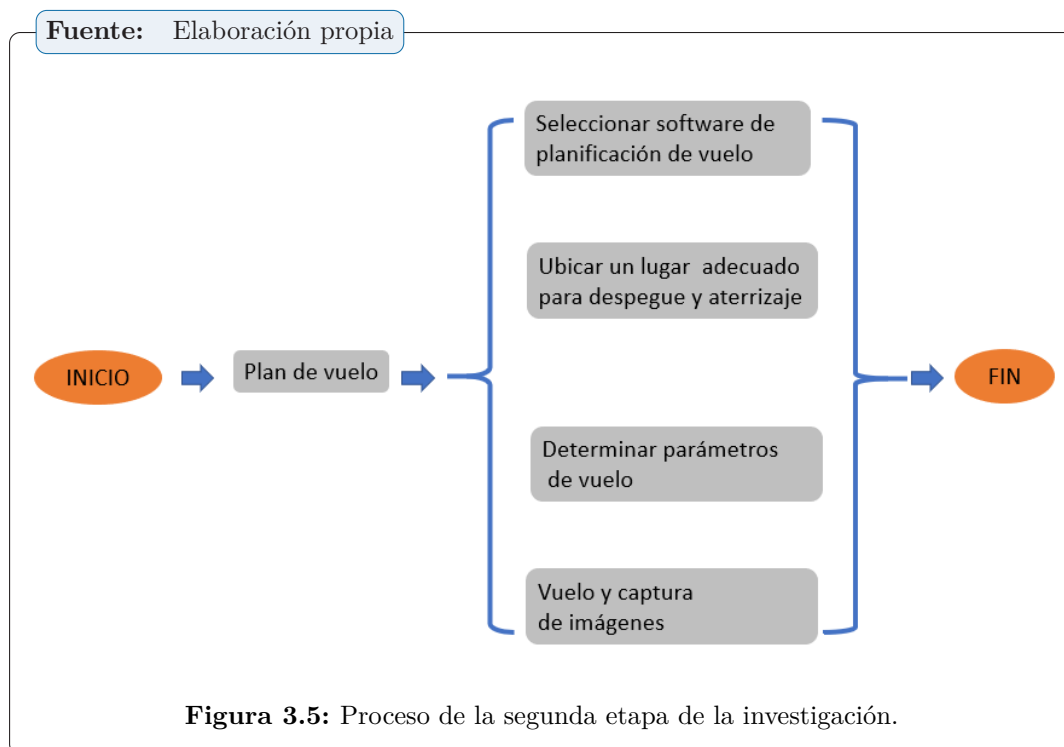


Figura 3.5: Proceso de la segunda etapa de la investigación.

- ☞ **Seleccionar un software para planificación de vuelo:** Antes de iniciar todo el proceso de recojo de datos con el dron se debe tener en cuenta ciertos aspectos esenciales como son primero ver la carga de batería de dron como también la carga de las baterías del equipo, posterior ha eso se debe buscar y seleccionar un software para planificación de vuelo con el cual podremos planificar el vuelo como el traslape que tiene que tener las imágenes altura de vuelo y otros parámetros.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.6: Equipos utilizados.

- ☛ **Seleccionar lugar para despegue del dron:** Una vez ubicados ya en la zona de trabajo se debe iniciar a ubicar un lugar adecuado para el despegue y aterrizaje del dron, este lugar debe ser amplio de preferencia ser plana para facilitar el proceso y sobre todo debe estar libre de obstáculos ya que en caso contrario se podría sufrir accidentes con el dron ya que podría chocar con los obstáculos al intentar despegar y aterrizar.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.7: Lugar de despegue del dron.

- ☛ **Parámetros de vuelo:** Los parámetros de vuelo están referidos en especial al porcentaje de traslape que deben tener las imágenes, ya que este aspecto es importante ya que se requiere que alómenos tengan un 65 % de traslape, también se escoge la altura de vuelo a la que deben ser tomadas las imágenes.
- ☛ **Vuelo y captura de imágenes:** La parte final consiste en hacer el vuelo con el dron en sí, ya en este último paso se procede a tomar todas las imágenes de la zona en estudio.

Fuente: Elaboración propia



Figura 3.8: Vuelo con el dron.

Fuente: Elaboración propia

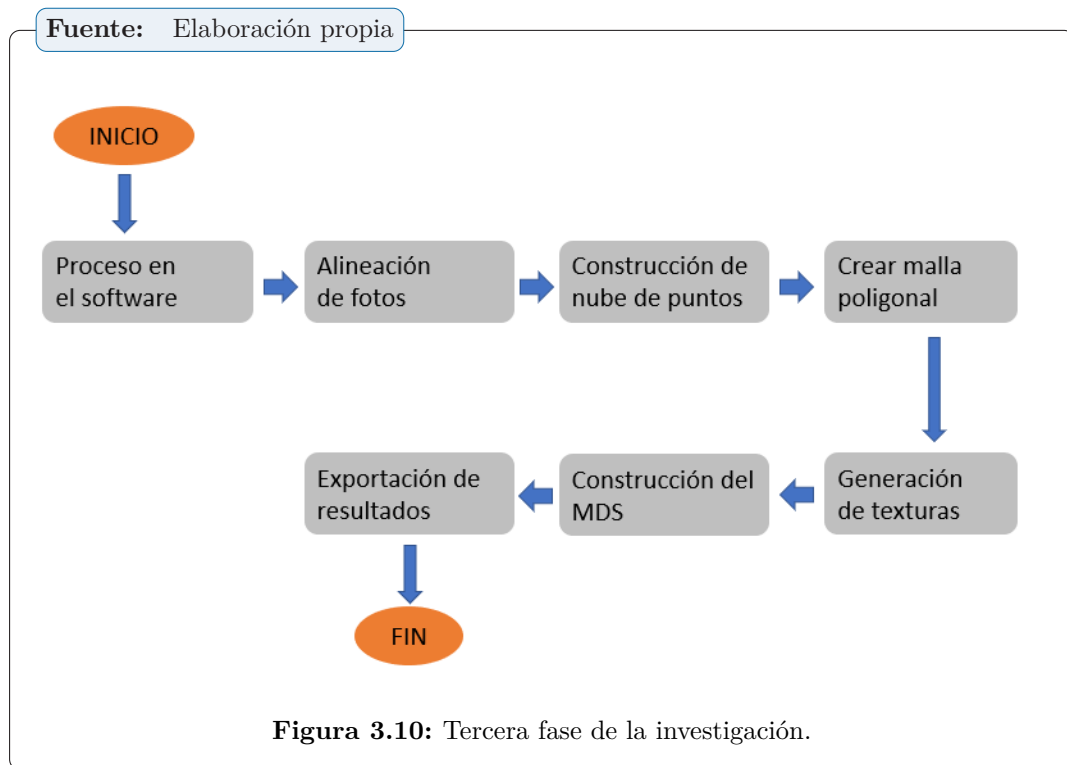


Figura 3.9: Vuelo con el dron.

3.10.4 Tercera fase del trabajo realizado

La tercera etapa del trabajo abarca prácticamente todo el trabajo realizado en gabinete para el procesamiento de las fotografías tomadas en campo de los cuales se obtendrán

modelos tridimensionales.



El procesamiento de las fotografías obtenidas durante el vuelo se realizó con el software Agisoft PhotoScan, el cual consistió en un proceso lineal recomendado, considerando que los pasos de carga de fotos, inspección de imágenes y alineación son básicos para generar el modelo, sin embargo, el software recomienda el siguiente flujo de trabajo:

- ☞ Carga de fotografías
- ☞ Inspección de imágenes
- ☞ Alineación de fotos
- ☞ Nube de puntos dispersa
- ☞ Nube de puntos densa
- ☞ Malla poligonal
- ☞ Generación de textura
- ☞ Generación del modelo
- ☞ Creación del modelo digital de superficie
- ☞ Construcción del ortomosaico

3.10.5 Cuarta fase del trabajo realizado

La cuarta etapa del trabajo consistió en la validación de nuestros resultados obtenidos del procesamiento de imágenes las cuales consistieron de los siguientes etapas.

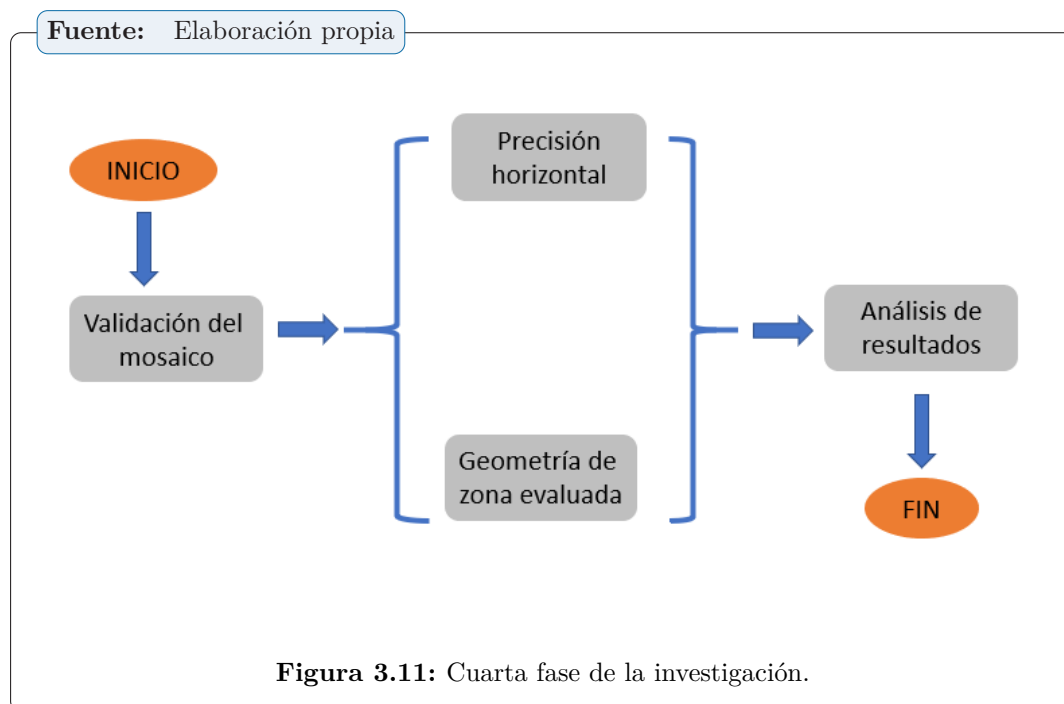


Figura 3.11: Cuarta fase de la investigación.

