



**Universidad César Vallejo**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Análisis del riesgo de desastre y vulnerabilidad por cambio  
climático en el distrito de Santiago, Cusco 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Canaza Castillo, Henry John (ORCID: 0000-0003-1280-499X)

**ASESOR:**

Mg. Honores Balcazar, Cesar Francisco (ORCID: 0000-0003-3202-1327)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión de riesgos y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

En memoria de mi padre Sebastián, hoy descansas en la eternidad, vives y habitas por siempre en mis pensamientos, tus enseñanzas me ayudan a enfrentar la vida y tu ejemplo me estimula a ser mejor cada día.

A mi madre Nieves y a mis hermanos quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un objetivo más en mí vida, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, valentía y de no temer las adversidades.

A mi tío Rubén por sus sabios consejos y siempre estar pendiente de sus sobrinos.

Para Alejandro, Rodrigo y Raphael quienes llenan de alegría y ternura nuestras vidas.

*Henry John Canaza Castillo*

## **Agradecimiento**

A la Universidad César Vallejo y a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por permitir concluir esta etapa académica.

Agradecimiento especial al Ing. Cesar Francisco Honores Balcázar y al Ing. Sernaque Auccahuasi Fernando Antonio por su asesoramiento y apoyo en todo el proceso de la investigación, muchas gracias.

*Henry John Canaza Castillo*

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	x
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II.MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	18
3.2. Variables y operacionalización .....	19
3.3. Población, muestra y muestreo .....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección .....	21
3.5. Procedimientos .....	22
3.6. Método de análisis de datos .....	69
3.7. Aspectos éticos .....	69
IV. RESULTADOS .....	70
V. DISCUSIÓN.....	76
VI. CONCLUSIONES .....	81
VII. RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS .....	84
ANEXOS .....	93

## Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables .....	19
Tabla 2. Condiciones económicas y sociales .....	24
Tabla 3. Población del Distrito de Santiago .....	24
Tabla 4. Población con tipo de discapacidad .....	25
Tabla 5. Población con tipo de seguro de salud .....	25
Tabla 6. Población según nivel educativo alcanzado .....	26
Tabla 7. Vivienda según el material de construcción.....	26
Tabla 8. Ocupación de vivienda del distrito de Santiago .....	27
Tabla 9. Cobertura del servicio de agua en el Distrito de Santiago .....	27
Tabla 10. Disponibilidad de agua en el Distrito de Santiago.....	28
Tabla 11. Red de desagüe en el Distrito de Santiago.....	28
Tabla 12. Disposición de fluido eléctrico en el Distrito de Santiago .....	29
Tabla 13. Medios de comunicación y transporte en el Distrito de Santiago .....	29
Tabla 14. Condiciones del medio físico del distrito de Santiago .....	30
Tabla 15. Precipitaciones máximas en 24 horas´ .....	38
Tabla 16. Estimación de umbral de precipitación extrema .....	40
Tabla 17. Temperatura mensual - 2021 .....	41
Tabla 18. Peligros asociados al cambio climático .....	42
Tabla 19. Tipos de movimientos en masa .....	43
Tabla 20. Principales peligros por movimiento en masa en el distrito de Santiago .....	44
Tabla 21. Matriz de comparación de pares según unidades para movimiento en masa.....	45
Tabla 22. Matriz de normalización para movimiento en masa .....	45
Tabla 23. Cálculo de índice de consistencia de unidades para movimiento en masa .....	45

Tabla 24. Cálculo de relación de consistencia de unidades físicas .....	45
Tabla 25. Matriz de comparación de pares según unidades para movimiento en masa – factor geológico .....	46
Tabla 26. Matriz de normalización para movimiento en masa – factor geológico .	46
Tabla 27. Cálculo de índice de consistencia de unidades para movimiento en masa – factor geológico.....	47
Tabla 28. Cálculo de relación de consistencia de unidades físicas – factor geológico .....	47
Tabla 29. Matriz de comparación de pares según unidades para movimiento en masa – factor geomorfológico .....	47
Tabla 30. Matriz de normalización para movimiento en masa – factor geomorfológico .....	48
Tabla 31. Cálculo de índice de consistencia de unidades para movimiento en masa – factor geológico.....	48
Tabla 32. Cálculo de relación de consistencia de unidades físicas – factor geomorfológico .....	49
Tabla 33. Matriz de comparación de pares según unidades para movimiento en masa – factor pendiente.....	49
Tabla 34. Matriz de normalización para movimiento en masa – factor pendiente.	50
Tabla 35. Cálculo de índice de consistencia de unidades para movimiento en masa – factor pendiente .....	50
Tabla 36. Cálculo de relación de consistencia de unidades físicas – factor pendiente .....	50
Tabla 37. Matriz de comparación de pares según unidades para movimiento en masa – factor precipitación .....	51
Tabla 38. Matriz de normalización para movimiento en masa – factor precipitación .....	51
Tabla 39. Cálculo de índice de consistencia de unidades para movimiento en masa – factor precipitación .....	51

Tabla 40. Cálculo de relación de consistencia de unidades físicas – factor precipitación.....	52
Tabla 41. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad - dimensión social .....	53
Tabla 42. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad - dimensión social...53	
Tabla 43. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad - dimensión social .....	54
Tabla 44. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad - dimensión social .....	54
Tabla 45. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad social - grupo etario .....	54
Tabla 46. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad social – grupo etario	55
Tabla 47. Cálculo del vector suma ponderado de la vulnerabilidad social – grupo etario.....	55
Tabla 48. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad social – grupo etario.....	55
Tabla 49. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad social – tipo de discapacidad.....	56
Tabla 50. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad social – tipo de discapacidad.....	56
Tabla 51. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad social – tipo de discapacidad.....	56
Tabla 52. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad social – tipo de discapacidad.....	57
Tabla 53. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad social – seguro de salud .....	57
Tabla 54. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad social – seguro de salud .....	58

Tabla 55. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad social – seguro de salud .....	58
Tabla 56. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad social – seguro de salud .....	58
Tabla 57. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad – grado de instrucción.....	59
Tabla 58. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad – grado de instrucción .....	59
Tabla 59. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad – grado de instrucción.....	60
Tabla 60. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad – grado de instrucción.....	60
Tabla 61. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad económica .....	61
Tabla 62. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad económica .....	61
Tabla 63. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad económica .....	61
Tabla 64. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad económica ....	61
Tabla 65. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad – tipo de material predominante .....	62
Tabla 66. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad – grado de instrucción .....	63
Tabla 67. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad – grado de instrucción.....	63
Tabla 68. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad – grado de instrucción.....	63
Tabla 69. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad – material de piso .....	64
Tabla 70. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad – material de piso ...	64
Tabla 71. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad – material de piso .....	65



Tabla 72. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad – material de piso .....	65
Tabla 73. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua.....	66
Tabla 74. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua .....	66
Tabla 75. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua.....	66
Tabla 76. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua.....	67
Tabla 77. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua.....	67
Tabla 78. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua .....	68
Tabla 79. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua.....	68
Tabla 80. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua.....	68
Tabla 81. Niveles de peligro.....	70
Tabla 82. Descripción de los niveles de peligro.....	70
Tabla 83. Nivel de vulnerabilidad poblacional .....	71
Tabla 84. Descripción de los niveles de vulnerabilidad .....	71
Tabla 85. Niveles de riesgo.....	73
Tabla 86. Descripción de los niveles de riesgo.....	73
Tabla 87. Matriz de riesgo.....	75
Tabla 88. Nivel de consecuencias y daños .....	75

## Índice de figuras

Figura 1. Riesgo en función al cambio climático.....	16
Figura 2. Mapa temático de la ubicación del distrito de Santiago .....	23
Figura 3. Mapa Geológico del Distrito de Santiago .....	31
Figura 4. Mapa Geomorfológico del Distrito de Santiago .....	32
Figura 5. Mapa fisiográfico del distrito de Santiago .....	33
Figura 6. Mapa de pendientes del Distrito de Santiago .....	34
Figura 7. Mapa de suelos del distrito de Santiago.....	35
Figura 8. Mapa de cobertura vegetal del distrito de Santiago.....	36
Figura 9. Mapa Climático del Distrito de Santiago.....	37
Figura 10. Precipitación total mensual – promedio multimensual .....	38
Figura 11. Histograma de precipitaciones (mm) máximas en 24 horas .....	39
Figura 12. Temperatura máxima, mínima y media mensual de 1964 a 2018 .....	40
Figura 13. Determinación de la susceptibilidad para movimientos en masa .....	44
Figura 14. Esquema de la vulnerabilidad de la población.....	53

## Resumen

El presente estudio tiene como objetivo general el analizar los riesgos de desastre y vulnerabilidad por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022, investigación tipo aplicada, no experimental, transversal y descriptivo, el resultados de los niveles de peligro a través del análisis de la matriz Satty presentan los rangos para el nivel muy alto de  $0.251 < P \leq 0.503$  y nivel de peligro alto de  $0.141 < P \leq 0.251$ , es decir, el peligro de zona de estudio es alto a muy alto por presentar características geológicas, geomorfológicas de pendiente y precipitación que coinciden con los factores que desencadenan los movimientos en masa en las áreas de riesgo como quebradas y cauces de ríos.

Se determino los niveles de vulnerabilidad de la población analizando la fragilidad y la resiliencia, se encontró un nivel muy alto de vulnerabilidad con rango de  $0.272 < V \leq 0.457$  y nivel de vulnerabilidad alto con rango de  $0.152 < V \leq 0.272$ .

Se determino el riesgo a través de la multiplicación del peligro y vulnerabilidad presentando los siguientes valores para el nivel de riesgo muy alto  $0.068 < V \leq 0.230$  y para el nivel de riesgo alto  $0.021 < V \leq 0.068$  entendiendo que las características antes mencionadas se fusionan para determinar dichos niveles.

**Palabras clave:** riesgo, desastre, vulnerabilidad

## **Abstract**

The general objective of this study is to analyze the risks of disaster and vulnerability due to climate change in the District of Santiago, Cusco 2022, applied, non-experimental, cross-sectional and descriptive research, the results of the levels of danger through the analysis of The Satty matrix presents the ranges for the very high level of  $0.251 < P \leq 0.503$  and high danger level of  $0.141 < P \leq 0.251$ , that is, the danger of the study area is high to very high due to presenting geological, geomorphological characteristics of slope and precipitation that coincide with the factors that trigger mass movements in risk areas such as streams and riverbeds.

The vulnerability levels of the population were determined by analyzing fragility and resilience, a very high level of vulnerability was found with a range of  $0.272 < V \leq 0.457$  and a high level of vulnerability with a range of  $0.152 < V \leq 0.272$ .

The risk was determined through the multiplication of the hazard and vulnerability, presenting the following values for the very high risk level  $0.068 < V \leq 0.230$  and for the high risk level  $0.021 < V \leq 0.068$ , understanding that the aforementioned characteristics merge to determine these levels.

**Keywords: risk, disaster, vulnerability**

## I. INTRODUCCIÓN

Los efectos producidos por el cambio climático, y desastres originados por amenazas naturales establecen un reto importante para lograr el desarrollo sostenible de América del Sur y la Región de Caribe. (Barandiarán et al. 2019, p. 6), asimismo menciona a Reyer (2017) manifestando que los impactos del riesgo de desastres y cambio climático constituyen una creciente preocupación dado que reducen la previsibilidad sobre futuras necesidades en materia de infraestructura y aumentan la vulnerabilidad de las poblaciones y de los activos.

También mencionaremos que para lograr una gestión de riesgo de desastre (GRD) que son causados por anomalías que se asocian a los periodos extremos de variabilidad climática y para avanzar respecto a la adaptación del cambio climático, para poder afrontar esta situación es importante conocer o determinar la capacidad del territorio, siendo indispensable conocer cuan vulnerable es el territorio ante las fases extremas de las variaciones climatológicas respecto al cambio climático. (DGOAT, 2018, p. 9).

Respecto a la fluctuación de las variables climatológicas nos referimos a la precipitación y a la temperatura del aire, presentando oscilaciones o variaciones en los valores máximos y mínimos denominándose fases extremas de la variabilidad climática, trayendo consigo periodos secos y húmedos extremos (DGOAT, 2018. p 15). Menciona Barandiarán et al. (2019) Que el impacto que las amenazas climáticas ejercen sobre el desarrollo de la sociedad en el aspecto social y económico son enormemente negativas (p.10). Si identificamos y reducimos estos riesgos lograremos proteger a las, su entorno, y sus bienes, favoreciendo así al logro de los objetivos del desarrollo.(Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo 2010, p. 1).

La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres manifiesta que el riesgo de desastres se refiere a la posibilidad de que se originen daños a la sociedad, lesiones, destrucción e incluso muertes en una comunidad en un determinado periodo de tiempo, esto en función de la exposición, la vulnerabilidad, la amenaza y la capacidad (UNDRR, 2017: 14).

CENEPRED menciona que para determinar el nivel de riesgo no solo dependerán de los diferentes fenómenos naturales, también dependerá de los diferentes niveles de vulnerabilidad de la población ya sean urbanos o rurales considerando por ejemplo su ubicación ya sean en riberas, quebradas siendo consideradas como la exposición, asimismo como el tipo de construcción en las viviendas que corresponderá a la fragilidad, finalmente a la capacidad de la población para establecer procesos de organización, asimilación y recuperación ante el impacto de un desastre o fenómeno considerándose como la resiliencia.(2014, p.15)

Según CENEPRED (2014) refiere que la complejidad del medio ambiente y la complejidad de riesgos asociados a los peligros y las vulnerabilidades que acontecen en nuestro territorio, tienen que ser considerados para unir los procesos de prevención y reducción de riesgos en los diferentes métodos de gestión ambiental, ordenamiento territorial (OT) y planificación en los tres niveles de gobierno, el nacional, regional y local. (p.16). Asimismo RM-N°-008-2016-MINAM, refiere que el Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático se realiza tomando en deferencia a la evaluación del riesgo de desastre basado en el enfoque conceptual de análisis de riesgos, el cual permitirá establecer el riesgo como una función del peligro y condición de vulnerabilidad de un territorio.(MINAM 2016, p. 3).

Herrero, Natenzon y Miño (2018). Manifiestan que hoy en día diferentes ciudades están siendo territorios claves donde se puede abordar el cambio climático porque es ahí donde se pueden observar los riesgos e impactos y se produce la mayoría de sus causas, abordar el cambio climático desde el nivel local tendrá un sentido transformador desde un aspecto económico y social a pesar que este fenómeno es global. (p.10).

La municipalidad de Santiago manifestó que la Región Cusco fue azotado por lluvias extremas durante los meses de enero a marzo del 2010, ocasionando que las quebradas de la zona Noroccidental de la ciudad se activaran y presentaron caudales extraordinarios, en este contexto los asentamientos ubicados en las laderas de las quebradas de Ranachayoc y Qorimachahuayniyoc del distrito de Santiago sufrieron algunas afectaciones. (p. 6).

Según el Instituto Geológico, minero y metalúrgico (INGEMMET, 2021) refiere que, en distrito de Santiago, se han identificado 86 ocurrencias de movimientos en masa, 27 de estos son erosión en cárcava; 21 son derrumbes; 20 son deslizamientos rotacionales; 10 corresponden a reptación de suelos; 7 eventos de deslizamiento traslacional; por último, 1 ocurrencia corresponde a erosión en surco. (p.104).

INGEMMET (2015) informo que se presentó un deslizamiento traslacional en el distrito de Santiago en el Cerro Huamancharpa localizado a 2 km al sur de la ciudad de Cusco, se reactivó un evento antiguo ocurrido el año 1982 localizado en la margen izquierda del río Cachona (Huancaro), siendo el detonante del evento las precipitaciones pluviales produciendo derrumbes y deslizamientos pequeños que desestabilizan el área mencionada, en la actualidad el deslizamiento es continuo y se encuentra activo afectando terrenos de cultivo, áreas forestadas, pudiendo

originar un flujo de detritos afectando viviendas y población localizadas en las zonas aguas abajo. (p.9).

Por todo lo indicado anteriormente se formuló el siguiente problema general de investigación ¿Cómo será el análisis de riesgo y vulnerabilidad por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022?, así como los problemas específicos siendo el primero ¿Cómo será el análisis de peligro por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022?, el segundo, ¿Cómo será la vulnerabilidad por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022?

Este estudio tiene una justificación social debido a que, con los resultados presentados podrá ayudar a resolver los problemas que afectan a la comunidad o a un determinado grupo social como es en este caso el Distrito de Santiago ofreciendo una propuesta conceptual y metodológica para la implementación de medidas que regulen y actividades que se programen frente los fenómenos estudiados, estos resultados permitirán la implementación de programas para la disminución del riesgo de desastres.

Planteamos como Objetivo general el Analizar los riesgos de desastre y vulnerabilidad por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022. Así como también los objetivos específicos, primero; analizar el peligro de desastre por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022, segundo; analizar la vulnerabilidad por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022



## II. MARCO TEÓRICO

Tapia et al. (2015) en su investigación que tuvo por objetivo el evaluar la vulnerabilidad frente al cambio climático, estudio cualitativo, con técnica de análisis estadístico combinado, hizo uso del sistema de información geográfica SIG para elaborar la presentación de los resultados, concluyendo que los ciudadanos del Municipio de Madrid presentan una vulnerabilidad de nivel medio a alta frente al cambio climático el cual superaría a 1.600000 personas, afectando al 50% de población total, a su vez recomiendan involucrar a distintas entidades de nivel municipal, regional y nacional para hacer alianzas para permitir diseñar estrategias de reducción o mitigación de la vulnerabilidad frente al cambio climático y sus posibles amenazas.

La Torre, Juan (2016) en su investigación que tuvo como objetivo general el determinar los niveles de riesgo de desastre en el barrio de Santa Rosa de Pomasqui ante posibles deslizamientos y establecer lineamientos que permitan reducir los niveles de riesgo, esta investigación llegó a las siguientes conclusiones, encontraron mediante los mapas temáticos que el Barrio de Santa Rosa de Pomasqui se encuentra en un nivel alto de peligro frente a los deslizamientos en temporal de precipitaciones esto en relación a la actividad minera afectando el medio ambiente pudiendo desencadenar movimientos en masa y ocasionar pérdidas humanas y materiales finalmente determinaron que el riesgo de desastre por deslizamientos en la zona de estudio es alto, por tal razón es de suma importancia tomar medidas que garanticen minimizar o eliminar los niveles de riesgo.

Urzua, Diego (2017) en su investigación realizado en las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas en Chile, estas ciudades presentan dinámicas de expansión

urbanas carentes de planificación constituyendo un factor de riesgo, siendo importante estudiar la vulnerabilidad para poder alcanzar un nivel de desarrollo óptimo para las ciudades en estudio. En Puerto Montt se encontró mayor vulnerabilidad social, así como el Distrito Censal de Matadero con un nivel alto de vulnerabilidad, el sector de La Paloma se encuentra en un nivel medio de vulnerabilidad y el resto de la ciudad presenta bajos niveles de vulnerabilidad social. Respecto a la Ciudad de Puerto Varas se encontró con alta vulnerabilidad social así como en el centro y la costa del Lago Llanquihue. Concluyendo que la mayor fragilidad social encontradas en ambas ciudades están asociadas a factores de dependencia, social, económica y residenciales siendo necesarios al momento de hacer una evaluación a los grados de vulnerabilidad en la zona de acuerdo a la distribución espacial.

Mena, Johnny y Alquina Yessenia (2019) en su investigación de tipo analítico descriptivo que tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad y riesgo climático territorial. Utilizaron 18 indicadores donde evaluaron diferentes factores de riesgo climático, los resultados obtenidos fueron a través de mapas de riesgo climatológico y de vulnerabilidad, llegando a la conclusión que en la Sub Cuenca del Río Machángara en la región alta tiene tendencia a sufrir afectaciones de nivel moderado a alto ante los fenómenos naturales extremos.

Gracia et al. (2018) en su investigación donde realizaron tres recorridos por toda la microcuenca del afluente de la Quebrada Grande para caracterizarla por medio de observación directa, donde identificaron los riesgos más altos en la Quebrada Grande; con los resultados se lograrán establecer planes de contingencia frente a la emergencia preparando a la población, asimismo, la población más expuesta presenta una falta de capacidad a sobreponerse, el déficit

en la información y la comunicación, la poca organización institucional y comunitaria resultaran en una deficiencia a la hora de responder o estar preparados ante una emergencia, la inestabilidad política y coberturas escasas en salud en las zonas más vulnerables, contribuirán como factores para que los riesgos sean más altos.

Lazaro, Marco (2015) en su investigación tuvo por objetivo general el analizar los peligros y vulnerabilidades para la gestión del riesgo de desastres, utilizando el SIG, investigación de tipo Aplicada, descriptivo, no experimental transversal, concluyendo en la identificación de dos tipos de peligros naturales en la zona urbana del distrito: Ocurrencias de sismos e inundaciones, así como se han identificado los siguientes niveles de peligros: Peligro alto por la ocurrencia de sismo; peligro bajo, medio, alto y muy alto para ocurrencias de inundación, así como se identificó los niveles de vulnerabilidad física siendo baja, media alta y muy alta, finalmente se identificó los siguientes niveles de riesgo siendo medio, alto y muy alto en la zona urbana del distrito de Acopampa.

Peña, Miguel (2017) en su estudio de investigación que tuvo por objetivo el desarrollar un modelamiento geoespacial para evaluar la vulnerabilidad frente a inundaciones en la cuenca baja del río Chillón, llegando a las siguientes conclusiones: existe un nivel de peligro medio ante la ocurrencia de inundaciones en distintos centros poblados aledaños al Rio Chicón, también se encontró que ubicados en la cuenca baja presentan un nivel de vulnerabilidad alto, también un nivel de exposición de nivel alto en la áreas dentro de la cuenca del Rio Chicón, finalmente diferentes sectores de la Cuenca presentan condiciones de infraestructura que se presenta en la zona de estudio en las condiciones actuales de viviendas y establecimientos ya sean comerciales, industrias, colegios entre

otros y al carecer un planeamiento de urbanización adecuado se encuentra ante un riesgo alto frente a los peligros de inundación.

Cenepred (2018) en su informe de evaluación del riesgo por flujos de detritos en el área de influencia del Sector A Norte del Distrito de Yungay, Provincia de Yungay, Departamento de Ancash, tuvo por objetivo general el determinar el nivel del riesgo originado por flujos de detritos, llegando a las siguientes conclusiones: se encuentran expuestos un total de 661 habitantes, 165 viviendas y una institución educativa de nivel inicial frente al peligro de flujos de detritos en la quebrada Shocosh Uran correspondiente al sector A del distrito de Yungay, así como también determinaron que el peligro es de nivel muy alto ante el flujo de detritos en la zona de estudio, una vulnerabilidad de nivel alto ante el flujo de detritos, se identificó el nivel de consecuencia y daño correspondiente al nivel 4 – consecuencia Muy Alta del Sector A Norte del Distrito de Yungay, finalmente se obtiene que el nivel de priorización es de II (Inaceptable), del cual constituye el soporte para la priorización de actividades, acciones y proyectos de inversión vinculadas a la Prevención y/o Reducción del Riesgo de Desastres.