- ☞ **Validación del ortomosaico rectificado:** “En esta etapa se crean los puntos marcadores. Esto con el propósito de realizar la corrección planimétrica y altimétrica.”
- ☞ **Exportar ortofoto:** “Para exportar el ortomosaico es importante definir el tipo de formato en el que se desea trabajar el ortomosaico ya rectificado. Para esto se debe definir el sistema de coordenadas con las que se proyectará.”
- ☞ **Calculo de precisión:** “Se calculo por mínimos cuadrados la precisión de los datos obtenidos del procesamiento de imágenes.”

3.11 Técnicas estadísticas para procesamiento

Para determinar la parte estadística se usara el programa Startical Product and Service Solutions (SPS) este programa se usara para todo el análisis estadístico.

RESULTADOS

Esta sección está dirigida a detallar los resultados obtenidos del procesamiento de imágenes, se muestra y se detalla cada uno de los resultados obtenidos desde el vaciado de las fotografías al programa, posteriormente se muestra todos los pasos seguidos hasta la generación del modelo de la superficie del terreno, por último se tuvo la clasificación de peligro a inundación de la quebrada Islachayoq.

4.1 Contrastación de hipótesis

Esta sección está destinada a la comparación de nuestros resultados con investigaciones previas realizadas años anteriores, para la contratación de hipótesis, tomaremos en cuenta la siguiente tesis titulada: **“Modelamiento geoespacial para evaluar la vulnerabilidad ambiental, ante la ocurrencia de inundaciones, en la zona de Accomayo, Región Ayacucho, 2021”**, “el presente estudio planteó como objetivo principal el “desarrollo de un modelamiento geoespacial que permita evaluar los procesos de vulnerabilidad ambiental, ante la ocurrencia de inundaciones en la zona de Accomayo”. Para ello se usó la metodología propuesta por INDECI y CENEPRED en la identificación y evaluación de los riesgos y vulnerabilidades de la zona afectada. Se usó técnicas tales como encuestas, y mapas temáticos para la representación de las vulnerabilidades de las zonas. Se analizó las variables económicas, sociales y ambientales, incidiendo en el indicador ambiental, específicamente en las variables meteorológicas, hidrológicas, cobertura vegetal, tipo de suelo, entre otros. Los parámetros fueron representados en siete (07) mapas temáticos.”

De “los cuales llego a diversas conclusiones en primer lugar Se identificó la probabilidad de ocurrencia de inundaciones, que pueden afectar el ambiente, infraestructura física y/o área poblada, de la zona de Accomayo del departamento Ayacucho. En nuestro trabajo llegamos a la conclusión que la quebrada Islachayoq presenta zonas con alto grado de riesgo a sufrir inundación lo cual traería consigo muchas perdidas económicas para los pobladores de la

zona, por ello se recomienda intervenir las” zonas con alto grado de riesgo a inundación para poder prevenir antes de que se presente alguna pérdida.

4.2 **Análisis e interpretación de resultados**

En esta sección mostramos los diversos resultados logrado en la investigación, partiendo de los datos tomados en campo con el dron, las imágenes tomadas fueron vaciadas a un computador de gran capacidad para agilizar el procesamiento y lograr buenos resultados que tengan buen precisión.

4.2.1 **Resultados logrados del procesamiento de imágenes**

Se realizó el “procesamiento de las imágenes utilizando el software Agisoft el cual consistió en un proceso lineal recomendado en los pasos dados por el programa, en los cuales se consideró la carga de fotos, inspección de imágenes y alineación son básicos para generar el” modelo.

4.2.1.1 **Carga de fotografías y calibración de cámara**

El primer procedimiento en el procesamiento de imágenes es el cargado de fotografías a una computadora de alta capacidad en este caso se tuvo un total de 117 imágenes tomadas en campo con la ayuda del dron a continuación se muestran los datos de la cámara.

4.2.1.2 **Alineación de fotos**

Este “paso consiste en alinear las imágenes tomadas en campo para solapar una imagen tras otra y así obtener una fotografía única de grandes dimensiones de toda la superficie evaluada, este procedimiento determina los pixeles parecidos y sobrepone cada uno de estos para que el programa reconozca la posición desde donde se tomaron todas las fotografías, en campo se tomaron un total de” 109 imágenes.

Fuente: Elaboración propia

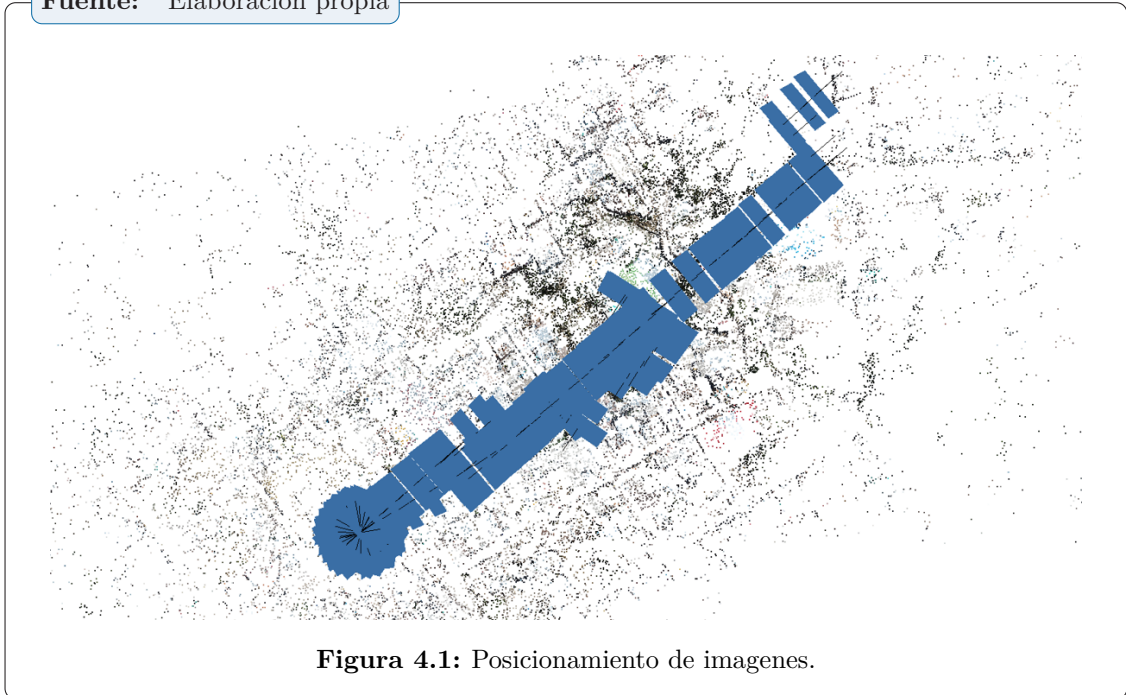


Figura 4.1: Posicionamiento de imágenes.

4.2.1.3 Nube de puntos dispersa

Se procedió a la creación de la nube de puntos dispersa después de tener la unión de todas las imágenes en una sola imagen, se prosigue a la creación de puntos dispersa, en este proceso se realiza una limpieza de ruidos que no permitieron la toma de datos las cuales quedaran como huecos que posteriormente en la nube densa serán generadas por interpolación, se trabajó en el datum WGS 84 en total los puntos que se tuvo fueron 55,644 de 70,891 ya que algunos puntos se perdieron por las perturbaciones en campo este proceso tardo aproximadamente 120 segundos aproximadamente.

Fuente: Elaboración propia



Figura 4.2: Nube de puntos esparcida.

4.2.1.4 Nube de puntos densa

El “siguiente paso consiste en la creación de una nube densa de puntos que servirá para la construcción de la malla del modelo 3D. Se generó una nube de puntos donde se seleccionó la calidad con la que decidimos construir nuestra nube de puntos, en este caso se trabajó a una calidad media para no tardar demasiado tiempo ya” que a mayor calidad se requiere computadora de más capacidad y tardaría más tiempo el proceso. La nube de puntos densa se genera a partir de nube de puntos esparcida, este proceso consiste en la generación de mayor cantidad de puntos para lograr llenar los huecos dejados de la limpieza de ruidos realizada en las imágenes se tuvo 12,490,576 puntos la cual trabajo con tres bandas de color y tardo en procesar trece minutos con 19 segundos.

Fuente: Elaboración propia



Figura 4.3: Nube de puntos densa.

4.2.1.5 Malla poligonal

La “creación de la malla se hace para poder representar el terreno, con base en la nube de puntos densa generada anteriormente. Como resultado de este proceso se obtiene la malla de triángulos la cual nos dará la forma de la estructura” analizada. Se utilizaron todas las fotos obtenidas de dos formas diferentes, uno del vuelo del dron y uno de tomas manuales para manejar tanto la gran cantidad de datos fotográficos como los diferentes parámetros de adquisición. En campo se tomaron fotos con cámara de los lugares que presentaban fallas para tener mejores resultados.

Fuente: Elaboración propia

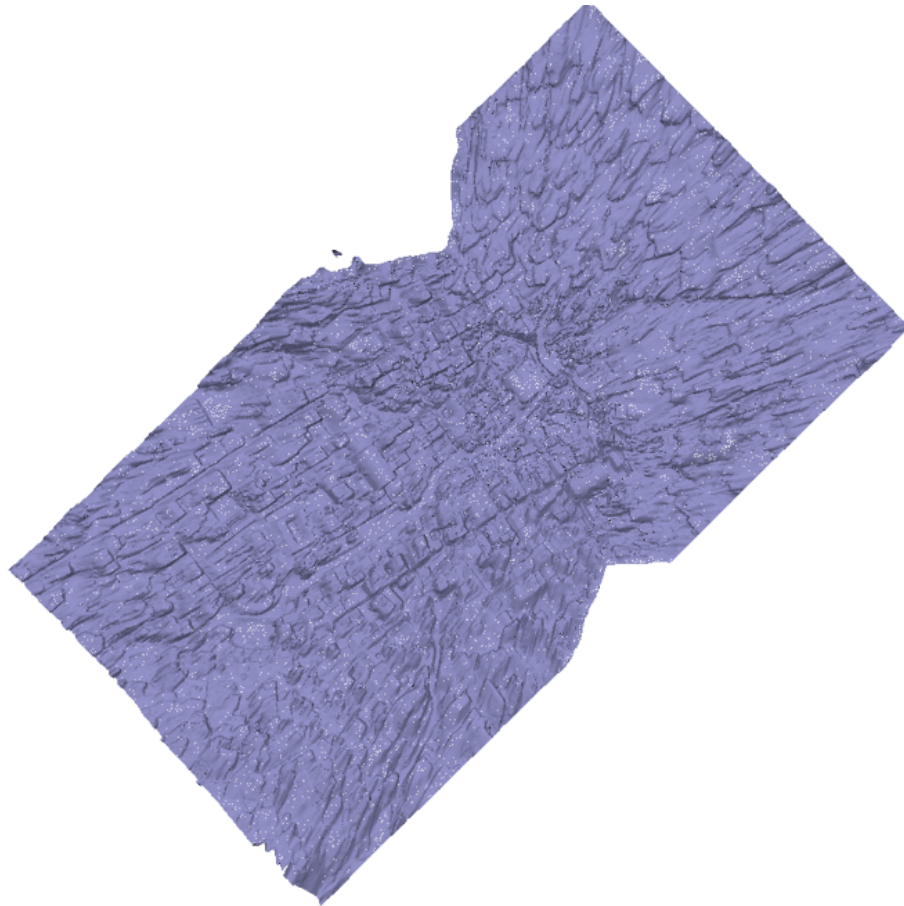


Figura 4.4: Malla de triángulos generados.

4.2.1.6 Generación de modelo 3D

En “esta fase se logra la generación del modelo 3D de la zona evaluada la cual concierne la quebrada Islachayoq, con el cual posteriormente se realizó el análisis de inspección del riesgo a inundación de la zona.”

4.2.1.7 Generación de textura

Es “una herramienta dentro del programa Agisoft que permite obtener una serie de colores que sean similares a la realidad, así como escoger la calidad que se desee y el modelo en que se quiera obtener el resultado. Las texturas son mapas de bits, que responde a un color representado en un píxel de la imagen. Cuanta más cantidad de píxeles más resolución y por ende más detalle del terreno. En este paso se asignan colores lo más aproximado a la estructura para tener una representación más objetiva.”

Fuente: Elaboración propia



Figura 4.5: Modelo 3D de la zona evaluada.

4.2.1.8 Creación del modelo digital de elevación

Uno de los elementos básicos de cualquier representación es el Modelo Digital de Elevación (DEM), la cual fue generado a partir de las imágenes tomadas en campo.

Fuente: Elaboración propia

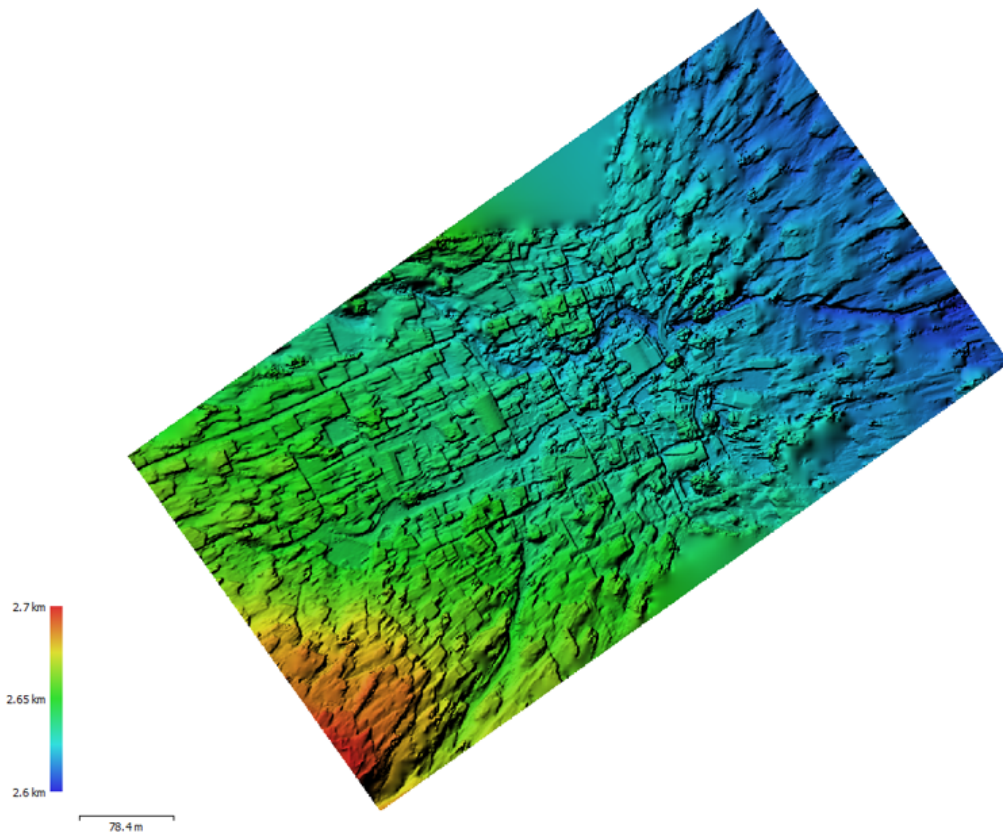


Figura 4.6: Modelo digital de elevación

4.2.1.9 Construcción del ortofoto

Es “el método más extendido en la actualidad, ya que las nuevas tecnologías permiten realizar las correcciones de forma más precisa. Se determina de forma analítica a través de los píxeles de imagen. Así mismo se debe usar los puntos de control tomados para referenciar y lograr una buena precisión.”

Fuente: Elaboración propia



Figura 4.7: ortofoto generado.

4.2.1.10 Generación de las curvas de nivel

Se procedió a la generación de las curvas de nivel con los datos obtenidos.

Fuente: Elaboración propia



Figura 4.8: Generación de las curvas de nivel.

Fuente: Elaboración propia

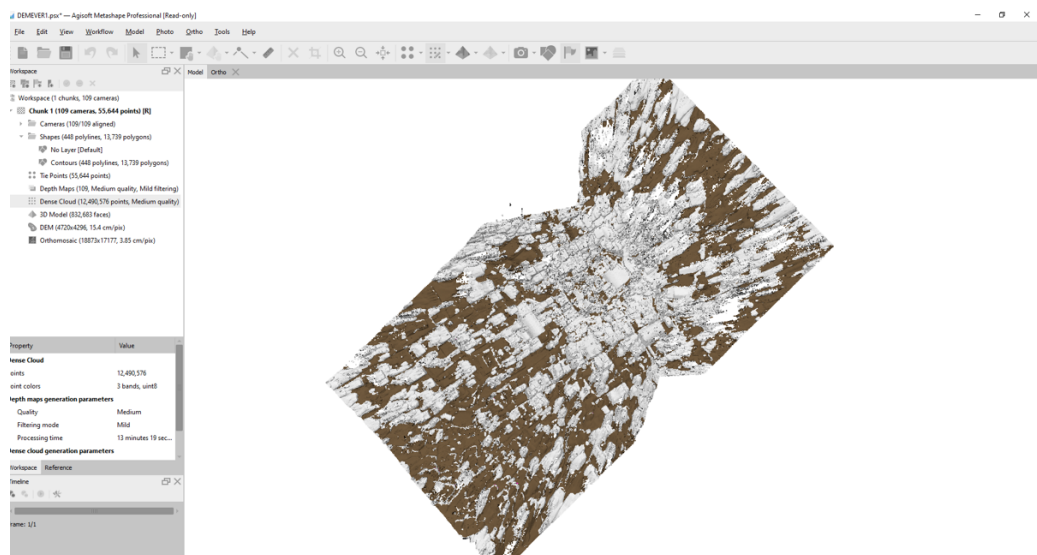


Figura 4.9: Clasificación de puntos.

4.2.1.11 Modelo de elevación del terreno

Se muestra el modelo de elevación del terreno donde se muestran todas las características y como esta conformado la zona evaluada.

Fuente: Elaboración propia

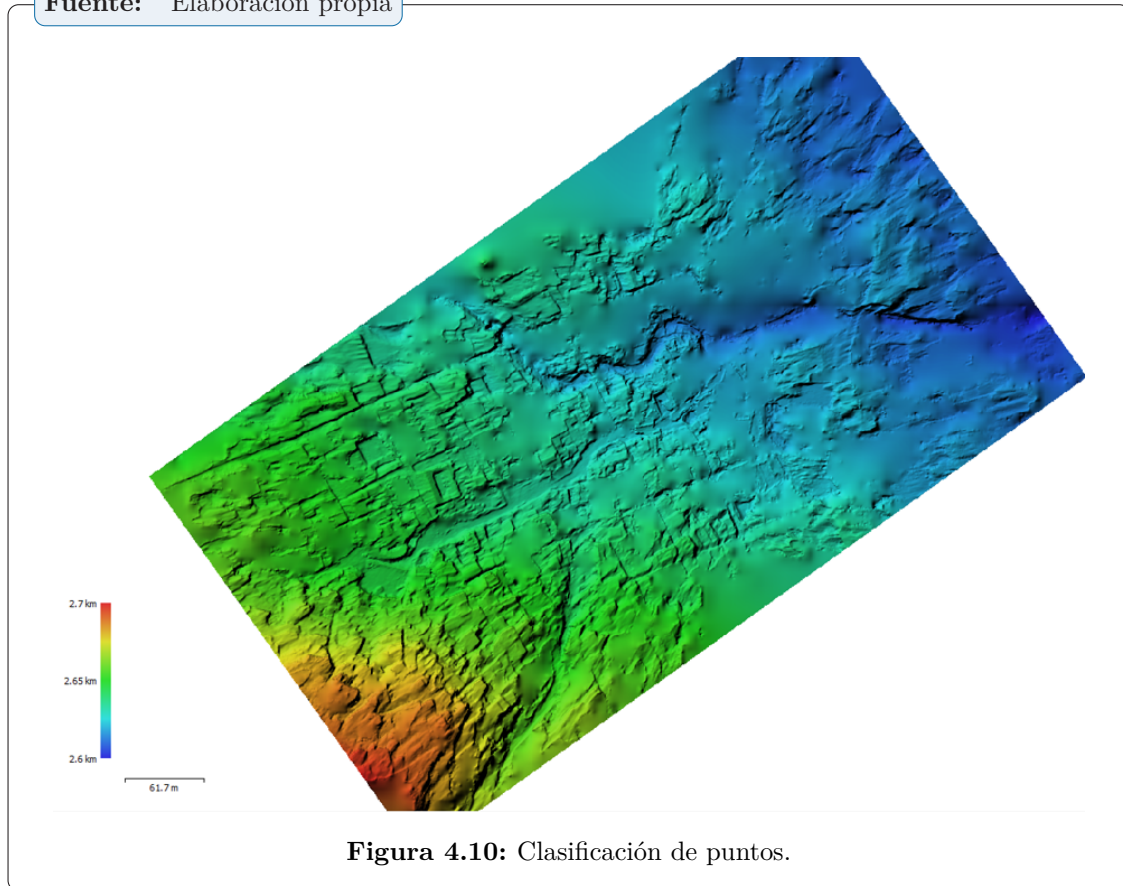


Figura 4.10: Clasificación de puntos.