Justo, Luis (2018) en su investigación que tuvo por objetivo el determinar la relación entre la gestión de riesgo y la capacidad preventiva ante desastres originados por el cambio climático, estudio descriptivos, no experimental, correlacional, su población fue de 45,241 habitantes y 320 pobladores como muestra, utilizando cuestionarios para lograr medir las variables de estudio, llego a las siguientes conclusiones: demostró que existe relación entre las variables gestión de riesgo y la variable capacidad preventiva ante desastres por cambio climático con un nivel de significancia de (0,000). Se estimó una relación positiva entre las variables de estudio con un coeficiente de correlación de 0.809, existe

influencia en un 65.45% entre la gestión de riesgos la capacidad preventiva, respecto al nivel de gestión de riesgo ante los desastres naturales originados por el cambio climático se determinó en un nivel deficiente con un 45%, hallando como principal razón el abandono por parte de los gobiernos locales, finalmente, se encontró el 44% califico como malo al grado de capacidad de prevención en función a los desastres producto por el cambio climático, resultado de haber manifestado de no tener una favorable actitud para enfrentar a los desastres naturales.

Arroyo, Nathalia y Campo, Lady (2020) en su investigación de tipo aplicativo, descriptivo y cualitativo que tuvo por objetivo general el evaluar la resiliencia de la población para enfrentar los desastres por flujos de detritos, su población constituyo 6 sectores con una muestra de 100 personas hallada de forma no probabilística, utilizando como instrumentos de recolección de datos un cuestionario, concluyendo: se determinó con un valor de 0.089 la existencia de un nivel de riesgo muy alto de desastre por flujo de detritos, así como el 66% con un nivel bajo de resiliencia por riesgo de desastre debido a flujos de detritos, finalmente se aceptó la hipótesis donde la resiliencia tiene influencia frente a desastres por flujo de detritos.

Moncada, Irving (2021) en su investigación de tipo descriptivo, cuantitativo, correlacional que tuvo como objetivo el determinar la relación entre sus variables de estudio la gestión de riesgo y la vulnerabilidad de la población estudiada. Llegando a las siguientes conclusiones: estableció que la gestión de riesgo de desastre tiene influencia frente a la vulnerabilidad, logrando consigo la reducción específica de diversos peligros existentes beneficiando a la población en estudio, así como que no se encontró un nivel adecuado en la gestión de riesgo de desastre,

esto se evidencia debido a que diferentes necesidades de la población no son cubiertas por sus autoridades, a su vez se encontró que persiste la vulnerabilidad con un nivel considerable en el sector estudiado siendo un factor importante para no desarrollar una correcta gestión de riesgo de desastre.

Obando, Diego (2021) en su investigación que tuvo por objetivo el identificar los riesgos existentes y las condiciones de vulnerabilidad, el estudio es descriptivo, su población corresponde a 34061 habitantes correspondiente al Distrito de Alto de la Alianza, según cifras del INEI 2017, concluyendo que el riesgo en la zona de estudio tiene un nivel alto y una vulnerabilidad que representa un nivel muy alto, así mismo se definió que en mayor parte del Distrito Alto de la Alianza y en la Quebrada del Diablo, constituyeron áreas de mucha susceptibilidad, convirtiéndose en áreas muy peligrosas que su mayoría son vinculados a desastres naturales, también haciendo uso de las SIG se determinó que las zonas aledañas a esta formación de escorrentía en la Quebrada del Diablo presentó una vulnerabilidad muy alta y su capacidad de resiliencia alta debido a la mala planificación territorial, finalmente los altos niveles de vulnerabilidad y riesgo identificados para el Distrito Alto de la Alianza afirman que las condiciones de vulnerabilidad generan inseguridad para los ciudadanos y los posibles efectos de alguna amenaza.

Torre, Eddy et al (2018) en su artículo de investigación determinaron que la zona en estudio se encuentra clasificado en un nivel de peligro alto ( $0.138 \leq R < 0.262$ ), también se encontró un nivel muy alto de vulnerabilidad ( $0.247 \leq R < 0.489$ ) y finalmente se encontró un nivel de riesgo muy alto ( $0.020 \leq R < 0.066$ ) finalmente recomiendan medidas de control del riesgo dentro del marco legislativo de la gestión de riesgo de desastre.

Municipalidad Provincial de Cusco (2020) en su estudio de evaluación en la zona de reglamentación espacial (ZRESA01), tuvo como objetivo general el determinar el nivel de Riesgo por deslizamiento llegando a las siguientes conclusiones: La zona de estudio corresponde a la quebrada Saqramayo con pendientes muy empinadas y escarpadas, se evidencia cortes en laderas así como rellenos en las cárcavas y en las quebradas de esta forma se eleva aún más la susceptibilidad por las precipitaciones, en cuanto al nivel de peligrosidad por deslizamiento se determinó un nivel medio representando el 51.3% según su extensión territorial, seguido de un nivel muy alto y alto con un 26.9% y 21.8% respectivamente, en referencia al análisis de vulnerabilidad en la dimensión social, económica y ambiental considerando los factores de exposición, fragilidad y residencia, se encontraron los siguientes niveles de vulnerabilidad, 01 vivienda con vulnerabilidad muy alta, 64 viviendas con vulnerabilidad alta, 47 viviendas con vulnerabilidad media y 04 viviendas con vulnerabilidad baja, finalmente, se determinó el cálculo de riesgo encontrándose que 18 viviendas presentan riesgo muy alto, 53 riesgo alto y 45 riesgo medio por deslizamiento.

Municipalidad Provincial del Cusco (2020) en su informe de evaluación en la zona de reglamentación especial ZRESA10, tuvo como objetivo general determinar el nivel de riesgo por inundación en la zona de estudio asignada llegando a las siguientes conclusiones: se evidencia la presencia de un río y pendientes llanas a inclinadas, según la evaluación de riesgo se encontró que existen zonas de susceptibilidad muy alta a inundaciones encontrándose como elementos expuestos 120 viviendas, de los cuales 44 se encuentran en peligro muy alto, 41 en peligro alto, 24 en peligro mediano y 11 en peligro bajo a inundaciones, según la vulnerabilidad se encontró viviendas con clasificación muy alta 05, nivel alto 60 y

nivel bajo 55 finalmente para el nivel de riesgo se encontró 55 viviendas con un riesgo muy alto, 39 con un riesgo alta y 24 con un riesgo medio.

Municipalidad Distrital de Santiago (2021), en su estudio de evaluación que tuvo como objetivo general el determinar los niveles de riesgo por deslizamiento en las agrupaciones vecinales A.P.V. Virgen Concepción, Villa Franciscana y San Valentín dentro del Distrito de Santiago, llegaron a las siguientes conclusiones sobre la identificación de niveles de peligro por deslizamiento se encontró niveles muy alto, alto y medio correspondiente a las vertientes de la Montaña Picchu y las quebradas de Qprimacha Huayniyppy Ranachayoc, asimismo el peligro de nivel alto por deslizamientos corresponde a gran parte de la zona de estudio en el área de influencia de las quebradas, respecto a los niveles de vulnerabilidad se encontró que existe un nivel muy alto, alto, medio y bajo frente a deslizamientos en las agrupaciones vecinales ya mencionadas, concentrándose un nivel muy alto en la APV Villa Franciscana.

Municipalidad Distrital de Cusipata (2021) en su informe de evaluación de que tuvo como objetivo el determinar el nivel de riesgo por deslizamiento originado por lluvias intensas, llego a las siguientes conclusiones: toda la masa coluvial donde están asentados los centros poblados de Huancané, Huayllapata y Órcac, presentan deslizamiento tipo reptación, así mismo se ha encontrado que este tipo de deslizamiento se hace más intenso en zonas focalizadas, presentando deslizamientos muy activos en zonas específicas, asimismo se determinó el nivel de peligrosidad (peligro muy alto) ante deslizamiento siendo muy alto para Huancané, Huayllapata y Órcac, respecto a la vulnerabilidad se determinó en nivel muy alto para los centros poblados de Huancané, Huayllapata y Órcac ante los deslizamientos, también ante el peligro de deslizamiento serian afectadas 103



viviendas, una vía vecinal con 8.54 km, trochas carrozables con 6.2 km, caminos vecinales con 5.5 km, redes de electricidad y postes de alumbrado público, redes de agua , desagüe entre otros, finalmente se encontró un nivel de aceptabilidad o tolerancia del riesgo inaceptable, siendo importante aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos, e iniciar el proceso de reconstrucción.

COEM (2020) presento el Reporte complementario N° 1070 - 27/2/2020 / COEN - INDECI / 02:10 Hrs, donde comunica que el 23 de febrero de 2020, a consecuencia de las intensas lluvias se produjo un desbordamiento, afectando a la calidad de salud y calidad de vida de las personas, sus viviendas, a los accesos de comunicación, saneamiento básico en diferentes localidades del distrito de Santa Teresa, provincia La Convención, Departamento de Cusco.

El cambio climático es la variación del estado del clima determinable que persiste en el tiempo, pudiendo ser por procesos internos naturales u originados por la actividad antropogénica. La Convención Marco de las Naciones Unidas, manifiesta que es una alteración del clima y que tiene relación directa o indirectamente a la actividad del ser humano quien altera la constitución de la atmósfera y sumado a ello a la variabilidad natural del clima logrando ser observada en periodos de tiempo”. (IPCC, 2014, p. 188). Por su parte Wiggins (2009) manifiesta que es todo cambio significativo en un periodo largo de tiempo en el clima, teniendo como origen las actividades antrópicas y de forma natural, trayendo consigo patrones de lluvia impredecibles, aumento en la temperatura, sequías y un incremento en los peligros, como inundaciones y deslizamientos de tierra y huracanes más severos. (p. 5), finalmente el ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente de España (2014) refiere que, en las zonas urbanas, los riesgos

que se encuentran relacionados al cambio climático están en incremento. Entre ellos se incluyen el incremento del nivel del mar, el estrés por calor, las precipitaciones intensas, las inundaciones, las sequías, la aridez y la disminución o escasez de agua. (p. 25). A su vez Paterson manifiesta que es una de las amenazas muy seria para los países latinoamericanos debido a que corren el riesgo de acaecer de diversas situaciones relacionadas con el cambio climático siendo estos desastres con mayor intensidad y ocurrencia. (2017, p. 153-188).

El análisis de riesgos es un proceso técnico que identificará y describirá los peligros, analizará las vulnerabilidades, calculará, controlará, gestionará y comunicará los riesgos, logrando el desarrollo sostenible a través de una adecuada toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres, así como para facilitar la evaluación de riesgos y la toma de decisiones. (CENEPRED, 2012, p.20)

Se entiende por riesgo a una condición potencial determinada, relacionando el peligro con la vulnerabilidad de los factores de exposición, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias en el campo social, económico y ambiental involucrados en uno o más fenómenos peligrosos. Los cambios realizados en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo automáticamente; es decir, tienen una relación directa con el daño total esperado y consecuente en un territorio dado. (MINAM, 2016, pág. 2).

Un desastre es una interrupción severa del funcionamiento de una comunidad o sociedad, debido a eventos potencialmente peligrosos y que, interactuando con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, causa daños e impactos humanos, materiales, económicos o ambientales (Parlamericas, 2019, p.4). Así mismo mediante el Decreto Supremo 048-2011-PCM que aprueba el reglamento de la Ley N° 29664 (2011,p.2) define un desastre como un conjunto de daños y

pérdidas, en áreas tan diversas como la salud, el hábitat o espacio físico, la infraestructura, la economía y el medio ambiente, que se crean como consecuencia del impacto del desastre, cuya intensidad produce cambios serios en el funcionamiento de las unidades de la sociedad, más allá de la capacidad de respuesta local para enfrentar con eficacia las consecuencias de un peligro o amenaza, y puede ser de origen natural o provocado por la acción humana. CENEPRED (2013, p.90).

El riesgo es la posibilidad de que las personas y sus medios de subsistencia se dañen y se pierdan debido a la vulnerabilidad y el impacto de una amenaza. (CENEPRED, 2014. P. 14). En la resolución ministerial 008-2016 del MINAM indica que un riesgo es una condición potencial definida, que relaciona el peligro con la vulnerabilidad de los factores que se exponen, con el fin de determinar los impactos y consecuencias sociales, económicos y ambientales asociados con uno o más fenómenos peligrosos. Los cambios a uno o más de estos parámetros modifican su riesgo; es decir, tienen una relación directa con el daño total esperado y consecuente en un territorio dado, por lo tanto, podemos determinar el riesgo mediante la siguiente formula:

$$R = f (Pi \times Ve)$$

Siendo:

*R = riesgo*

*f = En función*

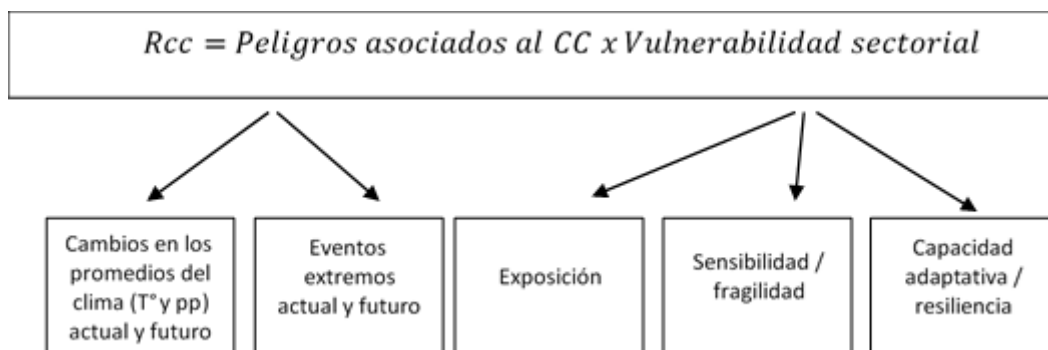
*Pi = Peligro con la intensidad en un periodo de exposición*

*Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto*

Cuando se habla del análisis de riesgo en el contexto del cambio climático este deberá ser realizado bajo un enfoque sectorial, aquí consideraremos un

horizonte temporal histórico en el tiempo y en el futuro, se presenta el siguiente grafico para una mejor referencia:

**Figura 1. Riesgo en función al cambio climático**



Fuente: RM N° 008-2016-MIMAM

La vulnerabilidad es cuan susceptible es una población, su estructura física, sus actividades sociales y económicas, de sufrir perjuicios por acción de un peligro o amenaza según el artículo 2 del Reglamento de la Ley N° 29664, algunos factores que influirán son el crecimiento de la población, la urbanización, la migración, ocupación de territorios, la pobreza entre otros incrementaran la vulnerabilidad de la población, frente a la aparición de una amplia gama de peligros naturales y provocados por el hombre, sumando a ello las alteraciones que provoca el cambio climático en el medio ambiente. (MINAM, 2016. p. 12).

Según el MINAM (2016), el análisis de la vulnerabilidad considera los siguientes aspectos:

La exposición se relaciona con la ubicación de los sistemas naturales y sociales, sus actividades y medios de vida en áreas de peligros específicos. La exposición derivada de una relación inadecuada entre la sociedad humana y el medio ambiente debido a procesos decrecimiento demográfico no planificados,

migración desorganizada, urbanización inadecuadamente, políticas de desarrollo económico no planificadas, manifestando que mientras exista una mayor exposición mayor será la vulnerabilidad. (CENEPRED, 2014, p. 122).

La fragilidad es una situación en la que las personas y sus medios de subsistencia están en desventaja o son relativamente débiles cuando están en peligro. En general, se enfoca en la “condición física” o “socioeconómica” de una comunidad o sociedad, cuando exista una mayor fragilidad habrá una mayor vulnerabilidad. (CENEPRED, 2014, p. 122).

La resiliencia es la capacidad de asimilación o recuperación de las personas y sus medios de vida en caso de un desastre. Esto involucra las condiciones sociales y organizativas de la población, en su planificación, la incorporación de mecanismos de alerta y de respuestas que reduzcan la vulnerabilidad ante los peligros. Cuando exista una mayor resiliencia lograremos una menor vulnerabilidad. (CENEPRED, 2014, pág. 123).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

La investigación es de tipo aplicada, ya que tal clase de investigación cumple con resolver problemas como lo menciona Hernández & Mendoza (2018, p. xxxiii).

De Diseño No Experimental, transversal y descriptivo, Hernández (2018) menciona que no se manipulan deliberadamente las variables, Asimismo, se observa al fenómeno tal como se da en nuestro contexto natural, para que posteriormente sea analizado, las variables de estudio serán analizadas en un momento determinado. La investigación será descriptiva debido a que se elaborará un análisis del riesgo de desastre y vulnerabilidad por cambio climático a una escala local asimismo se realizará una extensa revisión bibliográfica de las variables.

### 3.2. Variables y operacionalización

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
<b>-Análisis de riesgo de desastre por cambio climático</b>	El análisis de riesgos es un proceso técnico que identificará los niveles de peligros y vulnerabilidades para calcular, controlar, gestionar y comunicar los riesgos, logrando el desarrollo sostenible a través de una adecuada toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres, así como para facilitar la evaluación de riesgos y la toma de decisiones. (CENEPRED, 2012, p.20)	El análisis de riesgo consiste en evaluar sectorialmente cada peligro de origen hidrometeorológico, asociado al cambio climático	- Peligros asociados al cambio climático	- Temperatura	°C
				- Precipitaciones	mm

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
<b>-Análisis de vulnerabilidad por cambio climático</b>	Implica la identificación y el análisis de varias condiciones y características de la estimación del riesgo a través de la evaluación de los peligros y de la vulnerabilidad según la RM 008-2016-MINAM.	El análisis de vulnerabilidad es un procedimiento donde se identificará y evaluará las dimensiones de la vulnerabilidad social y económica enfocándonos en la fragilidad y resiliencia.	- Caracterización del entorno geográfico inmediato.	- Elementos sociales y económicos	- Información proporcionado por el INEI 2017
			- Caracterización física, biológica y climática del territorio.	- Geología - Geomorfología - Clima - Pendiente - Vegetación - Fisiografía - Suelos	- Mapa temático según ArcGis V10.5
			- Peligros.	- Nivel de peligro	- Muy alto - Alto - Moderado - Bajo - Muy bajo
			- Vulnerabilidad social	- Fragilidad - Resiliencia	- Muy alto - Alto - Moderado - Bajo - Muy bajo
			- Riesgos.	- Nivel de Riesgos	- Muy alto - Alto - Moderado - Bajo - Muy bajo



### **3.3. Población, muestra y muestreo**

La población corresponde al Distrito de Santiago, que tiene 94756 habitantes, según cifras brindadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI. 2017).

En esta investigación no consideraremos una muestra representativa ya que estudiaremos el Área total del Distrito de Santiago ya que se analizarán los riesgos, peligros y vulnerabilidades de la población en general.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección**

La recolección de datos implica elaborar un plan organizado de distintos pasos con la finalidad de recolectar datos con un propósito ya establecido. (Valderrama, 2015, p. 194).

Se realizó la consulta de diferentes documentos técnicos y/o normativas para realizar el presente estudio, se obtuvo información de la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú (SENAMHI) correspondiente a la estación Kayra ubicada en el distrito de San Jerónimo – Cusco, donde se verificó datos históricos de precipitación, humedad relativa y temperatura del 2000 al 2017, también se revisó datos estadísticos del distrito de Santiago correspondiente al censo nacional del año 2017 del Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI), finalmente se tomó como guía la Resolución Ministerial N° 008-2016-MINAM, donde considera los aspectos formales del documento, los contenidos, aspectos generales, metodología aplicada, resultados y las conclusiones.

Es importante mencionar que los instrumentos ya se encuentran validados y cuentan con confiabilidad ya que forman parte de la RM N°008-2016-MINAM.

Finalmente se realizó la recopilación y revisión bibliográfica de las siguientes entidades SENAHMI, INCEDI, MINAM, CENEPRED entre otros.

### **3.5. Procedimientos**

Comprende las acciones que se realizarán para conocer los peligros o amenazas, analizar la vulnerabilidad y establecer los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres. Respecto al cambio climático, se busca identificar elementos vulnerables, susceptibles de ser afectados por las diferentes manifestaciones de este fenómeno.

La elaboración del Estudio Especializado comprende el desarrollo de las siguientes pautas técnicas:

- Caracterizar el entorno geográfico.
- Caracterizar el entorno físico, biológico y climático del territorio.
- Determinar los niveles de peligros a través de la matriz SATTY
- Determinar los niveles de vulnerabilidades a través de la matriz SATTY
- Determinar los niveles de riesgos a través de la matriz SATTY

Así mismo se hará análisis estadístico de las matrices SATTY para determinar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo haciendo uso de sumatorias, promedios, multiplicaciones y formulas estadísticas.