4.2.1.12 Curvas en GIS

Se muestran las curvas de nivel generadas en el GIS a partir de los modelos generados en los pasos anteriores.

4.2.1.13 Modelo de elevación del terreno

Se “muestra el modelo de elevación del terreno donde se muestran todas las características y como esta conformado la zona evaluada así mismo se muestran el GIS TIN, GIS RASTER.

Una vez calculado el modelo de texturas se procede a crear las mapas necesarias para la evaluación de los escenarios de riesgo. Dentro de estas proyecciones se encuentran la ortofoto, mapa curvas de nivel, el MDS (modelo digital de superficie) y el MDT (modelo digital del terreno). La ortofoto es una imagen en el cual se muestran todas las características de la reconstrucción 3D y se calcula mediante la unión de todas las fotografías tomadas en campo. El mapa curvas de nivel son polilíneas que unen los puntos de una misma altura y se hallan a partir de la ortofoto, ya que cada pixel tiene información de color de espacio. El MDS es un mapa que representa la proyección en el plano de todos los puntos de la superficie

incluyendo la vegetación, edificaciones, terreno etc. El MDT es un mapa que representa la proyección del plano únicamente de los puntos del terreno.”

La construcción de los escenarios de riesgo se realizara en el programa Arcgis 10.4.1. Se tendrá como dato de entrada el MDT generado en el Agisoft. Se seguirán los siguientes pasos para la obtención de la micro cuenca y su delimitación:

- ☞ Importar el DEM de Agisoft y generar las curvas de nivel en el Arcmap.
- ☞ Transformar las curvas de nivel a una red irregular de triángulos (TIN).
- ☞ Generar una matriz de pixeles (ráster) que describa el lugar en estudio.
- ☞ Rellenar los posibles agujeros del ráster generado (FILL).
- ☞ Generar el ráster de direcciones de flujo.
- ☞ Crear el ráster de acumulaciones de flujo.
- ☞ Ubicar el punto de aforo.
- ☞ Delimitar la micro cuenca hidrográfica

Fuente: Elaboración propia



Figura 4.11: Curvas en GIS.

Fuente: Elaboración propia

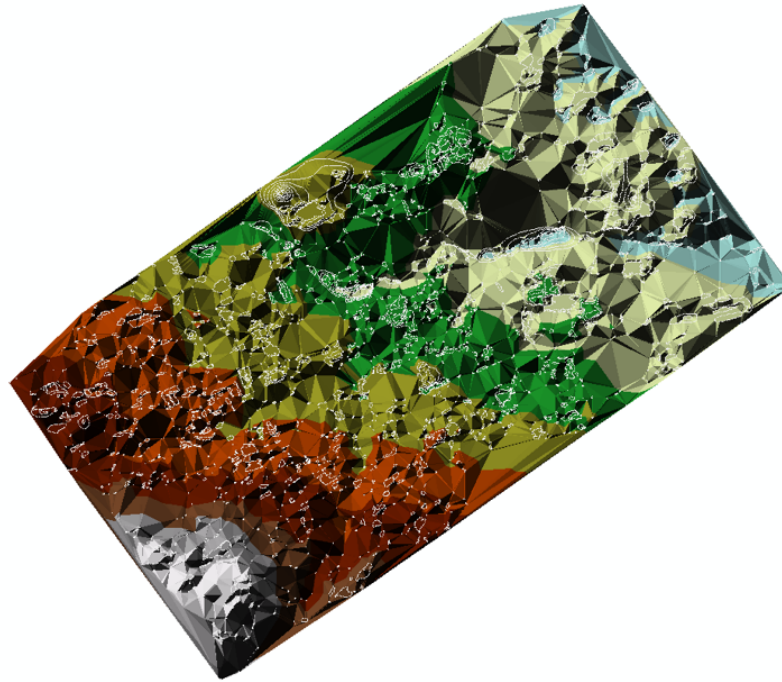


Figura 4.12: TIN generado.

Fuente: Elaboración propia

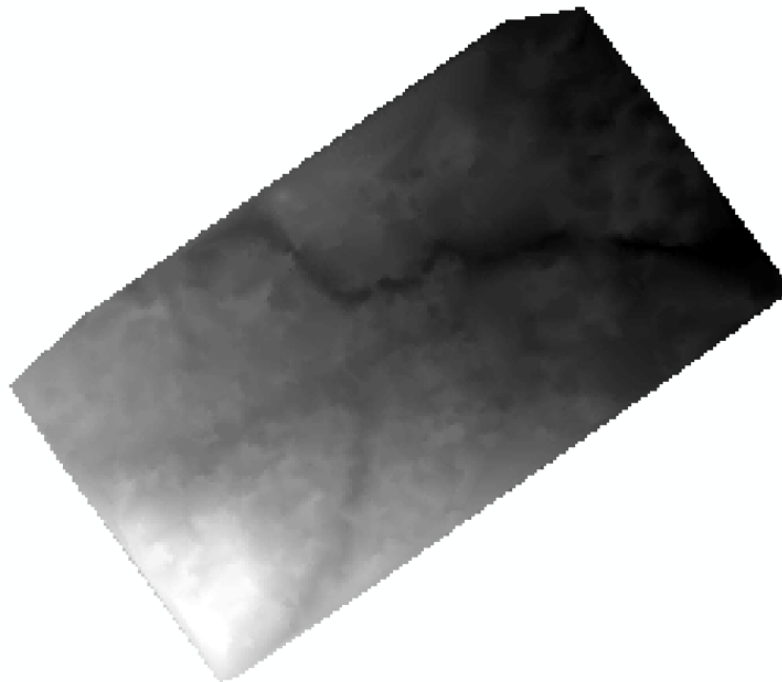


Figura 4.13: Raster generado.

Fuente: Elaboración propia

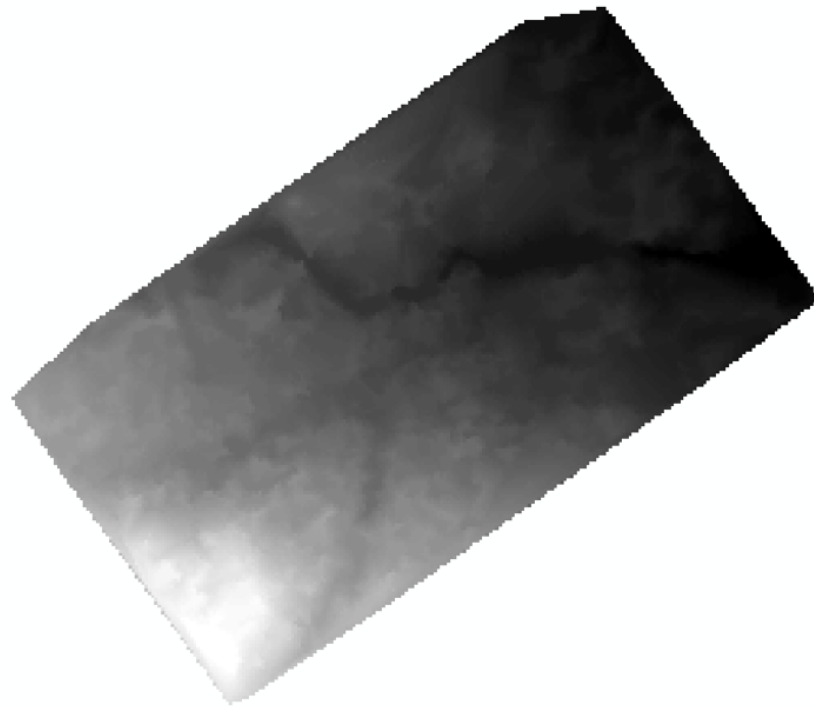


Figura 4.14: Raster FILL gerenado.

Fuente: Elaboración propia

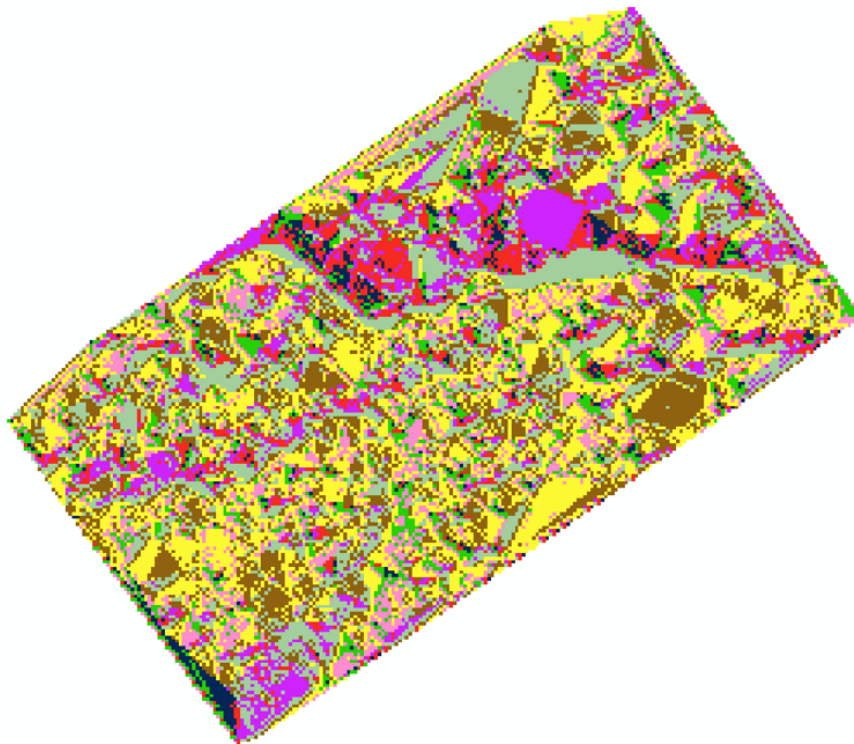


Figura 4.15: Dirección de flujo gerenado.