#### **Caracterización del entorno geográfico inmediato.**

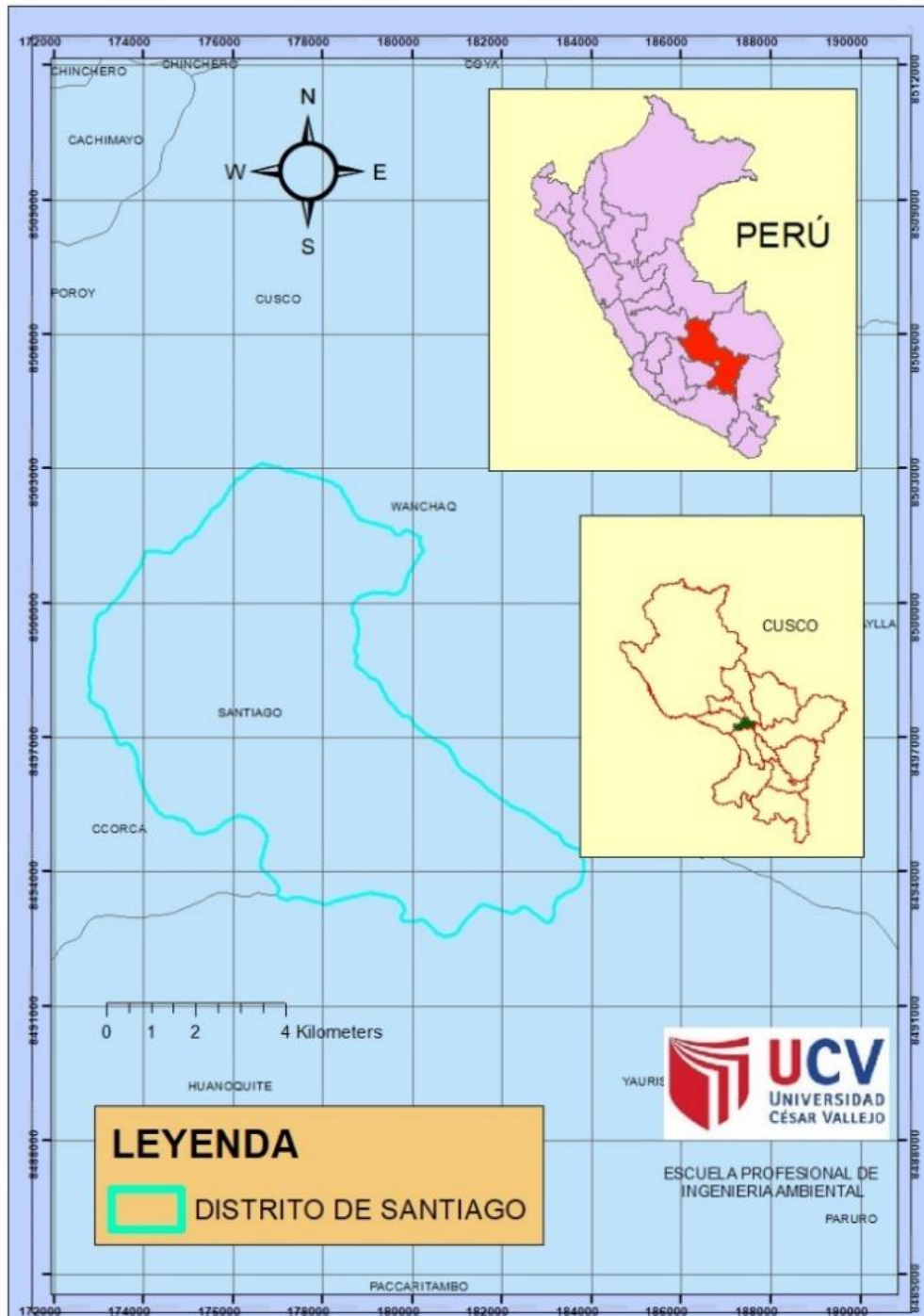
##### **Ubicación de la zona de estudio:**

El distrito de Santiago se ubica en la zona noroeste de la provincia y departamento del Cusco, entre las coordenadas 13°31'47" de latitud sur y 71°58'47" longitud Oeste, con altitud promedio a 3,400 m.s.n.m, presenta una superficie de 57.4 Km<sup>2</sup> y sus límites territoriales son de la siguiente manera:

- Norte: Con los distritos de Cusco y Ccorcca.

- Este: Con el distrito de Cusco y San Sebastián.
- Sur: Con la provincia de Paruro.
- Oeste: Con la provincia de Paruro y el distrito de Ccorcca.

**Figura 2. Mapa temático de la ubicación del distrito de Santiago**



**Tabla 2. Condiciones económicas y sociales**

<b>Condiciones sociales</b>	<b>Condiciones económicas</b>
Población	Servicios básicos
instituciones	Vías de comunicación

**Características sociales del distrito de Santiago****Tabla 3. Población del Distrito de Santiago**

<b>Edad según grupos etarios</b>	<b>Total</b>	<b>Población</b>	
		<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	94 756	45 838	48 918
< 1	1 617	842	775
1-4	6 771	3 442	3 329
5-9	8 201	4 181	4 020
10-14	7 868	3 986	3 882
15-19	8 716	4 282	4 434
20-24	9 511	4 525	4 986
25-29	8 740	4 132	4 608
30-34	7 881	3 744	4 137
35-39	7 138	3 354	3 784
40-44	6 271	3 025	3 246
45-49	5 237	2 434	2 803
50-54	4 418	2 088	2 330
55-59	3 540	1 701	1 839
60-64	2 583	1 225	1 358
> 65	6 264	2 877	3 387

FUENTE: INEI (2017)

**Tabla 4. Población con tipo de discapacidad**

DISTRITO SANTIAGO	Total	Dificultad o limitación permanente					Ninguna	
		Ver, aún usando anteojos	Oír, aún usando audífonos	Hablar o comunicarse, aún usando la lengua de señas u otro	Moverse o caminar para usar brazos y/o piernas	Entender o aprender (concentrarse y recordar)		Relacionarse con los demás por sus pensamientos, sentimientos, emociones o conductas
	94 756	5 705	1 764	635	2 451	1 015	834	84 921

FUENTE: INEI (2017)

**Tabla 5. Población con tipo de seguro de salud**

DISTRITO SANTIAGO	Total	Afiliado a algún tipo de seguro de salud					Ninguno
		Seguro Integral de Salud (SIS)	ESSALUD	Seguro de fuerzas armadas o policiales	Seguro privado de salud	Otro seguro 1/	
	94 756	36 184	23 588	1 849	1 356	930	31 429

FUENTE: INEI (2017)

**Tabla 6. Población según nivel educativo alcanzado**

DISTRITO	Total	Nivel educativo alcanzado									
		Sin nivel	Inicial	Primaria	Secundaria	Básica especial	Sup. no univ. incompleta	Sup. no univ. completa	Sup. univ. incompleta	Sup. univ. completa	Maestría / Doctorado
SANTIAGO	87 798	3 903	4 764	17 572	32 317	168	4 537	7 417	5 872	10 050	1 198

FUENTE: INEI (2017)

**Tabla 7. Vivienda según el material de construcción**

Distrito de Santiago	Total	Material de construcción predominante en las paredes exteriores de la vivienda								
		Ladrillo o bloque de cemento	Piedra o sillar c/cal o cemento	Adobe	Tapia	Quincha (caña con barro)	Piedra con barro	Madera (pona, tornillo)	Triplay / calamina / estera	Otro material
Viviendas particulares	22 701	10 508	61	11 973	18	15	23	41	62	-
Ocupantes presentes	92 723	42 086	229	49 824	65	60	101	141	217	-

FUENTE: INEI (2017)

**Tabla 8. Ocupación de vivienda del distrito de Santiago**

Distrito de Santiago	Total	Grupos de edad					
		Menores de 1 año	1 a 14 años	15 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años
<b>Total</b>	<b>92 723</b>	<b>1 597</b>	<b>22 657</b>	<b>26 286</b>	<b>20 970</b>	<b>15 554</b>	<b>5 659</b>
Casa independiente	78 793	1 351	19 203	22 411	17 572	13 303	4 953
Departamento en edificio	7 878	145	1 997	2 036	2 048	1 280	372
Vivienda en quinta	1 776	27	433	527	394	290	105
Vivienda en casa de vecindad	4 164	69	995	1 282	930	663	225
Vivienda improvisada	40	-	13	11	10	5	1
Local no dest. para hab. humana	72	5	16	19	16	13	3

FUENTE: INEI (2017)

### Servicios básicos

**Tabla 9. Cobertura del servicio de agua en el Distrito de Santiago**

Distrito de Santiago	Total	Tipo de procedencia del agua por red pública		
		Red pública dentro de la vivienda	Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Pilón o pileta de uso público
Viviendas particulares	22 048	17 835	3 439	774
Ocupantes presentes	90 271	73 622	13 352	3 297

FUENTE: INEI (2017)

**Tabla 10. Disponibilidad de agua en el Distrito de Santiago**

Distrito de Santiago	Total	Disponen del servicio de agua todos los días de la semana	
		Sí	No
Viviendas particulares	22 048	17 033	5 015
Ocupantes presentes	90 271	67 988	22 283

FUENTE: INEI (2017)

**Tabla 11. Red de desagüe en el Distrito de Santiago**

Distrito de Santiago	Total	Servicio higiénico conectado a:							
		Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	Letrina	Pozo ciego o negro	Río, acequia, canal o similar	Campo abierto o al aire libre	Otro
Viviendas particulares	22 701	17 463	3 857	446	111	436	99	234	55
Ocupantes presentes	92 723	72 005	15 172	1 872	443	1 800	415	826	190

FUENTE: INEI (2017)



**Tabla 12. Disposición de fluido eléctrico en el Distrito de Santiago**

DISTRITO SANTIAGO	Total	Dispone de alumbrado eléctrico por red pública	
		Sí	No
Viviendas particulares	22 701	22 086	615
Ocupantes presentes	92 723	90 391	2 332

FUENTE: INEI (2017)

**Tabla 13. Medios de comunicación y transporte en el Distrito de Santiago**

DISTRITO SANTIAGO	Total	Servicios y medios de transporte que posee el hogar							
		Telf. celular	telf. fijo	Conexión a Tv. por cable o satelital	Conexión a internet	Automóvil, camioneta	Motocicleta	Lancha, bote motor o peque peque, canoa	Ninguno
Hogares	27 012	25 184	5 336	7 671	7 610	4 614	993	127	1 464
Ocupantes presentes	92 723	87 495	20 367	27 895	27 763	18 194	3 662	454	4 057

FUENTE: INEI (2017)

### **Caracterización física, biológica y climática del territorio.**

Para la elaboración del análisis del entorno geográfico se utilizó el informe de zonificación ecológica y económica (ZEE) de la ciudad del Cusco para tomar referencias y así mismo se tomó en cuentas las diferentes cartas nacionales en archivo “share file” para realizar los mapas temáticos haciendo uso del sistema de información geográfica (SIG) según corresponda.

El análisis se desarrolló con los componentes físicos del territorio considerando las unidades de geología, geomorfología, fisiografía, pendiente, suelos, vegetación y clima

**Tabla 14. Condiciones del medio físico del distrito de Santiago**

<b>Condiciones del medio físico</b>
Geología
Geomorfología
Fisiografía
Pendiente
Suelos
Vegetación
Clima

**Figura 3. Mapa Geológico del Distrito de Santiago**

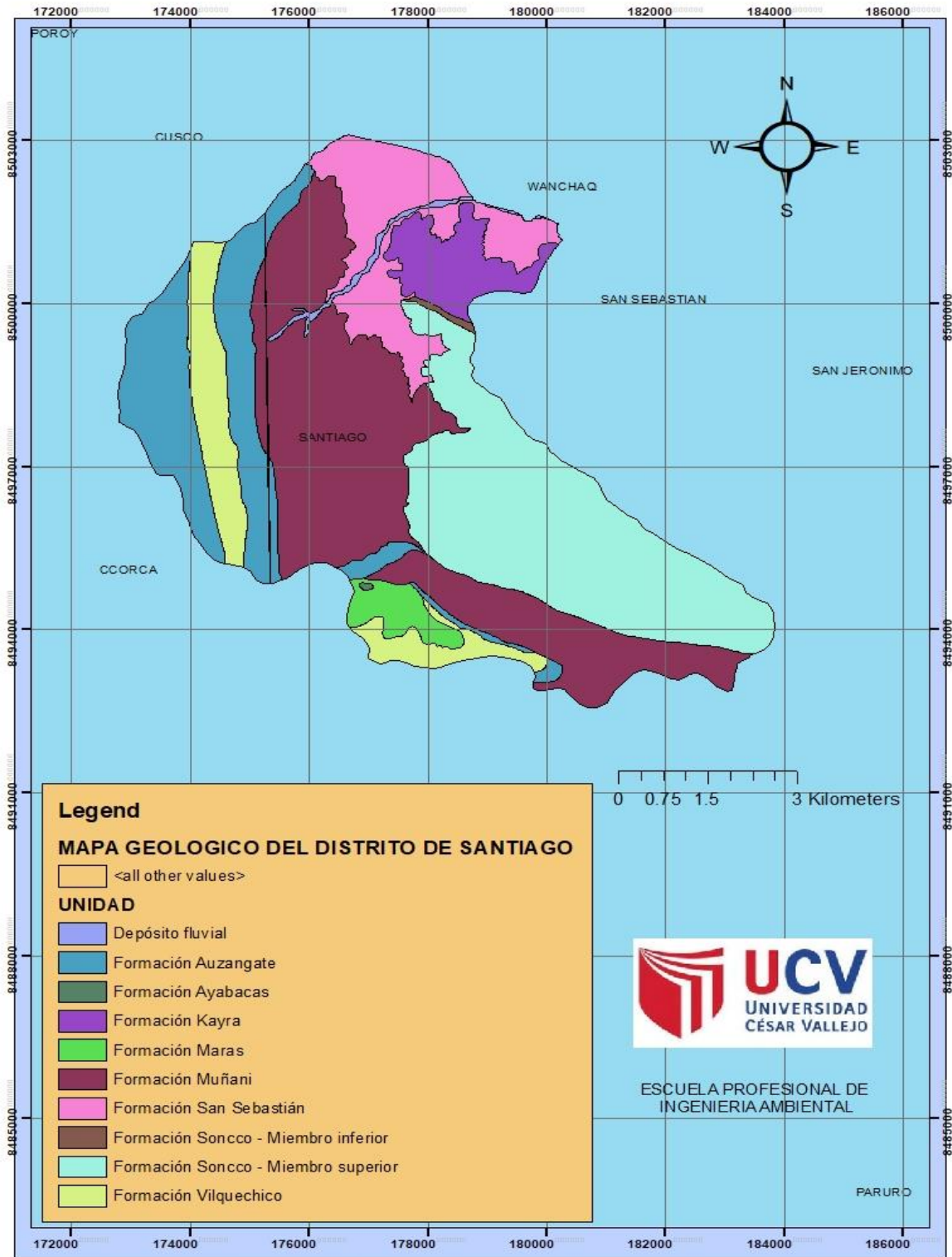
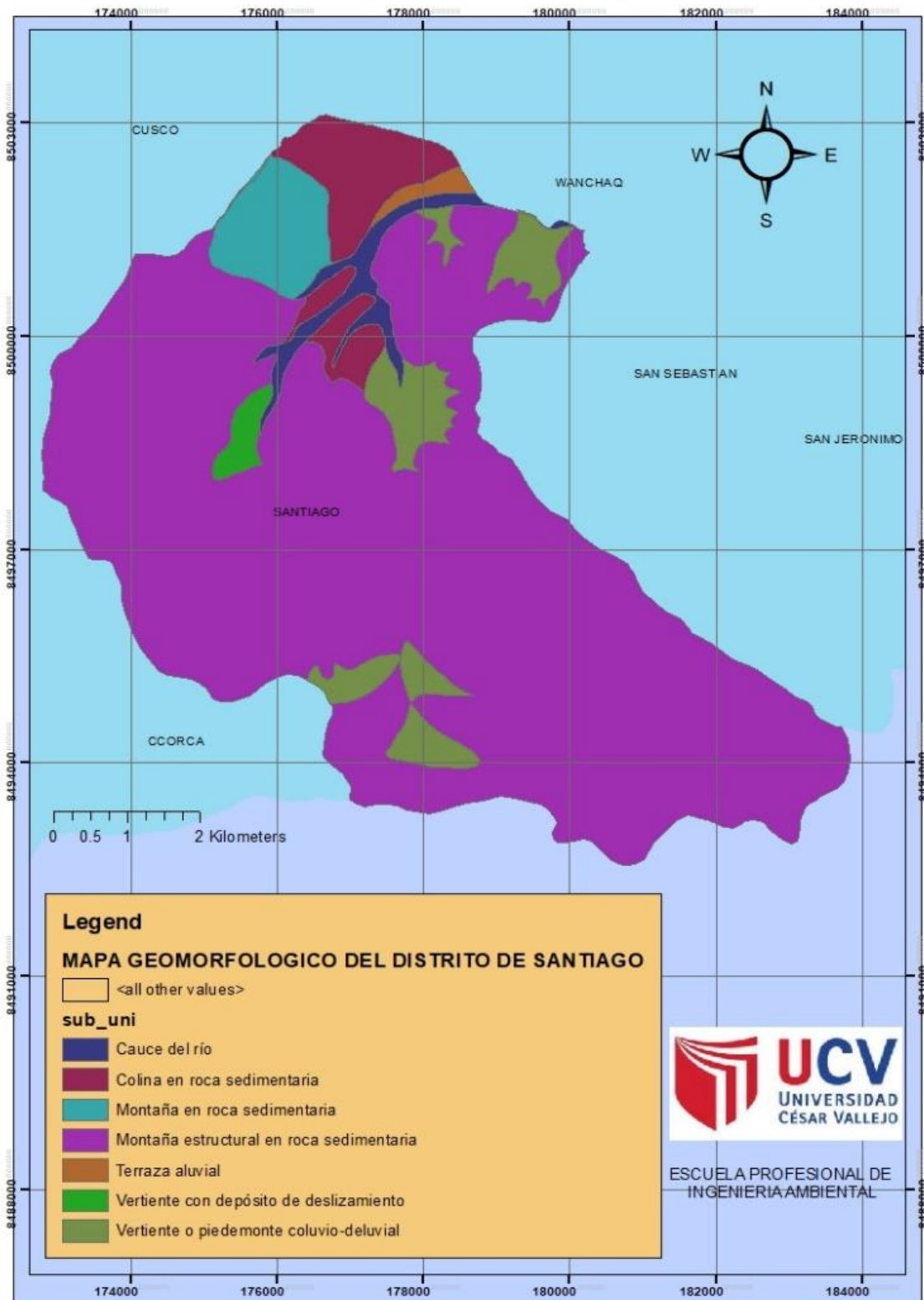


Figura 4. Mapa Geomorfológico del Distrito de Santiago



**Figura 5. Mapa fisiográfico del distrito de Santiago**

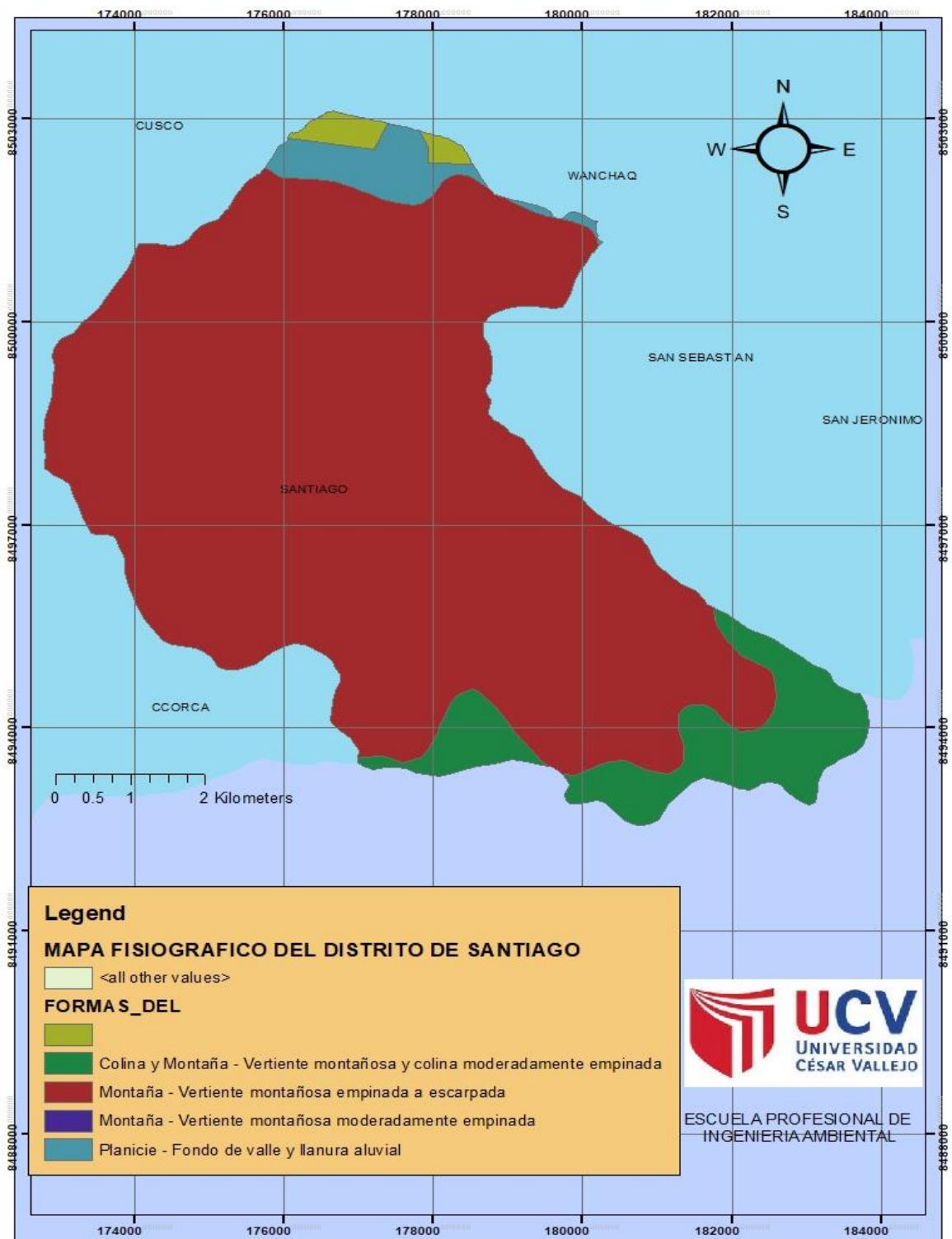


Figura 6. Mapa de pendientes del Distrito de Santiago

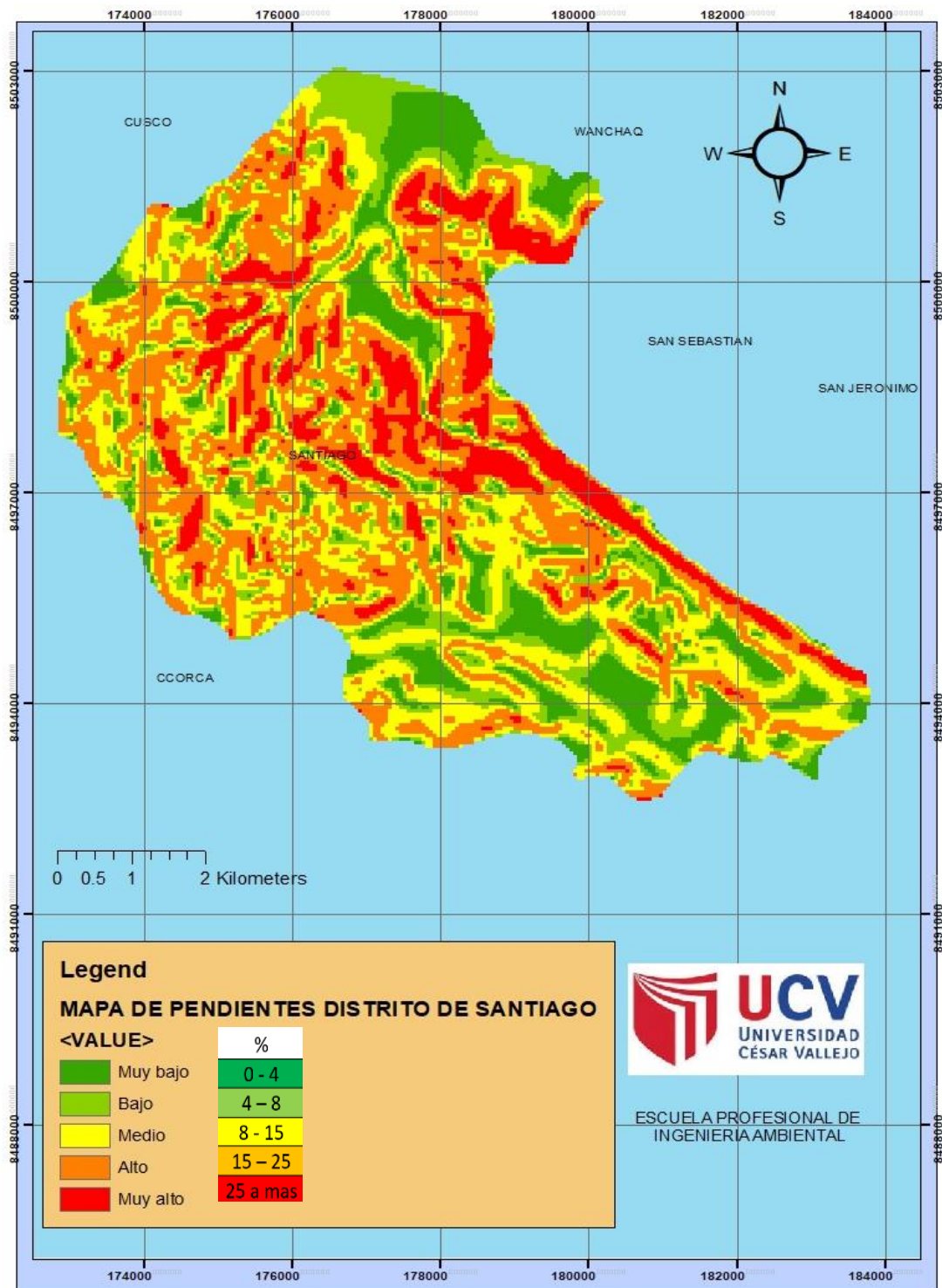




Figura 7. Mapa de suelos del distrito de Santiago

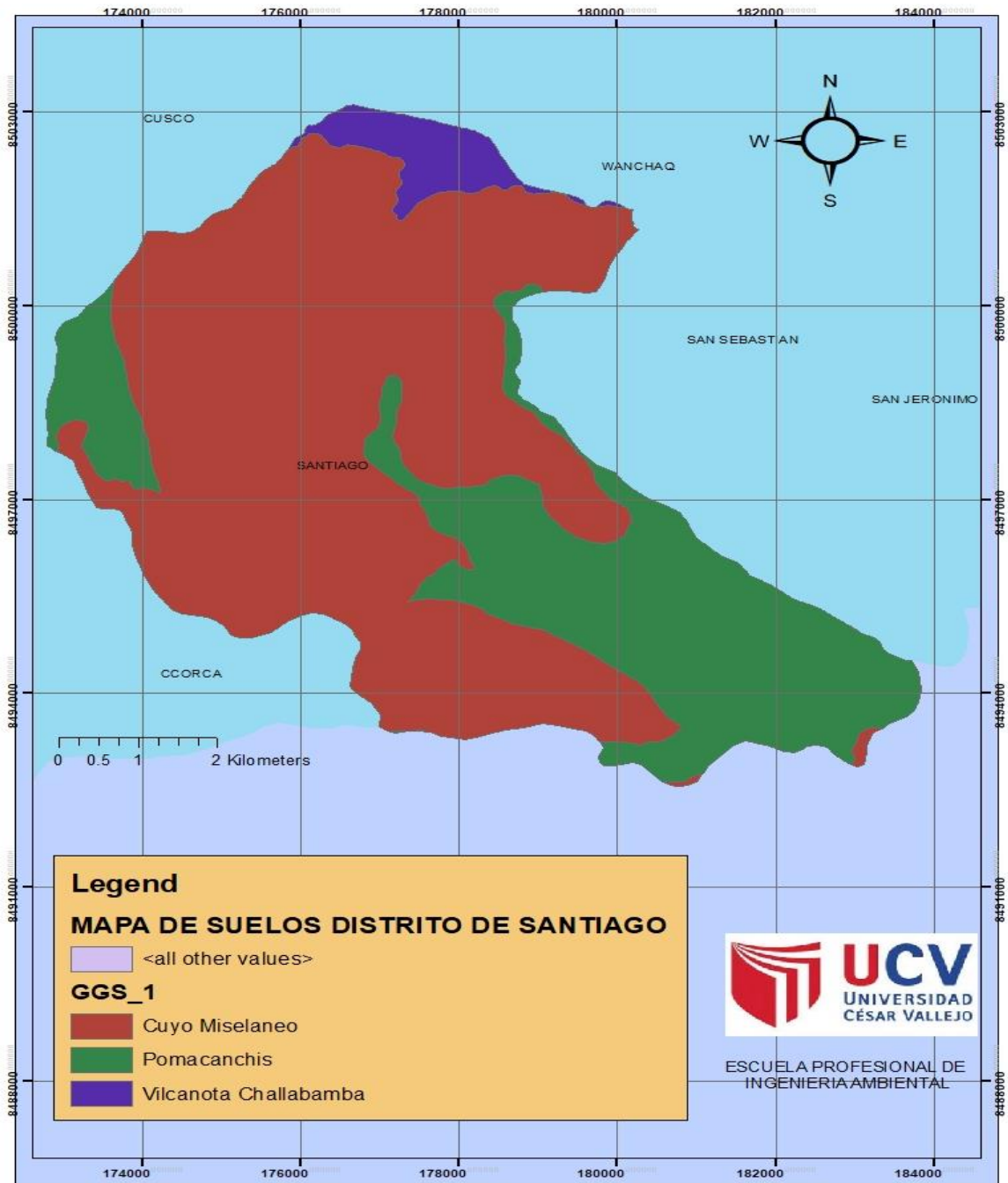


Figura 8. Mapa de cobertura vegetal del distrito de Santiago

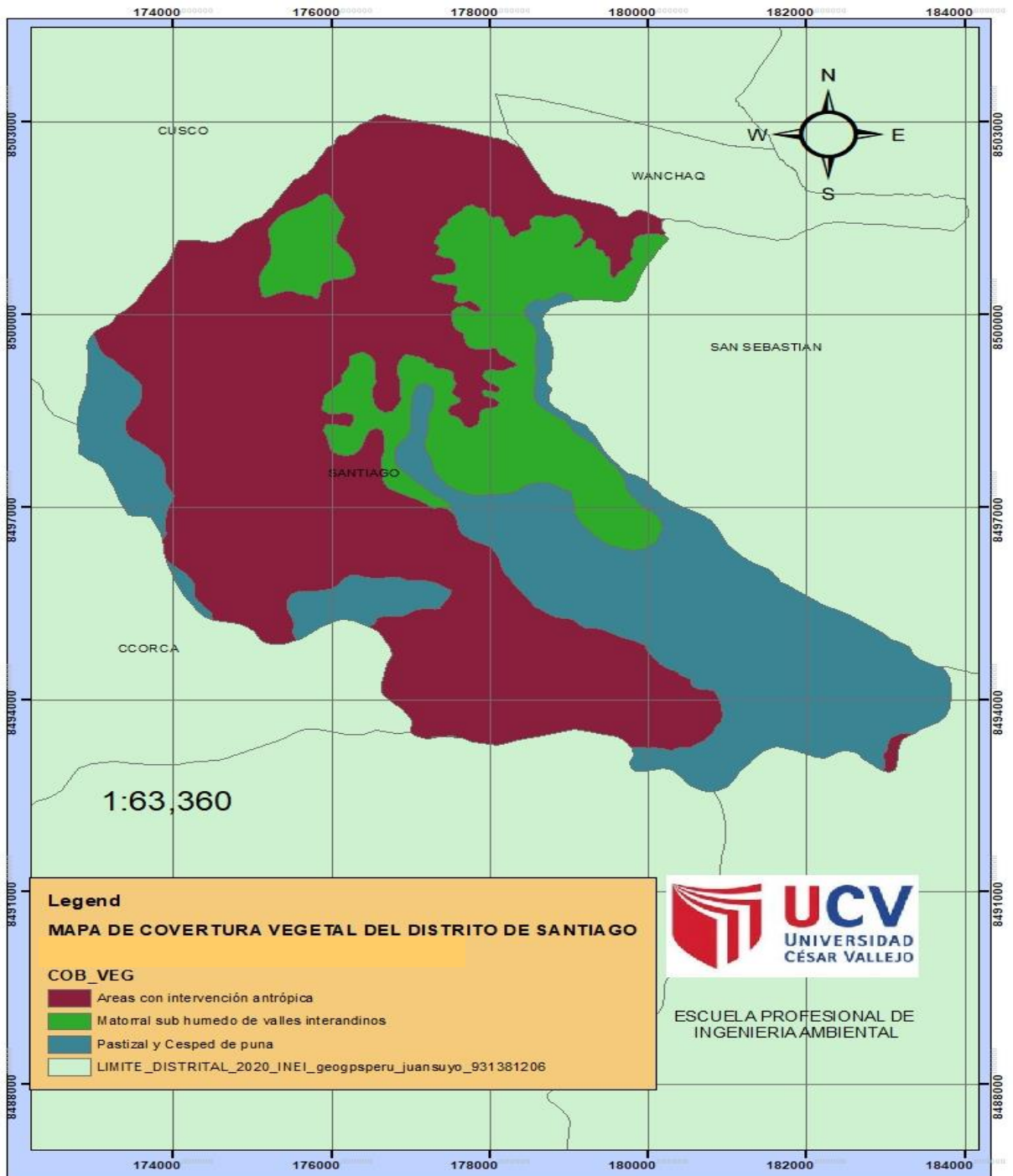
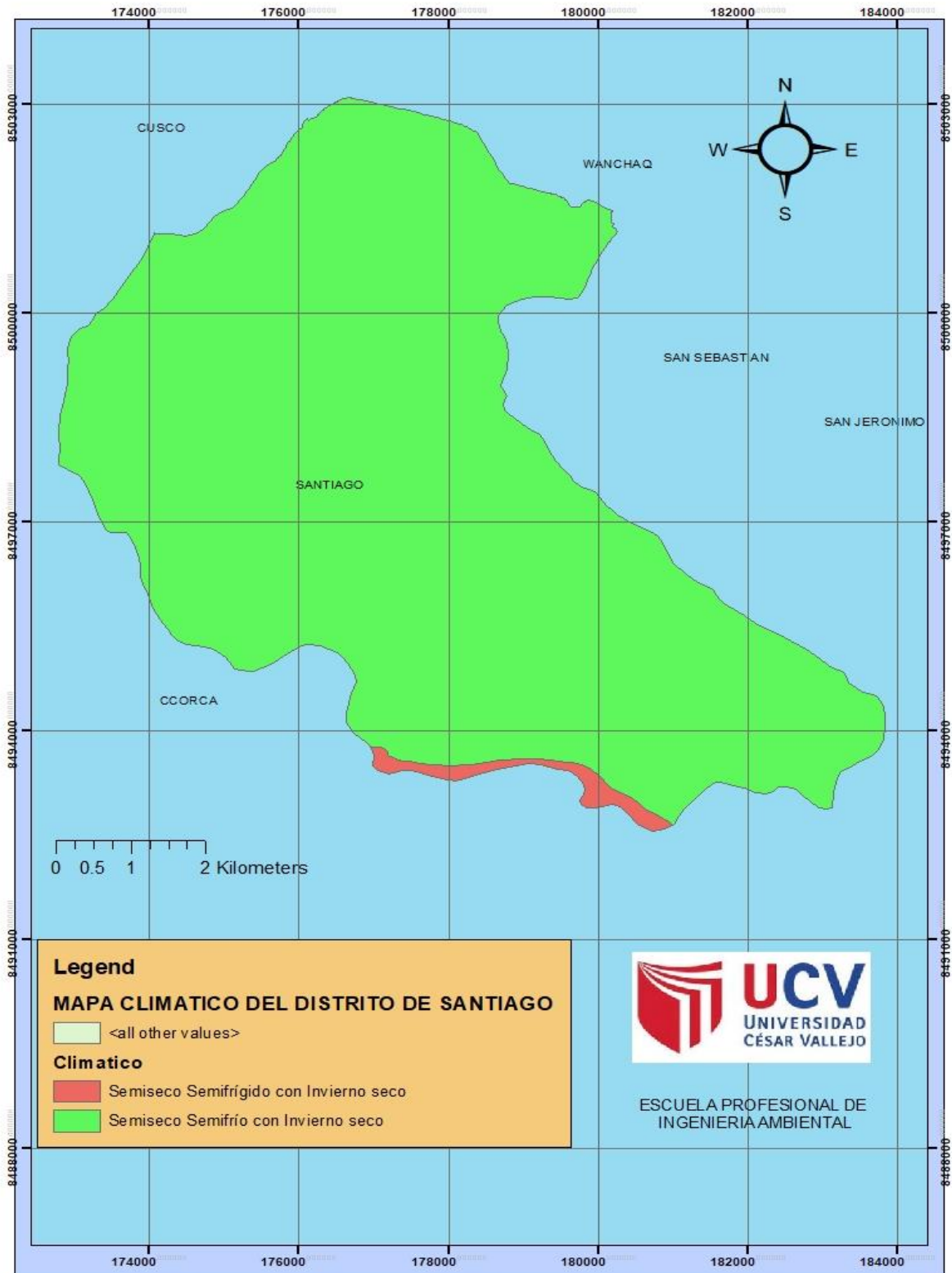




Figura 9. Mapa Climático del Distrito de Santiago



## Condiciones climatológicas

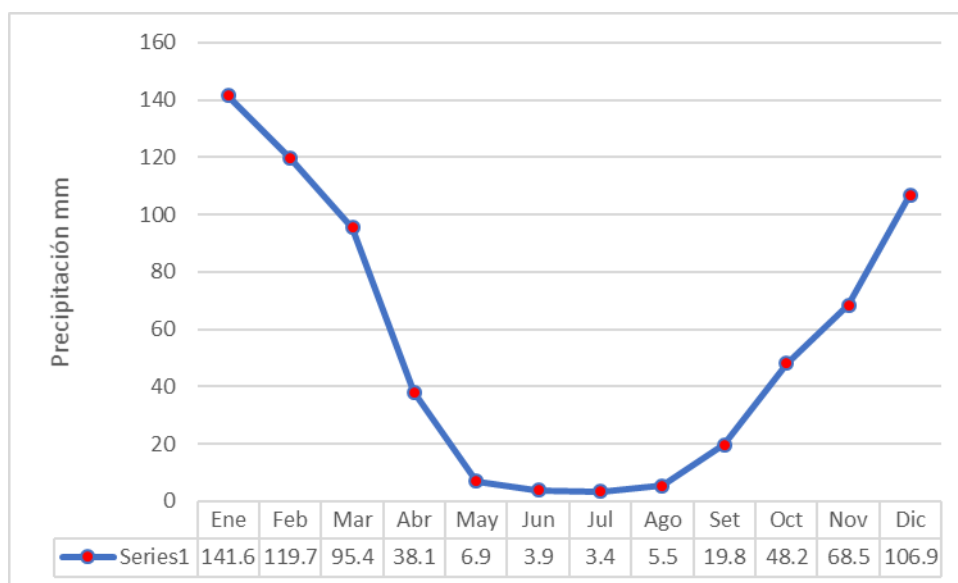
La zona de estudio se encuentra entre los 3000 a 3600 m.s.n.m y geográficamente se distribuye en los distritos de San Jerónimo, Cusco, San Sebastián y Santiago en la provincia del Cusco, presenta una precipitación anual de entre 500 a 1000 mm y una T° anual media de entre 12 a 14 °C. Los meses de diciembre a marzo son los de mayor intensidad a precipitaciones pluviales y entre mayo a julio un periodo seco y el clima característico es seco semifrío con invierno seco.

**Tabla 15. Precipitaciones máximas en 24 horas´**

Promedio de precipitación mensual (mm)												Total
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
141.6	119.7	95.4	38.1	6.9	3.9	3.4	5.5	19.8	48.2	68.5	106.9	658.0

Fuente: SENAMHI – Estacion Kayra

**Figura 10. precipitación total mensual – promedio multimensual**

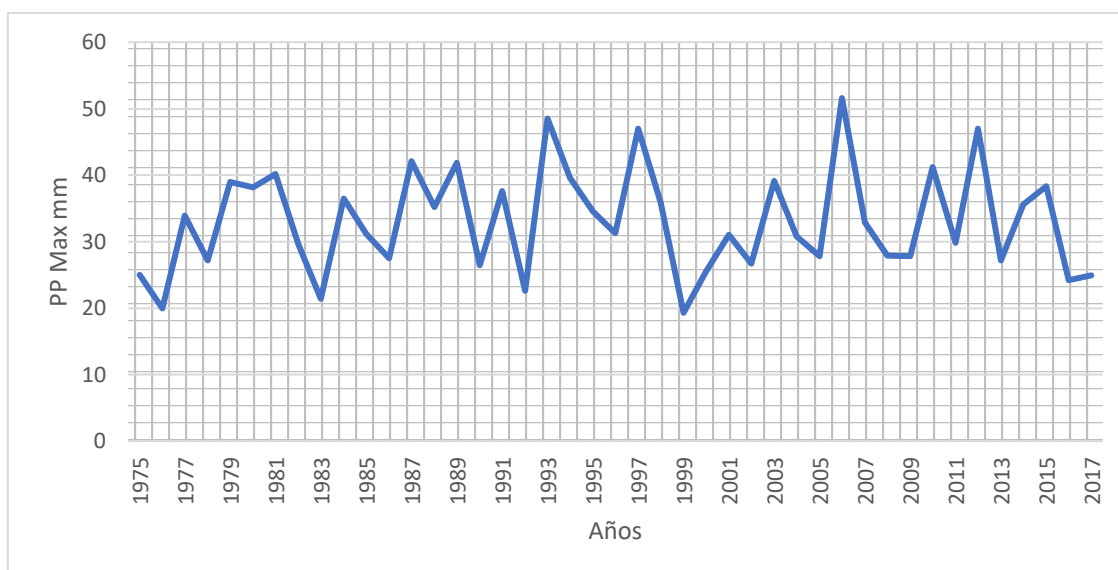


Fuente: SENAMHI – Estacion Kayra

### Precipitaciones Diarias Máximas.

A través de la página oficial de SENAMHI se obtuvo las series históricas de los parámetros climatológicos como es la precipitación media anual, precipitación máxima en 24 horas, la temperatura máxima, temperatura media y temperatura mínima registrados en la estación meteorológica de Kayra ubicada en el distrito de San Jerónimo.

**Figura 11. Histograma de precipitaciones (mm) máximas en 24 horas**



**Fuente:** SENAMHI – Estación Kayra

Para el cálculo de umbrales de precipitación, se utilizó la metodología publicada en la nota técnica 001-SENAMHI-DGM-2014 denominada estimación de umbrales de precipitación extremas para la emisión de avisos Meteorológicos. SENAMHI (2014.p 2).

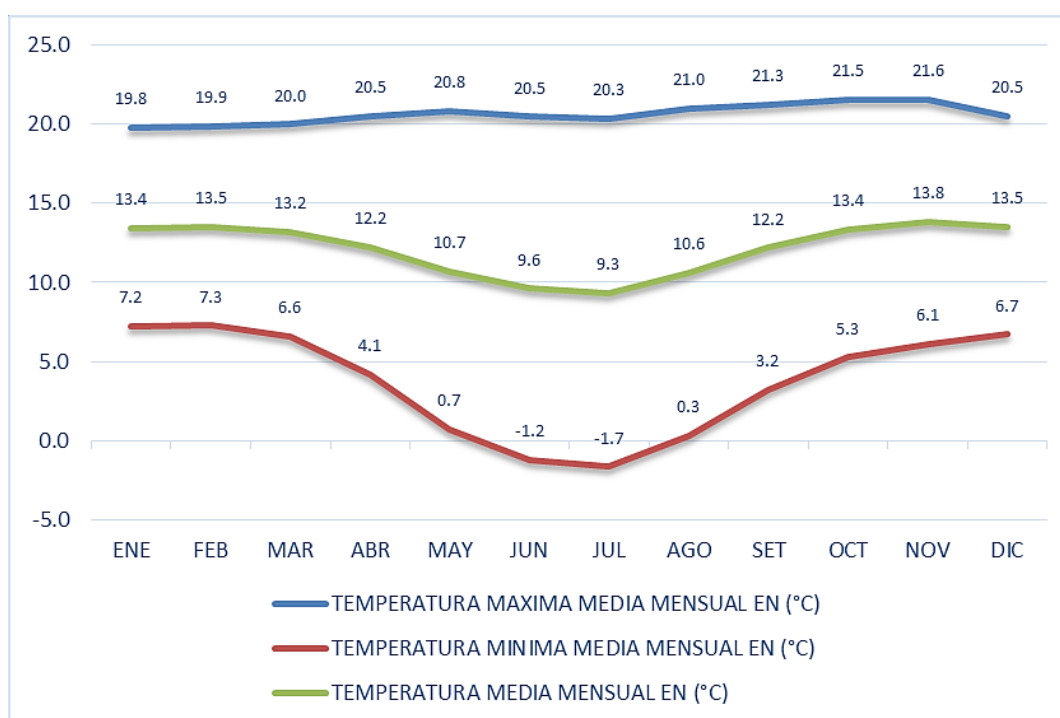
**Tabla 16. Estimación de umbral de precipitación extrema**

Umbrales de precipitación	Caracterización de las lluvias extremas	Umbrales calculados para la estación kayra
RR/día>99p	Extremadamente lluvioso	RR>26,7 mm
95p<RR/día=99p	Muy lluvioso	16,5 mm<RR=26,7 mm
90p<RR/día=95p	Lluvioso	12,5 mm<RR=16,5 mm
75p<RR/día=90p	Moderadamente lluvioso	6,8 mm<RR=12,5 mm
RR/día<75p	Poco lluvioso	RR < 6.8 mm

**Fuente:** SENAMHI (2014).

Según el registro de temperatura de la estación meteorología Granja Kayra, que data del año 1964 al 2018, el mayor valor de la temperatura máxima media mensual corresponde al mes de noviembre con 21.6°C; el menor valor de la temperatura mínima media mensual corresponde al mes de julio con -1.7°C. El valor promedio de la temperatura media mensual es de 12.1°C. SENAMHI (2014).

**Figura 12. Temperatura máxima, mínima y media mensual de 1964 a 2018**



**Fuente:** SENAMHI – Estación Meteorológica Kayra

Así mismo se evidencia que el año 2021 se presentó temperaturas con un valor máximo de 22.94 °C correspondiente al mes de octubre, una temperatura mínima de – 1.55 °C en el mes de julio y un valor promedio de temperatura mensual de 12.82°C.

**Tabla 17. Temperatura mensual - 2021**

2021	TEMPERATURA (°C)		
	Máxima	Mínima	Promedio
Enero	20.03	7.79	13.91
Febrero	20.03	7.79	13.91
Marzo	19.65	7.01	13.33
Abril	19.59	6.49	13.04
Mayo	20.72	0.96	10.84
Junio	21.00	1.11	11.05
Julio	22.67	-1.55	10.56
Agosto	22.80	-0.26	11.27
Setiembre	22.58	2.04	12.31
Octubre	22.94	5.93	14.43
Noviembre	21.80	7.93	14.87
Diciembre	20.91	7.76	14.33
PROMEDIO	21.23	4.42	12.82

Fuente: SENAMHI – Estación Meteorológica Kayra

### **Peligros**

Los peligros se determinaron a través de la jerarquización de los factores condicionantes a través del proceso de análisis jerárquico (APH) que fue diseñado por Saaty (1980), proporcionando un esquema que ayuda a resolver problemas complejos a través de la toma de decisiones de múltiples criterios basadas en prioridades asignadas a cada criterio de estudio. (Etongo et al., 2018). Siendo un método flexible que permite al investigador asignar un valor relativo a cada factor mediante comparación de pares. (Kurttila, et al., p.41-52).