Fuente: Elaboración propia

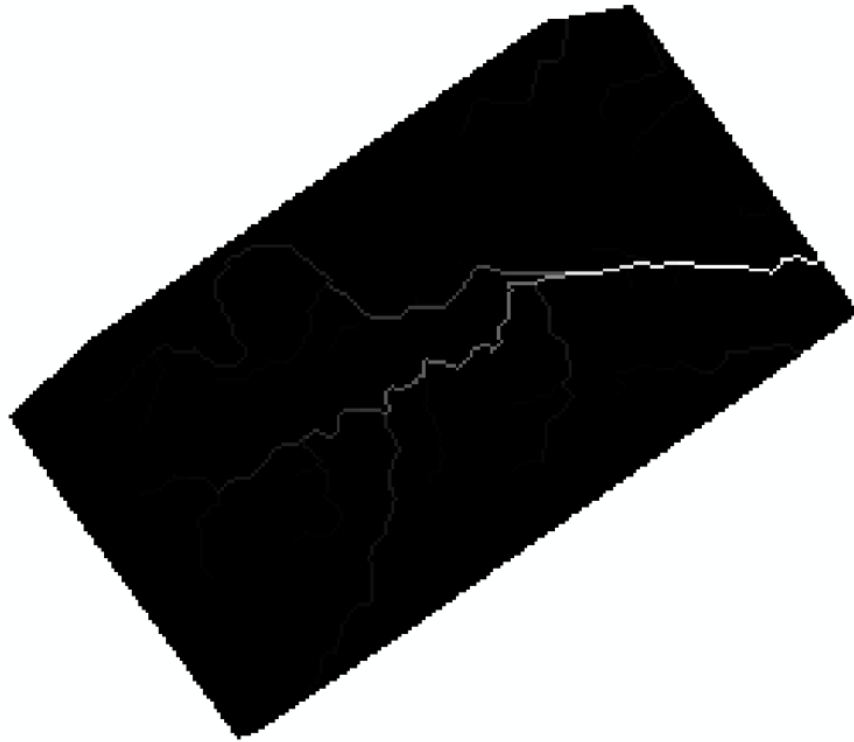


Figura 4.16: Ubicación de punto de aforo.

Fuente: Elaboración propia

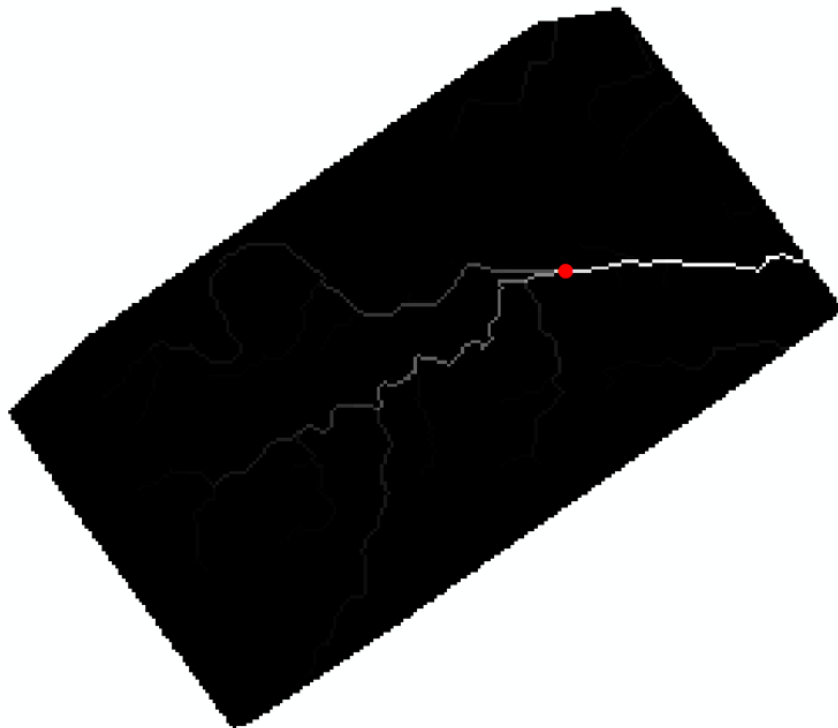


Figura 4.17: Ubicación de punto de aforo.

Fuente: Elaboración propia

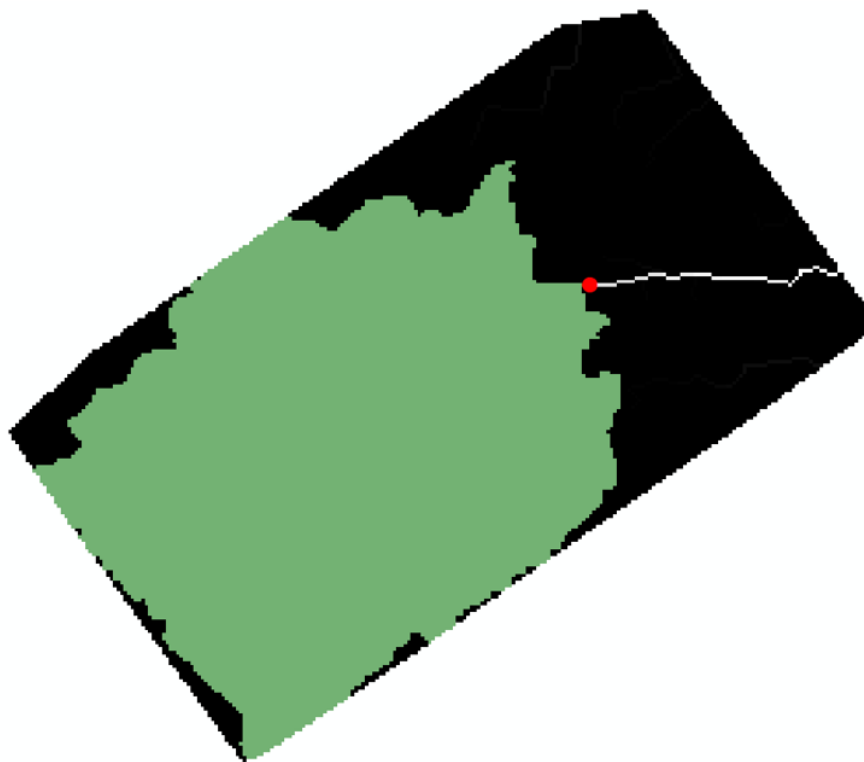


Figura 4.18: Cuenca urbana no corregida.

Fuente: Elaboración propia

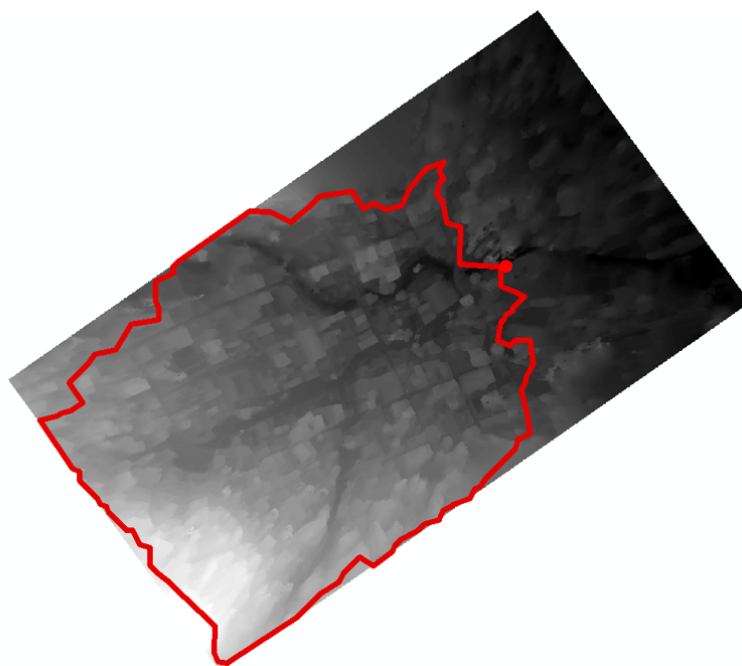


Figura 4.19: Cuenca urbana.

Fuente: Elaboración propia

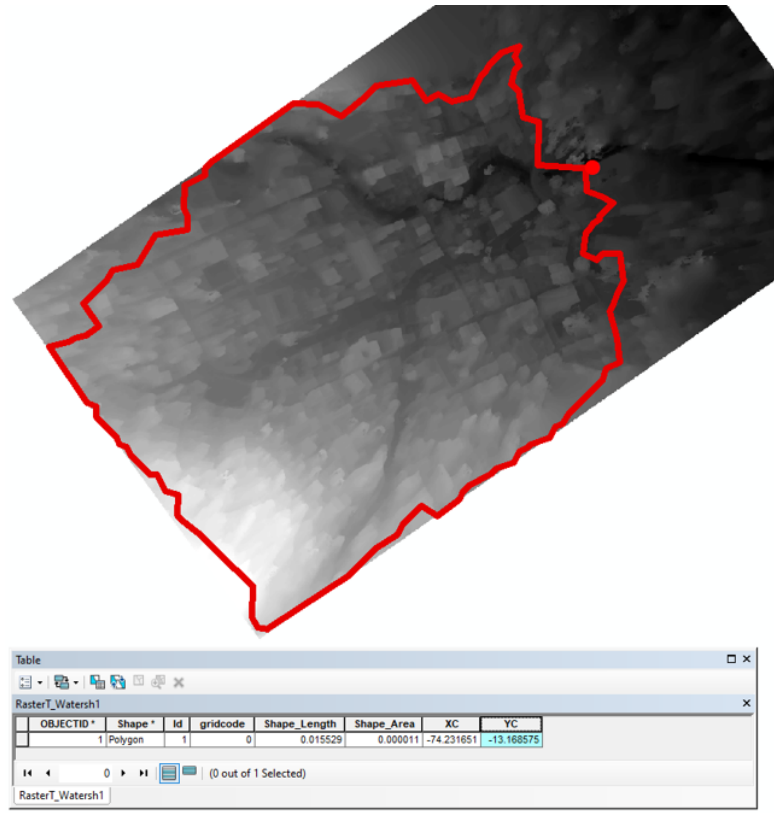


Figura 4.20: Características de la cuenca urbana.

Fuente: Elaboración propia

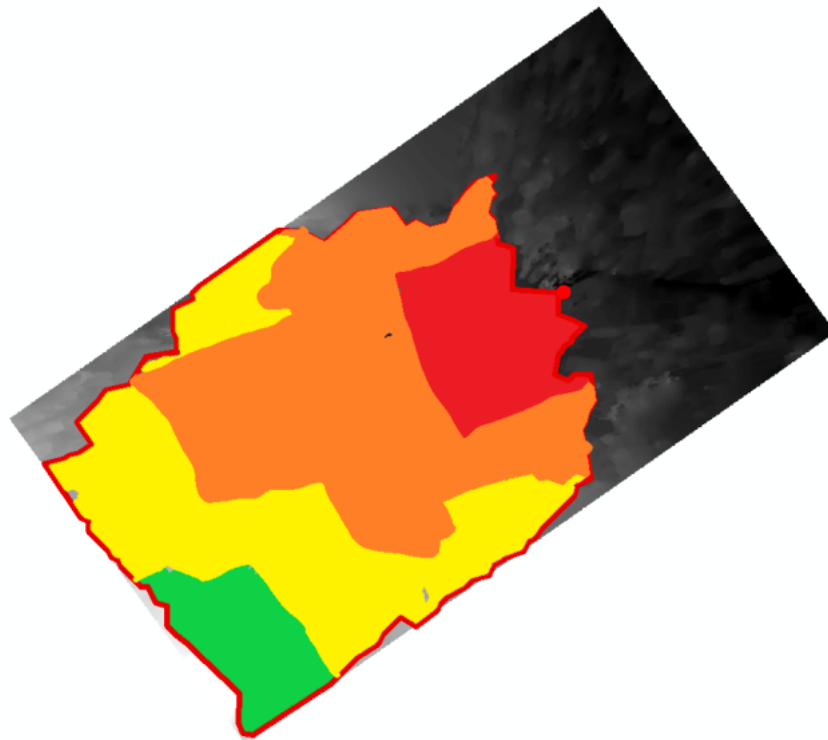


Figura 4.21: Evaluación de peligro a inundación.

4.2.2 Comprobación de resultados

La discrepancia entre los datos medidos y los datos extraídos (del DEM producido por UAV) se estimaron y utilizaron para el cálculo del error cuadrático medio (RMSE)

El RMSE se calculó usando la fórmula dada en la Ecuación siguiente (1).

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum (N_i - N_j)^2}{n}}$$

Donde:

N_i: Son los valores observados.

N_j: Son los valores de referencia.

yn: Es el número de puntos.

La precisión horizontal y vertical también se calculó aplicando un nivel de confianza del 95 %.

$$\text{Precisión horizontal} = 1,7308 \times \text{RMSEr} \quad (2)$$

$$\text{Precisión vertical} = 1.96 \times \text{RMSEZ} \quad (3)$$

donde RMSE_x y RMSE_z son los errores cuadrados medios de la raíz horizontal y discrepancia vertical calculadas respectivamente usando la Ec. (1).

La precisión horizontal y vertical obtenida se comparó luego con el error de cierre promedio y máximo permitido según NSSDA (1998).

El límite permitido horizontal promedio y máximo (x_{ey}) se calculó como $\text{Avg}(x_{ey}) = 1 \times GSD$ y $\text{Max}(x_{ey}) = 1,6 \times GSD$ respectivamente, mientras que el promedio y el máximo vertical (z) permitido se calculó como $\text{Avg}(z) = 1,6 \times GSD$ y $\text{Max}(z) = 2,5 \times GSD$, donde GSD es la distancia de muestreo terrestre. La resolución obtenida en este trabajo después de hacer los procesamientos de imágenes fue de 19 cm por pixel a comparación de los DEM ya existentes, al obtener una mayor resolución podemos usar los DEM obtenidos para diversos trabajos de ingeniería.

5

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- ☞ Se concluye que la zona evaluada la quebrada Islachayoq presenta zonas con un alto nivel de riesgo a inundación, que la zona presenta zonas con pendientes pronunciadas, a su vez se ve agravada esta situación por la falta de pavimentación y construcciones adecuadas para la evacuación de las aguas.
- ☞ Se concluye que la zona es bastante vulnerable debido a que primeramente presenta pendientes bastantes pronunciadas lo que hace que en caso haber un huayco se desplace con facilidad, por otro lado la presencia de viviendas de adobe al borde agrava la situación, así mismo las calles no pavimentadas sin construcciones óptimas para el desagüé de las aguas agrava más la situación, estos factores en conjunto hacen que la zona evaluada sea bastante vulnerable.
- ☞ Se concluye también que la zona evaluada que fue la quebrada Islachayoq presenta zonas de alta peligro a inundaciones principalmente las partes más bajas de la quebrada la parte más afectada seria las zonas bajas debido a que las agua de las lprecipitaciones excesivas arrastrarían diversos residuos en su trayecto, y esto se ve más agravada debido a que la zona no está pavimentada.

RECOMENDACIONES

- ☞ Se debe tener una batería de repuesto del dron ya que en levantamientos de grandes extensiones una sola batería no es suficiente, por otro lado se debe hacer el levantamiento en días clamados sin presencia de lluvias ni ventarrones ya que esto dificulta la toma de datos, lográndose imágenes poco visibles que alteran los resultados.
- ☞ Se debe hacer una planificación de vuelo anticipado para determinar correctamente el porcentaje de traslape de fotografía a fotografía, así mismo se debe determinar la altura de vuelo, estos aspectos son importantes ya que influyen directamente en la precisión de los resultados.
- ☞ Se debe buscar un lugar óptimo para el despegue y aterrizaje del dron, esta zona de estar libre de obstáculos para evitar accidentes con el equipo.

Futuras líneas de investigación

- ☞ Como trabajos futuros se puede continuar con el análisis de quebradas presentes en la ciudad de Ayacucho y en otros departamentos.
- ☞ También se puede hacer la investigación que compare resultados de tesis anteriores que se realizaron con la misma finalidad y hacer un comparativo de los resultados hallados de forma convencional y los logrados con la fotogrametría realizada con drones .
- ☞ Se podría hacer un trabajo comparativo con diferentes alturas de vuelo y la colocaciones de diferentes cantidades de puntos de control para determinar con datos se logra mejores resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Grijalva, E., Quiroz Moscoso, G. P., and Villanueva Vega, R. A. (2018). Participación eficaz del sector defensa ante la ocurrencia del fenómeno del niño costero y su impacto en la atención a la población del distrito de santa eulalia. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
- Callalle Cueto, C. L. (2016). Gestión de riesgo de desastres en zona urbana periférica: análisis del riesgo en el asentamiento humano lomas de nocheto, santa anita, lima. *Pontificia Universidad Católica del Perú*.
- Carranza Meléndrez, J. G. (2014). Evaluación de riesgos de desastres en el asentamiento humano san josé del huito de la ciudad de jaén-cajamarca ante peligro de inundación. *Universidad Nacional de Cajamarca*.
- Contreras, J. E. (2019). Alternativa de solución mediante el uso de barreras flexibles a problemas geodinámicos cerro la picota–ayacucho–perú. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 22(43):45–52.
- Díaz-Borrego, L. and Rodríguez-Infante, A. (2016). Evaluación del riesgo por inundación en la comunidad pradera alta, municipio maracaibo, venezuela. *Minería y Geología*, 32(3):1–15.
- Garnica Peña, R. J. and Alcántara Ayala, I. (2004). Riesgos por inundación asociados a eventos de precipitación extraordinaria en el curso bajo del río tecolutla, veracruz. *Investigaciones geográficas*, (55):23–45.
- Gonzales Fernández, H. (2016). Análisis del riesgo por inundaciones en la cuenca del río yucaes sector muyurina-ayacucho, 2014. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*.
- Huaracc Chancasanampa, R. (2018). Nivel de riesgo a inundaciones en la quebrada tarahuayco en el distrito de ayacucho. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*.
- Isidro, M. L., Herrero, A. D., and Huerta, L. L. (2009). Aplicaciones de los sig al análisis y gestión del riesgo de inundaciones: avances recientes. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (29):29–37.