**Tabla 18. Peligros asociados al cambio climático**

<b>Peligros asociados al cambio climático</b>	<b>Peligro actual</b>	<b>Peligro futuro</b>
Descenso de temperatura (helada)	Registro de temperatura mínimas históricas	Registro de temperaturas mínimas futuras (escenario climático)
Sequias	Registro de precipitación históricos	Registro de precipitación futura (escenario climático)
Inundaciones	Registro de precipitación históricos	Registro de precipitación futura (escenario climático)
Deglaciación	Registro de pérdida de área glaciar	Tendencia de pérdida de área glaciar
Erosión hídrica	Registro de la intensidad de la precipitación histórica	Registro de la intensidad de la precipitación futura
Incremento de la temperatura del mar (TSM)	Registro de TSM máxima	Registro de TSM máximas futuras

Fuente: RM-008-2016-MINEDU

### **Procesos de movimientos en masa**

El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991).

Su origen obedece a diversos procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se presentan en la superficie terrestre, interviniendo la meteorización, lluvias, sismos y otros incluyendo la actividad del hombre (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA, 2007).

## Clasificación de movimientos en masa

Según Ingemmet la ciudad del Cusco presenta la siguiente clasificación propuesta por el PMA: GCA, (2007) en su publicación denominada Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas.

**Tabla 19. Tipos de movimientos en masa**

<b>Tipo</b>	<b>Subtipo</b>
Caídas	Caída de rocas
	Derrumbe
Deslizamientos	Deslizamiento rotacional
	Deslizamiento traslacional
Flujo	Flujo de detritos
	Flujo de lodo
Reptación	Reptación de suelos

Fuente: PMA - GCA, 2007

## Información histórica de peligros geológicos por movimientos en masa

La información de los peligros que afectó al distrito de Santiago fue extraída principalmente del Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres - SINPAD y los Compendios Estadísticos publicados por el Indeci durante el periodo de 1997 al 2016. (Ingemmet. 2021)

**Tabla 20. Principales peligros por movimiento en masa en el distrito de Santiago**

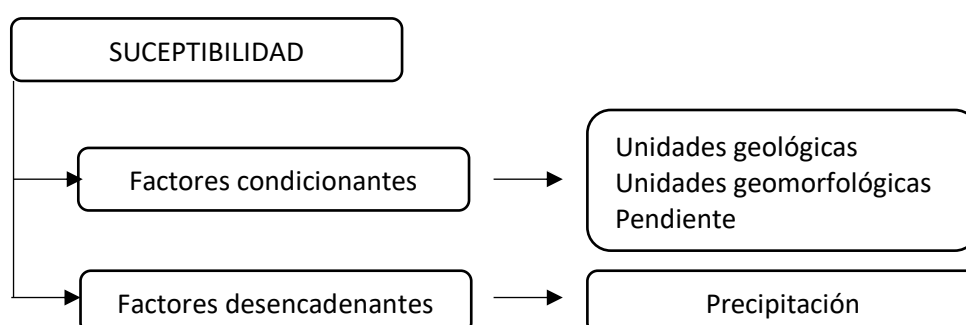
<b>Fecha</b>	<b>Descripción del peligro y efectos</b>
23/2/1998	Deslizamiento producto de las torrenciales lluvias por efecto del Fenómeno El Niño, causando daños en el distrito de Santiago. Daños: 12 personas damnificadas, 2 viviendas afectadas.
11/1/2001	Deslizamiento a consecuencia de las intensas lluvias, se produce un deslizamiento en el AA.HH. Tincoc. Daños: 7 viviendas afectadas y 35 personas damnificadas.
7/2/2002	Huaico por intensas lluvias que ocasionaron la caída de un huaico, lo que causó daños en el asentamiento Humano Wimpillay. Daños: 1 vivienda destruida y 6 personas heridas.
15/2/2004	Desborde de los Ríos Chocco, Huancaro y Huatanay a consecuencia de las constantes precipitaciones pluviales. Daños: 25 personas afectadas y 5 viviendas afectadas.
3/8/2017	Deslizamiento del cerro Muyo Orcco Araway a la altura del área verde del PP.JJ. Araway y por la parte baja de la urbanización de Huancaro obstruyendo el cauce del río Huancaro.

Fuente: INGEMMET (2021)

### Susceptibilidad del ámbito geográfico ante los peligros

La susceptibilidad también conocida como fragilidad natural hace referencia al mayor o menor predisposición a que un evento ocurra sobre una determinada área geográfica y dependerá de los factores condicionantes y desencadenantes.

**Figura 13. Determinación de la susceptibilidad para movimientos en masa**





## Peligro frente a movimientos en masa

Tabla 21. Matriz de comparación de pares según unidades para movimiento en masa

FACTORES CONDICIONANTES	Unidades geológicas	Unidades geomorfológicas	Pendiente
Unidades geológicas	1.00	3.00	5.00
Unidades geomorfológicas	0.33	1.00	3.00
Pendiente	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.53	4.33	9.00
<b>1/SUMA</b>	0.65	0.23	0.11

Tabla 22. Matriz de normalización para movimiento en masa

Matriz de normalización			Vector priorización	Porcentaje
<b>0.652</b>	0.692	0.556	0.633	63.33
<b>0.217</b>	0.231	0.333	0.260	26.05
<b>0.130</b>	0.077	0.111	0.106	10.62

Tabla 23. Calculo de índice de consistencia de unidades para movimiento en masa

Índice de consistencia			Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.633	0.781	0.531	1.946	3.072
0.211	0.260	0.318	0.790	3.033
0.127	0.087	0.106	0.320	3.011

Tabla 24. Calculo de relación de consistencia de unidades físicas

Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
Formula	$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$	$RC = \frac{IC}{CA}$

<b>Ecuación</b>	$\lambda \max = \frac{3.072 + 3.033 + 3.011}{3}$	$IC = \frac{3.039 - 3}{3 - 1}$		$RC = \frac{0.020}{1.12}$
<b>Resultado</b>	$\lambda \max = 3.039$	$IC = 0.020$	0.525	$RC = 0.038$

Se determinó que la RC es  $0.038 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH).

**Tabla 25. Matriz de comparación de pares según unidades para movimiento en masa – factor geológico**

<b>UNIDADES GEOLOGICAS</b>	Deposito fluvial	Formación san Sebastián	Formación Kayra	Formación Muñani	Formación Ausangate
Deposito fluvial	1.00	4.00	5.00	7.00	9.00
Formación san Sebastián	0.25	1.00	2.00	5.00	7.00
Formación Kayra	0.20	0.50	1.00	3.00	5.00
Formación Muñani	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Formación Ausangate	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.70	5.84	8.53	16.33	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.59	0.17	0.12	0.06	0.04

**Tabla 26. Matriz de normalización para movimiento en masa – factor geológico**

Matriz de normalización					Vector Priorización	Porcentaje
0.587	0.685	0.586	0.429	0.360	0.529	52.919
0.147	0.171	0.234	0.306	0.280	0.228	22.767
0.117	0.086	0.117	0.184	0.200	0.141	14.076
0.084	0.034	0.039	0.061	0.120	0.068	6.767
0.065	0.024	0.023	0.020	0.040	0.035	3.470

**Tabla 27. Calculo de índice de consistencia de unidades para movimiento en masa – factor geológico**

Índice de consistencia					Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.529	0.911	0.704	0.474	0.312	2.930	5.536
0.132	0.228	0.282	0.338	0.243	1.223	5.371
0.106	0.114	0.141	0.203	0.174	0.737	5.235
0.076	0.046	0.047	0.068	0.104	0.340	5.022
0.059	0.033	0.028	0.023	0.035	0.177	5.093

**Tabla 28. Calculo de relación de consistencia de unidades físicas – factor geológico**

	Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Formula</b>	$\lambda \max = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	n=5	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda \max = \frac{5.536 + 5.371 + 5.235 + 5.022 + 5}{5} = 5.251$	$IC = \frac{5.251 - 5}{5 - 1} = 0.063$		$RC = \frac{0.063}{1.115} = 0.056$
<b>Resultado</b>	$\lambda \max = 5.251$	IC = 0.063	1.115	RC = 0.056

Se determinó que la RC es  $0.056 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)

**Tabla 29. Matriz de comparación de pares según unidades para movimiento en masa – factor geomorfológico**

Unidades Geomorfológicas	Cauce de río	Vertiente con depósito de deslizamiento	Terrazas aluviales	Colina en roca sedimentaria, Montaña	Montaña estructural en rocas
--------------------------	--------------	---	--------------------	--------------------------------------	------------------------------

		o, Vertiente o piedemonte coluvio- deluvial		en rocas sedimentari as	sedimentari as
Cauce de río	1.00	3.00	5.00	8.00	9.00
Vertiente con depósito de deslizamiento, Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial	0.33	1.00	3.00	4.00	8.00
Terrazas aluviales	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Colina en roca sedimentaria, Montaña en rocas sedimentarias	0.13	0.25	0.33	1.00	4.00
Montaña estructural en rocas sedimentarias	0.11	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.77	4.71	9.53	16.33	27.00
1/SUMA	0.57	0.21	0.10	0.06	0.04

**Tabla 30. Matriz de normalización para movimiento en masa – factor geomorfológico**

Matriz de normalización					Vector Priorización	Porcentaje
0.565	0.637	0.524	0.490	0.333	0.510	50.998
0.188	0.212	0.315	0.245	0.296	0.251	25.133
0.113	0.071	0.105	0.184	0.185	0.132	13.152
0.071	0.053	0.035	0.061	0.148	0.074	7.362
0.063	0.027	0.021	0.020	0.037	0.034	3.355

**Tabla 31. Calculo de índice de consistencia de unidades para movimiento en masa – factor geológico**

Índice de consistencia					Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.510	0.754	0.658	0.589	0.302	2.812	5.515
0.170	0.251	0.395	0.294	0.268	1.379	5.486
0.102	0.084	0.132	0.221	0.168	0.706	5.367

0.064	0.063	0.044	0.074	0.134	0.378	5.138
0.057	0.031	0.026	0.025	0.034	0.172	5.140

**Tabla 32. Calculo de relación de consistencia de unidades físicas – factor geomorfológico**

	Promedio $\lambda_{max}$	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Formula</b>	$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$= \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	n=5	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda_{max} = \frac{5.515 + 5.486 + 5.367 + 5.138 + 5}{5}$	$= \frac{5.329 - 5}{5 - 1}$		$RC = \frac{0.082}{1.115}$
<b>Resultado</b>	$\lambda_{max} = 5.329$	IC = 0.082	1.115	RC = 0.074

Se determinó que la RC es  $0.074 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)

**Tabla 33. Matriz de comparación de pares según unidades para movimiento en masa – factor pendiente**

PENDIENTE	> 25°	15° - 25°	8° - 15°	4° - 8°	< 4°
> 25°	1.00	3.00	4.00	5.00	9.00
15° - 25°	0.33	1.00	3.00	4.00	7.00
8° - 15°	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
4° - 8°	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
< 4°	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.89	4.73	8.53	13.33	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.53	0.21	0.12	0.08	0.04

**Tabla 34. Matriz de normalización para movimiento en masa – factor pendiente**

Matriz de normalización					Vector Priorización	Porcentaje
0.528	0.635	0.469	0.375	0.360	0.473	47.327
0.176	0.212	0.352	0.300	0.280	0.264	26.382
0.132	0.071	0.117	0.225	0.200	0.149	14.894
0.106	0.053	0.039	0.075	0.120	0.079	7.851
0.059	0.030	0.023	0.025	0.040	0.035	3.546

**Tabla 35. Calculo de índice de consistencia de unidades para movimiento en masa – factor pendiente**

Índice de consistencia					Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.473	0.791	0.596	0.393	0.319	2.572	5.435
0.158	0.264	0.447	0.314	0.248	1.431	5.423
0.118	0.088	0.149	0.236	0.177	0.768	5.157
0.095	0.066	0.050	0.079	0.106	0.395	5.033
0.053	0.038	0.030	0.026	0.035	0.182	5.123

**Tabla 36. Calculo de relación de consistencia de unidades físicas – factor pendiente**

	Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Formula</b>	$\lambda \max = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	n=5	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda \max = \frac{5.435 + 5.423 + 5.157 + 5.033 + 5}{5}$	$IC = \frac{5.234 - 5}{5 - 1}$		$RC = \frac{0.059}{1.115}$
<b>Resultado</b>	$\lambda \max = 5.329$	IC = 0.059	1.115	RC = 0.053

Se determinó que la RC es  $0.053 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)

**Tabla 37. Matriz de comparación de pares según unidades para movimiento en masa – factor precipitación**

<b>ANOMALIAS DE PRECIPITACIÓN</b>	<b>RR&gt;26.7 mm</b>	<b>16.5 mm &lt; RR ≤ 26.7 mm</b>	<b>12.5 mm &lt; RR ≤ 16.5 mm</b>	<b>6.8 mm &lt; RR ≤ 12.5 mm</b>	<b>RR &lt; 6.8 mm</b>
RR>26.7 mm	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
16.5 mm < RR ≤ 26.7 mm	0.33	1.00	2.00	4.00	8.00
12.5 mm < RR ≤ 16.5 mm	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
6.8 mm < RR ≤ 12.5 mm	0.14	0.25	0.50	1.00	3.00
RR < 6.8 mm	0.11	0.13	0.25	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.84	4.88	7.75	15.50	26.00
<b>1/SUMA</b>	0.54	0.21	0.13	0.06	0.04

**Tabla 38. Matriz de normalización para movimiento en masa – factor precipitación**

<b>Matriz de normalización</b>					<b>Vector priorización</b>	<b>porcentaje</b>
0.544	0.615	0.516	0.452	0.346	0.495	49.471
0.181	0.205	0.258	0.258	0.308	0.242	24.208
0.136	0.103	0.129	0.194	0.192	0.151	15.070
0.078	0.051	0.065	0.065	0.115	0.075	7.469
0.060	0.026	0.032	0.032	0.038	0.038	3.782

**Tabla 39. Calculo de índice de consistencia de unidades para movimiento en masa – factor precipitación**

<b>Índice de consistencia</b>					<b>Vector Suma Ponderada</b>	<b>λ max</b>
0.495	0.726	0.603	0.523	0.340	2.687	5.431
0.165	0.242	0.301	0.299	0.303	1.310	5.410
0.124	0.121	0.151	0.224	0.189	0.809	5.365
0.071	0.061	0.075	0.075	0.113	0.395	5.284
0.055	0.030	0.038	0.037	0.038	0.198	5.237

**Tabla 40. Cálculo de relación de consistencia de unidades físicas – factor precipitación**

	Promedio $\lambda_{max}$	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Formula</b>	$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	n=5	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda_{max} = \frac{5.431 + 5.410 + 5.365 + 5.284 + 5}{5} = 5.346$	$IC = \frac{5.346 - 5}{5 - 1} = 0.086$		$RC = \frac{0.086}{1.115} = 0.078$
<b>Resultado</b>	$\lambda_{max} = 5.346$	IC = 0.086	1.115	RC = 0.078

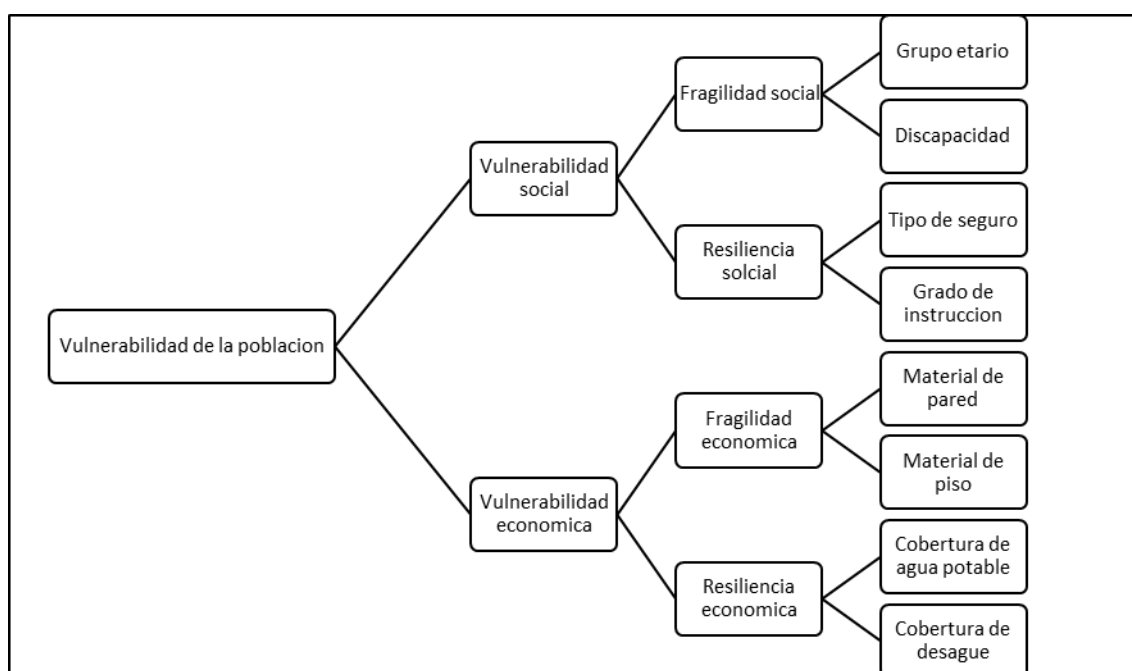
Se determinó que la RC es  $0.078 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)

### Vulnerabilidad

La Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N° 048-2011-PCM) definen a la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. Es un parámetro importante que sirve para calcular el nivel de riesgo.



**Figura 14. Esquema de la vulnerabilidad de la población**



**Susceptibilidad de la vulnerabilidad poblacional**

**Tabla 41. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad - dimensión social**

<b>DIMENSIÓN SOCIAL</b>	<b>Exposición (D. Social)</b>	<b>Fragilidad (D. Social)</b>	<b>Resiliencia (D. Social)</b>
<b>Exposición (D. Social)</b>	1.00	2.00	5.00
<b>Fragilidad (D. Social)</b>	0.50	1.00	2.00
<b>Resiliencia (D. Social)</b>	0.20	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.70	3.50	8.00
<b>1/SUMA</b>	0.59	0.29	0.13

**Tabla 42. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad - dimensión social**

<b>DIMENSIÓN SOCIAL</b>	<b>Exposición</b>	<b>Fragilidad (D. Social)</b>	<b>Resiliencia (D. Social)</b>	<b>Vector Priorización</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Exposición (D. Social)</b>	0.588	0.571	0.625	0.595	59.489
<b>Fragilidad (D. Social)</b>	0.294	0.286	0.250	0.277	27.661
<b>Resiliencia (D. Social)</b>	0.118	0.143	0.125	0.129	12.850

**Tabla 43. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad - dimensión social**

DIMENSIÓN SOCIAL	Exposición (D. Social)	Fragilidad (D. Social)	Resiliencia (D. Social)	Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
Exposición (D. Social)	0.595	0.553	0.643	1.791	3.010
Fragilidad (D. Social)	0.297	0.277	0.257	0.831	3.004
Resiliencia (D. Social)	0.119	0.138	0.129	0.386	3.002

**Tabla 44. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad - dimensión social**

	Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Fórmula</b>	$\lambda \max = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	n=3	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda \max = \frac{3.010 + 3.004 + 3.002}{3}$	$IC = \frac{3.006 - 3}{3 - 1}$		$RC = \frac{0.003}{0.525}$
<b>Resultado</b>	$\lambda \max = 3.006$	IC = 0.003	0.525	RC = 0.005

Se determinó que la RC es  $0.005 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH).

**Tabla 45. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad social - grupo etario**

GRUPO ETARIO (AÑOS)	0 - 5 y > 65	5 - 14	45 - 64	31 - 44	15 - 30
0 - 5 y > 65	<b>1.00</b>	2.00	3.00	6.00	8.00
5 - 14	0.50	<b>1.00</b>	2.00	5.00	7.00
45 - 64	0.33	0.50	<b>1.00</b>	2.00	5.00
31 - 44	0.17	0.20	0.50	<b>1.00</b>	4.00
15 - 30	0.13	0.14	0.20	0.25	<b>1.00</b>

<b>SUMA</b>	2.13	3.84	6.70	14.25	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.47	0.26	0.15	0.07	0.04

**Tabla 46. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad social – grupo etario**

Matriz de normalización					Vector de priorización	Porcentaje
0.471	0.520	0.448	0.421	0.320	0.436	43.597
0.235	0.260	0.299	0.351	0.280	0.285	28.498
0.157	0.130	0.149	0.140	0.200	0.155	15.532
0.078	0.052	0.075	0.070	0.160	0.087	8.706
0.059	0.037	0.030	0.018	0.040	0.037	3.668

**Tabla 47. Cálculo del vector suma ponderado de la vulnerabilidad social – grupo etario**

Vector suma ponderado					Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.436	0.570	0.466	0.522	0.293	2.288	5.247
0.218	0.285	0.311	0.435	0.257	1.506	5.283
0.145	0.142	0.155	0.174	0.183	0.801	5.155
0.073	0.057	0.078	0.087	0.147	0.441	5.067
0.054	0.041	0.031	0.022	0.037	0.185	5.036

**Tabla 48. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad social – grupo etario**

	Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Fórmula</b>	$\lambda \max = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	n=5	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda \max = \frac{5.247 + 5.283 + 5.155 + 5.067 + 5.036}{5}$	$IC = \frac{5.158 - 5}{5 - 1}$		$RC = \frac{0.039}{1.115}$
<b>Resultado</b>	$\lambda \max = 5.158$	IC = 0.039	1.115	RC = 0.035

Se determinó que la RC es  $0.035 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)

**Tabla 49. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad social – tipo de discapacidad**

Tipo de discapacidad	Mental o intelectual	visual	para usar brazos y piernas	para oír y/o hablar	Ninguno
Mental o intelectual	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
visual	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
para usar brazos y piernas	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
para oír y/o hablar	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	5.00
Ninguno	0.11	0.14	0.20	0.20	<b>1.00</b>
<b>SUMA</b>	1.79	4.68	9.53	16.20	27.00
<b>1/SUMA</b>	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

**Tabla 50. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad social – tipo de discapacidad**

Matriz de normalización						Porcentaje
0.560	0.642	0.524	0.432	0.333	0.498	49.819
0.187	0.214	0.315	0.309	0.259	0.257	25.659
0.112	0.071	0.105	0.185	0.185	0.132	13.169
0.080	0.043	0.035	0.062	0.185	0.081	8.092
0.062	0.031	0.021	0.012	0.037	0.033	3.262

**Tabla 51. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad social – tipo de discapacidad**

Índice de consistencia					Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.498	0.770	0.658	0.566	0.294	2.786	5.593
0.166	0.257	0.395	0.405	0.228	1.451	5.653
0.100	0.086	0.132	0.243	0.163	0.723	5.488
0.071	0.051	0.044	0.081	0.163	0.410	5.072
0.055	0.037	0.026	0.016	0.033	0.167	5.125

**Tabla 52. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad social – tipo de discapacidad**

	Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Fórmula</b>	$\lambda \max = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	n=5	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda \max = \frac{5.593 + 5.653 + 5.488 + 5.072 + 5}{5} = 5.386$	$IC = \frac{5.386 - 5}{5 - 1} = 0.097$		$RC = \frac{0.097}{1.115} = 0.087$
<b>Resultado</b>	$\lambda \max = 5.386$	IC = 0.097	1.115	RC = 0.087

Se determinó que la RC es  $0.087 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)

**Tabla 53. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad social – seguro de salud**

SEGURO DE SALUD	SIS	ESSALUD	PRIVADOS	PNP - FUERZAS ARMADAS	SIN SEGURO DE SALUD
<b>SIS</b>	<b>1.00</b>	2.00	3.00	4.00	7.00
<b>ESSALUD</b>	0.50	<b>1.00</b>	2.00	5.00	7.00
<b>PRIVADOS</b>	0.33	0.50	<b>1.00</b>	3.00	5.00
<b>PNP - FUERZAS ARMADAS</b>	0.25	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
<b>SIN SEGURO DE SALUD</b>	0.14	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
<b>SUMA</b>	2.23	3.84	6.53	13.33	23.00
<b>1/SUMA</b>	0.45	0.26	0.15	0.08	0.04

**Tabla 54. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad social – seguro de salud**

Matriz de normalización					Vector de priorización	Porcentaje
0.449	0.520	0.459	0.300	0.304	0.407	40.664
0.225	0.260	0.306	0.375	0.304	0.294	29.406
0.150	0.130	0.153	0.225	0.217	0.175	17.506
0.112	0.052	0.051	0.075	0.130	0.084	8.416
0.064	0.037	0.031	0.025	0.043	0.040	4.009

**Tabla 55. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad social – seguro de salud**

Índice de consistencia					Vector de priorización	$\lambda$ max
0.407	0.588	0.525	0.337	0.281	2.137	5.256
0.203	0.294	0.350	0.421	0.281	1.549	5.267
0.136	0.147	0.175	0.252	0.200	0.911	5.201
0.102	0.059	0.058	0.084	0.120	0.423	5.029
0.058	0.042	0.035	0.028	0.040	0.203	5.070

**Tabla 56. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad social – seguro de salud**

	Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Fórmula</b>	$\lambda \max = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	n=5	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda \max = \frac{5.256 + 5.267 + 5.201 + 5.029 + 5.070}{5}$	$IC = \frac{5.165 - 5}{5 - 1}$		$RC = \frac{0.041}{1.115}$
<b>Resultado</b>	$\lambda \max = 5.165$	IC = 0.041	1.115	RC = 0.037

Se determinó que la RC es  $0.037 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH).

Tabla 57. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad – grado de instrucción

Grado de instrucción	Educación Sup. universitaria completa - Maestría y/o	Educación Sup. universitaria incompleta - Sup. no universitaria	Secundaria - Sup. no universitaria incompleta	Educación primaria	Educación Básica especial - Inicial
Educación Sup. universitaria completa - Maestría y/o Doctorado -	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Educación Sup. universitaria incompleta - Sup. no universitaria completa	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Secundaria - Sup. no universitaria incompleta	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Educación primaria	0.17	0.25	0.33	1.00	2.00
Educación Básica especial - Inicial	0.13	0.17	0.20	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	2.04	3.92	7.53	14.50	22.00
<b>1/SUMA</b>	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Tabla 58. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad – grado de instrucción

Matriz de normalización					Vector de priorización	Porcentaje
0.490	0.511	0.531	0.414	0.364	0.462	46.177
0.245	0.255	0.265	0.276	0.273	0.263	26.286
0.122	0.128	0.133	0.207	0.227	0.163	16.340
0.082	0.064	0.044	0.069	0.091	0.070	6.992
0.061	0.043	0.027	0.034	0.045	0.042	4.205

**Tabla 59. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad – grado de instrucción**

índice de consistencia					Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.462	0.526	0.654	0.420	0.336	2.397	5.191
0.231	0.263	0.327	0.280	0.252	1.353	5.145
0.115	0.131	0.163	0.210	0.210	0.830	5.081
0.077	0.066	0.054	0.070	0.084	0.351	5.023
0.058	0.044	0.033	0.035	0.042	0.211	5.023

**Tabla 60. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad – grado de instrucción**

	Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Fórmula</b>	$\lambda \max = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	n=5	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda \max = \frac{5.119 + 5.149 + 5.081 + 5.023 + 5}{5}$	$IC = \frac{5.093 - 5}{5 - 1}$		$RC = \frac{5.093}{1.115}$
<b>Resultado</b>	$\lambda \max = 5.093$	IC = 0.023	1.115	RC = 0.021

Se determinó que la RC es  $0.021 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)



## Vulnerabilidad económica

Tabla 61. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad económica

DIMENSIÓN ECONÓMICA	Exposición	Fragilidad (D. Económica)	Resiliencia (D. Económica)
Exposición (D. Económica)	1.00	2.00	3.00
Fragilidad (D. Económica)	0.50	1.00	2.00
Resiliencia (D. Económica)	0.33	0.50	1.00
<b>SUMA</b>	1.83	3.50	6.00
<b>1/SUMA</b>	0.55	0.29	0.17

Tabla 62. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad económica

Matriz de normalización			Vector Priorización	porcentaje
0.545	0.571	0.500	0.539	53.896
0.273	0.286	0.333	0.297	29.726
0.182	0.143	0.167	0.164	16.378

Tabla 63. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad económica

índice de consistencia			Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.539	0.595	0.491	1.625	3.015
0.269	0.297	0.328	0.894	3.008
0.180	0.149	0.164	0.492	3.004

Tabla 64. Cálculo de relación de consistencia de vulnerabilidad la económica

Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Fórmula</b>	$\lambda \max = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	$RC = \frac{IC}{CA}$

<b>Ecuación</b>	$\lambda \text{ max} = \frac{3.015 + 3.008 + 3.004}{3}$	$IC = \frac{3.009 - 3}{3 - 1}$	$RC = \frac{0.005}{0.525}$
<b>Resultado</b>	$\lambda \text{ max} = 3.009$	$IC = 0.005$	$RC = 0.009$

Se determinó que la RC es  $0.009 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)

**Tabla 65. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad – tipo de material predominante**

Tipo de material predominante	Triplay y/o calamina y/o estera	Quincha, piedra con barro y madera	Tapial y adobe	Piedra o sillar con cal o cemento	Ladrillo o bloque de cemento
Triplay y/o calamina y/o estera	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Quincha, piedra con barro y madera	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Tapial y adobe	0.20	0.33	1.00	3.00	7.00
Piedra o sillar con cal o cemento	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.11	0.14	0.14	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.79	4.68	9.48	16.33	27.00
<b>1/SUMA</b>	0.56	0.21	0.11	0.06	0.04

**Tabla 66. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad – grado de instrucción**

Matriz de normalización					Vector Priorización	Porcentaje
0.560	0.642	0.528	0.429	0.333	0.498	49.812
0.187	0.214	0.317	0.306	0.259	0.256	25.646
0.112	0.071	0.106	0.184	0.259	0.146	14.633
0.080	0.043	0.035	0.061	0.111	0.066	6.604
0.062	0.031	0.015	0.020	0.037	0.033	3.305

**Tabla 67. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad – grado de instrucción**

Índice de consistencia					Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.498	0.769	0.732	0.462	0.297	2.759	5.539
0.166	0.256	0.439	0.330	0.231	1.423	5.549
0.100	0.085	0.146	0.198	0.231	0.761	5.200
0.071	0.051	0.049	0.066	0.099	0.336	5.094
0.055	0.037	0.021	0.022	0.033	0.168	5.082

**Tabla 68. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad – grado de instrucción**

	Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Fórmula</b>	$\lambda \max = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	n=5	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda \max = \frac{5.539 + 5.549 + 5.200 + 5.094 + 5}{5} = 5.293$	$IC = \frac{5.293 - 5}{5 - 1} = 0.073$		$RC = \frac{0.073}{1.115} = 0.066$
<b>Resultado</b>	$\lambda \max = 5.293$	IC = 0.073	1.115	RC = 0.066

Se determinó que la RC es  $0.066 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)

**Tabla 69. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad – material de piso**

Material de piso	Piso de tierra	laminas asfálticas, vinílicos o similares	Parquet o madera pulida	losetas, cerámicos o similares	Cemento
Piso de tierra	<b>1.00</b>	2.00	3.00	5.00	6.00
laminas asfálticas, vinílicos o similares	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00	5.00
Parquet o madera pulida	0.33	0.50	<b>1.00</b>	2.00	3.00
losetas, cerámicos o similares	0.20	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00
Cemento	0.17	0.20	0.33	0.50	<b>1.00</b>
<b>SUMA</b>	2.20	3.95	6.83	12.50	17.00
<b>1/SUMA</b>	0.45	0.25	0.15	0.08	0.06

**Tabla 70. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad – material de piso**

Matriz de normalización					Vector de priorización	porcentaje
0.455	0.506	0.439	0.400	0.353	0.431	43.057
0.227	0.253	0.293	0.320	0.294	0.277	27.745
0.152	0.127	0.146	0.160	0.176	0.152	15.218
0.091	0.063	0.073	0.080	0.118	0.085	8.500
0.076	0.051	0.049	0.040	0.059	0.055	5.480

**Tabla 71. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad – material de piso**

Índice de consistencia					Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.431	0.555	0.457	0.425	0.329	2.196	5.100
0.215	0.277	0.304	0.340	0.274	1.411	5.086
0.144	0.139	0.152	0.170	0.164	0.769	5.052
0.086	0.069	0.076	0.085	0.110	0.426	5.014
0.072	0.055	0.051	0.043	0.055	0.275	5.023

**Tabla 72. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad – material de piso**

Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Fórmula</b>	$\lambda \max = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda \max = \frac{5.100 + 5.086 + 5.052 + 5.014 + 5.023}{5}$	$IC = \frac{5.055 - 5}{5 - 1}$	$RC = \frac{0.014}{1.115}$
<b>Resultado</b>	$\lambda \max = 5.055$	$IC = 0.014$	$RC = 0.012$

Se determinó que la RC es  $0.012 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)

**Tabla 73. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua**

Disponibilidad de agua	Red pública dentro de la vivienda	Red pública fuera de la vivienda	con pilón , pozo	Manantial, río, acequia, lago, laguna	Camión cisterna, otro
Red pública dentro de la vivienda	<b>1.00</b>	2.00	5.00	6.00	7.00
Red pública fuera de la vivienda	0.50	<b>1.00</b>	2.00	5.00	6.00
con pilón , pozo	0.20	0.50	<b>1.00</b>	2.00	5.00
Manantial, río, acequia, lago, laguna	0.17	0.20	0.50	<b>1.00</b>	2.00
Camion cisterna, otro	0.14	0.17	0.20	0.50	<b>1.00</b>
<b>SUMA</b>	2.01	3.87	8.70	14.50	21.00
<b>1/SUMA</b>	0.50	0.26	0.11	0.07	0.05

**Tabla 74. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua**

Matriz de normalización					Vector de priorización	Porcentaje
0.498	0.517	0.575	0.414	0.333	0.467	46.734
0.249	0.259	0.230	0.345	0.286	0.274	27.357
0.100	0.129	0.115	0.138	0.238	0.144	14.396
0.083	0.052	0.057	0.069	0.095	0.071	7.127
0.071	0.043	0.023	0.034	0.048	0.044	4.386

**Tabla 75. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua**

Índice de consistencia					Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.467	0.547	0.720	0.428	0.307	2.469	5.283
0.234	0.274	0.288	0.356	0.263	1.415	5.171
0.093	0.137	0.144	0.143	0.219	0.736	5.113
0.078	0.055	0.072	0.071	0.088	0.364	5.101
0.067	0.046	0.029	0.036	0.044	0.221	5.031

**Tabla 76. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua**

	Promedio $\lambda_{max}$	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Fórmula</b>	$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	$n=5$	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda_{max} = \frac{5.283 + 5.171 + 5.113 + 5.101 + 5}{5}$	$IC = \frac{5.140 - 5}{5 - 1}$		$RC = \frac{0.035}{1.115}$
<b>Resultado</b>	$\lambda_{max} = 5.140$	$IC = 0.035$	1.115	$RC = 0.031$

Se determinó que la RC es  $0.031 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)

**Tabla 77. Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua**

Cobertura de desagüe	Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor y letrina	Pozo ciego o negro	Río, acequia, canal y campo abierto o similar
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	0.50	1.00	2.00	4.00	5.00
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor y letrina	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
Pozo ciego o negro	0.20	0.25	0.50	1.00	2.00

Río, acequia, canal y campo abierto o similar	0.14	0.20	0.20	0.50	<b>1.00</b>
<b>SUMA</b>	2.18	3.95	6.70	12.50	20.00
<b>1/SUMA</b>	0.46	0.25	0.15	0.08	0.05

**Tabla 78. Matriz de normalización para de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua**

Matriz de normalización					Vector de priorización	porcentaje
0.460	0.506	0.448	0.400	0.350	0.433	43.272
0.230	0.253	0.299	0.320	0.250	0.270	27.029
0.153	0.127	0.149	0.160	0.250	0.168	16.780
0.092	0.063	0.075	0.080	0.100	0.082	8.196
0.066	0.051	0.030	0.040	0.050	0.047	4.723

**Tabla 79. Cálculo de índice de consistencia de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua**

Índice de consistencia					Vector Suma Ponderada	$\lambda$ max
0.433	0.541	0.503	0.410	0.331	2.217	5.124
0.216	0.270	0.336	0.328	0.236	1.386	5.129
0.144	0.135	0.168	0.164	0.236	0.847	5.049
0.087	0.068	0.084	0.082	0.094	0.414	5.056
0.062	0.054	0.034	0.041	0.047	0.238	5.032

**Tabla 80. Cálculo de relación de consistencia de la vulnerabilidad – Disponibilidad de agua**

	Promedio $\lambda$ max	IC Índice de consistencia	IA Índice aleatorio	RC Relación de consistencia
<b>Fórmula</b>	$\lambda \max = \sum_{i=1}^n a_{ij}/n$	$IC = \frac{\lambda \max - n}{n - 1}$	n=5	$RC = \frac{IC}{CA}$
<b>Ecuación</b>	$\lambda \max = \frac{5.124 + 5.129 + 5.049 + 5.056 + 5}{5}$	$IC = \frac{5.078 - 5}{5 - 1}$		$RC = \frac{0.019}{1.115}$
<b>Resultado</b>	$\lambda \max = 5.078$	IC = 0.019	1.115	RC = 0.017



Se determinó que la RC es  $0.017 < 0.10$ , se puede inferir que la matriz de juicio es consistente, en tal razón es confiable la puntuación asignada a cada factor del proceso de análisis jerárquico (APH)

### **3.6. Método de análisis de datos**

Una vez recolectada la información necesaria del estudio de las variables, se procedió al análisis de riesgo de desastre en base a la identificación de peligros y la vulnerabilidad del distrito de Santiago mediante el uso de la matriz Satty, se procederá a hacer mapas temáticos considerando bases cartográficas mediante la zonificación ecológica económica (ZEE), para analizar la susceptibilidad física, vulnerabilidad, peligros y determinar los riesgos, utilizaremos el programa de información geográfica SIG en este caso el ArcGIS versión 10.8, asimismo se cumplirá el procedimiento técnico y metodológico de la RM N° 008-2016 MINAM siguiendo las pautas técnicas.

### **3.7. Aspectos éticos**

Esta investigación cumplió con los principios básicos garantizando el respeto a la autoría, haciendo uso de las referencias según la norma ISO 690 y el Manual de Estilo de la Universidad César Vallejo.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados que se encontraron al hacer el análisis de las variables son los siguientes:

Respecto al análisis de peligro se encontró los siguientes los siguientes niveles:

**Tabla 81. Niveles de peligro**

NIVELES DE PELIGRO	RANGOS
MUY ALTO	$0.251 < P \leq 0.503$
ALTO	$0.141 < P \leq 0.251$
MEDIO	$0.068 < P \leq 0.141$
BAJO	$0.037 < P \leq 0.068$
MUY BAJO	$0.00 < P \leq 0.037$

Así mismo de describe los niveles de peligro encontrados según el análisis de las matrices de jerarquización, se detalla:

**Tabla 82. Descripción de los niveles de peligro**

NIVELES DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	Presenta en las dimensiones geológicas depósitos fluviales, la unidad geomorfológica presenta Vertiente con depósito de deslizamiento, Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, una pendiente de $> 25^\circ$ , respecto a la precipitación se evidencia parámetros de $RR > 26.7$ mm	$0.251 < P \leq 0.503$
PELIGRO ALTO	Presenta en las dimensiones geológicas formación san Sebastián, la unidad geomorfológica con Terrazas aluviales, una pendiente de $15^\circ - 25^\circ$ y precipitaciones de $16.5 \text{ mm} < RR \leq 26.7$ mm	$0.141 < P \leq 0.251$
PELIGRO MEDIO	Presenta en la dimensión geológica formación Kayra, la unidad geomorfológica con Colina en roca sedimentaria, Montaña en rocas sedimentarias, una pendiente de $8^\circ - 15^\circ$ y precipitaciones de $6.8 \text{ mm} < RR \leq 12.5$ mm	$0.068 < P \leq 0.141$
PELIGRO BAJO	Presenta en la dimensión geológica la formación Muñani, en la unidad geomorfológica con Montaña estructural en rocas sedimentarias, con pendientes de $4^\circ - 8^\circ$ y una precipitación de $6.8 \text{ mm} < RR \leq 12.5$ mm	$0.037 < P \leq 0.068$

<b>PELIGRO MUY BAJO</b>	Presenta en la dimensión geológica unidad de formación Ausangate, la unidad geomorfológica con fondo de quebrada aluvial, con pendientes de $< 4^\circ$ y una precipitación RR $< 6.8$ mm	0.00 $< P \leq$ 0.037
-------------------------	---	-----------------------------

Respecto a la vulnerabilidad se encontró los siguientes niveles:

**Tabla 83. Nivel de vulnerabilidad poblacional**

NIVELES DE VULNERABILIDAD	RANGO
<b>MUY ALTA</b>	$0.272 < V \leq 0.457$
<b>ALTA</b>	$0.152 < V \leq 0.272$
<b>MEDIA</b>	$0.080 < V \leq 0.152$
<b>BAJA</b>	$0.039 < V \leq 0.080$
<b>MUY BAJA</b>	$0.000 < V \leq 0.039$

Después de haber realizado el análisis de jerárquico de las dimensiones de la vulnerabilidad se encontró los valores respectivos que estratifican los niveles de vulnerabilidad, se detalla:

**Tabla 84. Descripción de los niveles de vulnerabilidad**

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>VULNERABILIDAD MUY ALTA</b>	Respecto a la fragilidad social presenta una población de 0-5 y $>$ de 65 años, estos poseen discapacidad mental o intelectual, respecto a la capacidad de reponerse según la resiliencia tenemos a los pobladores que cuentan con seguro integral de salud y presentan un nivel de instrucción superior universitaria con maestría y/o doctorado, así como una fragilidad económica al presentar el tipo de material de vivienda con triplay, calamina y/o esteras así como el material de del piso es de tierra, cuentan mayor capacidad de resiliencia económica al contar con red pública de agua potable y red pública de desagüe dentro de la vivienda respectivamente.	0.272 $< V \leq$ 0.457
<b>VULNERABILIDAD ALTO</b>	Grupo etario entre 5-14 años de edad, con discapacidad visual, con capacidad organizativa por poseer seguro de salud ESSALUD, con educación superior universitaria incompleta - Superior no universitaria completa, con una fragilidad económica caracterizada por presentar	0.152 $< V \leq$ 0.272

	paredes con quincha, piedra con barro y de madera, piso de láminas asfálticas, vinílicos o similares, así como una resiliencia económica expresada en contar con Red pública fuera de la vivienda y con una red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación.	
MEDIO	Presentan una fragilidad social al pertenecer al grupo etario de 45 a 64 años de edad, estos poseen un tipo de discapacidad de para usar brazos y piernas, poseen una capacidad de organización social al contar con un seguro privado de salud y poseer estudios secundarios y/o superior no universitaria incompleta. También presentan una fragilidad económica al presentar el material de la viviendas de tapial o adobes con piso de parquet o madera pulida finalmente una resiliencia económica expresada en a través de la cobertura de disponibilidad de agua con pilón y/o pozo, y cobertura de desagüe expresada por pozo séptico, tanque séptico o biogestor y letrinas.	0.080 < V ≤ 0.152
BAJO	Presentan una fragilidad social al pertenecer al grupo etario de 31 a 44 años de edad, presentan un tipo de discapacidad para oír y/o hablar , poseen una resiliencia o capacidad social organizativa al contar con un seguro de salud perteneciente a las PNP y/o fuerzas armadas y contar con un nivel de educación de nivel primario, también presenta una fragilidad económica al contar con material de la vivienda de de piedra o sillar con cal o cemento y el piso de material de losetas, cerámico o similares y finalmente presenta una resiliencia económica al contar con la disponibilidad de agua mediante manantiales, ríos, acequias, lagos y lagunas y la cobertura del desagüe expresado en pozo ciego o negro.	0.039 < V ≤ 0.080
MUY BAJO	Poseen una fragilidad social al pertenecer al grupo etario de 15 a 30 años, cuentan con una menor capacidad de organización o social al no contar o pertenecer a ningún seguro de salud público o privado, así como pertenecer al sector educacional básico especial e inicial , así como contar con una fragilidad económica al presentar el material de la vivienda de ladrillo o bloques de cemento así como el piso de cemento	0.000 < V ≤ 0.039

Finalmente se obtiene el riesgo multiplicado el peligro por la vulnerabilidad, se detalla a continuación

**Tabla 85. Niveles de riesgo**

NIVEL DE RIESGO	RANGO DE RIESGO
MUY ALTA	$0.068 < V \leq 0.230$
ALTA	$0.021 < V \leq 0.068$
MEDIA	$0.005 < V \leq 0.021$
BAJA	$0.001 < V \leq 0.005$
MUY BAJA	$0.000 < V \leq 0.001$

**Tabla 86. Descripción de los niveles de riesgo**

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO MUY ALTO	<p>Presenta en las dimensiones geológicas depósitos fluviales, la unidad geomorfológica presenta Vertiente con depósito de deslizamiento, Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, una pendiente de <math>&gt; 25^\circ</math>, respecto a la precipitación se evidencia parámetros de <math>RR &gt; 26.7</math> mm.</p> <p>Respecto a la fragilidad social presenta una población de 0-5 y <math>&gt;</math> de 65 años, estos poseen discapacidad mental o intelectual, respecto a la capacidad de reponerse según la resiliencia tenemos a los pobladores que cuentan con seguro integral de salud y presentan un nivel de instrucción superior universitaria con maestría y/o doctorado, así como una fragilidad económica al presentar el tipo de material de vivienda con triplay, calamina y/o estereras así como el material de del piso es de tierra, cuentan mayor capacidad de resiliencia económica al contar con red pública de agua potable y red pública de desagüe dentro de la vivienda respectivamente.</p>	$0.068 < V \leq 0.230$
RIESGO ALTO	<p>Presenta en las dimensiones geológicas formación san sebastian, la unidad geomorfológica con Terrazas aluviales, una pendiente de <math>15^\circ - 25^\circ</math> y precipitaciones de <math>16.5 \text{ mm} &lt; RR \leq 26.7 \text{ mm}</math>.</p> <p>Grupo etario entre 5-14 años de edad, con discapacidad visual, con capacidad organizativa por poseer seguro de salud ESSALUD, con educación superior universitaria incompleta - Superior no universitaria completa, con una fragilidad económica caracterizada por presentar paredes con quincha, piedra con barro y de madera, piso de láminas asfálticas, vinílicos o</p>	$0.021 < V \leq 0.068$

	similares, así como una resiliencia económica expresada en contar con Red pública fuera de la vivienda y con una red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación.	
<b>RIESGO MEDIO</b>	<p>Presenta en la dimensión geológica formación Kayra, la unidad geomorfológica con Colina en roca sedimentaria, Montaña en rocas sedimentarias, una pendiente de 8° - 15° y precipitaciones de 6.8 mm &lt; RR ≤ 12.5 mm.</p> <p>Presentan una fragilidad social al pertenecer al grupo etario de 45 a 64 años de edad, estos poseen un tipo de discapacidad de para usar brazos y piernas, poseen una capacidad de organización social al contar con un seguro privado de salud y poseer estudios secundarios y/o superior no universitaria incompleta.</p> <p>También presentan una fragilidad económica al presentar el material de la viviendas de tapial o adobes con piso de parquet o madera pulida finalmente una resiliencia económica expresada en a través de la cobertura de disponibilidad de agua con pilón y/o pozo, y cobertura de desagüe expresada por pozo séptico, tanque séptico o biogestor y letrinas.</p>	0.005 < V ≤ 0.021
<b>RIESGO BAJO</b>	<p>Presenta en la dimensión geológica la formación Muñani, en la unidad geomorfológica con Montaña estructural en rocas sedimentarias, con pendientes de 4° - 8° y una precipitación de 6.8 mm &lt; RR ≤ 12.5 mm.</p> <p>Presentan una fragilidad social al pertenecer al grupo etario de 31 a 44 años de edad, presentan un tipo de discapacidad para oír y/o hablar, poseen una resiliencia o capacidad social organizativa al contar con un seguro de salud perteneciente a las PNP y/o fuerzas armadas y contar con un nivel de educación de nivel primario, también presenta una fragilidad económica al contar con material de la vivienda de de piedra o sillar con cal o cemento y el piso de material de losetas, cerámico o similares y finalmente presenta una resiliencia económica al contar con la disponibilidad de agua mediante manantiales, ríos, acequias, lagos y lagunas y la cobertura del desagüe expresado en pozo ciego o negro.</p>	0.001 < V ≤ 0.005
<b>RIESGO MUY BAJO</b>	Presenta en la dimensión geológica unidad de formación Ausangate, la unidad geomorfológica con fondo de quebrada aluvial, con pendientes de < 4° y una precipitación RR < 6.8 mm .	0.000 < V ≤ 0.001

	<p>Poseen una fragilidad social al pertenecer al grupo etario de 15 a 30 años, cuentan con una menor capacidad de organización o social al no contar o pertenecer a ningún seguro de salud público o privado, así como pertenecer al sector educacional básico especial e inicial , así como contar con una fragilidad económica al presentar el material de la vivienda de ladrillo o bloques de cemento así como el piso de cemento</p>
--	---

**Tabla 87. Matriz de riesgo**

Nivel de peligro		MATRIZ DE RIESGO			
PMA	0.503	0.040	0.076	0.137	0.230
PA	0.251	0.020	0.038	0.068	0.115
PM	0.141	0.011	0.021	0.038	0.064
PB	0.068	0.005	0.010	0.018	0.031
		0.080	0.152	0.272	0.457
		VB	VM	VA	VMA
<b>Nivel de vulnerabilidad</b>					

**Tabla 88. Nivel de consecuencias y daños**

Consecuencias	Nivel	Zona de Consecuencias y daños				
Muy Alta	4	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	
Alta	3	Alta	Alta	Alta	Muy Alta	
Media	2	Media	Media	Alta	Alta	
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta	
		<b>Nivel</b>	1	2	3	4
		<b>Frecuencia</b>	Baja	Media	Alta	Muy Alta

## V. DISCUSIÓN

Después de haber hallado los resultados de las variables de estudio de acuerdo los objetivos planteados el análisis de riesgo y vulnerabilidad se realizó la siguiente discusión:

Respecto al peligro tenemos a La Torre (2016) quien menciona que el Barrio de Santa Rosa de Pomasqui se encuentra en un nivel alto de peligro frente a los deslizamientos en temporal de precipitaciones esto en relación a la actividad minera afectando el medio ambiente pudiendo desencadenar movimientos en masa y ocasionar pérdidas humanas y materiales finalmente, por otro lado Lazaro (2015) identificó dos tipos de peligros naturales en la zona urbana del área de estudio estas son ocurrencias de sismos e inundaciones, así como se han identificado los siguientes niveles de peligros: Peligro alto por la ocurrencia de sismo; peligro bajo, medio, alto y muy alto para ocurrencias de inundación, por su parte Peña (2017) determino un nivel de peligro medio ante la ocurrencia de inundaciones en distintos centros poblados aledaños al Rio Chicón, así mismo Cenepred (2018) encontró exposición de un total de 661 habitantes, 165 viviendas y una institución educativa de nivel inicial frente al peligro de flujos de detritos en la quebrada Shocosh Uran correspondiente al sector A del distrito de Yungay, así como también determinaron que el peligro es de nivel muy alto ante el flujo de detritos en la zona de estudio, también Torre et al (2018) en su artículo de investigación determinaron que la zona en estudio se encuentra clasificado en un nivel de peligro alto ( $0.138 \leq R < 0.262$ ), y recomienda medidas de control del riesgo dentro del marco legislativo de la gestión de riesgo de desastre, también mencionaremos a la Municipalidad Provincial de Cusco (2020) en su estudio de evaluación (ZRESA01), con pendientes muy empinadas y



escarpadas, se evidencia cortes en laderas así como rellenos en las cárcavas y en las quebradas aumentando más la susceptibilidad por las precipitaciones, en cuanto al nivel de peligrosidad por deslizamiento se determinó un nivel medio representando el 51.3% según su extensión territorial, seguido de un nivel muy alto y alto con un 26.9% y 21.8% respectivamente, otro estudio de la Municipalidad Distrital de Santiago (2021) identificaron niveles muy alto, alto y medio de peligro por deslizamiento correspondiente a las vertientes de la Montaña Picchu y las quebradas de Qprimacha Huayniypcy Ranachayoc, asimismo el peligro de nivel alto por deslizamientos corresponde a gran parte de la zona de estudio en el área de influencia de las quebradas, por otro lado la Municipalidad Distrital de Cusipata (2021) en su informe de evaluación determinó el nivel de peligrosidad (peligro muy alto) ante deslizamiento siendo muy alto para Huancané, Huayllapata y Órcac presentando deslizamiento tipo reptación, así mismo se ha encontrado que este tipo de deslizamiento se hace más intenso en zonas focalizadas, presentando deslizamientos muy activos en zonas específicas.

En nuestro estudio se encontró características que son acorde los antecedentes se encontró a través del análisis de la matriz Satty los rangos del peligro para nuestra área de estudio siendo de nivel peligro muy alto un rango de  $0.251 < P \leq 0.503$  presentando características geológicas de depósitos fluviales, geomorfológicamente presenta vertiente con depósito de deslizamiento, vertiente o piedemonte coluvio-deluvial asociados a reactivaciones en los materiales depositados por los movimientos en masa antiguos pudiendo presentar flujos de detritos con pendientes mayores a  $25^\circ$  característico en montañas, colinas, bordes de mesetas formando acantilados

con precipitaciones de con umbrales calculados para la estación Kayra de  $RR > 26.7$  mm con carácter extremadamente lluviosos según temporadas de los meses diciembre a marzo. Característica similar para un nivel de peligro alto con rango de  $0.141 < P \leq 0.251$  donde se presentan características geológicas de formación San Sebastián, geomorfológicamente con peligros asociados a derrumbes en los bordes de las terrazas con causa de la erosión lateral por la corriente fluvial de las lluvias de temporada, una pendiente de  $15^\circ$  a  $25^\circ$  con distribuciones restringidas las zonas de montaña, colinas formando acantilados y laderas de vertientes así como precipitaciones de  $6.8 \text{ mm} < RR \leq 12.5 \text{ mm}$  considerados como muy lluviosos en temporadas de diciembre a marzo.

Respecto a los antecedentes donde se investigó la vulnerabilidad se tiene que *Tapia et al. (2015)* quien manifestó que los ciudadanos del Municipio de Madrid presentan una vulnerabilidad de nivel medio a alta frente al cambio climático el cual superaría a 1.600000 personas, afectando al 50% de población total, por otro lado *Urzúa (2017)* encontró mayor vulnerabilidad social en Puerto Montt, así como el Distrito Censal de Matadero con un nivel alto de vulnerabilidad, en la Ciudad de Puerto Varas encontró alta vulnerabilidad social así como en el centro y la costa del Lago Llanquihue, determino una mayor fragilidad social encontradas en ambas ciudades están asociadas a factores de dependencia, social, económica y residenciales siendo necesarios al momento de hacer una evaluación a los grados de vulnerabilidad en la zona de acuerdo a la distribución espacial, a su vez *Lazaro (2015)* identificó los niveles de vulnerabilidad física siendo baja, media alta y muy alta, también *Peña (2017)* encontró que la ubicación en la cuenca baja presentan un nivel de vulnerabilidad alto así como un nivel de exposición de nivel alto en la áreas dentro de la cuenca

del Rio Chicón, por otro lado Cenepred (2018) manifestó que en la quebrada Shocosh Uran encontro una vulnerabilidad de nivel alto ante el flujo de detritos, lo propio manifestó Moncada (2021) quien encontró que persiste la vulnerabilidad con un nivel considerable en el sector estudiado siendo un factor importante para no desarrollar una correcta gestión de riesgo de desastre finalmente Obando (2021) encontró que en la Quebrada del Diablo presentó una vulnerabilidad muy alta generando inseguridad para los ciudadanos y los posibles efectos de alguna amenaza.

En nuestro estudio se encontró una vulnerabilidad muy alta con rangos de  $0.272 < V \leq 0.457$ , siendo vulnerable la fragilidad social representado por una población de 0-5 y > de 65 años, con casos de discapacidad mental o intelectual, respecto a la capacidad de reponerse según la resiliencia tenemos a los pobladores que cuentan con seguro integral de salud y presentan un nivel de instrucción superior universitaria con maestría y/o doctorado, respecto a la vulnerabilidad económica tenemos a la fragilidad económica al presentar el tipo de material de vivienda con triplay, calamina y/o esteras así como el material de del piso es de tierra, cuentan mayor capacidad de resiliencia económica al contar con red pública de agua potable y red pública de desagüe dentro de la vivienda respectivamente.

Finalmente se determinó el riesgo donde La Torre, Juan (2016), identifico que el riesgo de desastre por deslizamientos en la zona de estudio es alto, por tal razón es de suma importancia tomar medidas que garanticen minimizar o eliminar los niveles de riesgo, por su lado Gracia et al. (2018), identificó los riesgos más altos en la Quebrada Grande del área de estudio respectivamente; con los resultados se lograrán establecer planes de contingencia frente a la

emergencia preparando a la población, también mencionaremos a Lazaro (2015), quien identificó los niveles de riesgo siendo medio, alto y muy alto en la zona urbana del distrito de Acopampa, por su parte Arroyo y Campo (2020), encontraron un valor de 0.089 para la existencia de un nivel de riesgo muy alto de desastre por flujo de detritos, así como el 66% con un nivel bajo de resiliencia por riesgo de desastre debido a flujos de detritos, también Torre et al (2018), encontró un nivel de riesgo muy alto ( $0.020 \leq R < 0.066$ ), recomendando realizar medidas de control del riesgo dentro del marco legislativo de la gestión de riesgo de desastre.

Municipalidad Provincial de Cusco (2020), en su estudio de evaluación en la zona de reglamentación espacial (ZRESA01), se determinó el cálculo de riesgo encontrándose que 18 viviendas presentan riesgo muy alto, 53 riesgo alto y 45 riesgo medio por deslizamiento.

Municipalidad Provincial del Cusco (2020), en su informe de evaluación en la zona de reglamentación especial ZRESA10, nivel de riesgo se encontró 55 viviendas con un riesgo muy alto, 39 con un riesgo alta y 24 con un riesgo medio.

Los resultados encontrados para el riesgo de desastre se obtuvieron al multiplicar los valores obtenidos en la matriz de Satty correspondiente a los peligros y las vulnerabilidades, llegando a los siguientes resultados: un nivel de riesgo muy alto con rango  $0.068 < V \leq 0.230$ , riesgo alto con rango  $0.021 < \leq 0.068$ , riesgo medio con rangos  $0.005 < V \leq 0.021$  y finalmente un riesgo bajo con rango  $0.001 < V \leq 0.005$ .

## VI. CONCLUSIONES

Se determinó los niveles de peligro a través del análisis de la matriz Satty encontrando los siguientes rangos para el nivel muy alto con rango de  $0.251 < P \leq 0.503$  y un nivel de peligro alto con un rango de  $0.141 < P \leq 0.251$ , es decir que el peligro de zona de estudio es alto a muy alto por presentar características geológicas, geomorfológicas de pendiente y precipitación que coinciden con los factores que desencadenan los movimientos en masa en las áreas de riesgo como quebradas y cauces de ríos.

Se determinó los niveles de vulnerabilidad poblacional tomando en cuenta la dimensión social y económico de la población asimismo analizando la fragilidad y la resiliencia poblacional, se encontró un nivel muy alto de vulnerabilidad con un rango de  $0.272 < V \leq 0.457$  y un nivel de vulnerabilidad alto con un rango de  $0.152 < V \leq 0.272$ , es decir que la población es vulnerable a los desastres naturales por presentar una fragilidad social en los grupos poblacionales de riesgo como es el caso del grupo etario de 0 a 5, 5 a 14 y >65 años, así como poseer discapacidad mental o intelectual y visual así como una capacidad resolutive o de organización por tener una buena respuesta frente a un evento a través de la resiliencia es así que los pobladores cuentan con seguro integral de salud y ESSALUD, presentan un nivel de instrucción superior universitaria con maestría y/o doctorado, con educación superior universitaria incompleta y educación superior no universitaria completa, respecto a la vulnerabilidad económica se encontró que la población es frágil al presentar el tipo de material de vivienda con triplay, calamina y/o esteras, paredes con quincha, piedra con barro y de madera y una capacidad de resiliencia económica al contar con red pública de agua potable y red pública de desagüe dentro de la vivienda respectivamente.

Finalmente se encontró el riesgo a través de la multiplicación de los niveles de peligro y vulnerabilidad presentando los siguientes valores para el nivel de riesgo muy alto  $0.068 < V \leq 0.230$  y para el nivel de riesgo alto  $0.021 < V \leq 0.068$  entendiendo que las características antes mencionadas se fusionan para determinar dichos niveles.

## **VII. RECOMENDACIONES**

A la municipalidad Distrital de Santiago, realizar mas estudios de riesgos de desastres en su jurisdicción, a través de inventarios de peligros geológicos, mapas de susceptibilidades para que así el municipio a puede ejecutar un adecuado ordenamiento territorial y evitar la exposición de viviendas y población a fenómenos naturales.

Implementar estrategias con las diferentes instituciones públicas y privadas para plantear la reducción de la vulnerabilidad en la comunidad ya que esto afectara aspectos económicos, sociales y salud.

Promover la participación de la municipalidad de Santiago con las instituciones que se encargan de hacer estudios con el fin de hacer campañas informativas y/o preventivas para concientizar a los pobladores respecto a los diferentes temas de prevención de riesgos de desastres y vulnerabilidades.

En las zonas con características de alto riesgo de desastre se deberán elaborar planes de evacuación para controlar los niveles de vulnerabilidad.

## REFERENCIAS

1. ALLAN, Lavell. La adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo: reflexiones e implicancias. 2013. vol. p. 36. Disponible en: [http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Nota\\_tecnica\\_La%20Adaptacion%20al%20cambio%20climatico%20y%20la%20gestion%20del%20riesgo.pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Nota_tecnica_La%20Adaptacion%20al%20cambio%20climatico%20y%20la%20gestion%20del%20riesgo.pdf)
2. ANEAS, S. Riesgos y peligros, una visión desde la geografía. Scripta Nova, 60. 2000. Disponible en: <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/189>
3. ARROYO, Nathalia y CAMPO, Lady. Resiliencia de la población ante los desastres por flujo de detritos como consecuencia del cambio climático en Matucana, Huarochirí, Perú. 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57595>
4. AVILÉS. Estimación de la vulnerabilidad de los riesgos del cambio climático en una cuenca de montaña. Tesis, Ecuador. 2018.
5. BARANDIARÁN et al. Metodología de evaluación del riesgo de desastres y cambio climático para proyectos del BID Documento técnico de referencia para equipos a cargo de proyectos del BID. 2019. Disponible en: <http://www.iadb.org>.
6. CAJIGAL y MALDONADO. Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio. 2019.
7. CARDONA, O. D. Indicators of disaster risk and risk management. Washington D.C: Inter-American Development Bank. 2005.



8. CARDONA. El riesgo sísmico de estructuras sometidas a acciones dinámicas. Tesis doctoral. , Universitat Politècnica de Catalunya, Escola Tècnica Superior D'Enginyers de Camins, Barcelona, España. 2000.
9. CENEPRED. Guía Didáctica N° 1: Normas e instrumentos técnicos para la Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú, publicada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) Dirección de Fortalecimiento y Asistencia Técnica. 2014. Disponible en : [https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/LINEAMIENTOS%20PROCESOS\\_PREVENCI%C3%93N.pdf](https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/LINEAMIENTOS%20PROCESOS_PREVENCI%C3%93N.pdf)
10. CENEPRED. Informe de evaluación de riesgo por flujo de detritos en el área de influencia del Sector A Norte del distrito de Yungay, provincia de Yungay, departamento de Ancash. 2018. Disponible en: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/5182>
11. CENEPRED. Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM.2012. disponible en: [https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/guia\\_manuales/LINEAMIENTOS-PROCESOS-ESTIMACION.pdf](https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/guia_manuales/LINEAMIENTOS-PROCESOS-ESTIMACION.pdf)
12. CENEPRED. Lineamientos técnicos del proceso de prevención del riesgo de desastres resolución ministerial N° 222 – 2013 – PCM. 2013. Disponible en: [https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/LINEAMIENTOS%20PROCESOS\\_REDUCCI%C3%93N.pdf](https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/LINEAMIENTOS%20PROCESOS_REDUCCI%C3%93N.pdf)

13. CENEPRED. Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED. Lima. 2014. Disponible en: [https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)
14. CRUDEN, D.M. A simple definition of a landslide. Bulletin International Association for Engineering Geology. 1991 43: 27-29. <https://doi.org/10.1007/BF02590167>
15. DGOAT. “Guía ilustrativa sobre análisis de la vulnerabilidad territorial ante el cambio climático, Dirección de Gestión del Ordenamiento Ambiental y Territorial – DGOAT, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR Bogotá D.C., 2018. Disponible en: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5cc8af9bc943b.pdf>
16. Gracia, Jeniffer. Análisis de vulnerabilidad y riesgo de la quebrada grande de San Antonio del Tequendama-Cundinamarca. Colombia. 2018. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.2369>
17. HERNÁNDEZ & MENDOZA. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta - Mcgraw-Hill Interamericana editores, s.a. 2018.
18. Herrera, Yessenia y Mena, Johnny. Vulnerabilidad y riesgo climático territorial en el área de la subcuenca del Río Machángara de la provincia del Azuay. Quito: UCE. 2019. Disponible en : <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18166>
19. HERRERO, NATENZON y MIÑO. Vulnerabilidad social, amenazas y riesgos frente al cambio climático en el Aglomerado Gran Buenos Aires - CIPPEC

(Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento). 2018. p.10. disponible en: <https://www.cippecc.org/wp-content/uploads/2018/10/DT-172-CDS-Vulnerabilidad-social-amenazas-y-riesgos-frente-al-cambio-clim%C3%A1tico-Herrero-Natenzon-Mi%C3%B1o-septiembre-2018.pdf>

20. INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Censos Nacionales de Población y Vivienda. Perú. 2017. disponible en: <http://censo2017.inei.gob.pe/publicaciones/>

21. INGEMMET. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N° 80: Peligro geológico por movimientos en masa e inundación fluvial en la ciudad de Cusco. 2021. Disponible en : <https://repositorio.ingemmet.gob.pe>

22. INGEMMET. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Evaluación Geológica – Geodinámica en la Quebrada del Diablo. Tacna- Perú. 2016. Disponible en: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1193>

23. INGEMMET. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Informe Técnico Geología Ambiental: Zonas críticas por peligros geológicos en la Región Cusco. 2015. Disponible en: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/9353>

24. IPCC. Cambio climático: impactos, adaptación y vulnerabilidad. Perú. 2014. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)

25. Justo, Luis. Gestión de riesgo y capacidad preventiva ante desastres originados por el cambio climático en el distrito de Nueva Cajamarca, Perú. 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/29587>
26. Kurttila et al. Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis- ahydry method and ist application to a forest-certification case. Forest Policy and economics. 2000. vol 1. 41-52.
27. La Torre, Juan. Análisis del riesgo de desastre en el barrio Santa Rosa de Pomasqui por deslizamientos y propuesta para reducir los niveles de riesgo de desastre. Ecuador. 2016. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12557>
28. Lazaro, Marco. Análisis de peligros y vulnerabilidades para la gestión del riesgo de desastres, utilizando el sistema de información geográfica (SIG) en la localidad de Acopampa - Carhuaz, Ancash – Perú. 2015. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1190>
29. Ley N° 29664. Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo. Lima. 2011. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-crea-el-sistema-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-de-ley-n-29664-605077-1/>
30. MINAM. Procedimiento Técnico y Metodológico para la Elaboración del Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático. Resolución Ministerial N. 008-2016-MINAM. 2016. pp. 27. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/01/RM-N°-008-2016-MINAM.pdf>.
31. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. (2014) Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad, Guía

Resumida Del Quinto Informe De Evaluación Del IPCC. 2014. Disponible en:  
[https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/guia-resumida-gt2-impactos-adaptacion-vulnerabilidad-ar5\\_tcm30-177778.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/guia-resumida-gt2-impactos-adaptacion-vulnerabilidad-ar5_tcm30-177778.pdf)

32. MONCADA, Irving. Gestión de riesgo de desastre y la vulnerabilidad en la población de la Municipalidad Provincial del Santa, Perú. 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/65122>

33. MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO. Evaluación de riesgos originados por flujo de detritos en las A.P.V. Virgen Concepción, Villa Franciscana y San Valentín, Distrito de Santiago, Provincia de Cusco, Región Cusco. 2021. Disponible en: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigriv3/documento/12809>

34. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CUSIPATA. Evaluación de riesgo por deslizamiento de la comunidad de Pataccolca, centros poblados Huancané, Huayllapata y Órcar, distrito de Cusipata, provincia de Quispicanchi, departamento de Cusco. 2021. Disponible en: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigriv3/documento/11324>

35. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO. Evaluación de riesgos originados por deslizamiento en las A.P.V. Virgen Concepción, Villa Franciscana y San Valentín, distrito de Santiago, provincia y departamento de Cusco. 2021. Disponible en <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigriv3/documento/12809>

36. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO. Informe de evaluación del riesgo de desastres por deslizamiento en la zona de reglamentación especial Santiago 01 - A.A.H.H. Hermanos Ayar, APV. Primero de diciembre, APV. El bosque, PP.JJ. Construcción civil, PP.JJ. Virgen de la Natividad y la A.A.H.H.

Flores de Saqramayo, del distrito de Santiago, provincia y departamento Cusco – 2020. Disponible en: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/10082>

37. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO. Informe de evaluación del riesgo de desastres por inundación fluvial en la zona de reglamentación especial ZRESA10-11 - Sector Chocco del distrito de Santiago, provincia y departamento Cusco – 2020. Disponible en: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/10234>

38. Obando, Diego. Análisis de riesgo de desastres y vulnerabilidad por cambio climático en el Distrito Alto de la Alianza, Tacna, Perú. 2021. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1827>

39. PARLAMERICAS. Protocolo Parlamentario para la Reducción del Riesgo de Desastres y la Adaptación al Cambio Climático, alineado con el marco de SENDAI para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030. (2019). Disponible en: [https://parlamericas.org/uploads/documents/ESP\\_Protocolo\\_DRR\\_Online\\_Version.pdf](https://parlamericas.org/uploads/documents/ESP_Protocolo_DRR_Online_Version.pdf)

40. Peña, Miguel. Modelamiento geoespacial para evaluar la vulnerabilidad ambiental, ante la ocurrencia de inundaciones, en la cuenca baja del Río Chillón, Perú. 2017. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/23562>

41. PLANAGERD. Plan Nacional de Gestion del Riesgo de Desastres 2014-2021. Lima. 2014. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/pcm/campa%C3%B1as/2-plan-nacional-de-gestion-del-riesgo-de-desastres-planagerd-2014-2021>

42. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO.  
Gestión del riesgo Climático. Gestión del Riesgo Climático. 2010. pp. 4.  
Disponible en: [www.undp.org](http://www.undp.org).
43. PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: Geociencias para las  
Comunidades Andinas (2007). Movimientos en masa en la región andina:  
una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de  
Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4.  
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
44. SENAMHI (2014). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.  
Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de  
avisos meteorológicos, Nota técnica 001 SENAMHI- DGM – 2014.  
Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-6.pdf>
45. TAPIA et al. Análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático en el  
municipio de Madrid Dirección general de sostenibilidad y control ambiental  
área de gobierno de medio ambiente y movilidad ayuntamiento de Madrid.  
2015. Disponible en:  
<https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspeInf/Energia/CC/04CambioClimatico/4bVulnera/Ficheros/InfVulneraCC2015VerWeb.pdf>
46. Torre, Eddy et al (2018). Evaluación de riesgos por flujo de detritos en la  
quebrada Qorimachaquayniyoq Sector APV San Antonio-APV Dignidad  
Nacional, Santiago – Cusco. Revista MAST'ARIY. p. 63-73. ISSN: 2618-  
0863, Disponible en:  
<https://revistas.uandina.edu.pe/index.php/mastariy/issue/view/16>

47. Urzua, D. Evaluación de la vulnerabilidad social prevalente frente a la ocurrencia de eventos extremos: un análisis comparativo entre las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas. Universidad de Chile., Chile. 2017. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144215>
48. Wiggins (2009). "Climate change and Environmental Degradation Risk and Adaptation assessment – CEDRA. Disponible en: [www.tearfund.org](http://www.tearfund.org)



## ANEXOS

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
- <b>Análisis de riesgo de desastre por cambio climático</b>	El análisis de riesgos es un proceso técnico que identificará los niveles de peligros y vulnerabilidades para calcular, controlar, gestionar y comunicar los riesgos, logrando el desarrollo sostenible a través de una adecuada toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres, así como para facilitar la evaluación de riesgos y la toma de decisiones. (CENEPRED, 2012, p.20)	El análisis de riesgo consiste en evaluar sectorialmente cada peligro de origen hidrometeorológico, asociado al cambio climático .	- Peligros asociados al cambio climático	- Temperatura	°C
				- Precipitaciones	mm
- <b>Análisis de vulnerabilidad por cambio climático</b>	Implica la identificación y el análisis de varias condiciones y características de la	El análisis de vulnerabilidad es un procedimiento donde se identificará y	- Caracterización del entorno geográfico inmediato.	- Elementos sociales y económicos	- Información proporcionado por el INEI 2017

---

estimación del riesgo a través de la evaluación de los peligros y de la vulnerabilidad según la RM 008-2016-MINAM.

evaluará las dimensiones de la vulnerabilidad social y económica enfocándonos en la fragilidad y resiliencia.

- Caracterización física, biológica y climática del territorio.

- Geología  
- Geomorfología  
- Clima  
- Pendiente  
- Vegetación  
- Fisiografía  
- Suelos

- Mapa temático según ArcGis V10.5

---

- Peligros.

- Nivel de peligro

- Muy alto  
- Alto  
- Moderado  
- Bajo  
- Muy bajo

---

- Vulnerabilidad social

- Fragilidad  
- Resiliencia

- Muy alto  
- Alto  
- Moderado  
- Bajo  
- Muy bajo

---

- Riesgos.

- Nivel de Riesgos

- Muy alto  
- Alto  
- Moderado  
- Bajo  
- Muy bajo

---

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b> ¿Cómo será el análisis de riesgo y vulnerabilidad por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> ¿Cómo será el análisis de peligro por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022?</p> <p>¿Cómo será la vulnerabilidad por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Analizar los riesgos de desastre y vulnerabilidad por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Analizar el peligro de desastre por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022.</p> <p>Analizar la vulnerabilidad por cambio climático en el Distrito de Santiago, Cusco 2022</p>	<p>Análisis de riesgo de desastre por cambio climático</p> <p>Análisis de vulnerabilidad por cambio climático</p>	<p><b>Tipo:</b> aplicada</p> <p><b>Diseño:</b> No Experimental, transversal y descriptivo</p> <p><b>Población:</b> 94756 habitantes del distrito de Santiago según INEI 2017.</p> <p><b>Muestra y muestreo:</b> no consideraremos una muestra representativa ya que estudiaremos el Área total del Distrito de Santiago</p> <p><b>Técnicas e instrumentos</b> Resolución Ministerial N° 008-2016-MINAM.</p> <p>Documentos técnicos de: SENAHMI, INCEDI, MINAM, CENEPRED entre otros</p> <p>ArcGis V 10.8</p>

## MATRIZ DE PELIGRO

<b>PESO</b>	0.5			0.5			
<b>PESO</b>	1.0		0.4			0.6	
	<b>Parámetro de evaluación</b>	<b>Factores condicionantes</b>				<b>Factor desencadenante</b>	<b>VALOR PELIGRO</b>
<b>PESO</b>	1	0.6	0.3	0.1	1		
	<b>Parámetro de evaluación</b>	<b>Geología</b>	<b>Geomorfología</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Precipitación</b>		
<b>Descriptor 1</b>	0.503	0.529	0.510	0.473	0.495	0.503	VP1
<b>Descriptor 2</b>	0.261	0.228	0.251	0.264	0.242	0.251	VP2
<b>Descriptor 3</b>	0.135	0.141	0.132	0.149	0.151	0.141	VP3
<b>Descriptor 4</b>	0.063	0.068	0.074	0.079	0.075	0.068	VP4
<b>Descriptor 5</b>	0.038	0.035	0.034	0.035	0.038	0.037	VP5

## MATRIZ DE VULNERABILIDAD SOCIAL

VULNERABILIDAD SOCIAL														
PARAMETRO	Fragilidad				Valor fragilidad Social	Peso fragilidad Social	Resiliencia				Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social	Valor de dimensión social	Peso dimensión social
	Grupo etario		Discapacidad				Tipo de seguro		Grado de instrucción					
	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc				
<b>Descriptor 1</b>	0.500	0.436	0.500	0.498	0.467	0.667	0.500	0.407	0.500	0.462	0.434	0.333	0.456	0.775
<b>Descriptor 2</b>	0.500	0.285	0.500	0.257	0.271	0.667	0.500	0.294	0.500	0.263	0.278	0.333	0.273	0.775
<b>Descriptor 3</b>	0.500	0.155	0.500	0.132	0.144	0.667	0.500	0.175	0.500	0.163	0.169	0.333	0.152	0.775
<b>Descriptor 4</b>	0.500	0.087	0.500	0.081	0.084	0.667	0.500	0.084	0.500	0.070	0.077	0.333	0.082	0.775
<b>Descriptor 5</b>	0.500	0.037	0.500	0.033	0.035	0.667	0.500	0.040	0.500	0.042	0.041	0.333	0.037	0.775

## MATRIZ DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA

VULNERABILIDAD ECONÓMICA														
PARAMETRO	FRAGILIDAD				Valor fragilidad económica	Peso fragilidad económica	RESILIENCIA				Valor Resiliencia económica	Peso Resiliencia económica	Valor dimensión económica	Peso dimensión económica
	Material de pared		Material de piso				Cobertura de agua		Cobertura de desagüe					
	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc						
<b>Descriptor 1</b>	0.500	0.498	0.500	0.431	0.464	0.667	0.500	0.467	0.500	0.433	0.450	0.333	0.460	0.225
<b>Descriptor 2</b>	0.500	0.256	0.500	0.277	0.267	0.667	0.500	0.274	0.500	0.270	0.272	0.333	0.269	0.225
<b>Descriptor 3</b>	0.500	0.146	0.500	0.152	0.149	0.667	0.500	0.144	0.500	0.168	0.156	0.333	0.151	0.225
<b>Descriptor 4</b>	0.500	0.066	0.500	0.085	0.076	0.667	0.500	0.071	0.500	0.082	0.077	0.333	0.076	0.225
<b>Descriptor 5</b>	0.500	0.033	0.500	0.055	0.044	0.667	0.500	0.044	0.500	0.047	0.046	0.333	0.044	0.225

## VULNERABILIDAD SOCIAL

Valor de dimensión social	Peso dimensión social	Vulnerabilidad social
0.456	0.775	0.353
0.273	0.775	0.212
0.152	0.775	0.118
0.082	0.775	0.063
0.037	0.775	0.029

## VULNERABILIDAD ECONÓMICA

Valor dimensión económica	Peso dimensión económica	Vulnerabilidad económica
0.460	0.225	0.103
0.269	0.225	0.060
0.151	0.225	0.034
0.076	0.225	0.017
0.044	0.225	0.010

## VALOR DE VULNERABILIDAD

Vulnerabilidad social	Vulnerabilidad económica	Valor general de la vulnerabilidad	
0.353	0.103	0.457	VV1
0.212	0.060	0.272	VV2
0.118	0.034	0.152	VV3
0.063	0.017	0.080	VV4
0.029	0.010	0.039	VV5

## DESCRIPCIÓN DE LAS PENDIENTES

TERRENO	PENDIENTE	DESCRIPCIÓN
LLANO	$< 1^\circ$	Comprende terrenos planos de zonas de altiplanicie o meseta sedimentaria, bofedales, diferentes niveles de terrazas aluviales, llanuras de inundación, morrenas, laderas de baja pendiente de lomadas, altiplanicies sedimentarias, fondos de valles y lagunas.
INCLINADOS CON SUAVE PENDIENTE	$1^\circ - 5^\circ$	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen también a lo largo de las zonas de altiplanicie o meseta sedimentaria, vertientes glacio-fluviales, bofedales, morrenas, la meseta volcánico-sedimentaria, mesetas lávicas, superficies con flujo piroclástico, en ondulamientos y lomadas de baja altura, también en terrazas y abanicos aluviales, depósitos de piedemonte de pendiente suave que bajan desde las quebradas tributarias hacia los ríos principales.
MODERADA	$5^\circ - 15^\circ$	Presentan buena distribución en la zona de montañas, complejos volcánicos, domo y volcanes monogenéticos, colinas y lomadas; también en vertientes con depósitos de deslizamientos, vertientes aluvio-torrenciales y vertientes coluvio-deluviales.
FUERTE	$15^\circ - 25^\circ$	Pendientes con distribución restringida a la zona de montañas, colinas, bordes de mesetas que forman acantilados y laderas de vertientes de valles.
MUY FUERTE	$25^\circ - 45^\circ$	Distribuidas principalmente en las laderas de montañas de la Cordillera Oriental, bordes de mesetas que forman acantilados y vertientes del río Urubamba, también en los valles de los ríos Vilcanota, Apurímac, Santo Tomás y Velille en la Cordillera Occidental.
MUY ESCARPADOS	$45^\circ$	Presentan una distribución muy reducida a lo largo de cumbres de montañas y montañas con cobertura glaciaria, laderas y vertientes de valles encañonados, como por ejemplo en el valle del río Salcca en el distrito de Combapata y las laderas de la cuenca alta del río Araza.

Fuente: INGEMMET

## PELIGROS ASOCIADOS A LAS SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

N°	Subunidad	Código	Peligros asociados
1	Cauce de río	Lg/ca	Se producen inundaciones de origen lagunar
2	Colina en roca sedimentaria	RC-rs	Se presentan procesos de erosión de laderas.
3	Montaña en rocas sedimentarias	RM-r	Se producen deslizamientos, flujos de detritos, Avalancha de rocas y derrumbes
4	Montaña estructural en rocas sedimentarias	RME-rs	Asociados a procesos de erosión de laderas, caída de rocas por vuelco, derrumbes por falla planar y deslizamientos traslacionales
5	Terrazas aluviales	Ta-al	Se producen derrumbes en los bordes de las terrazas como consecuencia de la erosión lateral de la corriente fluvial de los ríos, inundaciones afectan a las terrazas bajas
6	Vertiente con depósito de deslizamiento	V-dd	Se asocia a reactivaciones en los materiales depositados por los movimientos en masa antiguos, así como por nuevos aportes de material provenientes de la actividad retrogresiva de eventos activos.
7	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial	V-cd	Se pueden presentar flujos de detritos.

Fuente: INGEMMET



## CARACTERÍSTICAS DEL MAPA GEOGRÁFICO DEL DISTRITO DE SANTIAGO

Geología	Litología	Valor de susceptibilidad Física	
Grupo San Jeronimo - Formación Soncco II	Areniscas feldespaticas fluviales blancas y verdosas con conglomerados fluviales	3	Medio
Grupo Yuncaypata - Formación Ayavacas, Arcurquina	Calizas gris azulinas de aspecto masivo, están recristalizadas y marmolizadas con manchas verdosas de oxido de Cu. intercaladas por capas de limolitas, lutitas rojas y calizas margosas	3	Medio
Formación Muñani	Areniscas cuarzofeldespaticas intercaladas con limo arcillitas rojizas, verdes en estratos delgados a gruesos, niveles de lutitas rojas de medios fluviales. Al techo conglomerados fluviales en la base bancos arenosos	4	Alto
Formación San Sebastián	Arenas y Arcillas intercaladas de color rojizo de origen lacustre, Fluvio-aluviales, con diatomitas y niveles de turba	4	Alto
Formación Vilquechico	Areniscas cuarzosas blancas en estratos gruesos a medios intercalados con limo arcillitas y lodolitas de coloración gris verdosa, bien laminadas, intercaladas con calizas	4	Alto
Grupo San Jerónimo - Formación Kcayra	Areniscas feldespaticas, intercaladas con niveles de lutitas rojas de medios fluviales. Al techo conglomerados fluviales en la base bancos arenosos	4	Alto
Grupo San Jerónimo - Formación Soncco I	Lutitas rojas de llanura de inundacion intercalados con bancos de areniscas fluviales	4	Alto
Grupo Yuncaypata - Formación Maras	Limonitas, lutitas rojas, verdes, arcillitas rojizas, yeso en niveles caoticos, areniscas rojas de grano fino a medio y niveles de pelitas verdes y caliza.	4	Alto
Depósitos aluviales recientes	Cantos, gravas y arena heterometricos, en matriz de limo y arcilla con clastos subredondeados a redondeados y escasamente bloques de roca	5	Muy Alto

Fuente: EVAR – CUSCO 2014

**SERIE HISTÓRICA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS -  
KAYRA**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>PP_MAX</b>
1975	24.6	15.4	18.1	15.9	6.0	0.4	0.3	0.4	25.0	13.0	14.4	16.9	25.0
1976	13.4	15.8	20.0	12.7	5.9	5.2	0.5	1.0	7.6	16.2	12.8	18.8	20.0
1977	33.9	20.3	22.0	16.0	7.1	0.0	2.2	0.0	10.7	19.1	16.5	18.3	33.9
1978	27.2	16.4	21.1	20.2	7.1	0.0	3.4	0.0	6.0	7.4	21.4	19.3	27.2
1979	20.0	39.0	12.8	15.1	3.9	0.0	0.9	4.3	10.5	8.2	17.1	12.7	39.0
1980	23.9	38.2	27.1	10.4	3.7	0.0	5.1	0.4	4.8	11.0	9.6	19.5	38.2
1981	28.6	10.4	15.8	22.4	1.8	3.9	0.0	4.0	7.6	40.2	25.2	19.1	40.2
1982	27.4	16.0	29.6	17.1	0.0	5.0	3.4	1.4	3.2	13.4	21.4	18.0	29.6
1983	17.4	21.4	13.1	7.5	2.8	2.6	0.5	0.5	4.4	8.2	10.5	20.7	21.4
1984	36.5	19.4	14.3	25.9	0.0	0.9	1.0	7.0	2.1	18.6	9.6	31.4	36.5
1985	18.1	31.2	24.6	5.0	6.2	4.8	0.9	0.0	13.0	13.1	13.6	20.1	31.2
1986	12.5	26.2	14.5	20.8	2.8	0.0	1.8	2.6	3.4	8.0	18.0	27.5	27.5
1987	42.1	11.2	19.9	4.4	1.0	0.8	4.6	0.0	4.1	4.9	18.0	20.4	42.1
1988	28.4	14.3	35.2	23.8	1.8	0.0	0.0	0.0	7.7	20.2	18.4	25.2	35.2
1989	21.2	41.9	15.5	16.3	3.6	6.1	0.0	3.8	16.0		14.0	24.1	41.9
1990	26.5	20.3	11.3	8.9	3.6	9.3	0.0	3.6	5.3	14.0	14.5	19.5	26.5
1991	25.5	37.6	37.1	14.2	4.8	2.7	1.5	0.0	12.8	13.4	17.5	25.2	37.6
1992	13.9	18.8	21.2	6.8	0.0	19.1	0.0	14.0	5.2	16.2	22.6	15.4	22.6
1993	48.5	17.4	24.2	2.9	0.9	0.0	1.5	5.3	6.9	14.6	15.6	44.1	48.5
1994	39.6	30.0	20.4	12.3	8.6	0.0	0.0	0.0	10.5	17.4	7.1	28.3	39.6
1995	23.2	18.5	14.3	6.8	0.0	0.0	0.4	1.2	19.8	8.3	34.6	20.7	34.6
1996	24.6	17.3	31.3	7.4	6.0	0.0	0.0	3.0	8.3	11.6	10.5	23.8	31.3
1997	20.1	18.2	24.9	9.5	4.1	0.0	0.0	3.5	5.1	12.9	47.0	30.0	47.0
1998	35.9	23.1	4.9	11.7	1.0	1.9	0.0	1.5	3.3	11.1	18.9	14.1	35.9
1999	12.7	14.9	17.0	13.6	1.3	3.2	1.0	0.0	10.9	7.2	19.3	16.4	19.3
2000	25.5	24.9	22.6	5.7	0.8	4.5	1.5	2.4	4.9	9.5	17.3	11.4	25.5
2001	15.6	31.0	21.4	10.6	4.3	0.0	9.9	3.6	5.4	15.9	23.1	11.6	31.0
2002	21.2	25.1	13.5	8.1	5.7	1.0	6.9	2.4	2.6	15.2	26.7	23.5	26.7
2003	24.6	24.0	18.0	39.1	1.0	6.4	0.0	10.8	1.7	10.2	7.0	23.4	39.1
2004	24.5	30.8	12.6	6.4	1.4	12.6	8.0	4.9	7.3	14.7	11.0	25.2	30.8
2005	23.0	13.2	27.8	23.2	2.0	0.4	1.2	2.2	2.1	13.6	11.7	17.2	27.8
2006	37.3	51.6	26.4	30.2	0.2	4.0	0.0	5.4	4.1	15.0	12.6	15.3	51.6
2007	26.7	13.7	19.7	32.9	3.4	0.0	3.0	0.0	1.0	---	---	16.9	32.9
2008	25.6	27.9	11.2	5.6	2.8	1.0	0.0	2.0	8.3	11.2	24.5	16.4	27.9
2009	27.8	17.8	23.6	5.9	2.5	0.0	1.8	0.4	7.6	2.2	24.1	11.9	27.8
2010	41.2	25.7	25.7	5.1	1.3	0.0	1.4	2.6	3.0	18.6	10.9	35.9	41.2
2011	22.6	22.0	25.0	15.6	1.7	3.2	3.0	0.0	9.6	18.9	29.8	14.6	29.8
2012	14.8	47.0	8.1	28.4	3.4	1.2	0.0	0.1	10.3	9.2	30.7	24.3	47.0
2013	20.5	21.1	18.7	4.5	14.6	3.0	1.0	6.2	2.7	17.9	13.7	27.2	27.2
2014	31.1	21.9	8.8	16.9	4.4	0.0	1.4	3.0	7.0		15.8	35.6	35.6
2015	38.3	23.6	9.7	12.5	8.0	2.3	5.5	3.0	6.2	6.3	16.5	23.1	38.3
2016	19.1	24.2	9.0	5.4	3.0	0.0	4.5	0.5	2.9	22.7	12.8	14.5	24.2
2017	24.6	---	24.9	9.8	5.9	5.8	0.0	7.0	---	---	---	---	24.9

Fuente: SENAMHI - Estación Kayra