Referencias Bibliográficas

- Jáuregui, E., Aversa, M. M., and Salas Giorgio, R. (2016). Estrategias para la mitigación del riesgo por inundación: caso cuenca del arroyo maldonado, la plata (buenos aires, argentina). *Urbano*, 19.
- Loyola Morales, J. F. (2019). Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del río grande, tramo desde el puente candopata hasta el puente cumbicus de la ciudad de huamachuco, provincia de sánchez carrión–la libertad. *Universidad César Vallejo*.
- Maidment, D. R., Mays, L., and Larry, W. (1994). Hidrología aplicada. *Aguas superficiales*, 146.
- Martínez Cabrera, R. (2018). Evaluación de riesgos por inundaciones, en el barrio bajo del distrito de yuracyacu, provincia de rioja, región san martin.
- Mendoza Mejía, J. B. and Orozco Hernández, M. E. (2014). Análisis de la vulnerabilidad biofísica a los riesgos por inundación en la zona metropolitana de toluca, méxico. *Luna Azul*, (38):86–104.
- Mendoza Solis, M. A. (2017). Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada romero, del distrito de cajamarca, período 2011-2016. *Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo*.
- Ordaz, M., Torres, M., and Domínguez, R. (2013). Vulnerabilidad y riesgo por inundaciones. *Colegio de Ingenieros Civiles de México*, (November). Obtenido de: [https://doi.org/10.13140/RG.2\(3180.3769\)](https://doi.org/10.13140/RG.2(3180.3769)).
- Osés Eraso, N. and Foudi, S. (2020). Valoración de riesgos por inundaciones. *Presupuesto y Gasto Público* (101), 261-282.
- Rojas Marmolejo, S. (2018). Cálculo de precipitaciones y caudales de diseño de sistema de drenaje pluvial urbano en zonas de huancavelica, junín y ayacucho. *Pontificia Universidad Católica del Perú*.
- Romero, G. and Maskrey, A. (1993). Cómo entender los desastres naturales. *Los desastres no son naturales*, pages 6–10.
- Sánchez, L. A. and Martínez-González, Y. (2014). Propuesta de un nuevo enfoque para evaluar la peligrosidad por inundaciones pluviales. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(6):53–67.
- Zueco, S. D., Ojeda, A. O., and Fabre, M. S. (2008). Núcleos de población en riesgo de inundación fluvial en aragón: diagnóstico y evaluación para la ordenación del territorio. *Geographicalia*, (54):17–44.

Referencias Bibliográficas

Zúñiga Ramos, J. A. (2020). Evaluación de riesgo por inundación fluvial de la ciudad de huancavelica, Perú. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*.

Parte I

ANEXOS

Apéndice

A

APÉNDICE A

A.1 Reporte del programa agisoft Metashape

Fuente: Elaboración Propia



Figura A.1: Reporte del programa agisoft Metashape.

Fuente: Elaboración Propia

Survey Data

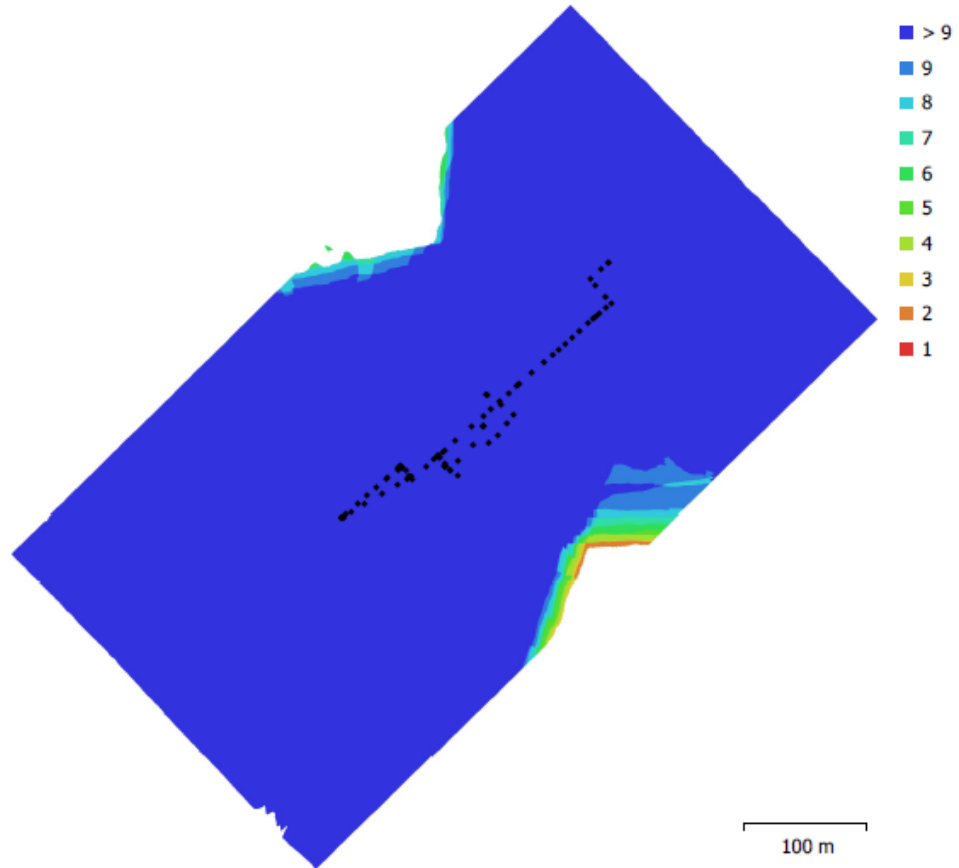


Figura A.2: Reporte del programa agisoft Metashape.

Fuente: Elaboración Propia

| | | | |
|--------------------|-----------------------|---------------------|-----------|
| Number of images: | 109 | Camera stations: | 109 |
| Flying altitude: | 156 m | Tie points: | 55,644 |
| Ground resolution: | 3.85 cm/pix | Projections: | 341,630 |
| Coverage area: | 0.222 km ² | Reprojection error: | 0.986 pix |

| Camera Model | Resolution | Focal Length | Pixel Size | Precalibrated |
|-----------------|-------------|--------------|----------------|---------------|
| FC6310S (8.8mm) | 5472 x 3648 | 8.8 mm | 2.41 x 2.41 μm | No |

Figura A.3: Reporte del programa agisoft Metashape.

Fuente: Elaboración Propia

Camera Calibration

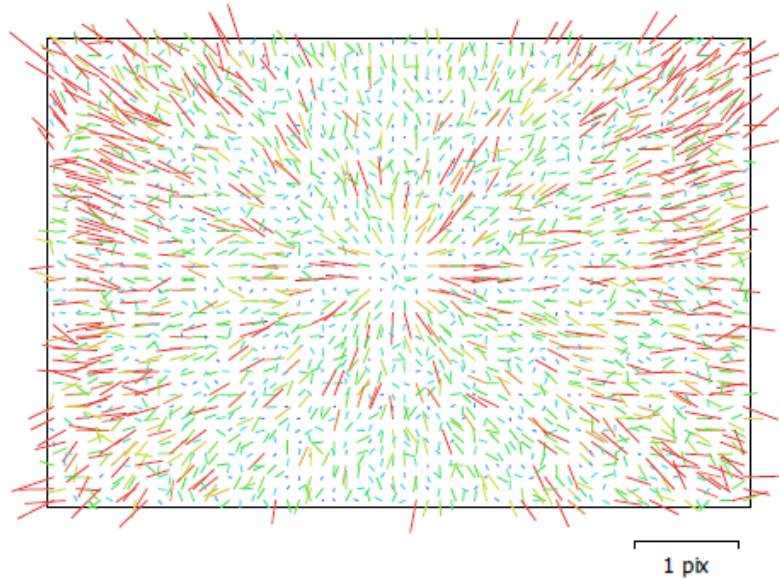


Figura A.4: Reporte del programa agisoft Metashape.

Fuente: Elaboración Propia

FC6310S (8.8mm)

109 images

| Type | Resolution | Focal Length | Pixel Size |
|--------------|--------------------|---------------|--------------------------------------|
| Frame | 5472 x 3648 | 8.8 mm | 2.41 x 2.41 μm |
| F: | 3695.07 | | |
| Cx: | 22.0286 | B1: | -1.1486 |
| Cy: | 6.62587 | B2: | 0 |
| K1: | -0.0144019 | P1: | 0.00126265 |
| K2: | 0.00113645 | P2: | -0.000370094 |
| K3: | 0.00737425 | P3: | 0 |
| K4: | 0 | P4: | 0 |

Figura A.5: Reporte del programa agisoft Metashape.

Fuente: Elaboración Propia

Camera Locations

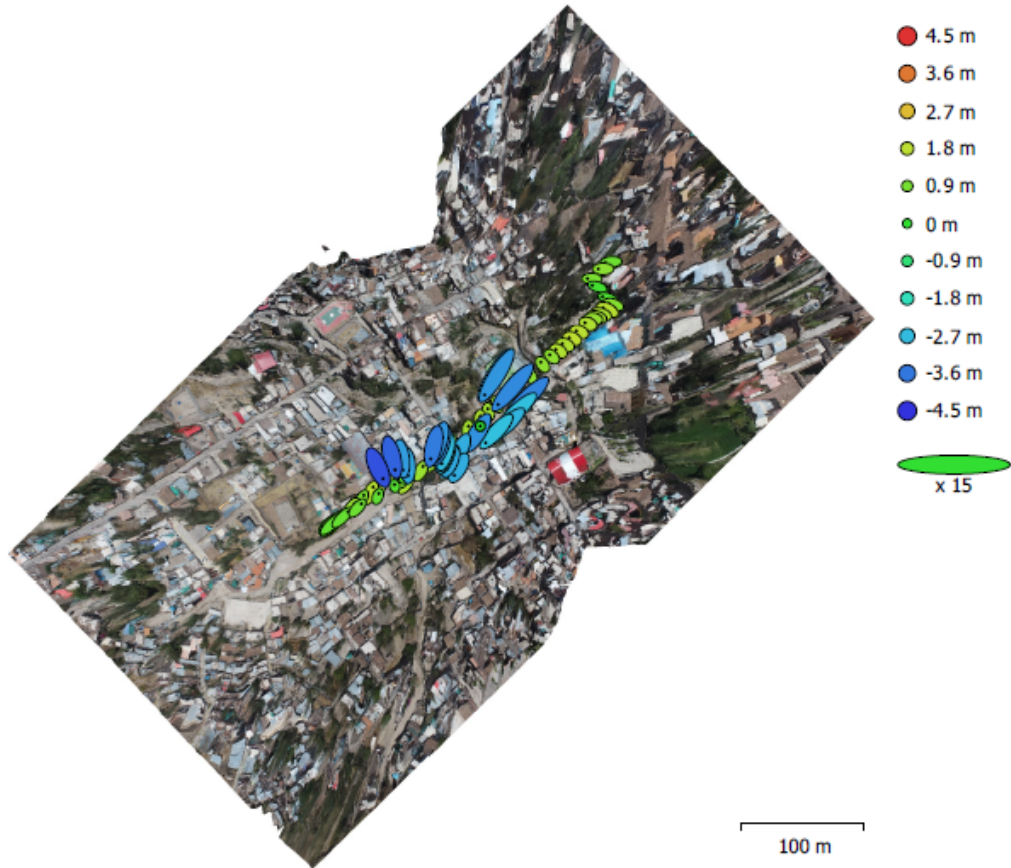


Figura A.6: Reporte del programa agisoft Metashape.

Fuente: Elaboración Propia

| X error (m) | Y error (m) | Z error (m) | XY error (m) | Total error (m) |
|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------------|
| 0.575781 | 0.771514 | 1.79833 | 0.962683 | 2.03979 |

Figura A.7: Reporte del programa agisoft Metashape.

Fuente: Elaboración Propia

Digital Elevation Model

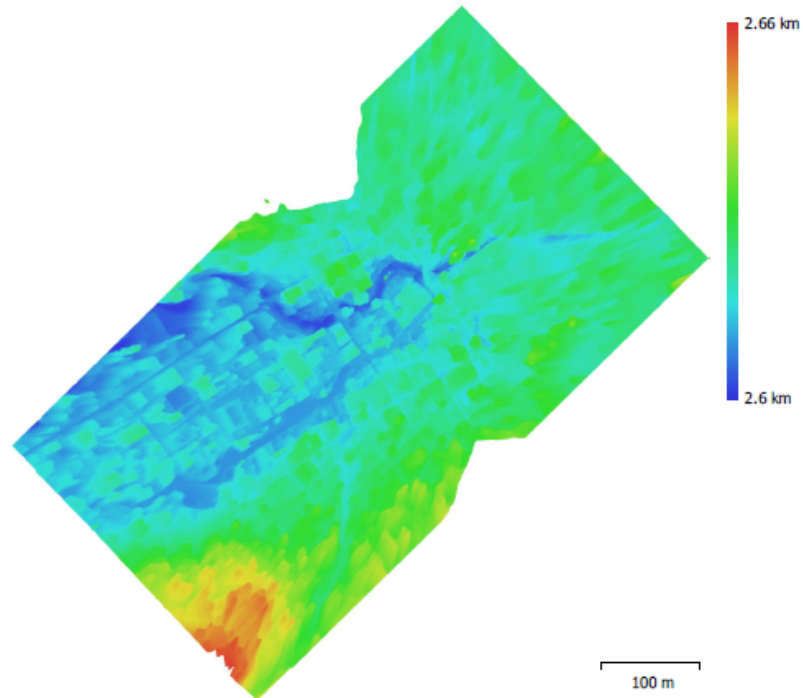


Fig. 4. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 15.4 cm/pix
Point density: 42.3 points/m²

Figura A.8: Reporte del programa agisoft Metashape.

Fuente: Elaboración Propia

Processing Parameters

General

| | |
|-------------------|---------------------|
| Cameras | 109 |
| Aligned cameras | 109 |
| Coordinate system | WGS 84 (EPSG::4326) |
| Rotation angles | Yaw, Pitch, Roll |

Point Cloud

| | |
|--------------------------------|------------------------|
| Points | 55,644 of 70,891 |
| RMS reprojection error | 0.11006 (0.985922 pix) |
| Max reprojection error | 0.422238 (42.0002 pix) |
| Mean key point size | 7.08096 pix |
| Point colors | 3 bands, uint8 |
| Key points | No |
| Average tie point multiplicity | 6.5376 |

Alignment parameters

| | |
|-------------------------------|------------|
| Accuracy | Medium |
| Generic preselection | Yes |
| Reference preselection | Yes |
| Key point limit | 40,000 |
| Tie point limit | 4,000 |
| Adaptive camera model fitting | Yes |
| Matching time | 37 seconds |
| Alignment time | 50 seconds |

Figura A.9: Reporte del programa agisoft Metashape.

Fuente: Elaboración Propia

| | |
|--|-------------------------------|
| Optimization parameters | |
| Parameters | f, cx, cy, k1-k3, p1, p2 |
| Adaptive camera model fitting | No |
| Optimization time | 6 seconds |
| Software version | 1.5.2.7838 |
| Depth Maps | |
| Count | 109 |
| Depth maps generation parameters | |
| Quality | Medium |
| Filtering mode | Mild |
| Processing time | 13 minutes 19 seconds |
| Software version | 1.5.2.7838 |
| Dense Point Cloud | |
| Points | 12,490,576 |
| Point colors | 3 bands, uint8 |
| Depth maps generation parameters | |
| Quality | Medium |
| Filtering mode | Mild |
| Processing time | 13 minutes 19 seconds |
| Dense cloud generation parameters | |
| Processing time | 9 minutes 35 seconds |
| Software version | 1.5.2.7838 |
| Model | |
| Faces | 832,683 |
| Vertices | 418,414 |
| Vertex colors | 3 bands, uint8 |
| Texture | 4,096 x 4,096, 4 bands, uint8 |
| Depth maps generation parameters | |

Figura A.10: Reporte del programa agisoft Metashape.

Fuente: Elaboración Propia

| | |
|----------------------------------|-----------------------|
| General | |
| Quality | Medium |
| Filtering mode | Mild |
| Processing time | 13 minutes 19 seconds |
| Reconstruction parameters | |
| Surface type | Arbitrary |
| Source data | Dense cloud |
| Interpolation | Enabled |
| Strict volumetric masks | No |
| Processing time | 9 minutes 15 seconds |
| Texturing parameters | |
| Blending mode | Mosaic |
| Texture size | 4,096 |
| Enable hole filling | Yes |
| Enable ghosting filter | Yes |
| UV mapping time | 1 minutes 15 seconds |
| Blending time | 2 minutes 58 seconds |
| Software version | 1.5.2.7838 |

Figura A.11: Reporte del programa agisoft Metashape.

Fuente: Elaboración Propia

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| DEM | |
| Size | 4,720 x 4,296 |
| Coordinate system | WGS 84 (EPSG::4326) |
| Reconstruction parameters | |
| Source data | Dense cloud |
| Interpolation | Enabled |
| Processing time | 7 seconds |
| Software version | 1.5.2.7838 |
| Orthomosaic | |
| Size | 18,873 x 17,177 |
| Coordinate system | WGS 84 (EPSG::4326) |
| Colors | 3 bands, uint8 |
| Reconstruction parameters | |
| Blending mode | Mosaic |
| Surface | Mesh |
| Enable hole filling | Yes |
| Processing time | 5 minutes 51 seconds |
| Software version | 1.5.2.7838 |
| Software | |
| Version | 1.5.2 build 7838 |
| Platform | Windows 64 |

Figura A.12: Reporte del programa agisoft Metashape.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 009-2023-FIMGC

En la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 070-2023-FIMGC-D**, siendo los siete días del mes de febrero del 2023, a horas 8:00 am.; se reunieron los jurados del acto de sustentación, en el Auditorium virtual google meet del Campus Universitario de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Siendo el Jurado de la sustentación de tesis compuesto por el presidente el **Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**, Jurado el **MSc. Ing. Jaime Leonardo BENDEZU PRADO**, Jurado el **MSc. Ing. Saul Walter RETAMOZO FERNANDEZ**, Jurado - Asesor el **MSc. Ing. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANI** y secretario del proceso el **Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**, con el objetivo de recepcionar la sustentación de la tesis denominada "**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EMPLEANDO TÉCNICAS FOTOGRAMÉTRICAS EN LA QUEBRADA ISLACHAYOQ DE LA CIUDAD DE HUAMANGA - AYACUCHO, 2022**", presentado por el/la Sr./Srta., **Everson CANCHARI RAMOS**, Bachiller en **Ciencias de la Ingeniería Civil**.

El Jurado luego de haber recepcionado la sustentación de la tesis y realizado las preguntas, el sustentante al haber dado respuesta a las preguntas, y el Jurado haber deliberado; califica con la nota aprobatoria de **16 (dieciséis)**.

En fe de lo cual, se firma la presente acta, por los miembros integrantes del proceso de sustentación.



Firmado digitalmente por
Efraín Elías Porras Flores
Fecha: 2023.02.15
09:55:51 -05'00'

Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES
Presidente

MSc. Ing. Jaime Leonardo BENDEZU PRADO
Jurado

MSc. Ing. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANI
Jurado Asesor

MSc. Ing. Saul Walter RETAMOZO FERNANDEZ
Jurado

Firmado
digitalmente por
**LEZAMA CUELLAR
CHRISTIAN**

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Secretario del Proceso



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 015-2023-FIMGC

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 281-2022-FIMGC- UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : CANCHARI RAMOS, Everson
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EMPLEANDO TÉCNICAS FOTOGRAMÉTRICAS EN LA QUEBRADA ISLACHAYOQ DE LA CIUDAD DE HUAMANGA - AYACUCHO, 2022.
Evaluación de la Originalidad : 30 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2004932758

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 02 de febrero del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

Firmado digitalmente
por LEZAMA CUELLAR
CHRISTIAN

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR

Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado

Con depósito para Sustentación y Tramites
Cc. Archivo

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EMPLEANDO TÉCNICAS FOTOGRAMÉTRICAS EN LA QUEBRADA ISLACHAYOQ DE LA CIUDAD DE HUAMANGA - AYACUCHO, 2022.

INFORME DE ORIGINALIDAD

30%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

21%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante | 17% |
| 2 | repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 3 | tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 4 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1% |
| 5 | 1library.co Fuente de Internet | 1% |
| 6 | www.passeidireto.com Fuente de Internet | 1% |
| 7 | doaj.org Fuente de Internet | 1% |
| 8 | vsip.info Fuente de Internet | 1% |

| | | |
|----|--|------|
| 9 | revistas.ubiobio.cl Fuente de Internet | 1 % |
| 10 | app.ingemmet.gob.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 11 | www.redalyc.org Fuente de Internet | 1 % |
| 12 | revistasojs.ucaldas.edu.co Fuente de Internet | 1 % |
| 13 | docplayer.es Fuente de Internet | <1 % |
| 14 | repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 15 | conceptodefinicion.de Fuente de Internet | <1 % |
| 16 | www.grafiati.com Fuente de Internet | <1 % |
| 17 | repositorio.unicach.mx Fuente de Internet | <1 % |
| 18 | repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 19 | Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante | <1 % |
| 20 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo