

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



INFORME DE TESIS

"ANALISIS DE VULNERABILIDAD DE RIESGO POR CAMBIO CLIMATICO EN LA
CUENCA CAPLINA - TACNA"

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. Frank Paolo Sotelo Salas

TACNA – PERU

2019

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Tesis
**“Análisis de vulnerabilidad de riesgo por cambio climático en la
cuenca Caplina - Tacna”**

Tesis sustentada y aprobada el 13 de Diciembre del 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



Dr. Williams Sergio Almanza Quispe

SECRETARIO:



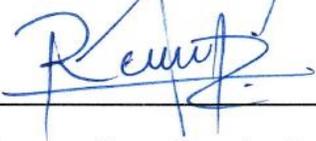
Mtra. Milagros Herrera Rejas

VOCAL:



MSc. José Oswaldo Cazorla Galdós

ASESOR:



Ing. Carmen Rosa Román Arce

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo FRANK PAOLO SOTELO SALAS, en calidad de BACHILLER de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI: 72301422.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

Análisis de vulnerabilidad de riesgo por cambio climático en la cuenca Caplina - Tacna, en la ciudad de Tacna, la misma que presento para optar:

Grado de Ingeniero Ambiental

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, Noviembre del 2019.



Bach. Frank Paolo Sotelo Salas

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mi abuela Consuelo Mogrovejo, por brindarme sus consejos, por su ejemplo de persona, por su motivación eterna, convirtiéndose en mí apoyo incondicional.

A mis padres Antonio Sotelo y Paola Salas, porque siempre creyeron en mí, me brindaron su confianza y siempre me han dado ánimos en las buenas y en las malas, por todos sus consejos y apoyo brindado en el transcurso de mi vida, para poder formarme humana y profesionalmente.

A mí querida hija Claire Sotelo y el/la que está por llegar, que son mi mayor motivación y los que me impulsan a seguir luchando por nuestros sueños.

A mis hermanos Juan Diego Sotelo y Nayeli Cancino, por su apoyo moral e incondicional por estar siempre dispuestos a apoyarme.

A mi persona favorita Gianella Eslava, por ser la compañera ideal en este camino de la vida, el apoyo constante y la fortaleza de mi alma.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios, por haberme dado e iluminado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A la Universidad Privada de Tacna y a la Facultad de Ingeniería Ambiental, que me formó académicamente con sus dedicados docentes, de los cuales guardo grandes enseñanzas.

A mi asesora, Ing. Carmen Román Arce, por su valiosa amistad, por sus constantes apoyos y estímulo durante el desarrollo del presente trabajo.

A mis tíos Sergio Salas y Víctor Salas, quienes siempre estuvieron ahí para apoyarme en todo momento.

A mi querido padre Percy Cancino y a mi abuelo Víctor Salas, por ser ambos ejemplos de buena y correcta persona; y por nunca dejarme solo.

Y por último a todos los que me apoyaron para seguir adelante en todo momento, mis más sinceros agradecimientos

INDICE

RESUMEN.....	.xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCION.....	14
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción del problema.....	15
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Formulación general del problema.	16
1.2.2. Formulación específica del problema.	16
1.3. Justificación e importancia.	16
1.4. Objetivos.....	17
1.4.1. Objetivo general.	17
1.4.2. Objetivo específico.	17
1.5. Hipótesis.....	17
1.5.1. Hipótesis General.....	17
1.5.2. Hipótesis Específica.....	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes del estudio.....	18
2.1.1. Estudios a Nivel Internacional.	18
2.1.2. Estudios a Nivel Nacional.....	21
2.1.3. Estudios a Nivel Local.	24
2.2. Bases teóricas.	26
2.2.1. Aspectos Geomorfológicos.....	26
2.2.2. Aspectos Geológicos.....	27
2.2.3. Aspectos Climáticos y Edafológicos.	28
2.2.4. Aspectos Socio Económicos.	30
2.2.5. Aspectos Meteorológicos.	34
2.3. Definición de Términos.	35
2.3.1. Vulnerabilidad.	35
2.3.2. Riesgo.....	35
2.3.3. Peligro.....	35
2.3.4. Cambio Climático	35
2.3.5. Cuenca Hidrográfica.....	35
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	36
3.1. Tipo y Diseño de la investigación.....	36

3.1.1.	Tipo de Investigación.	36
3.1.2.	Diseño de la Investigación.....	36
3.2.	Población y/o muestra de estudio.	36
3.3.	Operacionalización de variables.....	36
3.4.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	37
3.5.	Procesamiento y análisis de datos	37
3.5.1.	Pauta N°01: Caracterización del entorno geográfico inmediato.	37
3.5.2.	Pauta N°02: Caracterización física, biológica y climática del Territorio. ...	38
3.5.3.	Pauta N°03: Caracterización del sistema urbano, el ámbito Rural, los usos del territorio y las líneas vitales.....	41
3.5.4.	Pauta N°04: Análisis y Evaluación de Peligros.	41
3.5.5.	Pauta N°05: Análisis y Evaluación de Vulnerabilidad.	42
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		45
4.1.	Análisis de las Características del Entorno Geográfico.	45
4.1.1.	Análisis de la problemática del área de estudio y sus ámbitos de influencia.....	50
4.1.2.	Análisis de los Componentes y Condiciones Físicas del Territorio.	52
4.1.3.	Análisis de Caracterización social, económica y ambiental del estudio. ...	56
4.2.	Análisis de la Caracterización Física, Biológica y Climática del Territorio.....	64
4.2.1.	Caracterización Física, Biológica y Climática del ámbito de estudio.....	64
4.3.	Caracterización del Sistema Urbano, Rural, los usos del territorio y las líneas vitales.....	91
4.4.	Análisis y Evaluación de Peligros.....	94
4.4.1.	Caracterización de los peligros existentes asociados al Cambio Climático.	94
4.5.	Análisis y Evaluación de Vulnerabilidad.	111
4.5.1.	Análisis de la dimensión Social.	111
4.5.2.	Análisis de la dimensión Económica	118
4.5.3.	Análisis de la dimensión Ambiental.	126
4.5.4.	Valoración de la Vulnerabilidad de la Cuenca - Caplina.	134
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....		135
5.1.	Análisis y Evaluación de la Matriz de Peligro	135
5.1.1.	Peligro Muy Alto.	135
5.1.2.	Peligro Alto.....	135
5.1.3.	Peligro Medio.	136
5.1.4.	Peligro Bajo.....	136

5.2. Análisis y Evaluación de la Matriz de Vulnerabilidad.....	137
5.2.1. Vulnerabilidad Muy Alta.....	137
5.2.2. Vulnerabilidad Alta.....	137
5.2.3. Vulnerabilidad Media.....	138
5.2.4. Vulnerabilidad Baja.....	138
CONCLUSIONES.....	139
RECOMENDACIONES.....	140
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
ANEXOS.....	144

Lista de Tablas

Tabla 1. Estaciones Meteorológicas.....	34
Tabla 2. Criterios de Valoración.....	39
Tabla 3. Peligros Asociados al Cambio Climático.....	42
Tabla 4. Evaluación Sectorial de la Vulnerabilidad ante Peligros Asociados al Cambio Climático.....	44
Tabla 5. Delimitación de la Cuenca.....	45
Tabla 6. Distritos de la Cuenca.....	46
Tabla 7. Sub Cuencas Principales.....	47
Tabla 8. Zonas de Vida de la Cuenca.....	47
Tabla 9. Climas en la Cuenca.....	48
Tabla 10. Usos del Suelo de la Cuenca.....	49
Tabla 11. Vías en la Cuenca.....	50
Tabla 12. Problemática del Área de Estudio.....	51
Tabla 13. Condiciones del Medio Físico.....	53
Tabla 14. Población por Edad Promedio.....	56
Tabla 15. Población por Viviendas.....	57
Tabla 16. Instituciones Educativas.....	57
Tabla 17. Establecimientos de Salud.....	58
Tabla 18. Servicios Básicos Expuestos.....	59
Tabla 19. Infraestructura de Vías.....	59
Tabla 20. Actividades Económicas.....	60
Tabla 21. Recursos Naturales.....	61
Tabla 22. Peligros Existentes.....	62

Tabla 23. Aspectos Socio Económicos.....	63
Tabla 24. Condiciones Climáticas	74
Tabla 25. Variables Temáticas	75
Tabla 26. Valoración de la Variable Geológica	77
Tabla 27. Valoración de las Unidades Geomorfológicas.....	79
Tabla 28. Valoración de las Unidades Fisiográficas	81
Tabla 29. Valoración de las Unidades De Pendiente.....	83
Tabla 30. Valoración de las Unidades De Suelos.....	85
Tabla 31. Valoración de las Unidades De Cobertura Vegetal.....	87
Tabla 32. Valoración de las Unidades De Clima (Precipitación)	89
Tabla 33. Grupo Etario	112
Tabla 34. Servicios Educativos Expuestos	112
Tabla 35. Servicios de Salud Expuestos.....	112
Tabla 36. Estado de Conservación de la Edificación	113
Tabla 37. Antigüedad de la Construcción de la Edificación.....	113
Tabla 38. Configuración de Elevación de las Edificaciones	113
Tabla 39. Capacitación en Temas de Gestión del Riesgo.....	114
Tabla 40. Existencia de Normatividad Política y Local.....	114
Tabla 41. Actitud Frente al Riesgo.....	115
Tabla 42. Valoración de la Vulnerabilidad Social.....	116
Tabla 43. Localización de la Edificación	119
Tabla 44. Servicio Básico de Agua Potable y Saneamiento.....	119
Tabla 45. Servicios de la Empresa Eléctrica Expuesta	119
Tabla 46. Área Agrícola Expuesta	119
Tabla 47. Área Ganadera Expuesta	120
Tabla 48. Estado de Conservación de las Edificaciones.....	120
Tabla 49. Antigüedad de Construcción de la Edificación	120
Tabla 50. Topografía del Terreno	121
Tabla 51. Población Económicamente Activa Desocupada	121
Tabla 52. Ingreso Familiar Promedio Mensual	122
Tabla 53. Organización y Capacitación Institucional.....	122
Tabla 54. Valoración de la Vulnerabilidad Económica	124
Tabla 55. Deforestación.....	127
Tabla 56. Flora y Fauna por Área Geográfica.....	127

Tabla 57. <i>Pérdida de Suelo</i>	128
Tabla 58. <i>Pérdida de Agua</i>	128
Tabla 59. <i>Características Geológicas del Suelo</i>	129
Tabla 60. <i>Explotación de Recursos Naturales</i>	129
Tabla 61. <i>Localización de Centros Poblados</i>	130
Tabla 62. <i>Conocimiento y Cumplimiento de Normatividad Ambiental</i>	130
Tabla 63. <i>Conocimiento Ancestral para la Explotación Sostenible de sus Recursos Naturales</i>	131
Tabla 64. <i>Capacitación en Temas de Conservación Ambiental</i>	131
Tabla 65. <i>Valoración de la Vulnerabilidad Ambiental</i>	132
Tabla 66. <i>Valoración de la Vulnerabilidad en la Cuenca - Caplina</i>	134

Lista de Mapas

Mapa 1: <i>Mapa Geológico</i>	65
Mapa 2: <i>Mapa Geomorfológico</i>	67
Mapa 3: <i>Mapa Fisiográfico</i>	69
Mapa 4: <i>Mapa del Uso Actual de Suelos</i>	71
Mapa 5: <i>Mapa Cobertura Vegetal</i>	73
Mapa 6: <i>Mapa de Susceptibilidad Geológica</i>	78
Mapa 7: <i>Mapa de Susceptibilidad Geomorfológica</i>	80
Mapa 8: <i>Mapa de Susceptibilidad Fisiográfica</i>	82
Mapa 9: <i>Mapa de Susceptibilidad de Pendientes</i>	84
Mapa 10: <i>Mapa de Susceptibilidad de Suelos</i>	86
Mapa 11: <i>Mapa de Susceptibilidad de Cobertura Vegetal</i>	88
Mapa 12: <i>Mapa de Susceptibilidad de Precipitaciones</i>	90
Mapa 13: <i>Mapa Urbano, Rural, Vías y Usos del Suelo</i>	93
Mapa 14: <i>Mapa de Sequía</i>	95
Mapa 15: <i>Mapa de Heladas</i>	97
Mapa 16: <i>Mapa de Radiación Solar</i>	99
Mapa 17: <i>Mapa de Inundación</i>	101
Mapa 18: <i>Mapa de Desprendimiento</i>	103
Mapa 19: <i>Mapa de Erosión</i>	105
Mapa 20: <i>Mapa de Flujos de Lodo</i>	107

Mapa 21: <i>Mapa de Tsunami</i>	109
Mapa 22: <i>Mapa de Peligros por Nivel de Influencia</i>	110
Mapa 23: <i>Mapa de Vulnerabilidad Social</i>	117
Mapa 24: <i>Mapa de Vulnerabilidad Económica</i>	125
Mapa 25: <i>Mapa de Vulnerabilidad Ambiental</i>	133

Lista de Cuadros

Cuadro 1. <i>Operacionalización de la variable Independiente</i>	36
Cuadro 2. <i>Operacionalización de la variable Dependiente</i>	37

Lista de Gráficos

Gráfico 1. <i>Fórmula Matemática para la determinación de la Susceptibilidad Física</i>	40
Gráfico 2. <i>Esquema Metodológico del mapa de Susceptibilidad Física del territorio</i> ...	40
Gráfico 3. <i>Esquema para el Análisis de la Vulnerabilidad</i>	43
Gráfico 4. <i>Esquema para el Análisis de la Vulnerabilidad Social</i>	111
Gráfico 5. <i>Esquema para el Análisis de la Vulnerabilidad Económica</i>	118
Gráfico 6. <i>Esquema para el Análisis de la Vulnerabilidad Ambiental</i>	126

Lista de Anexos

Anexo 1. <i>Matriz de Consistencia</i>	145
Anexo 2. <i>Metodología de procesamiento de Datos</i>	146

RESUMEN

El presente estudio tuvo lugar en la cuenca Hidrográfica del río Caplina, del Departamento de Tacna – Perú, en donde se llevó a cabo una serie de procedimientos que implicaban recaudar información para la identificación de peligros que influyen en toda la Cuenca por el Cambio Climático, con el fin de determinar la vulnerabilidad de Riesgo de la Cuenca. La identificación de peligros se ejecutó mediante el análisis de los diferentes factores y sus respectivas ponderaciones que influyen en su susceptibilidad (Social, Económica y Ambiental); para ello, se estudiaron los factores Geomorfológicos, Fisiográficos, Geológicos, Uso Actual del Suelos, Precipitación, Pendiente, Radiación Solar, Humedad Relativa, Temperatura y Cobertura Vegetal; todos estos fueron desarrollados a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG). El análisis de la vulnerabilidad se efectuó a base de indicadores, establecidos en función a la exposición, fragilidad y resiliencia. Los resultados adquiridos muestran que la Cuenca es representada por 4 niveles de Peligro y Vulnerabilidad (Muy Alto, Alto, Medio y Bajo). En cuanto a la vulnerabilidad la Cuenca posee 3 tipos de esta, es decir; Vulnerabilidad Social, Económica y Ambiental; por Vulnerabilidad Social obtuvo un valor de 2.4 siendo Altamente Vulnerable dentro de esta encontramos a Tacna, Ciudad Nueva, Alto de la Alianza con vulnerabilidad baja, Pocollay y Gregorio Albarracín con vulnerabilidad media, Pachia con vulnerabilidad alta, Palca y Calana con vulnerabilidad muy alta; por Vulnerabilidad Económica obtuvo un valor de 1.96 siendo Moderadamente Vulnerable dentro de esta encontramos a Tacna con vulnerabilidad baja, Pocollay y Calana con vulnerabilidad media, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Gregorio Albarracín, Pachia con vulnerabilidad alta, y Palca con vulnerabilidad muy alta; por Vulnerabilidad Ambiental obtuvo un valor de 2.2 siendo Altamente Vulnerable en donde encontramos a Ciudad Nueva, Alto de la Alianza, Gregorio Albarracín, Pocollay con vulnerabilidad baja, Pachia con vulnerabilidad media, Calana y Tacna con vulnerabilidad alta, y Palca con vulnerabilidad muy alta, como resultado principal la Vulnerabilidad Global de la Cuenca Caplina obtuvo un valor de 2.18 siendo Altamente Vulnerable. Los resultados expuestos deben ser tomados para permitir un mejor manejo de los recursos hídricos en la región.

Palabras Claves: Cambio Climático, Vulnerabilidad, Peligros, Cuenca Hidrográfica.

ABSTRACT

The present study took place in the Caplina River Watershed, of the Department of Tacna - Peru, where a series of procedures were carried out that involved collecting information for the identification of hazards that influence the entire Basin due to Climate Change, in order to determine the vulnerability of Basin Risk. Hazards identification was executed by analyzing the different factors and their respective weights that influence their susceptibility (Social, Economic and Environmental); For this, Geomorphological, Physiographic, Geological factors, Current Soil Use, Precipitation, Slope, Solar Radiation, Relative Humidity, Temperature and Plant Coverage were studied; All of these were developed through Geographic Information Systems (GIS). The vulnerability analysis was carried out based on indicators, established based on exposure, fragility and resilience. The acquired results show that the Basin is represented by 4 levels of Danger and Vulnerability (Very High, High, Medium and Low). Regarding vulnerability, the Basin has 3 types of this, that is; Social, Economic and Environmental Vulnerability; For Social Vulnerability, it obtained a value of 2.4, being Highly Vulnerable within it, we find Tacna, Ciudad Nueva, Alto de la Alianza with low vulnerability, Pocollay and Gregorio Albarracín with medium vulnerability, Pachia with high vulnerability, Palca and Calana with very high vulnerability; Due to Economic Vulnerability, it obtained a value of 1.96 being Moderately Vulnerable within it we find Tacna with low vulnerability, Pocollay and Calana with medium vulnerability, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Gregorio Albarracín, Pachia with high vulnerability, and Palca with very high vulnerability ; for Environmental Vulnerability, it obtained a value of 2.2 being Highly Vulnerable where we found Ciudad Nueva, Alto de la Alianza, Gregorio Albarracín, Pocollay with low vulnerability, Pachia with medium vulnerability, Calana and Tacna with high vulnerability, and Palca with very high vulnerability, As a main result, the Global Vulnerability of the Caplina Basin obtained a value of 2.18 being Highly Vulnerable. The results presented must be taken to allow a better management of water resources in the region.

Keywords: Climate Change, Vulnerability, Dangers, Hydrographic Basin.

INTRODUCCION

En los países desarrollados han logrado progresos en la reducción de algunos impactos de diferentes fenómenos naturales, lo que no ocurre en nuestro país, ya que no se está recibiendo capacitaciones, campañas para la prevención de los diferentes riesgos, añadido a ello la falta de interés de los mismos ciudadanos.

Usualmente, en Perú existen fenómenos antrópicos y naturales con resultados desastrosos para las diferentes zonas de vida incluyendo a los seres humanos que los habitan, dentro de estos podemos encontrar los sismos, huaycos, fenómeno ENSO – el niño, sequias, deslizamientos, inundaciones y heladas; también encontramos no menos importantes a las erupciones volcánicas, granizadas y tsunamis. A partir de la presencia reiterativa del cambio climático los fenómenos ya mencionados se muestran con mayor intensidad y frecuencia que en años anteriores. Es por ello que el Perú se encuentra dentro de los 10 países con mayor incidencia por parte del cambio climático es el Mundo, es decir, más vulnerable.

Debemos tener en cuenta que también los peligros pueden influenciarse antropicamente o naturalmente, en tal sentido, podemos encontrar fuentes generadores de residuos contaminantes y pluviosidad, inundaciones, huaycos, deslizamientos, etc. respectivamente. Todos estos factores producen altos riesgos que implican una vulnerabilidad alta.

La región Tacna, se caracteriza por presentar bajas disponibilidades de agua provenientes de las precipitaciones pluviales en la vertiente del Pacífico, que se ven reflejados en los escasos caudales de escorrentía superficial que se presentan en los ríos de esta vertiente. En tal sentido, la Cuenca Caplina no es ajena a la vulnerabilidad de riesgos que se pueden presentar a lo largo del año.

Es por ello que el trabajo expuesto identificará los peligros fundamentales presentes en el área de estudio, así como, determinar y analizar las áreas con mayor exposición, fragilidad y resiliencia que eventualmente son o serán propensos a un evento negativo de alta magnitud. En tal sentido, como herramienta principal se utilizó un Sistema de Información Geográfico para el modelamiento de los diferentes mapas que implican las características de la cuenca, los peligros y la vulnerabilidad.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema.

Una de las principales preocupaciones a nivel mundial hoy en día es el cambio climático y este va asociado al calentamiento global.

Primero debemos tener en cuenta que el Calentamiento Global es el aumento de la temperatura en la tierra, pero el Cambio Climático engloba al concepto anterior y a todos sus efectos, como por ejemplo el aumento de precipitación o lo que se conoce como lluvias intensas o torrenciales, las cuales generan desborde de río, desglaciación, sequias, etc.

En nuestro país en los últimos años se ha visto que el aumento de las precipitaciones generó desborde de ríos, lo cual trajo como consecuencia la pérdida económica debido a la destrucción de estructuras (puentes, edificaciones, viviendas, etc.) y también pérdidas humanas.

Nuestra ciudad no fue ajena a este evento, varios distritos y poblados fueron afectados, la Cuenca de río Caplina, la cual se encuentra ubicada en nuestro departamento tiene la naciente de sus ríos en Chile y abarca gran parte de nuestra ciudad, en esta se ubica uno de los ríos principales que es el Caplina.

Sabemos que la población siempre se ubica en el margen de los ríos, esto debido al recurso hídrico, tipo de suelo, los cuales benefician a la agricultura.

Lo que se pretende con el presente estudio es realizar un análisis de la vulnerabilidad por el cambio climático como explicamos líneas arriba, uno de ellos es el desborde de ríos, luego determinar las áreas de riesgos, para finalmente sectorizar las zonas vulnerables de riesgo por cambio climático en la Cuenca del río Caplina, esto ayudara a la prevenir a la población, porque si bien es cierto el calentamiento global es un factor importante en el tema de riesgos, la cantidad de gases de efecto invernadero que se emiten a la atmosfera, es la que genera este calentamiento.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Formulación general del problema.

- ¿Cómo determinar la vulnerabilidad de riesgo de cambio climático en la Cuenca Caplina –Tacna?

1.2.2. Formulación específica del problema.

- ¿Cómo determinar los principales riesgos de cambio climático en la cuenca Caplina – Tacna?
- ¿Cómo determinar las diferentes áreas vulnerables a los riesgos de cambio climático?
- ¿Cómo analizar las áreas de vulnerabilidad de riesgos de cambio climático en la Cuenca Caplina – Tacna?

1.3. Justificación e importancia.

El presente trabajo es realizar un análisis de los principales riesgos debido al cambio climático como es el desborde de ríos, luego determinar las áreas de riesgos, para finalmente sectorizar las zonas vulnerables de riesgo por cambio climático en la Cuenca del río Caplina, esto ayudará a prevenir a la población, porque si bien es cierto el calentamiento global es un factor importante en el tema de riesgos.

Según los investigadores el riesgo no depende de limitar el calentamiento, puesto que si hacemos esto solo se reducirá en 2°C, esto no controlara el riesgo de inundación por altas precipitaciones, lo que debemos hacer es adaptarnos y establecer las zonas de riesgo, para generar medidas de protección.

- **Desde el punto de vista ecológico**

Es importante conocer los principales riesgos debido al cambio climático, esto con la finalidad de y establecer las zonas de riesgo, para generar medidas de protección.

- **Desde el punto de vista social**

Establecer las zonas de riesgo, para generar medidas de protección, las cuales evitaran pérdidas humanas en los eventos de máxima precipitación.

- **Desde el punto de vista económico**

Establecer las zonas de riesgo, para generar medidas de protección, las cuales evitaren pérdidas económicas en los eventos de máxima precipitación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

- Realizar un análisis de vulnerabilidad de riesgo del cambio climático en la Cuenca Caplina - Tacna.

1.4.2. Objetivo específico.

- Realizar un análisis de los principales riesgos de cambio climático en la cuenca Caplina – Tacna.
- Determinar diferentes áreas vulnerables a los riesgos de cambio climático.
- Realizar un análisis de las áreas de vulnerabilidad de riesgo de cambio climático en la Cuenca Caplina – Tacna.

1.5. Hipótesis.

1.5.1. Hipótesis General.

- Realizar un análisis de vulnerabilidad de riesgo del cambio climático en la Cuenca Caplina – Tacna, evitara perdidas económicas y humanas en las riberas del río Caplina.

1.5.2. Hipótesis Específica.

- Realizar un análisis de los principales riesgos de cambio climático en la cuenca Caplina – Tacna, nos permitirá reconocer las diferentes áreas de vulnerabilidad de riesgo.
- Determinar diferentes áreas vulnerables a los riesgos de cambio climático, es importante para realizar un correcto análisis de áreas de vulnerabilidad de cambio climático en la Cuenca Caplina.
- Realizar un análisis de las áreas de vulnerabilidad de riesgo de cambio climático en la Cuenca Caplina – Tacna, nos servirá para adaptarnos y establecer las zonas de riesgo, para generar medidas de protección.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Estudios a Nivel Internacional.

(Manuela Manuela, 2018) Realizó la investigación titulada, “Vulnerabilidad ante amenazas de deslizamientos e inundaciones de la cuenca del río Blanco, Provincia de Imbabura - Ecuador”, desarrollado en la ciudad de Ibarra – Ecuador en el año 2018; teniendo como objetivo; identificar y analizar las inundaciones, deslizamientos; evaluar la vulnerabilidad global; proponer medidas de mitigación ante la vulnerabilidad hallada. El autor identificó amenazas y las ponderó en relación a su intervención frente a la susceptibilidad y frecuencia; asu vez, analizó factores geológicos, de pendiente, textura de suelo, precipitaciones y cobertura vegetal; por otro lado, para las inundaciones tomo la geomorfología, pendiente, precipitaciones, cobertura vegetal y profundidad del suelo; tomados los ya mencionados pasó a modelarlos mediante un SIG; finalmente para determinar la vulnerabilidad el autor ejecutó indicadores asociados a la exposición, fragilidad y resiliencia, mediante entrevistas a los líderes comunitarios de su zona de estudio y recopilación de información oficial publicada por especialistas y el gobierno, resultando diferentes niveles para deslizamientos (no aplica, baja, media, alta) e inundaciones (nula y baja), y para la vulnerabilidad un nivel medio.

(Vera Rodríguez & Albarracín Calderón, 2017) Realizaron la investigación titulada, “Metodología para el análisis de Vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en Cuencas Hidrográficas”, desarrollado en la ciudad de Tolima – Colombia en el año 2017; teniendo como objetivo; una proposición de metodología para el análisis de vulnerabilidad de remoción de masas, flujos torrenciales e inundaciones; establecer un marco teórico holístico y el uso de SIG; debemos enfatizar que los autores enfocaron su metodología a un microcuenca del río Combeima, ubicado en el área de estudio. Como resultado, los autores resaltaron su metodología favoreciendo la gestión integral de riesgo articulando la vulnerabilidad, es decir, desagregó los componentes vulnerables identificando aquellos con alta ocurrencia focalizando así la gestión. En ese sentido, los autores aplicando su investigación en el área establecida identifican dos componentes críticos, la exposición de población e

infraestructura; aplicando su metodología con los componentes encontrados son capaces de mitigar la vulnerabilidad por exposición hacia la población y hacia la infraestructura.

(Hernández-Uribe, Barrios-Piña, & Ramírez, 2017) Realizaron la investigación titulada, “Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac”, desarrollado en la ciudad de Monterrey – México en el año 2016; teniendo como objetivo, la aplicación de una metodología para el análisis de riesgo por inundación aplicable a las cuencas urbanas del río Atemajac, Jalisco, México, donde anualmente existen problemas por inundación producidos por el desbordamiento del cauce principal. Los autores aplicaron una metodología enfocada en dos visiones; determinista: enfocada en modelar y determinar los daños y paramétrica: enfocada en los factores de la vulnerabilidad (físicos, ambiental, económico y social). Como resultado los autores resaltan que en tramos específicos existe un riesgo alto y una vulnerabilidad alta por inundación en ambos casos.

(Valencia Rojas, y otros, 2014) Realizaron la investigación titulada, “Metodología para el análisis de vulnerabilidad en cuencas abastecedoras de agua ante la variabilidad climática”, desarrollado en la ciudad de Medellín – Colombia en el año 2014; teniendo como objetivo, aplicar una metodología propuesta y diseñada por los autores para analizar la vulnerabilidad de fuentes abastecedoras de agua con lo siguiente; incorporar indicadores asociados a los acueductos municipales, identificar la problemática relacionada a las fuentes de agua, incluir procedimientos estadísticos para calcular la vulnerabilidad, y articular con los instrumentos de planificación. Como resultado de la aplicación metodológica propuesta por los autores, obtuvieron que la subcuenca del río Las Piedras (Popayán) tiene 0.42 siendo medio baja, la subcuenca del río Michicao (Cabijío) tiene 0.54 siendo media alta, además los autores enfatizan que la capacidad para disminuir la vulnerabilidad está en función a la gestión económica, natural, institucional, tecnológica y social.

(Ocampo López, 2012) Realizó la investigación titulada, “Análisis de Vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias y de cambio climático”, desarrollado en la ciudad de Manizales – Colombia en el año 2012; teniendo como objetivo, analizar vulnerablemente la cuenca del río Chinchiná para mejorar la información y la gestión hídrica, mediante los factores físicos, climáticos y de balance hidrológico. El autor por consiguiente evaluó las frecuencias climáticas que están asociadas al recurso hídrico, estudiando los cambios en la precipitación, escorrentía y temperatura (El niño y La niña). Como resultado el autor llegó a demostrar un incremento de temperatura medias, mínima y máxima en 0.5°C, 0.45°C y 0.25°C respectivamente, a su vez, concluye que la vulnerabilidad es alta ya que el índice de regulación hídrica, retención hídrica y presiones moderadas están supeditados al estrés hídrico.

(García, Piñeros Botero, Bernal Quiroga, & Ardilla Robles, 2012) Realizaron la investigación titulada “Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia”, desarrollado en la ciudad de Bogotá – Colombia en el año 2012; teniendo como objetivo, una compilación de todos los estudios de cambio climático que Colombia ha investigado estrechamente ligado a las fuentes de agua. Los autores enfatizan los fenómenos que afectan la variabilidad climática del área de estudio así como resaltar los impactos más notables en las cuencas que se encuentran dentro de los límites de estudio, a su vez los autores recopilan de manera detallada las diferentes valoraciones de la vulnerabilidad asociadas a los impactos ya establecidos anteriormente. Como resultado, los autores alegaron que existe alta vulnerabilidad en relación a los recursos hídricos y los fenómenos producidos por la variabilidad climática, así mismo, los mismos resaltan que la información producida por esta investigación estará dirigida a la generación de nuevas políticas que puedan manejar las alteraciones del recurso hídrico en relación al cambio climático.

(Espinosa Marín, 2011) Realizó la investigación titulada, “Evaluación de la vulnerabilidad climática de la Cuenca del Río Limarí usando un modelo semidistribuido SWAT”, desarrollado en la ciudad de Chillán – Chile en el año 2011; teniendo como objetivo, analizar la vulnerabilidad hidrológica de una cuenca en relación a un incremento en la superficie agrícola. El modelo “SWAT” resulta ser

una buena herramienta para multiplicar registros de caudales aunque lógicamente la duda en los resultados puede ser aminorada en medida de que la información por partida mejora notablemente en su calidad de datos, por lo que se sugiere colocar estaciones meteorológicas en la parte alta de la cuenca, es decir, sobre los 2500 m.sn.m. para poder adquirir información sobre: velocidad de viento, heliofanía, precipitación y temperatura. Es necesario nombrar que la cuenca cae en manos netamente de los registros nivales, por esta razón si existe una mejor verificación de información sobre la cuenca existirá una visión mucho mayor sobre lo que acontece en sus distintos procesos hidrológicos. Como resultado, el autor resalta los impactos hidrológicos originados por el medio formulado de acuerdo al persistente aumento en la superficie de cultivo, revelando en el transcurso del tiempo en la cuenca de Limarí, con la aplicación del modelo semidistribuido SWAT calibrado y certificado para las diferentes subcuencas, demuestra que existe vulnerabilidad ante la presión de incremento del área de cultivo y se puede revelar en términos de disminución de los caudales para satisfacer las demandas del recurso hídrico que puede estar relacionado al incremento de la evapotranspiración, en la etapa de producción de los distintos cultivos que se producen en estas áreas.

2.1.2. Estudios a Nivel Nacional.

(Loyola Morales, 2019) Realizó la investigación titulada, “Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad”, desarrollado en el Departamento de La Libertad en el año 2019; teniendo como objetivo ponderar el peligro por niveles, evaluar la vulnerabilidad de las familias dentro del área de investigación y proponer medidas para la disminución del riesgo por inundación utilizando el “Manual Básico para la Estimación del Riesgo del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)” en relación a la información social, económica, geológica y ambiental. Como resultado el autor concretó que el peligro es alto en la cuenca, y a su vez, la vulnerabilidad científica, tecnológica y educativa es muy alta, mientras que la vulnerabilidad social, física, económica, ideológica y cultural es alta, y por último la vulnerabilidad institucional es media. Por lo que el autor concluye que el riesgo en el área de estudio es Alta.

(Chanca Poma & Inga Ramos, 2018) Realizaron la investigación titulada, “Influencia de la Inundación en el riesgo de desastre del distrito de Moya de la Provincia y Departamento De Huancavelica 2017”, desarrollado en el Departamento de Huancavelica en el año 2018; teniendo como objetivo, la identificación del nivel de peligrosidad y vulnerabilidad por inundación que presenta el área de estudio, los autores utilizaron el método científico, el método inductivo-deductivo y el método analítico–sintético; Como consiguiente, los autores focalizaron su investigación que estaba conformada por 11 centros poblados del distrito de Moya, el instrumento que utilizaron los autores para determinar la peligrosidad fue “el cuestionario de identificación del nivel de peligrosidad por inundación” y para determinar la vulnerabilidad fue “el cuestionario de identificación del nivel de vulnerabilidad por inundación”. Como resultado, los autores identificaron el nivel de peligrosidad de inundación que presenta el área de investigación, encontrando los posteriores resultados: el 61% de la población de estudio son susceptibles a fenómenos de inundación, en especial los del sexo femenino, por otro lado, el 97% de los reservorios de agua son susceptibles a fenómenos de inundación, a la vez, se obtuvo resultados que el 48% del estudio tiene áreas de cultivo sin catastrar susceptibles a fenómenos de inundación, deseando citar a Choquehuanca donde obtuvo como conclusión que existe un riesgo alto de pérdidas de cultivo más del 50% por producto de las inundaciones sobre todo en el distrito de Calca.

(Rivas Meza, 2017) Realizó la investigación titulada, “Identificación de zonas Vulnerables, aplicando el sistema de información Geográfica, Unidad Hidrográfica Chira - Piura”, desarrollado en el Departamento de Piura en el año 2017; teniendo como objetivo, establecer la vulnerabilidad a partir de sus factores socioeconómicos y físicos, modelados por un SIG. El autor desarrolló su investigación empezando por la recolección de información, seguido de la delimitación de las zonas afectadas directamente, y por último el modelamiento de las variables establecidas y la vulnerabilidad hídrica resultante. Como resultado, el autor establece que 168 centros poblados (4.40%) son muy altamente vulnerables, 913 centros poblados (22.55%) son altamente

vulnerables, 129 centros poblados (15.65%) son bajos vulnerablemente y 956 centros poblados (57%) son medianamente vulnerables.

(Mendoza Solis, 2017) Realizó la investigación titulada, “Evaluación del Riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011- 2016”, desarrollado en el Departamento de Cajamarca en el año 2017; teniendo como objetivo, evaluar el peligro en la quebrada y la vulnerabilidad de las familias que son afectadas directamente, mediante el reconocimiento de datos meteorológicos, el modelamiento de mapas, la selección de viviendas en el área de estudio con su respectiva entrevista. Como resultado, el autor establece que el peligro en el área de estudio es alta. Así mismo, la vulnerabilidad resultante es alta para el área de estudio, que incluyen las factores sociales, económicos y ambientales que están supeditadas ante una inundación.

(Egoávil Monge, 2016) Realizó la investigación titulada, “Propuesta de un plan comunal de Gestión de Riesgos de la Microcuenca del río Otijmayo, basada en la participación Ciudadana – Huánuco”, desarrollado en el Departamento de Huánuco en el año 2016; teniendo como objetivo, proponer un plan incluyendo principalmente a la población en la gestión de riesgos. El autor en el desarrollo de su investigación desarrolló talleres aplicativos, constructivos y prospectivos. Así mismo, el autor dentro de sus talleres incluye temas en relación a sus actividades económicas buscando una sostenibilidad de recursos naturales. Como resultado, el autor desarrolló maquetas exponiendo e identificando las zonas potencialmente críticas, acciones estratégicas y simulación futura del área de estudio.

(Castro Mendoza, 2014) Realizó la investigación titulada, “Evaluación del riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa”, desarrollada en el Departamento de Lima en el año 2014; teniendo como objetivo, determinar los riesgos basado en la identificación de peligros. Para ello, el autor analizó características asociadas a pendiente, capacidad portante, suelo, dinamicidad, fenómenos naturales y estructuras de

viviendas. Como resultado, el autor estableció 5 peligros asociados a la naturaleza: peligro de inundación en quebradas secas, erosión de laderas, sismo, tsunami y erosión marina. Por otro lado, para peligros asociados al hombre: estaciones de gas, aguas residuales, estaciones combustibles y antenas telefónicas. Por ello, el autor concluyó que 409 edificaciones tienen baja vulnerabilidad, 704 alta vulnerabilidad, 1474 mediana vulnerabilidad y 71 muy alta vulnerabilidad.

(Carranza Melendrez, 2014) Realizó la investigación titulada, “Evaluación de Riesgos de desastres en el Asentamiento Humano San José Del Huito de la ciudad de Jaén - Cajamarca ante peligro de Inundación”, desarrollado en el Departamento de Cajamarca en el año 2014; teniendo como objetivo, establecer el riesgo que afecta el área de estudio implicando a la población y a su respectiva infraestructura de uso. El autor tuvo como etapas, la recopilación de datos, el desarrollo y modelamiento por software. Como resultado, el autor estableció que en su área de estudio el factor económico, científico, físico y tecnológico tiene un rango entre 76% a 100% afectando 34 viviendas y 139 personas, es por ello que la vulnerabilidad general del área de estudio es muy alta vulnerablemente.

2.1.3. Estudios a Nivel Local.

(Mayta Rojas & Mamani Maquera, 2018) Realizaron la investigación titulada, “Modelación Hidráulica de la defensa de Calana con el fin de determinar la Vulnerabilidad ante Máximas Avenidas”, desarrollado en el Departamento de Tacna en el año 2018; teniendo como objetivo, el uso del software Hec-Ras vr. 5.0.3. para modelar el flujo del agua y determinar su nivel y las zonas expuestas a una inundación. Como resultado, los autores determinaron que cuando el río está en época de avenida con caudales altos, los tramos pueden ser afectados por inundaciones; además los autores nos explican que existen otros factores que afectan al área de estudio como pendientes y características del recurso hídrico (agentes erosivos).

(Palza Pari, 2014) Realizó la investigación titulada, “Análisis Espacial y Temporal de sequías en las Cuencas Hidrográficas de la Región Tacna”, desarrollado en el Departamento de Tacna en el año 2014; teniendo como objetivo, la descripción del régimen espacial y temporal de las sequías en el área de estudio, registradas en las estaciones pluviométricas operadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Dirección Regional Sectorial de Agricultura Tacna (DRSAT) y Proyecto Especial Tacna (PET) para el período 1964-2012, distribuidas en las cuencas Sama, Locumba, Maure, Caplina y Uchusuma. La caracterización espacial y temporal de los períodos secos se estimaron usando el Índice de Precipitación Estandarizada (SPI). Asimismo, el autor procedió con el análisis de las series de precipitación en el ámbito de la zona de estudio, lográndose resultados favorables en cuanto a la homogeneidad de las series. Como resultando, el autor establece que al aumentar el periodo de sequía para el análisis el porcentaje de ocurrencias en meses va disminuyendo desde 82,52% (SPI 3 meses) hasta 61,29% (SPI 6 meses). Además, resalta que existen otros factores que influyen como la cobertura vegetal, el alta pendiente de los cauces, etc.

(Pastrana Talavera, 2011) Realizó la investigación titulada, “Valoración del Riesgo de Inundación del río Caplina – Uchusuma y percepción del Peligro de la Población del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, 2010”, desarrollado en el Departamento de Tacna en el año 2011; teniendo como objetivo, establecer el riesgo y comprender el peligro por inundación en un área de estudio que incluye a 400 pobladores. Así mismo, el autor empleó un cuestionario dirigido hacia su muestra de estudio. Como resultado, el autor nos muestra que la vulnerabilidad política e institucional, económica, física y tecnológica es de 51% a 75% (alta), la vulnerabilidad ecológica y cultural e ideológica es de 26% a 50% (media), la vulnerabilidad social y educativa es de 26% a 50% (media). Y por último, el autor nos expone que el riesgo en la zona de estudio es de 2.62 (media).

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Aspectos Geomorfológicos.

2.2.1.1. Ubicación Geográfica.

La cuenca del río Caplina está ubicada en el sur del Perú en el extremo de la provincia y región de Tacna, abarca de los distritos de Calana, Pachia, Palca, Pocollay, norte, con la cuenca del río Sama; por el este, con el río Uchusuma; por el sur, con Chile; y por el oeste con el océano pacífico. Sus puntos extremos están contenidos entre las coordenadas geográficas: 69 44' y 70 33' de longitud oeste y 17 34' y 18 08' de latitud sur. El acceso común es la carretera Panamericana Sur. También se usa la vía costanera Ilo - Tacna. El acceso hacia el interior de la cuenca es por la carretera Tacna- Tarata- Challaviento.

Con las coordenadas UTM siguientes:

8 060 000 N 328 000 E

7 970 000 N 424 000E

Con los límites siguientes:

- Por el Norte: Con la cuenca Sama
- Por el Noreste: Con la cuenca Maure
- Por el Sur: Con la república de Chile
- Por el Este: Con el río Uchusuma y la república de Bolivia
- Por el Oeste: Con el océano Pacífico

2.2.1.2. Descripción de la Cuenca.

Sus magnitudes promedios son 100 km de largo y 25 m de ancho; los lados que siguen su sentido longitudinal conciernen a una línea de cumbres decrecientes que la separan de las cuencas del río Sama por el Norte y la Quebrada de Escritos por el Sur. Sus lados menores, limitan por el Oeste con el Océano Pacífico, y al Este con la cuenca del río Uchusuma.

La cuenca del río Caplina, contiene el área de las nacientes de los ríos Sama y Uchusuma cuyos recursos son derivados a ella, tiene una extensión aproximada de 3.425 km², de la cual el 23,9 % (820 km²),

corresponde a la denominada cuenca "himbrífera" o "húmeda", llamada así por localizarse por encima de los 3.900 msnm, límite inferior fijado al área que se considera sensiblemente al escurrimiento superficial. Las nacientes del río Caplina pertenecen a la vertiente del Pacífico, movilizándose preponderantemente en dirección noreste a sudeste. El régimen del río es torrentoso y muy irregular, con evidente diferencia entre sus descargas extremas, siendo alimentados en el verano Austral por precipitaciones pluviales, período en el que se concentra el 75% de las descargas, y el resto del año por deshielo de glaciales y/o la descarga de los acuíferos de agua subterránea.

2.2.2. Aspectos Geológicos.

2.2.2.1. Geología.

La historia geológica, las geoformas resultantes, la diversidad climática actual y las modificaciones fisiográficas sufridas en el pasado geológico son como consecuencia un complicado sistema hídrico subterráneo en la cuenca del río Caplina.

Si bien los acuíferos que son utilizados actualmente se encuentran en sedimentos no consolidados, las cuencas hidrológicas que aportan a la recarga se realizan principalmente sobre afloramientos de rocas volcánicas y volcánico-sedimentarios, cuya litología y estructura influyen tanto los regímenes hídricos superficiales como la calidad química de las aguas que alimentan los acuíferos. Por otra parte, las direcciones de flujo subterráneo tienen una estrecha relación con la historia de la deposición de los sedimentos cuaternarios y su posterior reelaboración morfológica.

2.2.3. Aspectos Climáticos y Edafológicos.

2.2.3.1. Clima.

Con respecto a la climatología de la cuenca, ubicada al extremo Sur de los Andes Peruanos, presenta sucesión variada de cadenas montañosas [orientación predominante NE – SE]. De clima cálido [costa], hasta frío-húmedo [zona alta]. Sólo permite el desarrollo de pastos naturales alto - andinos. La información de los principales elementos climáticos es como sigue:

- Humedad Relativa: La Estación Calana, registra valores promedio anual de 76%, [80% entre Mayo a Octubre) y 73% Noviembre a Abril].
- Evaporación: El promedio mensual total varía de 142,7 mm (Enero) a 58,5 mm (Julio) en La Yarada, hasta 118 mm (Febrero) a 60,8 mm (Agosto) en la zona intermedia, Estación Calana [875 msnm).
- Precipitación: La media anual varía desde 10 mm [zona costera] hasta 240 mm [zona alta].
- Temperatura: La media varía de 18,3 °C [Costa] a 3,3 °C [Puna]. Las máximas extremas promedio varían entre 24 °C a 20 °C. Las mínimas extremas promedio de 0,8 °C a 14 °C.
- Horas de Sol: Como referencia, los promedios mensuales varían 7,6 hr/día (Enero) a 3,0 hr/día (Agosto) en la zona costera (Estación La Yarada), hasta 8,3 hr/día (Noviembre) a 6,3 hr/día (Enero) en la zona alta.

2.2.3.2. Suelos y Capacidad de Uso Mayor.

Con respecto a los Suelos y a la Capacidad de Uso Mayor, se describen las principales series de suelos de la cuenca:

- Tacna: (TN) con una área de 2 024 ha; Posee una reacción neutra a ligera alcalina. Textura media - fina, profundos homogéneos. Requerimientos hídricos medios. No problemas drenaje, salinidad moderada. Productividad buena.

- Magollo: (MG) con una área de 1 355 ha; Posee una reacción ligeramente ácida – alcalina. No problemas drenaje, salinidad moderada. Propios cultivos de Olivo.
- La Yarada: (YA) con una área de 2 098 ha; Posee una reacción alcalina ligera a moderada. Capas alternas de arena fina. No presentan problemas de drenaje. Para cultivo de Olivo.
- La Pampa: (LP) con un área de 828 ha; Posee una reacción neutra – moderada alcalina. Textura modera gruesa. Salinidad moderada – excesiva. Productividad buena. Sin problemas de drenaje. Para alfalfa.
- Tierras Misceláneas: (TM) con un área de 665 ha; Posee tierras con exceso de piedras, erosionados por cárcavas. Con problemas de micro relieves de naturaleza fragmental.

Más de 500 ha están comprendidas en Otros suelos además de las series: Calana [286 ha], Pachía [381 ha], Calientes [165 ha], Cerro Blanco [362 ha], Los Palos [454 ha], Sauce de Río [335 ha].

2.2.3.3. Cobertura Vegetal y Uso Actual de Tierras.

El cuanto a la cobertura vegetal la mayor parte de esta cuenca está cubierta en un 65% por planicies costeras y estribaciones andinas sin vegetación (Plea-sv); 20% de matorrales (Ma); 6% de pajonal/césped de puna (PJ/Cp); 4% de cultivos agropecuarios (Cuap); 2% de poblados (Pob); sumando aproximadamente 3% están cubiertos por las formaciones herbazal de tundra (Ht), tierras alto andinas sin vegetación (Al-sv) y nevados (Nv).

Respecto al uso actual de la tierra según la información que registra el PET alcanza un total de 10 240 ha. Información que difiere con la registrada por la ATDR del año 2000, que alcanza a 10 622 [Padrón de Usuarios] cuya el área explotada con riego es de 10 622 ha. Las superficies parciales con los principales cultivos totalizan: Olivo 3 739 ha (35%), pan llevar 1 427 ha (13%), maíz 1 239 ha (12%) y alfalfa 1 204 (11%), entre otros.

2.2.4. Aspectos Socio Económicos.

2.2.4.1. Población.

Dos fenómenos han caracterizado la evolución poblacional de la cuenca de gestión Tacna en las últimas décadas. Primero, la reunión de la población en las zonas urbanas. Segundo, la reunión de la población en la provincia de Tacna. La ciudad de Tacna compone una mayor tasa de crecimiento poblacional del país, principalmente por los altos índices migratorios. Que proviene del departamento de Puno que en porcentajes es de 60%. En total de otros departamentos representan el 86% de migrantes. La mayor población y densidad poblacional está concentrada en la provincia de Tacna, se detalla a continuación:

- Tacna: Posee una Población de 235 820 hab., con una superficie de 8 066,11 km², además de una densidad poblacional de 29,24 hab./km².
- Tarata: Posee una Población de 10 667 hab., con una superficie de 2 819,96 km², además de una densidad poblacional de 3,78 hab./km².
- Jorge Basadre: Posee una Población de 3 041 hab., con una superficie de 2 928,56 km², además de una densidad poblacional de 1,04 hab./km².
- Candarave: Posee una Población de 23 219 hab., con una superficie de 2 261,10 km², además de una densidad poblacional de 10,27 hab./km².

2.2.4.2. Actividades Económicas.

a) Agricultura: Dentro de estas actividades, los cultivos predominantes podemos encontrar la alfalfa y el maíz chala. El régimen de propiedad se determina de acuerdo a su conducta individual. El nivel tecnológico se da entre medio y alto. En todos los cultivos se utiliza control fitosanitario y fertilización. Los factores que supeditan la cédula de cultivos, son: factores edáficos y ecológicos; condicionamiento hídrico y consumo humano. Además la mayoría de los frutales se emplea artesanalmente en las agroindustrias. Los

cultivos fundamentales que presenta la Cuenca Caplina, son los siguientes:

- Alfalfa: Posee una superficie de 2 692 ha., un rendimiento de 39,04 t/ha., una producción de 105 090 t., el precio chacra de 150 S./t, y un valor bruto de 15 763 500 S/.
- Olivo: Posee una superficie de 2 864 ha., un rendimiento de 5,84 t/ha., una producción de 16 730 t. el precio chacra de 1 570 S./t, y un valor bruto de 26 266 100 S/.
- Vid: Posee una superficie de 401 ha., un rendimiento de 11,77 t/ha., una producción de 4 718 t. el precio chacra de 1 510 S./t, y un valor bruto de 7 124 180 S/.
- Maíz Amarillo Duro: Posee una superficie de 708 ha., un rendimiento de 3,56 t/ha., una producción de 2 517 t. el precio chacra de 750 S./t, y un valor bruto de 1 887 750 S/.
- Maíz Amilaceo: Posee una superficie de 514 ha., un rendimiento de 2,62 t/ha., una producción de 1 346 t. el precio chacra de 1 880 S./t, y un valor bruto de 2 530 480 S/.
- Ají: Posee una superficie de 754 ha., un rendimiento de 8,38 t/ha., una producción de 6 320 t. el precio chacra de 890 S./t, y un valor bruto de 5 624 800 S/.
- Maíz Chala: Posee una superficie de 3 456 ha., un rendimiento de 44,59 t/ha., una producción de 154 089 t. el precio chacra de 100 S./t, y un valor bruto de 15 408 900 S/.

b) Ganadería: La productividad pecuaria de la Cuenca Caplina se enlaza con la crianza de ganado porcino, caprino, ovino, alpacas, llamas, vacuno, cuyes y aves. En donde resaltan los vacunos por la leche; los ovinos y aves con más influencia económica, Sigue en importancia; los porcinos y los camélidos sudamericanos después de los ya mencionados en influencia económica. Las restricciones para el desarrollo de la actividad pecuaria son parecidas que las de la actividad agrícola. Sin embargo, se viene mejorando los elementos genéticos, sanitarios y alimenticios. Tal como sucede con la producción agrícola, la concentración de la producción pecuaria

está en la provincia de Tacna, en términos de producción para el mercado, los incrementos más significativos están en la producción de aves, huevos y vacunos para carne, lo que se explicaría por el incremento de la demanda de la región.

- c) **Industria:** Analizando las pequeñas y medianas industrias existentes en la cuenca Caplina, se deduce que del total de establecimientos, solamente el 2,7% corresponde a la industria manufacturera. La producción agroindustrial en el ámbito estudiado es aún incipiente. Está orientada básicamente al procesamiento de aceituna en salmuera, aceite de oliva con la producción proveniente de la irrigación La Yarada, donde se localizan 2 000 ha de olivares. Se registra un avance de la tecnología en la elaboración de productos lácteos (yogurt, quesos fundidos, mantequilla, entre otros). De igual manera, se efectúa la elaboración artesanal de vino con la producción de uvas del valle “viejo de Tacna” y la irrigación Magollo. Igualmente macerados de frutas. El procesamiento de orégano y de la aceituna en salmuera, establecen los más importantes productos de exportación.
- d) **Minería:** En el rubro de la minería en nuestra Región se explota el mineral de cobre principalmente, además de oro, plata, molibdeno, etc. en menor cantidad. Es por ello que el área de estudio en este caso la Cuenca Caplina, no se ve afectado directamente por el rubro minero.

2.2.4.3. Servicios Básicos.

- a) **Transporte y Comunicaciones:** Tacna representa el 2,6% de la red vial nacional. Las principales vías son la carretera Panamericana Sur y la Costanera. Además, otras carreteras vinculan las provincias de la región. El no asfaltado completo de las carreteras limita la integración de los poblados y ciudades entre si e obstruye la interconexión de los mercados potenciales con los países vecinos como sur de Brasil, Bolivia y norte de Argentina. En el aspecto

ferroviario la vía Tacna – Arica es la más antigua del Perú (1846). El aeropuerto internacional Carlos Ciriani cuenta con una pista de aterrizaje de 2,5 kilómetros por 45 de ancho. En cuanto al sistema portuario, sólo existen caletas, pero el extenso litoral de la región ofrece inmejorables condiciones para el transporte marítimo.

b) Agua Potable y Alcantarillado: La EPS Tacna S.A. utiliza para el consumo humano fuentes de agua superficial y subterránea. La primera mediante el agua de trasvase de la cuenca Maure que discurre por el canal Uchusuma, fuente principal que trasvasa las aguas desde la cuencas alto andinas con un caudal de 1 000 l/s. En la localidad de Ayro se incrementa el caudal en 700 l/s mediante la utilización de 9 pozos profundos. Del volumen total derivado se utiliza el 50% para el uso poblacional y agrícola. Se ha estimado que en la ciudad de Tacna existe una pérdida de agua potable del 36%. La cobertura del servicio de alcantarillado que administra la EPS TACNA S.A. elimina los desagües por gravedad, siendo adecuadamente tratadas las aguas servidas en un 60% en la ciudad de Tacna, la Yarada. En las otras localidades de la cuenca no cuentan con ningún sistema de tratamiento.

Es decir la Cuenca Caplina no se ve afectada directamente por el agua potable y alcantarillado de los centros poblados y zonas urbanas que se encuentran dentro del área de estudio.

c) Energía Eléctrica: La Empresa de Generación Eléctrica del Sur S.A. [Egesur] se encarga de producir energía eléctrica en la región mediante las centrales Arico I y II y las centrales térmicas de Calana y Para en Tacna y Moquegua. Actualmente cuenta con una capacidad de generación de 102 MW. La empresa Electrosur asume la distribución y comercialización de la energía que compra a Electrosur, con centrales de distribución ubicadas en los sistemas eléctricos aislados de la región Moquegua. Por otra parte, la región está integrada al sistema interconectado nacional.

2.2.5. Aspectos Meteorológicos.

2.2.5.1. Hidrometeorología.

En relación al clima y precipitación específicamente la cuenca cuenta con 09 estaciones entre pluviométricas y climatológicas, y la ciudad de Tacna cuenta con 41 estaciones pluviométricas y climatológicas con registros mensuales. Los parámetros medidos son velocidad del viento media mensual, evaporación mensual, temperatura mínima, media y máxima mensual, Precipitación mensual, Heliofania media mensual, y Humedad Relativa mínima, media y máxima mensual. La red de estaciones hidrometeorológicas se presentan a continuación:

Tabla 1.

Estaciones Meteorológicas

Código de Estación	Nombre de Estación	Tipo de Estación	Ubicación Hidrográfica Cuenca
158338	Calana	Climatológica Ordinaria	Caplina
158353	La Yarada	Climatológica Ordinaria	Caplina
159101	Magollo	Pluviométrica	Caplina
158319	Calientes	Pluviométrica	Caplina
158321	Palca	Pluviométrica	Caplina
158355	Toquela	Pluviométrica	Caplina
159102	Lluta	Pluviométrica	Caplina
158354	Tacna	Climatológica Ordinaria	Caplina
158339	Jorge Basadre	Meteorológica Agrícola principal	Caplina

Fuente: SENAMHI.

2.3. Definición de Términos.

Para poder entender mejor los términos, a continuación, detallamos definiciones teóricas:

2.3.1. Vulnerabilidad.

Resistencia y/o exposición de uno o varios elementos frente a la frecuencia de un peligro. La vulnerabilidad puede ser cultural, física, económica, institucional, cultural y otros (INDECI, 2014).

2.3.2. Riesgo.

Valoración de daños probables a las propiedades, economía y pérdidas de vidas en un determinado tiempo y área establecida, frente a un evento ajeno. Se evalúa en relación al peligro y vulnerabilidad (INDECI, 2014).

2.3.3. Peligro.

Es la probabilidad de que un fenómeno antrópico o natural sea potencialmente dañino y se presente en una área determinada con una intensidad, tiempo y frecuencia específica definida (CENEPRED, 2014).

2.3.4. Cambio Climático.

Es un cambio en el clima que incluye la alteración de la atmósfera global atribuido a la acción humana directa o indirecta; además es desarrollada a lo largo de los años a partir de la variabilidad natural del clima en tiempos vigilados y comparables (IPCC, 2014).

2.3.5. Cuenca Hidrográfica.

Es un área determinada y establecida por un río. Esta posee características naturales hidrológicas, geofísicas y límites definidos. Todas estas características ayudan al aprovechamiento y planificación del recurso. Asimismo, las cuencas permiten la identificación de los efectos negativos asociados al comportamiento humano, es decir, evidencia los diferentes tipos de contaminación en la calidad del agua (IPROGA, 1996).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Diseño de la investigación.

3.1.1. Tipo de Investigación.

La presente investigación por su finalidad es Descriptiva, ya que permitirá analizar y evaluar el por qué ocurre un fenómeno y en qué índole. En este caso se permitirá explicar, comprender e interpretar por qué y en qué índole la Cuenca Hidrográfica del río Caplina es vulnerable de riesgos por el cambio climático.

3.1.2. Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación es aprehensivo debido a que se analizará y comparará el comportamiento de la Cuenca Caplina mediante la vulnerabilidad de riesgo a lo largo de los años.

3.2. Población y/o muestra de estudio.

Se requiere analizar parámetros ambientales.

3.3. Operacionalización de variables.

Cuadro 1

Operacionalización de la variable Independiente.			
Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores
Cambio Climático	Alteración en el estado del clima que se puede comprobar a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus características, que perdura durante un período prolongado. Este puede ser a procesos naturales o a antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo.	Factores Hidrometeorológicos.	Precipitación, Pendiente, Radiación Solar, Humedad Relativa, Temperatura.
		Factores Físicos	Geomorfológicos, Fisiográficos, Geológicos, Suelos, Cobertura Vegetal.

Cuadro 2

Operacionalización de la variable Dependiente.			
Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicadores
Vulnerabilidad de Riesgo	Etapa en la que se analiza la exposición, fragilidad y la resiliencia de una determinada área en relación a la peligrosidad establecida, se evalúa la vulnerabilidad física, social o ambiental y se modela un mapa con sus características.	Peligro	Nivel de Peligrosidad
		Vulnerabilidad	Análisis de Vulnerabilidad

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

- Software de Sistema de Información Geográfica (SIG).

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para la elaboración de la vulnerabilidad de la cuenca de estudio se utilizó como guía el “Procedimiento Técnico y Metodológico para la Elaboración del Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático” establecido en la Resolución Ministerial N° 008-2016-MINAM (ver anexo 2) (MINAM, 2016). A continuación se presentarán un resumen de los puntos utilizados:

3.5.1. Caracterización del entorno geográfico inmediato.

3.5.1.1. *Sistematización de la información contextual que permita establecer la brecha de información faltante.*

Se revisa y recolecta la información generada en estudio de modelos de peligros, medios físicos, peligro, vulnerabilidad, riesgos de desastres.

3.5.1.2. *Análisis de la problemática del área de estudio y sus ámbitos de influencia.*

Se identifica los usos del suelo y las áreas geográficas del área de estudio. Luego, se analiza la información ya mencionada para poder identificar la problemática en relación al peligro con frecuencia en el área de estudio. Finalmente, se describen mediante una tabla la problemática del área de estudio que incluye la ocupación del suelo, niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

3.5.1.3. Análisis de los componentes y condiciones físicas del territorio.

Se identifica y completa a través de una tabla las condiciones del medio físico relacionadas a la información anterior, teniendo en cuenta las unidades fisiográficas, hidrográficas, geológicas, relieve y tipos de suelos.

3.5.1.4. Caracterización social, económica y ambiental del ámbito de estudio y sus espacios de influencia.

Se analizan los aspectos físicos, urbanos, biofísicos, hidrológicos, usos del suelo, vías, etc.

3.5.2. Caracterización física, biológica y climática del Territorio.**3.5.2.1. Caracterización del medio físico, biológico y climático del ámbito de estudio.**

Se modela en forma de mapas mediante el software utilizado las distintas condiciones que se encuentran en nuestra área de estudio, como geomorfológicas, geológicas, fisiográficas, uso de suelos y cobertura vegetal. Además, se modelará un mapa de clima y una tabla de condiciones climáticas.

3.5.2.2. Análisis integrado de las condiciones del medio físico, biológico y climático, que consiste en el análisis univariable y multivariable de la información identificada en el paso anterior.

Se evalúa los mapas ya desarrollados con el software establecidos anteriormente, tomando en cuenta los impactos antrópicos y naturales, así como la resistencia y capacidad de respuesta del área de estudio. Asimismo, se tiene que considerar los criterios descritos en la siguiente tabla:

Tabla 2.*Crterios de Valoración*

Unidades	Nivel
Geología- Litología	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy alto
Geomorfología	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto
Pendiente	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto
Clima	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto
Vegetación	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto
Fisiografía	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto
Suelos	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto

Fuente: Resolución Ministerial N°008-2016-MINAM.

También, se elaborará una tabla con las distintas temáticas respetando la susceptibilidad bajo, moderado, alto y muy alto. Estas son geología, geomorfología, pendiente, clima, vegetación, fisiografía y suelos.

3.5.2.3. Análisis Multivariable de las variables físicas, biológicas y climáticas, con la finalidad de obtener el índice de susceptibilidad.

Se determina el grado de las variables para hallar la susceptibilidad del área de estudio, para ello se interpretan e interpolan las unidades geológicas con fisiográficas, geomorfológicas con suelo y vegetación con precipitación. Asimismo, se diferencian los datos hallados para posteriormente utilizar una fórmula matemática detallada en el Grafico 1.

Gráfico 1

Fórmula Matemática para la determinación de la Susceptibilidad Física

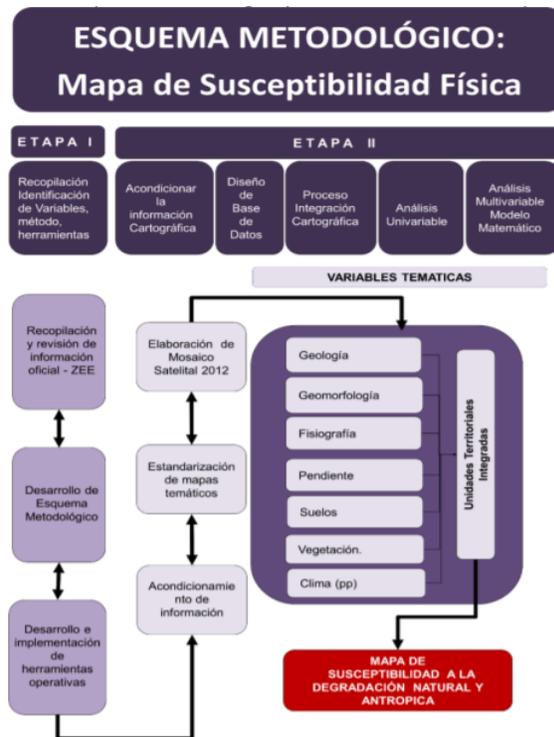
CARTOGRAFIA	MAPA (variable)	PONDERACION
	Geología (GE)	20
	Geomorfología (Ge)	20
	Fisiografía (FI)	10
	Pendiente (Pe)	20
	Suelos (Su)	10
	Vegetación (Ve)	10
	Clima (Pp)	10

$$Sus = \sqrt[10]{(GE)^2 * (Ge)^2 * (Pe)^2 * (FI) * (Su) * (Ve) * (Pp)}$$

Fuente: Mapa de Vulnerabilidad del Perú. MINAM 2012

Gráfico 2

Esquema Metodológico del mapa de Susceptibilidad Física del territorio



Elaboración: Dirección General de Ordenamiento Territorial Ministerio del Ambiente 2012.

3.5.2.4. Elaborar el mapa de susceptibilidad física.

Se elabora el mapa de Susceptibilidad según el Gráfico 2, recordar que se debe usar los niveles susceptibles (bajo, moderado, alto y muy alto).

3.5.3. Caracterización del sistema urbano, el ámbito Rural, los usos del territorio y las líneas vitales.**3.5.3.1. Caracterización general de las condiciones de uso y ocupación del sistema territorial.**

Se deberá modelar y explicar sus características en un mapa exponiendo el sistema urbano y rural, el uso actual de suelos, centros poblados y vías.

3.5.4. Análisis y Evaluación de Peligros.**3.5.4.1. Identificar los peligros de tipo físico y antrópico, con probabilidad y/o ocurrencia en el ámbito de análisis, en base a la clasificación de peligros del Centro Nacional de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED.**

Se identifica los peligros existentes en el área de estudio mediante la clasificación de peligros establecido por el CENEPRED.

3.5.4.2. Caracterización del peligro existente.

Se modela y desarrolla un mapa mostrando los distintos peligros encontrados anteriormente.

3.5.4.3. Análisis y Evaluación de Peligros asociados a Cambio Climático.

Se identifica los peligros asociados al cambio climático en el área de estudio (Ver Tabla 3), y se pasa a mapear dichos peligros priorizando las sequias, inundaciones, erosión hídrica, desglaciación y aumento de temperatura (mar).

Tabla 3.*Peligros Asociados al Cambio Climático*

Peligros Asociados	Peligro Actual	Peligro Futuro
Descenso de T* (helada)	Registro de temperaturas mínimas históricas	Registro de temperaturas mínimas futuras (escenario climático)
Sequias	Registro de precipitación histórica	Registro de precipitación futura (escenario climático)
Inundaciones	Registro de precipitación histórica	Registro de precipitación futura (escenario climático)
Desglaciación	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 T* del mar (TSM)	Registro de TSM máxima	Registro de TSM máxima futura

Fuente: Guía para la elaboración de Estrategias Regionales frente al Cambio Climático.

3.5.5. Análisis y Evaluación de Vulnerabilidad.

3.5.5.1. *Identificación, caracterización y mapeo de los elementos sociales, económicos y ambientales expuestos.*

Se deberá mapear las vulnerabilidades asociadas a los elementos sociales, económicos y vulnerables.

3.5.5.2. *Determinación de elementos no expuestos y vulnerables.*

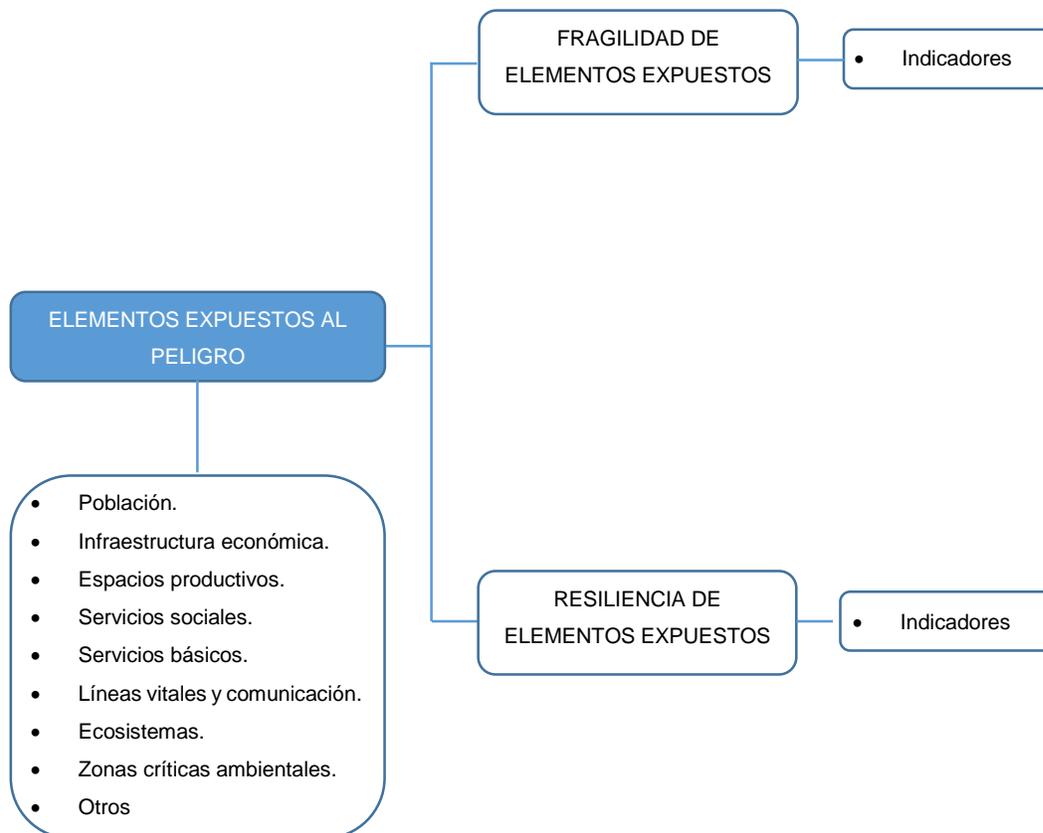
Se analizarán los peligros identificados en relación a la exposición que tiene cada uno.

3.5.5.3. *Análisis y evaluación de los factores de la vulnerabilidad.*

Se identificarán de acuerdo al elemento analizado anteriormente, la fragilidad y resiliencia representadas mediante el Grafico 3.

Gráfico 3

Esquema para el Análisis de la Vulnerabilidad



Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM

3.5.5.4. Determinación de los niveles de vulnerabilidad.

Se determinará los valores de vulnerabilidad en función de la exposición, fragilidad y resiliencia ya establecidos bajo, moderado, alto y muy alto.

3.5.5.5. Mapeo de la vulnerabilidad según niveles.

Se deberá mapear los valores de vulnerabilidad mediante el software a utilizar, por cada elemento económico, social y ambiental.

3.5.5.6. Análisis y evaluación de la vulnerabilidad en cambio climático.

Se deberá recaudar información para el análisis de vulnerabilidad ya mapeado anteriormente. Luego, se pasará a identificar los peligros que afectan al área de estudio (Ver Tabla N 6).

Tabla 4.*Evaluación Sectorial de la Vulnerabilidad ante Peligros Asociados al Cambio Climático*

Temas Priorizados	Sequias	Heladas	Inundaciones	Desglaciación	Erosión Hídrica	TSM
Ecosistemas y diversidad	X	X	X	X	X	X
Recursos hídricos y cuencas	X		X	X	X	
Actividades Económicas	X	X	X	X	X	X
Salud		X	X			
Educación			X			
Ciudades, Vivienda y Saneamiento			X		X	
Infraestructura Económica			X		X	

Fuente: Resolución Ministerial N°008-2016-MINAM.

Asimismo, se pasará a evaluar la vulnerabilidad por cambio climático, según los sectores priorizados en tu área de estudio, como por ejemplo, ecosistemas, diversidad biológica, salud, actividades económicas, vivienda, saneamiento, cuencas hidrográficas, educación e infraestructuras. Finalmente, ya identificado tu sector priorizado, se pasara a identificar la exposición, sensibilidad (fragilidad) y capacidad adaptativa (resiliencia).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis de las Características del Entorno Geográfico.

a) Ubicación.

La cuenca Hidrográfica del Río Caplina, se encuentra ubicada en el sur del Perú en el extremo de la provincia y región de Tacna, abarca los distritos de Palca, Pachía, Tacna, Pocollay, Calana, Alto de la Alianza, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Estique y Ciudad Nueva. En cuanto a sus delimitaciones al norte, con la cuenca del río sama; por el nor este, con la cuenca del río maure; por el sur, con Chile; por el este, con el río Uchusuma y por el oeste con el océano pacífico. Sus puntos extremos están comprendidos entre las coordenadas geográficas: 69 44' y 70 33' de longitud oeste y 17 34' y 18 08' de latitud sur.

Hidrográficamente el río posee un régimen muy irregular, aumentando en el verano mediante precipitaciones pluviales en donde crece un 75% y el resto del año por desglaciación y/o descarga de agua subterránea.

Tabla 5.

Delimitación de la Cuenca

Por el Norte	Cuenca del Río Sama
Por el Noreste	Cuenca del Río Maure
Por el Sur	País de Chile
Por el Este	Cuenca del Río Uchusuma
Por el Oeste	Océano Pacífico

Fuente: Gobierno Regional de Tacna (GRT).

b) Aspectos Físicos Generales

La Cuenca Hidrográfica del río Caplina, es atravesado por el norte-este por la cordillera de los antes, cuyo brazo occidental sirve de nacimiento para la Cuenca “Cordillera del Barroso”. Asimismo, este terreno tiene elevaciones entre los 140 y 4100 m.s.n.m.

Además, los perfiles que se elaborarán durante el desarrollo del trabajo de investigación darán evidencia de la diferencia de elevaciones del territorio a lo largo de la Cuenca.

Asimismo, las capitales distritales de la Cuenca se encuentran distribuidas a lo largo de la misma. Se nombrarán a continuación:

Tabla 6.

Distritos de la Cuenca

	Tacna
	Calana
	Pachia
	Palca
Cuenca Hidrográfica	Estique
del Río Caplina	Ciudad Nueva
	Pocollay
	Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa
	Alto de la Alianza

Fuente: Gobierno Regional de Tacna (GRT).

c) Aspectos Hidrológicos

La cuenca del río Caplina, hidrográficamente se encuentra delimitada en 5 sub-cuencas principales; 2 de ellas conforman el cauce principal: Sub-Cuenca Media 1 que se encuentra desde el Río Piscullane al Río Caplina hasta la Estación Calientes, Sub-Cuenca Media 2 que se encuentra desde de la Estación Calientes hasta el Océano Pacífico, y 3 de las cuales son Sub-Cuencas tributarias quebrada Piscullane, Quebrada Palca, Quebrada Cotañane.

El área que abarca nuestra área de estudio desde su nacimiento hasta el océano pacífico es de 1095.75km² con un perímetro de 254.81km. Asimismo, el área que produce su cauce desde su nacimiento hasta la estación caliente es de 536.17km² y el área que representa el área de estudio en sus nacientes pasado los 3900msnm es de 270.43km².

Tabla 7.*Sub Cuencas Principales*

Sub Cuencas Tributarias	Quebrada Cotañane
	Quebrada Piscullane
	Quebrada Palca
Cauce Principal	Sub-Cuenca Media 1
	Sub-Cuenca Media 2

Fuente: Proyecto Especial Tacna (PET).

d) Aspectos Biofísicos

Según la clasificación de las zonas de vida, en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina predomina la zona de Desierto Desechado – Templado Cálido (4396.14294 km²); Desierto Superarido - Templado Cálido (3471.37639 km²); Desierto Árido - Montano Templado Cálido (1238.538565 km²); Tundra Muy Húmedo - Alpino Subtropical (1007.294411 km²); Desierto Perarido - Templado Cálido (773.631872 km²); Matorral Desértico - Montano Templado Cálido (624.553669 km²); Matorral Desértico - Subalpino Templado Cálido (466.389293 km²); Desierto Semiárido - Subalpino Templado Cálido (349.614312 km²); Nival Subtropical (148.987711 km²); Tundra Húmeda - Alpino Templado Cálido (118.387632 km²); Nival Subtropical (8.07211 km²). Como se puede apreciar en la siguiente Tabla.

Tabla 8.*Zonas de Vida de la Cuenca*

Desierto Desechado – Templado Cálido	4396.14294 km ²
Desierto Superarido - Templado Cálido	3471.37639 km ²
Desierto Árido - Montano Templado Cálido	1238.538565 km ²
Tundra Muy Húmedo - Alpino Subtropical	1007.294411 km ²
Desierto Perarido - Templado Cálido	773.631872 km ²
Matorral Desértico - Montano Templado Cálido	624.553669 km ²
Matorral Desértico - Subalpino Templado Cálido	466.389293 km ²
Desierto Semiárido - Subalpino Templado Cálido	349.614312 km ²
Nival Subtropical	148.987711 km ²
Tundra Húmeda - Alpino Templado Cálido	118.387632 km ²
Nival Subtropical	8.07211 km ²

Fuente: Gobierno Regional de Tacna (GRT).

e) Clima

El Clima de la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina varía a lo largo de la misma, el de mayor representatividad es el Árido y Templado con Estaciones Secas en la región Costa Alta (3905.554478 km²); seguido de Árido y Semicálido con Estaciones Secas en la región de Costa (3342.338762 km²); Subhúmedo y Semifrío con Otoño, Invierno y Primavera Secos en la región del Altiplano (2930.294618 km²); Árido y Frío con Estaciones Secas en la región de Valles Altos (2889.801596 km²); Árido y Semifrío con Estaciones Secas en la región de Valles Intermedios (1608.416829 km²); Subhúmedo y Frío con Otoño, Invierno y Primavera Secos en la región de Cordillera (749.034142 km²).

Tabla 9.

Climas en la Cuenca

Árido y Templado con Estaciones Secas	3905.554478 km ²
Árido y Semicálido con Estaciones Secas	3342.338762 km ²
Subhúmedo y Semifrío con Otoño, Invierno y Primavera Secos	2930.294618 km ²
Árido y Frío con Estaciones Secas	2889.801596 km ²
Árido y Semifrío con Estaciones Seca	1608.416829 km ²
Subhúmedo y Frío con Otoño, Invierno y Primavera Secos	749.034142 km ²

Fuente: Gobierno Regional de Tacna (GRT).

f) Usos del Suelo

La Cuenca Hidrográfica del Río Caplina presenta diversos usos y coberturas de suelos, de los cuales destaca por su amplia representatividad las Tierras Sin Uso y/o Improductivos con un total de 7435.1504 km² equivalente al 65% del área de estudio. Los detalles se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 10.

Usos del Suelo de la Cuenca

Tierras Sin Uso y/o Improductivos	7435.1504 km ²
Praderas No Mejoradas	3560.5683 km ²
Árboles Frutales y Cultivos Permanentes	189.6506 km ²
Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas	185.0721 km ²
Tierras Boscosas	30.2203 km ²
Cultivos Anuales - Polianuales (Extensivos)	12.9961 km ²
Pantanos y Ciénagas	2.8889 km ²

Fuente: Gobierno Regional de Tacna (GRT).

g) Sistemas Urbanos Macro-Regionales

La Cuenca Hidrográfica del Río Caplina se encuentra en el Departamento de Tacna, en donde está comprendido dentro del Sistema Urbano Macro-Regional Sur, representado por una interrelación directa con los departamentos de Arequipa, Apurímac, Cusco, Madre de Dios, Moquegua y Puno.

En este sistema, se destaca que la migración hacia el departamento de Tacna proviene del departamento de Puno. Asimismo, el Sistema Urbano Regional de Tacna tiene a la ciudad de Tacna como centro dinamizador principal en donde destacan los distritos de Tacna, Ciudad Nueva y Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.

En cuanto al proceso de urbanización, en Tacna existe un gran desequilibrio por la propia ruralidad del departamento, que debe tomarse en cuenta para la gestión del territorio.

h) Sistemas de articulación Macro-Regional

La Cuenca Hidrográfica del Río Caplina tiene una extensión territorial de 300228.5401 km² y un total de longitud de Vial de 1, 242,680.388434 km; asimismo, de las vías existentes el 35% son vías asfaltadas, el 15% son vías afirmadas, el 3% son vías ferroviarias y el 45% son vías herradura, de lo cual se aprecia que existe un déficit grande en el sistema de articulación vial de nuestra área de estudio.

Tabla 11.

Vías en la Cuenca

Herradura	568576.385167 km ²
Asfaltado	446906.061279 km ²
Afirmado	186514.769266 km ²
Ferrocarril	40683.172722 km ²

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

4.1.1. Análisis de la problemática del área de estudio y sus ámbitos de influencia.

En la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina como ya se explicó anteriormente presenta diversos usos y coberturas en el suelo, es por ello que identificar la problemática en los diferentes usos es de valor fundamental para relacionar los peligros y los niveles de riesgo de desastres.

En la Cuenca Alta – Media el uso del suelo predominante es de Árboles Frutales y Cultivos Permanentes, Praderas No Mejoradas, Pantanos y Ciénagas, Cultivos Anuales - PoliAnuales (Extensivos) y Tierras Sin Uso y/o Improductivas siendo el área con mayor Problemática Identificada ya que contiene un 75% de todos los usos de suelo de la Cuenca; en la Cuenca Media – Baja encontramos Tierras Sin Uso y/o Improductivas, Praderas No Mejoradas y Árboles Frutales y Cultivos Permanentes; en la Cuenca Alta – Baja encontramos Anuales - PoliAnuales (Extensivos) y Árboles Frutales y Cultivos Permanentes; en la Cuenca Alta encontramos Tierras Sin Uso y/o Improductivas y Praderas No Mejoradas, todos estos con un 25% del uso del suelos respectivamente. Se detallara a continuación los diferentes Problemas Identificados.

Tabla 12.*Problemática del Área de Estudio.*

Problemas Identificados	Localización Referencial	Usos del Suelo Predominante	Peligros Identificados	Elementos Vulnerables	Sectores Críticos Referenciales
Exceso de Lluvias	Cuenca Alta y Cuenca Media	Árboles Frutales y Cultivos Permanentes, Praderas No Mejoradas, Pantanos y Ciénagas y Cultivos Anuales - PoliAnuales (Extensivos).	Inundación Fluvial, Flujos de Lodo y Desprendimiento.	Población, Sistemas Productivos, Flora, Fauna y Agua.	Económico, Social y Ambiental.
Deforestación	Cuenca Alta y Cuenca Media.	Tierras Sin Uso y/o Improductivas, Praderas No Mejoradas y Árboles Frutales y Cultivos Permanentes. Pantanos y Ciénagas, Cultivos Anuales - PoliAnuales (Extensivos) y Árboles Frutales y Cultivos Permanentes.	Erosión de Laderas, Inundación Fluvial y Flujos de Lodo.	Población, Sistemas Productivos, Flora, Fauna y Agua.	Económico, Ambiental.
Sismos	Cuenca Alta y Cuenca Baja.	Árboles Frutales y Cultivos Permanentes.	Desprendimiento y Tsunami.	Población, Sistemas Productivos, Flora, Fauna y Agua.	Social y Ambiental.
Déficit de Agua	Cuenca Media y Baja.	Tierras Sin Uso y/o Improductivas, Praderas No Mejoradas y Árboles Frutales y Cultivos Permanentes.	Sequía.	Población, Sistemas Productivos, Flora, Fauna y Agua.	Económico, Social y Ambiental.
Descenso de Temperatura	Cuenca Alta.	Tierras Sin Uso y/o Improductivas y Praderas No Mejoradas.	Helada.	Población, Sistemas Productivos, Flora, Fauna y Agua.	Económico, Social y Ambiental.
Movimientos de Masa	Cuenca Alta y Cuenca Media.	Pantanos y Ciénagas, Cultivos Anuales - PoliAnuales (Extensivos) y Praderas No Mejoradas.	Desprendimiento y Flujos de Lodo.	Población, Sistemas Productivos, Flora, Fauna y Agua.	Social y Ambiental.

Fuente: Resolución Ministerial N°008-2016-MINAM.

4.1.2. Análisis de los Componentes y Condiciones Físicas del Territorio.

La Cuenca Hidrográfica del Río Caplina presenta componentes y condiciones físicas del territorio que servirán para la identificación de variables e indicadores; como es el caso de las Unidades Hidrográficas representados por el área de estudio la Cuenca Caplina; las Unidades Fisiográficas representadas por Terraza, Llanuras Aluviales, Lomada, Colinas Bajas Disectadas, Piedemonte, Laderas de Montaña Terraceada, Cono de Deyección, Escarpes, Montaña de Material Volcánico, Montaña de Material Metamórfico, Colinas Altas Disectadas, Montaña de Material Sedimentario, Montaña Glaciar, Superficies Hidromórficas, Talud, Playa Marina, Valle Estrecho, Valle Fluvial Estrecho, Valle Fluvial Estrecho; las Unidades Geológicas representadas por Rocas Intrusivas, Rocas Metamórficas, Rocas Sedimentarias y Rocas Volcánicas; el Relieve representado por Plano a Ligeramente Inclinado (0° a 4°), Moderadamente inclinado (4° a 8°), Fuertemente Inclinado (8° a 15°), Moderadamente empinado (15° a 25°), Empinado (25° a 50°), Muy Empinado (50° a 75°), Extremadamente empinado ($< 75^{\circ}$); y los Tipos de Suelos representados por Tierras Boscosas, Árboles Frutales y Cultivos Permanentes, Cultivos Anuales - PoliAnuales (Extensivos), Pantanos y Ciénagas, Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas, Praderas No Mejoradas, Tierras Sin Uso y/o Improductivos. Se detallará a continuación.

Tabla 13.

Condiciones del Medio Físico

Unidades Hidrográficas	Unidades Fisiográficas	Unidades Geológicas	Relieve (%)	Tipo de Suelos
Cuenca Hidrográfica del Río Caplina.	Abanico Aluvial.	Sedimentarias.	0 – 15	Praderas No Mejoradas; Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas; Árboles Frutales y Cultivos Permanentes.
	Cantera.	Sedimentarias.	2 – 4	Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas.
	Colinas Altas con Laderas Disectadas.	Sedimentarias, Intrusivas y Volcánica.	25 - 50	Praderas No Mejoradas; Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas.
	Colinas Altas con Laderas Fuertemente Disectadas.	Sedimentarias y Volcánicas Intrusivas.	50 - 75	Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Praderas No Mejoradas.
	Colinas Altas con Laderas Ligeramente Disectadas.	Sedimentarias y Volcánicas.	15 -25	Tierras Sin Uso y/o Improductivos.
	Colinas Bajas con Laderas Disectadas.	Sedimentarias.	2 - 4	Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Praderas No Mejoradas.
	Colinas Bajas con Laderas Fuertemente Disectadas.	Sedimentarias.	8 - 15	Tierras Sin Uso y/o Improductivos.
	Colinas Bajas con Laderas Ligeramente Disectadas.	Sedimentarias.	4 - 8	Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Praderas No Mejoradas.
	Cono de Deyección.	Sedimentarias e Intrusivas.	10 - 25	Tierras Sin Uso y/o Improductivos.

Cuenca Hidrográfica del Río Caplina.	Escarpes.	Metamórficas, Sedimentarias, Intrusivas y Volcánica.	25 - 75	Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Praderas No Mejoradas.
	Laderas de Montaña Terraceada.	Metamórficas, Sedimentarias, Intrusivas y Volcánica.	25 - 75	Cultivos Anuales - PoliAnuales (Extensivos); Tierras Sin Uso y/o Improductivos.
	Llanura Aluvial Ondulado.	Sedimentarias.	2 - 4	Praderas No Mejoradas; Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas.
	Llanura Aluvial Plana.	Sedimentarias.	0 - 2	Tierras Sin Uso y/o Improductivos.
	Lomada.	Metamórficas, Sedimentarias, Intrusivas y Volcánica.	10 - 35	Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Praderas No Mejoradas.
	Montaña de Material Metamórfico con Laderas Muy Empinadas.	Metamórficas.	50 - 75	Tierras Sin Uso y/o Improductivos.
	Montaña de Material Sedimentario con Ladera Empinada.	Sedimentarias.	25 - 75	Tierras Sin Uso y/o Improductivos.
	Montaña de Material Sedimentario con Ladera Moderadamente Empinada.	Sedimentarias.	15 - 25	Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Praderas No Mejoradas.
	Montaña de Material Volcánico con Laderas Empinadas.	Volcánica.	25 - 50	Praderas No Mejoradas; Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas; Tierras Boscosas.

Cuenca Hidrográfica del Río Caplina.	Montaña de Material Volcánico con Laderas Moderadamente Empinadas.	Volcánica.	15 - 25	Praderas No Mejoradas; Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas; Tierras Boscosas.
	Montaña de Material Volcánico con Laderas Muy Empinadas.	Volcánica.	50 - 75	Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Praderas No Mejoradas.
	Montaña Glaciar con Laderas Empinadas.	Sedimentarias y Piroclásticas.	25 - 50	Praderas No Mejoradas; Pantanos y Ciénagas; Tierras Boscosas; Tierras Sin Uso y/o Improductivos.
	Nevados.	Sedimentarias y Piroclásticas.	< 75	Tierras Sin Uso y/o Improductivos.
	Piedemonte.	Sedimentarias.	2 - 15	Praderas No Mejoradas; Pantanos y Ciénagas; Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas.
	Playa Marina.	Sedimentarias.	0 - 2	Tierras Sin Uso y/o Improductivos.
	Superficies Hidromórficas.	Sedimentarias.	0 - 4	Pantanos y Ciénagas.
	Talud.	Metamórficas, Sedimentarias, Intrusivas y Volcánica.	< 75	Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Praderas No Mejoradas; Tierras Boscosas.
	Terraza Aluvial.	Sedimentarias.	4 - 8	Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas.
	Terraza Fluvial Alta.	Sedimentarias.	2 - 4	Praderas No Mejoradas.
	Valle Estrecho.	Sedimentarias.	0 - 15	Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Árboles Frutales y Cultivos Permanentes; Tierras Boscosas.
	Valle Fluvial Estrecho.	Sedimentarias.	0 - 15	Tierras Sin Uso y/o Improductivos; Tierras Boscosas; Praderas No Mejoradas; Cultivos Anuales - PoliAnuales (Extensivos).

4.1.3. Análisis de Caracterización social, económica y ambiental del estudio.

Es importante indicar cuales son los elementos expuestos de las diferentes dimensiones a analizar, en este caso social, económica y ambiental, ya que servirá para calcular el área de influencia del fenómeno. A continuación, desglosaremos cada elemento para su respectivo análisis.

4.1.3.1. Dimensión Social.

a) Población

Se considera a toda población que es influenciada por el fenómeno natural, tomando en cuenta:

- Población por Edad Promedio
- Población por Viviendas

Tabla 14.

Población por Edad Promedio

Distritos	Nº Pobladores	Hombres	Mujeres	Edad Promedio
Ciudad Nueva	34231	16965	17266	25.15
Pocollay	17113	8697	8416	29.86
Calana	2625	1400	1225	32.98
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	68989	33973	35016	25.5
Estique	551	276	275	36.6
Pachia	1945	1066	879	32.85
Alto de la Alianza	35439	17492	17947	28.16
Tacna	94928	46138	48290	31.24
Palca	1510	817	693	29.79

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Tabla 15.*Población por Viviendas*

Distrito	N° Viviendas	Área (km ²)
Calana	1184	295.106575
Pachia	809	611.007545
Palca	948	1452.225422
Estique	231	111.181733
Ciudad Nueva	9049	177.43799
Pocollay	5737	267.033659
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	27887	189.09244
Alto de la Alianza	8336	376.072615
Tacna	29798	2447.143198

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

b) Instituciones Educativas

Se debe considerar el número de instituciones educativas en los respectivos distritos, así como también cuál es su procedencia de Gestión (Estatal y/o No estatal).

Tabla 16.*Instituciones Educativas*

Distrito	N° de Instituciones	Gestión	
		Estatal	No Estatal
Tacna	182	77	105
Alto de la Alianza	15	14	1
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	31	21	10
Pocollay	18	11	7
Ciudad Nueva	14	12	2
Calana	8	8	-
Estique	1	-	1
Palca	8	8	-
Pachia	14	14	-

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

i) Establecimientos de Salud.

Se debe considerar el número de Establecimientos de Salud en los respectivos distritos, así como también las categorías de cada uno.

Tabla 17.

Establecimientos de Salud

Distrito	N° Establecimientos	Categoría					
		I - 1	I - 2	I - 3	I - 4	H. H. U.	ESSALUD
Tacna	13	2	4	5	-	1	1
Alto de la Alianza	4	-	2	1	1	-	-
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	5	-	4	-	1	-	-
Pocollay	1	-	-	1	-	-	-
Ciudad Nueva	3	-	2	-	1	-	-
Calana	1	-	1	-	-	-	-
Palca	2	-	2	-	-	-	-
Pachia	3	1	2	-	-	-	-

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

4.1.3.2. Dimensión Económica.

a) Servicios Básicos.

Se consideran los indicadores siguientes:

- Servicios de Agua Potable en los diferentes Distritos y el porcentaje al que pertenecen.
- Servicios de Electricidad en los diferentes Distritos y el porcentaje al que pertenecen.

Tabla 18.*Servicios Básicos Expuestos*

Distrito	Red de Agua Potable		Red de Electricidad	
	N° Viviendas	%	N° Viviendas	%
Ciudad Nueva	7347	81	7737	85
Pocollay	2780	48	3311	57
Calana	321	27	489	41
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	12086	43	15532	55
Estique	119	51	104	45
Pachia	173	21	392	48
Alto de la Alianza	7270	87	7579	90
Tacna	20004	67	22723	76
Palca	47	4	221	23

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

b) Vías de Comunicación.

Se consideran las vías que se encurtan influenciadas directamente en el área de estudio expuesto:

- Afirmado
- Asfaltado
- Ferrocarril
- Herradura

Tabla 19.*Infraestructura de Vías*

Vías Expuestas	Área (km ²)	%
Afirmado	186514.769266	15.00906999
Asfaltado	446906.061279	35.96307349
Ferrocarril	40683.172722	3.273824316
Herradura	568576.385167	45.75403221
TOTAL	1242680.4	100

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

c) Actividad Económica.

Se debe considerar las actividades económicas en los diferentes distritos, así como también el recurso que más explotan y el que más abunda en la zona.

Tabla 20.

<i>Actividades Económicas</i>		
Distrito	Actividad Económica	Recurso Emblema
Ciudad Nueva	Comercio por menor; Transp. almac. y comunicaciones; Construcción; Hoteles y restaurantes; Industrias manufactureras.	-
Pocollay	Comercio por menor; Industrias manufactureras; Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Transp. almac. y comunicaciones; Enseñanza.	Olivo
Calana	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Comercio por menor; Construcción; Hoteles y restaurantes; Transp. almac. y comunicaciones.	-
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa	Comercio por menor; Transp. almac. y comunicaciones; Construcción; Hoteles y restaurantes; Industrias manufactureras.	-
Estique	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Comercio por menor; Construcción; Admin. pub. y defensa; p. segur. soc. afil.; Enseñanza.	Orégano.
Pachia	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Admin. pub. y defensa; p. segur. soc. afil.; Comercio por menor; Transp. almac. y comunicaciones; Construcción.	Orégano.
Alto de la Alianza	Comercio por menor; Transp. almac. y comunicaciones; Construcción; Hoteles y restaurantes; Industrias manufactureras.	-
Tacna	Comercio por menor; Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Enseñanza; Transp. almac. y comunicaciones; Activit. inmovil. ,empres. y alquileres.	Cebolla, Paprika, Olivo.
Palca	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Construcción; Actividad económica no especificada; Admin. pub. y defensa; p. segur. soc. afil.; Comercio por menor.	Cebolla, Orégano.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

4.1.3.3. Dimensión Ambiental.

Se consideran los siguientes:

- Los suelos erosionados en el área de estudio, describiendo su unidad de medida en kilómetros cuadrados.
- Las áreas deforestadas en el área de estudio, especificando los kilómetros cuadrados expuestos.
- Las erosiones del litoral en el área de estudio, especificando los kilómetros cuadrados expuestos.
- Cuerpos de agua en el área de estudio, especificando los kilómetros cuadrados expuestos.

Tabla 21.

<i>Recursos Naturales</i>		
Elementos Expuestos	Unidad de Medida (Km ²)	Estado o Condición Actual
Suelo Erosionado	1987.632303	Moderado
Deforestación	6.291	Alto
Erosión del Litoral	66.47062	Moderado
Cuerpos de Agua	13.645851	Alto

Fuente: Gobierno Regional de Tacna (GRT).

Tabla 22.*Peligros Existentes*

Tipos de Peligros	Localización	Niveles de Peligros				Afectación Superficie %
		Muy Alto	Alto	Moderado	Bajo	
Inundación Fluvial.	Cuenca Alta - Media.		X			50 - 75
Flujos de Lodo.	Cuenca Alta - Media.		X			50 - 75
Desprendimiento.	Cuenca Alta - Media.			X		25 - 50
Erosión de Laderas.	Cuenca Alta - Media.			X		25 - 50
Tsunami.	Cuenca Baja.			X		25 - 50
Sequía.	Cuenca Media - Baja.		X			50 - 75
Helada.	Cuenca Alta.		X			75 - 90
Sismo.	Cuenca Alta - Media - Baja.		X			50 - 75
Radiación Solar.	Cuenca Alta - Media - Baja.			X		25 - 50

Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM.

Tabla 23.*Aspectos Socio Económicos*

Localización	Condiciones Económicas	Condiciones Sociales
Tacna.	Comercio por menor; Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Enseñanza; Transp. almac. y comunicaciones; Activit. inmovil. ,empres. y alquileres.	94928 hab.
Ciudad Nueva.	Comercio por menor; Transp. almac. y comunicaciones; Construcción; Hoteles y restaurantes; Industrias manufactureras.	34231 hab.
Pocollay.	Comercio por menor; Industrias manufactureras; Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Transp. almac. y comunicaciones; Enseñanza.	17113 hab.
Calana.	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Comercio por menor; Construcción; Hoteles y restaurantes; Transp. almac. y comunicaciones.	2625 hab.
Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.	Comercio por menor; Transp. almac. y comunicaciones; Construcción; Hoteles y restaurantes; Industrias manufactureras.	68989 hab.
Estique.	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Comercio por menor; Construcción; Admin. pub. y defensa; p. segur. soc. afil.; Enseñanza.	551 hab.
Pachia.	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Admin. pub. y defensa; p. segur. soc. afil.; Comercio por menor; Transp. almac. y comunicaciones; Construcción.	1945 hab.
Alto de la Alianza.	Comercio por menor; Transp. almac. y comunicaciones; Construcción; Hoteles y restaurantes; Industrias manufactureras.	35439 hab.
Palca.	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; Construcción; Actividad económica no especificada; Admin. pub. y defensa; p. segur. soc. afil.; Comercio por menor.	1510 hab.

Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM

4.2. Análisis de la Caracterización Física, Biológica y Climática del Territorio.

4.2.1. Caracterización Física, Biológica y Climática del ámbito de estudio.

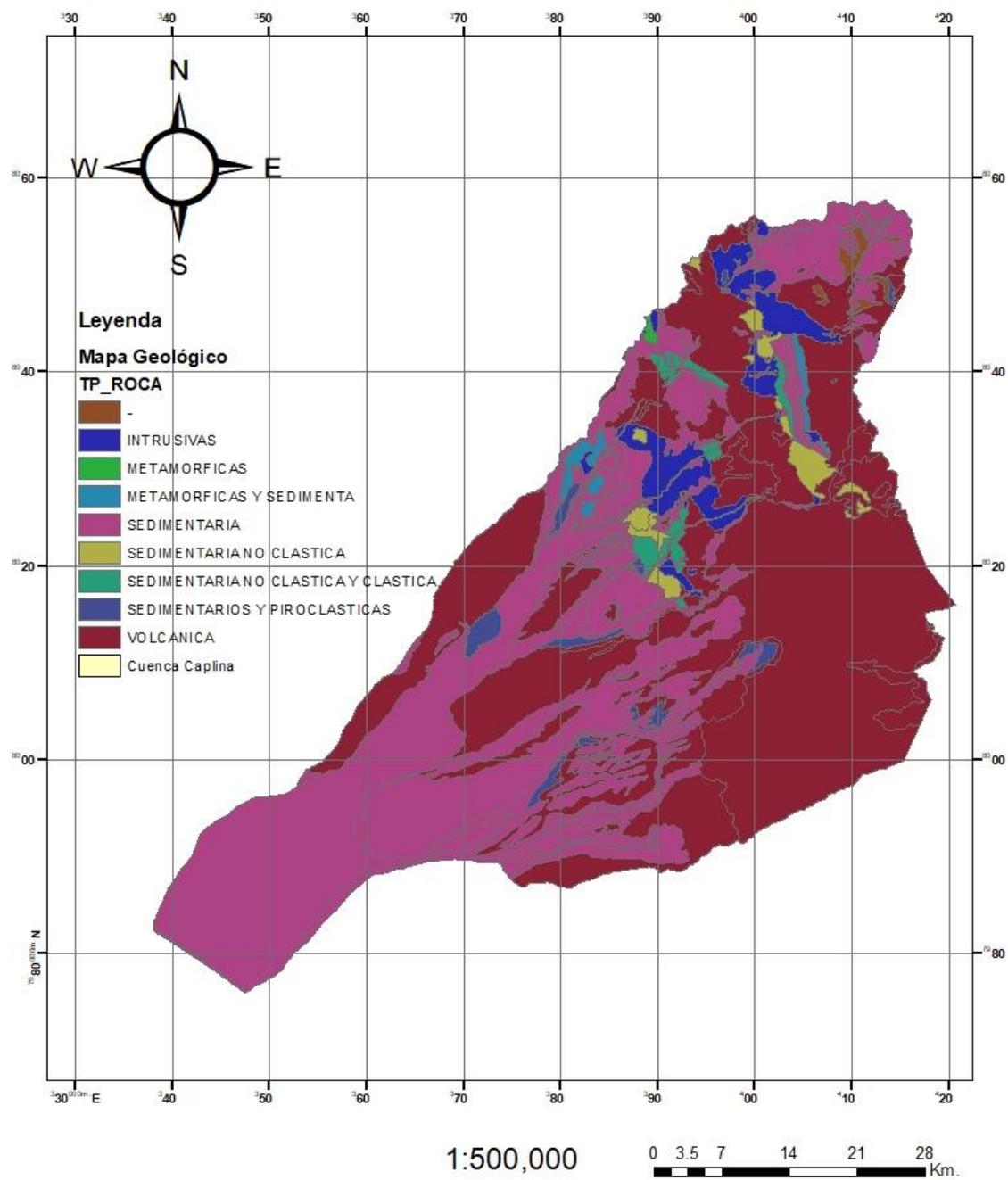
La Cuenca Hidrográfica del Río Caplina cuenta con condiciones de medio físico, biológico y climático expresadas en medios geológicos geomorfológicas, fisiográficas, edafológicas, coberturas vegetales y climáticas que servirán para la caracterización y análisis de la susceptibilidad.

A continuación, se detallará cada condición del medio físico, biológico y climático respectivamente:

a) Mapa Geológico.

En la Geología de la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina, se encuentra en mayor proporción las rocas Sedimentarias con una área de 3864.943239 km² que representa el 64% en donde predomina los materiales poco consolidados de limos, arenas y arcillas, clastos subredondeados y sub-angulosos con presencia de areniscas cuarzosas generando una mayor erosión; seguidamente encontramos las rocas volcánicas con 1927.986534 km² que representa el 32% encontrándonos con conglomerados moderadamente consolidados y depósitos sedimentarios poco consolidados, estos son muy inestablemente y erosivos altamente; rocas intrusivas con 125.099582 km² que representa el 2% teniendo rocas de tipo granito, granodioritas que se comportan muy estables y difícilmente erosivas; rocas metamórficas con 36.290951 km² que representa el 0.6% teniendo presencia de areniscas, conglomerados basálticos, mica esquistos, esquistos, presencia de cuarcitas, secuencia de areniscas y lutitas, pizarra comportándose con mediana estabilidad. A continuación, se representará lo descrito en un mapa Geológico.

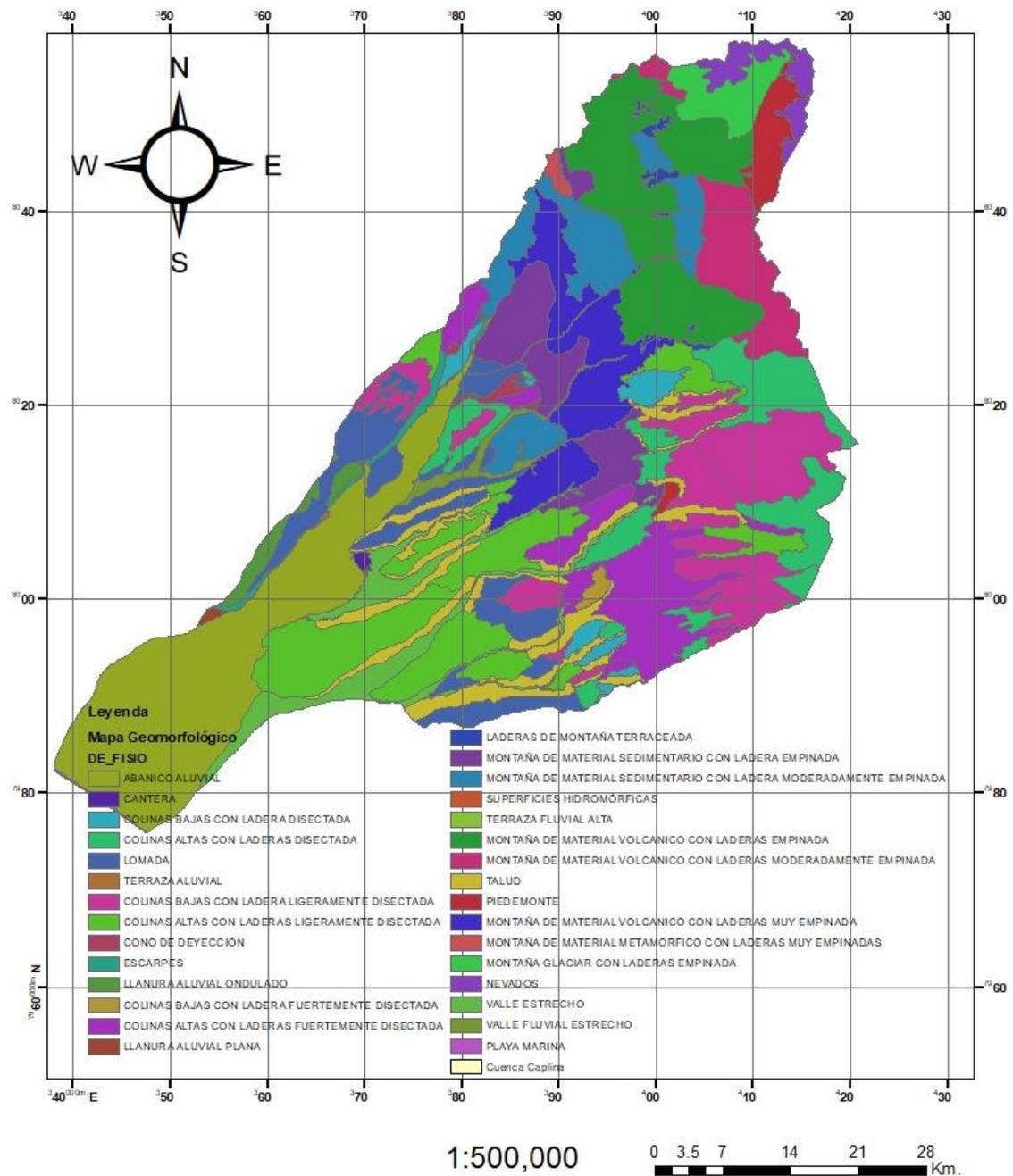
Mapa 1: Mapa Geológico



b) Mapa Geomorfológico.

La Geomorfología presente en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina, se divide en dos Provincias Geomorfológicas para su mayor comprensión representadas por las Planicies Costeras y Piedemontes; y las Cordilleras y Estribaciones; estas se dividen a lo largo de toda la Cuenca de estudio debido al cambio constante de pendiente presente en la misma. En las Planicies Costeras y Piedemontes podemos encontrar Abanico Aluvial, Cantera, Terraza Aluvial, Cono de Deyección, Escarpes, Llanura Aluvial Ondulado, Llanura Aluvial Plana, Laderas de Montaña Terraceada, Superficies Hidromórficas, Terraza Fluvial Alta, Talud, Piedemonte, Valle Estrecho, Valle Fluvial Estrecho, Playa Marina; en las Cordilleras y Estribaciones podemos encontrar Colinas Bajas con Ladera Disectada, Colinas Altas con Laderas Disectadas, Lomada, Colinas Bajas con Laderas Ligeramente Disectada, Colinas Altas con Laderas Ligeramente Disectadas, Colinas Bajas con Laderas Fuertemente Disectada, Colinas Altas con Laderas Fuertemente Disectadas, Montaña de Material Sedimentario con Ladera Empinada, Montaña de Material Sedimentario con Ladera Moderadamente Empinada, Montaña de Material Volcánico con Laderas Empinadas, Montaña de Material Volcánico con Laderas Moderadamente Empinadas, Montaña de Material Volcánico con Laderas Muy Empinadas, Montaña de Material Metamórfico con Laderas Muy Empinadas, Montaña Glaciar con Laderas Empinadas, Nevados. A continuación, se representará lo descrito en un mapa Geomorfológico.

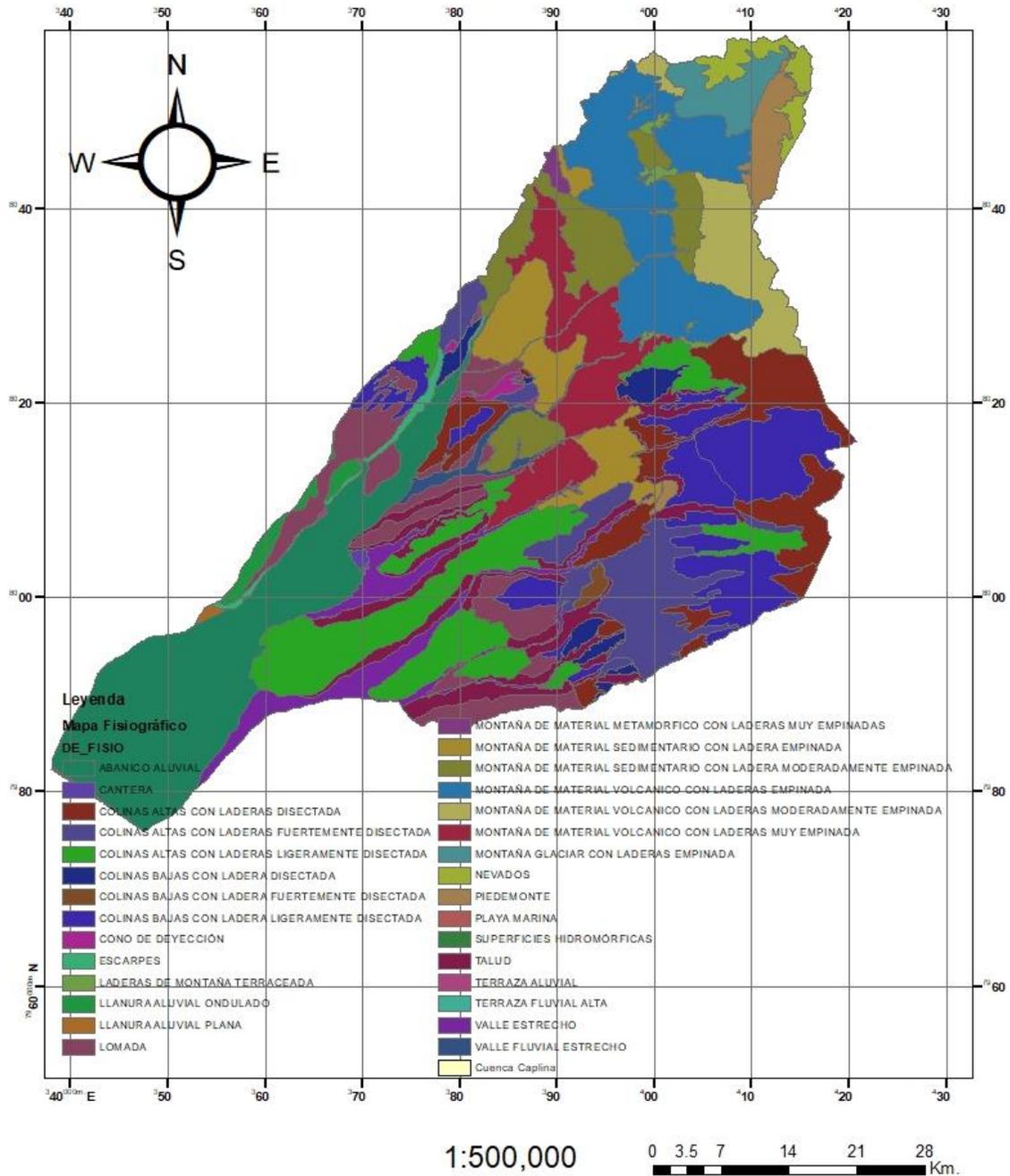
Mapa 2: Mapa Geomorfológico



c) Mapa Fisiográfico.

La Cuenca Hidrográfica del Río Caplina posee una Fisiografía muy variada a lo largo de esta, dentro de esta Fisiografía podemos encontrar con mayor proporción al Abanico Aluvial con una área de 548.895328 km² que representa el 12% del total; en una proporción menor tenemos a las Laderas de Montaña Terraceada con un área de 0.117469 km² que representa el 0.002% del total; además dentro de la fisiografía de la cuenca podemos encontrar a Terraza, Llanuras Aluviales, Lomada, Colinas Bajas Disectadas, Piedemonte, Cono de Deyección, Escarpes, Montaña de Material Volcánico, Montaña de Material Metamórfico, Colinas Altas Disectadas, Montaña de Material Sedimentario, Montaña Glaciar, Superficies Hidromórficas, Talud, Playa Marina, Valle Estrecho, Valle Fluvial Estrecho. A continuación, se representará lo descrito en un mapa Fisiográfico.

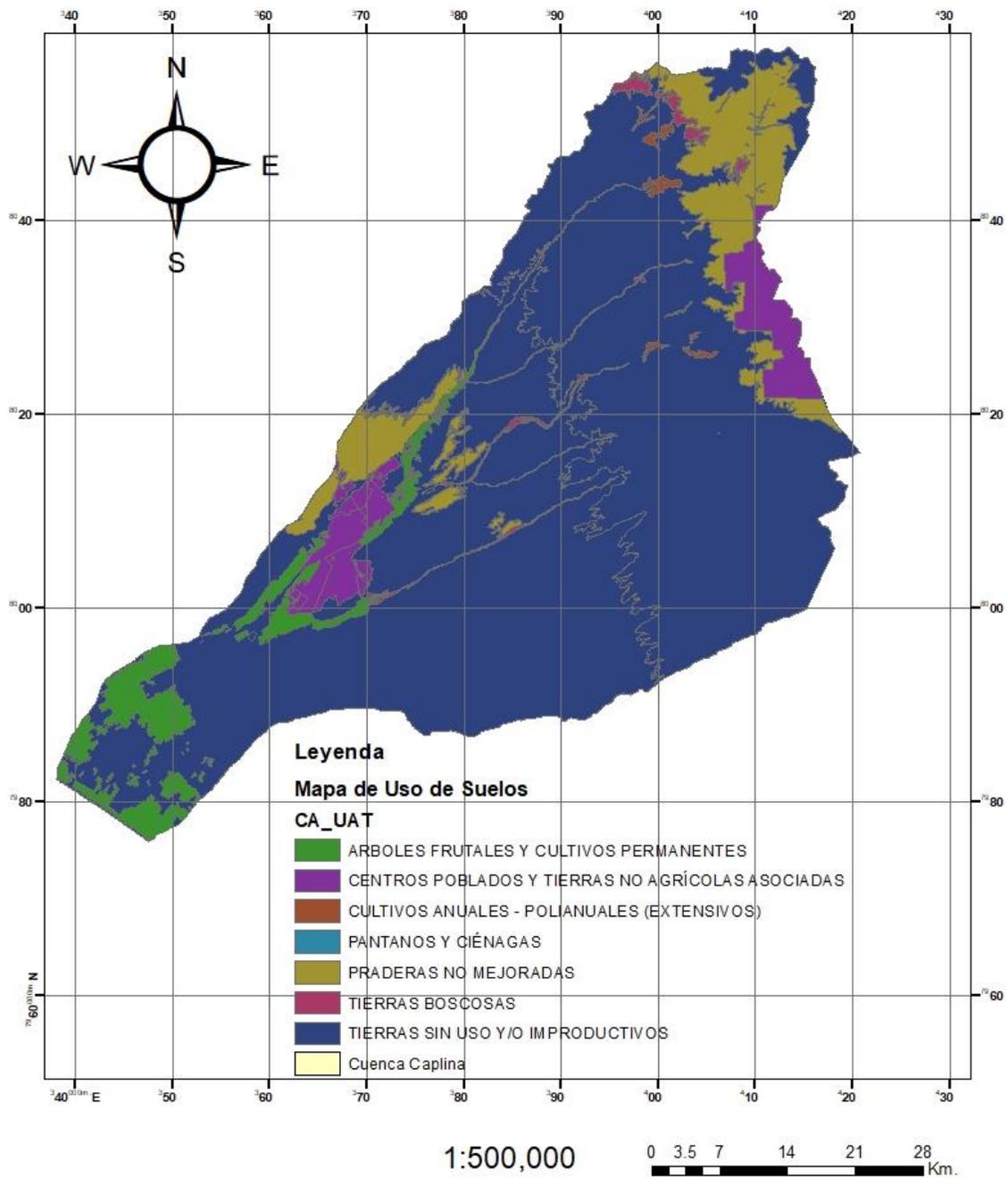
Mapa 3: Mapa Fisiográfico



d) Mapa del Uso Actual de Suelos.

La Cuenca Hidrográfica del Río Caplina presenta diferentes tipos de Suelos que están representados en los Usos Actual de Suelos, en donde destaca por su amplia representatividad las Tierras Sin Uso y/o Improductivos con un total de 7435.1504 km² equivalente al 65%; también destaca por su poca representatividad los Pantanos y Ciénagas con un total de 2.8889 km² equivalente al 0.02%; asimismo también encontramos otros usos en un rango entre los ya mencionados, como es el caso de Tierras Boscosas con 30.2203 km² equivalente al 0.2%, Árboles Frutales y Cultivos Permanentes con 189.6506 km² equivalente al 1.6%, Cultivos Anuales - PoliAnuales (Extensivos) con 12.9961 km² equivalente al 0.1%, Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas con 185.0721 km² equivalente al 1.6%, Praderas No Mejoradas con 3560.5683 km² equivalente al 31%. A continuación, se representará lo descrito en un mapa del Uso Actual de Suelos.

Mapa 4: Mapa del Uso Actual de Suelos



e) Mapa de Cobertura Vegetal.

La Cuenca Hidrográfica del Río Caplina presente diferentes tipos de Cobertura Vegetal, brindándole mayor o menor resistencia a los procesos erosivos, por lo cual también es un factor importante en la degradación natural. Dentro de los tipos de cobertura vegetal destaca por su mayoría el desierto costero en donde encontramos escasa o nula vegetación solo en algunas zonas ribereñas existe una vegetación típica entre las especies predominantes Tecoma Fulva, Pluchea Chingollo, Nicotiana Glauca, Lycopersicon Chilense; de igual forma destaca por su minoría el Bofedal en donde la vegetación es totalmente cerrada y posee escasas gramíneas altas y de los arbustos, tanto erguidos como tendidos; asimismo presenta otros tipos de cobertura vegetal como matorral subhúmedo templado en donde la vegetación primaria ha sido altamente eliminada y sustituida por cultivos agrícolas de bajo riego, está representado por la Tara; Queñoal en donde están conformados principalmente por Especies del Género Polylepis, Principalmente dos especies Polylepis Besseri y Polylepis Tarapacana, a veces asociados con arbusto; matorral semiárido templado en donde la vegetación es minúscula de tipo xerofítico, en veranos con las lluvias aparece una cubierta de hierbas efímeras que son aprovechadas por el ganado caprino, es característica de esta formación el Cactus ,Browningia Candelaris; Pajonal - Tolar Alto Andino en donde su formación es muy dispersa, por ello, es posible la existencia de Bosques relativamente pequeños de "Queñua" y de "Tola"; Actividad Agropecuaria en donde la Agricultura se lleva a cabo en dos Subregiones; en los valles fértiles y regables de los ríos de la vertiente occidental de los andes ;y en las laderas de las estribaciones de la cordillera occidental de los andes; desierto Semicálido en donde presenta muy escasa vegetación que se distribuye con una densidad decreciente de norte a sur y de oeste a este. Aparentemente la escasa precipitación pluvial representa un factor limitante para realizar plantaciones; y por último nival en donde esta formación es enteramente desprovista de valor actual y potencial para el aprovechamiento agropecuario forestal. A continuación, se representará lo descrito en un mapa de Cobertura Vegetal.

Mapa 5: Mapa Cobertura Vegetal

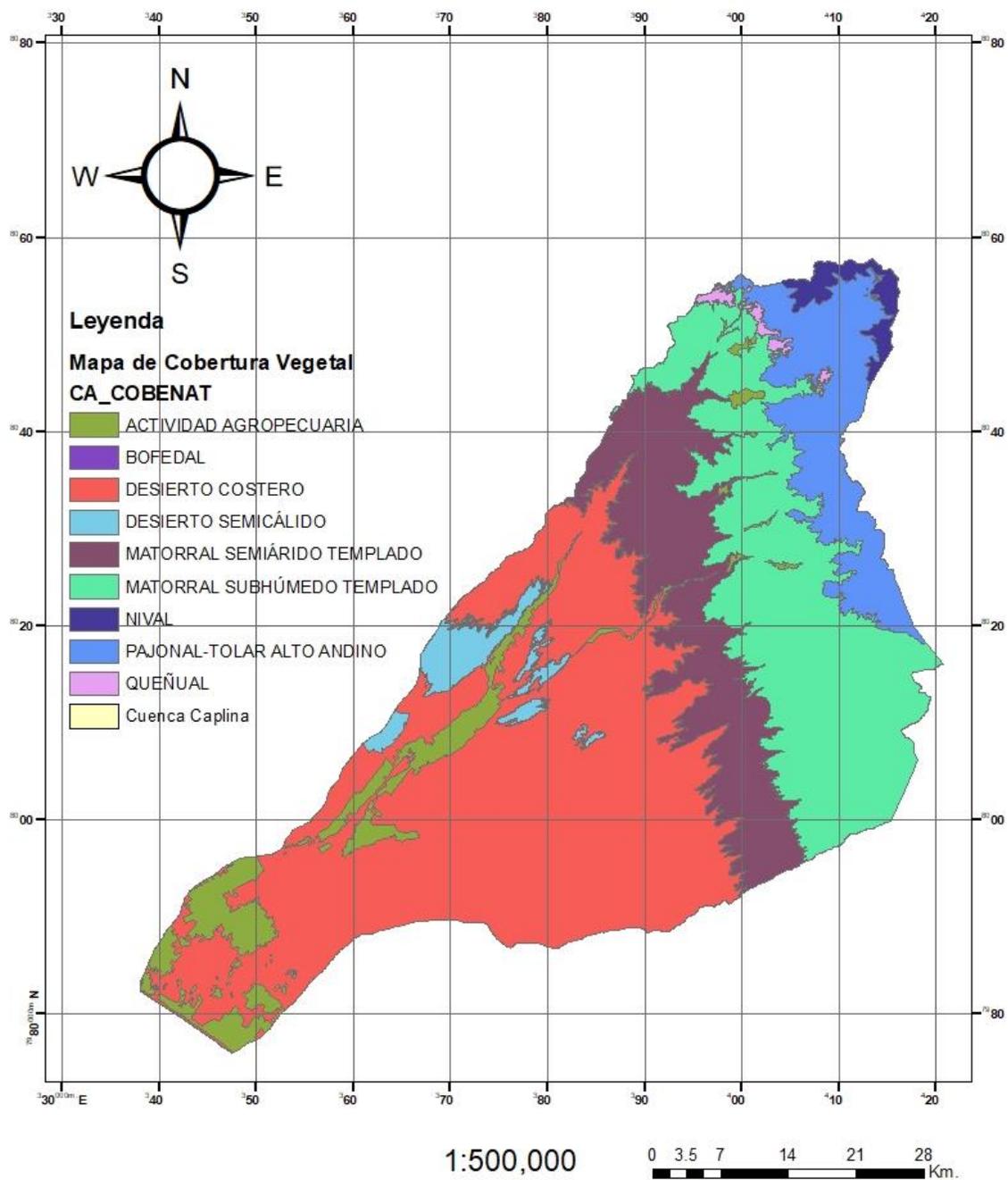


Tabla 24.*Condiciones Climáticas*

Tipo de Clima	Precipitación	Temperatura (Máxima – Mínima)		Humedad	Región	Altitud
Árido y Semicálido, con Estaciones Secas.	< 10	25,3 - 29,3	14,91 - 18,67	75 - 78	Costa	< 600
Árido y Templado, con Estaciones Secas.	10 - 20	22,4 - 25,2	10,19 - 14,9	72 - 75	Costa Alta	600 - 2000
Árido y Semifrío, con Estaciones Secas.	20 - 50	18,7 - 22,3	3,94 - 10,18	66 - 72	Valles Intermedios	2000 - 3200
Árido y Frío, con Estaciones Secas.	50 - 200	14,9 - 18,6	0,87 - 3,93	54 - 66	Valles Altos	3200 - 4000
Subhúmedo y Semifrío, con Otoño, Invierno y Primavera Secos.	200 - 400	11,9 - 14,8	-5,02 - 0,87	48 - 54	Altiplano	4000 - 4800
Subhúmedo y Frío, Con Otoño, Invierno y Primavera Secos.	> 400	8.9 - 11.8	-7,38 - -5,03	42 - 48	Cordillera	> 4800

Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM.

4.2.2. Análisis de las variables físicas, biológicas y climáticas para obtener la susceptibilidad.

La caracterización del territorio en este acápite está enfocada en la determinación de la susceptibilidad a la degradación natural, para la cual se toma en cuenta aspectos físicos, biológicos y climáticos cuyas características determinan el mayor o menor grado de susceptibilidad a la desestabilización natural.

Tabla 25.

<i>Variables Temáticas</i>		
Criterio de Valoración	Nivel	Descripción
Geología-Litología: se analizó desde sus características litológicas, con la finalidad de entender como es el relieve, como es su comportamiento y cuál es el grado de resistencia física de la roca ante agentes erosivos, tectónicos y en general ante procesos de desestabilización, asimismo, se analizó el factor estructural de estabilidad, el cual se calificó de acuerdo a las características físicas y químicas de la roca.	Bajo	Rocas duras intrusivas de tipo granito, granodioritas. Se comportan muy estables y difícilmente erosivas.
	Medio	Conglomerados basálticos, presencia de areniscas, esquistos y mica esquistos. Secuencia de areniscas y lutitas, presencia de cuarcitas, pizarras. Se comportan con mediana estabilidad.
	Alto	Materiales poco consolidados de arenas, limos y arcillas, clastos subredondeados y sub-angulosos. Presencia de areniscas cuarzosas.
	Muy Alto	Depósitos sedimentarios poco consolidados, conglomerados moderadamente consolidados. Se comportan muy inestablemente y altamente erosivas.
Geomorfológico: se analizó desde sus características del relieve relacionado con sus pendientes y drenaje. El relieve topográfico expresa su modelado a través del tiempo y por acción de los agentes como la escorrentía superficial, erosión hídrica o eólica, sobre materiales estables o inestables y acelerados por una mayor o menor pendiente.	Bajo	Se describen como a las terrazas medias a altas con drenaje bueno a moderado.
	Medio	Se describen las terrazas medias a altas, lomadas y colinas con disección moderada y drenaje imperfecto a pobre.
	Alto	Se describen colinas altas y montañas con moderada a fuerte disección y con laderas empinadas a moderadamente empinadas.
	Muy Alto	Se describen terrazas bajas y valles con drenaje moderado a muy pobre, montañas con laderas extremadamente empinadas
Pendiente: se analizó desde la perspectiva de erosión del suelo. Cuanto mayor es la pendiente mayor es el peligro a la erosión y pérdida del suelo.	Bajo	Pendiente de 0 - 15% erodabilidad baja.
	Medio	Pendiente de 15 - 25% erodabilidad moderada.
	Alto	Pendiente de 25 - 50% erodabilidad alta.
	Muy Alto	Pendiente de 50 - a más %, erodabilidad muy alta.
Clima (precipitación): se analizó desde sus características de precipitación. La energía cinética de la lluvia, está estrechamente vinculada con la	Bajo	Baja capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada.
	Medio	Media capacidad de erosión en función a su energía cinética desarrollada.

capacidad e la lluvia para causar erosión, la energía cinética varía con la intensidad de precipitación.	Alto	Altas capacidades de erosión en función a su energía cinética desarrollada.
	Muy Alto	Muy altas capacidades de erosión en función a su energía cinética desarrollada.
Vegetación: se analizó desde sus características de densidad de vegetación y su capacidad de protección del suelo.	Bajo	Densidad alta, recubrimiento denso del suelo, el nivel de protección frente a los agentes externos es bueno.
	Medio	Densidad media, la menor cobertura vegetal, disminuye el nivel de protección del suelo.
	Alto	Densidad baja, recubrimiento discontinuo, el nivel de protección natural del suelo es menor.
	Muy Alto	Densidad muy baja, recubrimiento ralo a muy ralo del suelo, el nivel de protección es bajo.
Fisiografía: Se analiza el aspecto externo de la superficie de un escenario geográfico, tal como se encuentran en su condición natural.	Bajo	Planicies aluviales a Terrazas medias tienen un comportamiento muy estable y difícilmente erosivas, son zonas de baja susceptibilidad a la degradación natural.
	Medio	Glacis y piedemontes, tienen un comportamiento medianamente estable y poco erosivo, constituyendo zonas de mediana susceptibilidad a la degradación natural.
	Alto	Cauces, playas, dunas, derrubios, cono aluviales, terrazas se comportan de manera poco estable y fácilmente erosiva, constituyendo estas zonas de alta susceptibilidad a la degradación natural.
	Muy Alto	Colinas Bajas, Laderas de colinas y montañas, litoral marino, tienen el comportamiento muy inestable y fuertemente erosiva, con muy alta susceptibilidad a la degradación natural.
Suelos: las unidades taxonómicas agrupan a los suelos que tienen similitud en la clase, disposición, grado de expresión de sus horizontes contenido de bases, regímenes de temperatura y de humedad.	Bajo	Son suelos profundos, con una constitución granulométrica (textura) adecuada: francos a franco arcillo arenosos, resistencia a la degradación física natural (erosión de suelos), de buena profundidad (más de 70 cm). Suelos de genéticamente desarrollados.
	Medio	Son suelos moderadamente profundos, con una constitución granulométrica (textura) moderadamente gruesa: francos arenosos, resistencia mediana a la degradación física natural (erosión de suelos). Su constitución química es inestable debido a la presencia de sales muy solubles al agua. Con incipiente desarrollo genético.
	Alto	Son suelos moderadamente profundos, con una constitución granulométrica (textura) gruesa: arenosos, estratificados, con baja resistencia a la degradación física natural (erosión de suelos). Su constitución química es inestable: presencia de sales muy solubles al agua. Sin desarrollo genético.

Muy Alto	Son suelos superficiales a muy superficiales, con una constitución granulométrica (textura) muy gruesa: arenosos, arena gruesa, con muy baja resistencia a la degradación física natural (erosión de suelos). Sin desarrollo genético. Así mismo, conformación de estas unidades no edáficas (no suelos o áreas misceláneas), se encuentra constituido por material muy grueso o están sometidos permanentemente a fuertes procesos de erosión eólica o hídrica.
----------	--

Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM.

a) Variable Geológica.

La mayor o menor dureza de los estratos superficiales de un determinado lugar incide en la susceptibilidad a la degradación natural según este parámetro. Esta susceptibilidad ha sido valorizada según la siguiente tabla para su respectivo modelamiento:

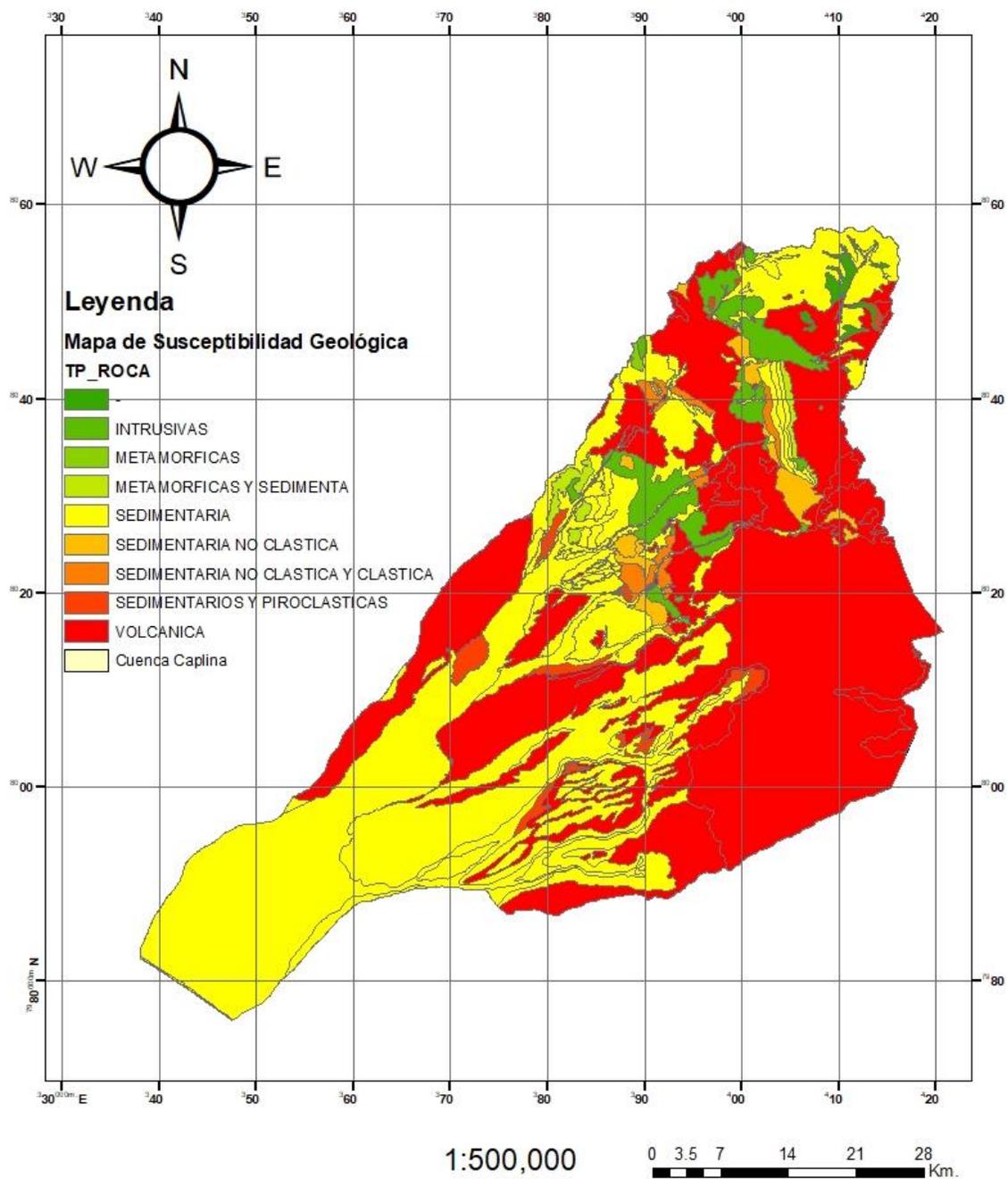
Tabla 26.

Valoración de la Variable Geológica

Ponderación Geológica	Unidad Litológica	
0 - 5	Rocas Intrusivas	Granodiorita, Monzodiorita y Granito.
5 - 10	Rocas Metamórficas	Gneis, Granulitas y Esquistos.
	Rocas Sedimentarias	Calizas, Micriticas, Espáticas y Limoarcillitas.
10 - 15	Rocas Metamórficas	Cuarcitas, Areniscas, Limolitas y limoarcillitas.
	Rocas Sedimentarias	Conglomerados, Arenas Finas Sueltas, Limos, Andesita, Areniscas, Lutitas, Milonita y Limolitas.
15 - 20	Rocas Volcánicas	Riolitas, Riodacitas, Biotita, Andesita, Cuarzo, Ignimbrita, Flujos de lava y Piroclasto.

Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 6: Mapa de Susceptibilidad Geológica



b) Variable Geomorfológica.

Las formas del relieve terrestre están relacionadas con la mayor o menor resistencia del terreno a los procesos naturales (y artificiales) de degradación. Esta susceptibilidad ha sido valorizada según la siguiente tabla para su respectivo modelamiento:

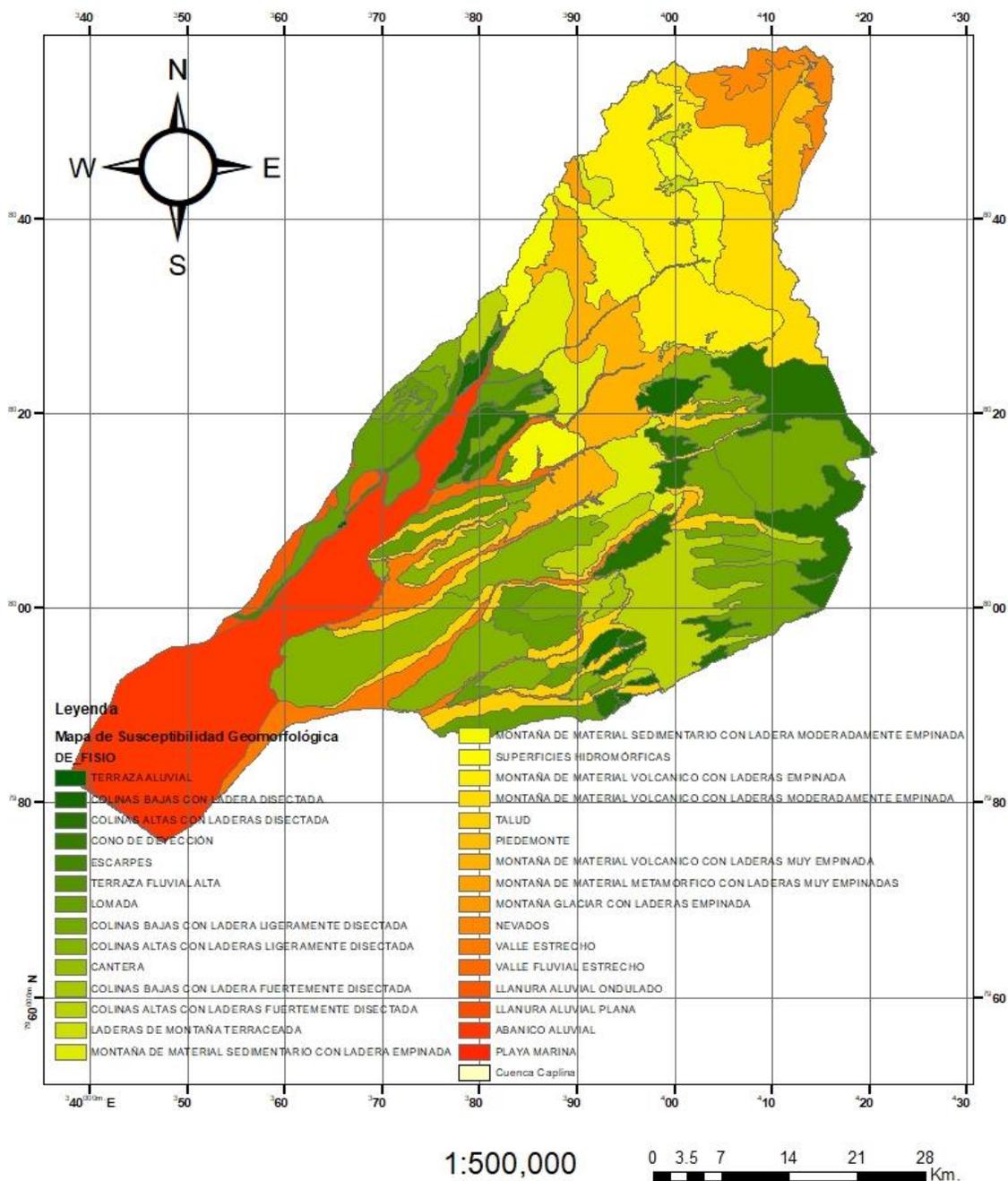
Tabla 27.

Valoración de las Unidades Geomorfológicas

Ponderación Geomorfológica	Provincia Geomorfológica	Unidades Geomorfológicas
0 - 5	Planicies Costeras y Piedemontes.	Terraza Aluvial.
	Cordillera y Estribaciones.	Colinas Bajas con Ladera Disectada, Colinas Altas con Laderas Disectadas.
5 - 10	Planicies Costeras y Piedemontes.	Cono de Deyección, Escarpes, Terraza Fluvial Alta Lomada
	Cordillera y Estribaciones.	Colinas Bajas con Laderas Ligeramente Disectada, Colinas Altas con Laderas Ligeramente Disectadas.
10 - 15	Planicies Costeras y Piedemontes.	Cantera.
	Cordillera y Estribaciones.	Colinas Bajas con Laderas Fuertemente Disectada, Colinas Altas con Laderas Fuertemente Disectadas.
15 - 20	Planicies Costeras y Piedemontes.	Laderas de Montaña Terraceada.
	Cordillera y Estribaciones.	Montaña de Material Sedimentario con Ladera Empinada, Montaña de Material Sedimentario con Ladera Moderadamente Empinada.
	Planicies Costeras y Piedemontes.	Superficies Hidromórficas.
	Cordillera y Estribaciones.	Montaña de Material Volcánico con Laderas Empinadas, Montaña de Material Volcánico con Laderas Moderadamente Empinadas.
	Planicies Costeras y Piedemontes.	Talud, Piedemonte.
	Cordillera y Estribaciones.	Montaña de Material Volcánico con Laderas Muy Empinadas, Montaña de Material Metamórfico con Laderas Muy Empinadas, Montaña Glaciar con Laderas Empinadas, Nevados.
	Planicies Costeras y Piedemontes.	Valle Estrecho, Valle Fluvial Estrecho, Llanura Aluvial Ondulado, Llanura Aluvial Plana, Abanico Aluvial, Playa Marina.

Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 7: Mapa de Susceptibilidad Geomorfológica



c) **Variable Fisiográfica.**

En la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina la fisonomía externa de la superficie geográfica, es decir, naturalmente en su condición, nos pueden mostrar la mayor o menos resistencia a procesos artificiales y naturales. Esta susceptibilidad ha sido valorizada según la siguiente tabla para su respectivo modelamiento:

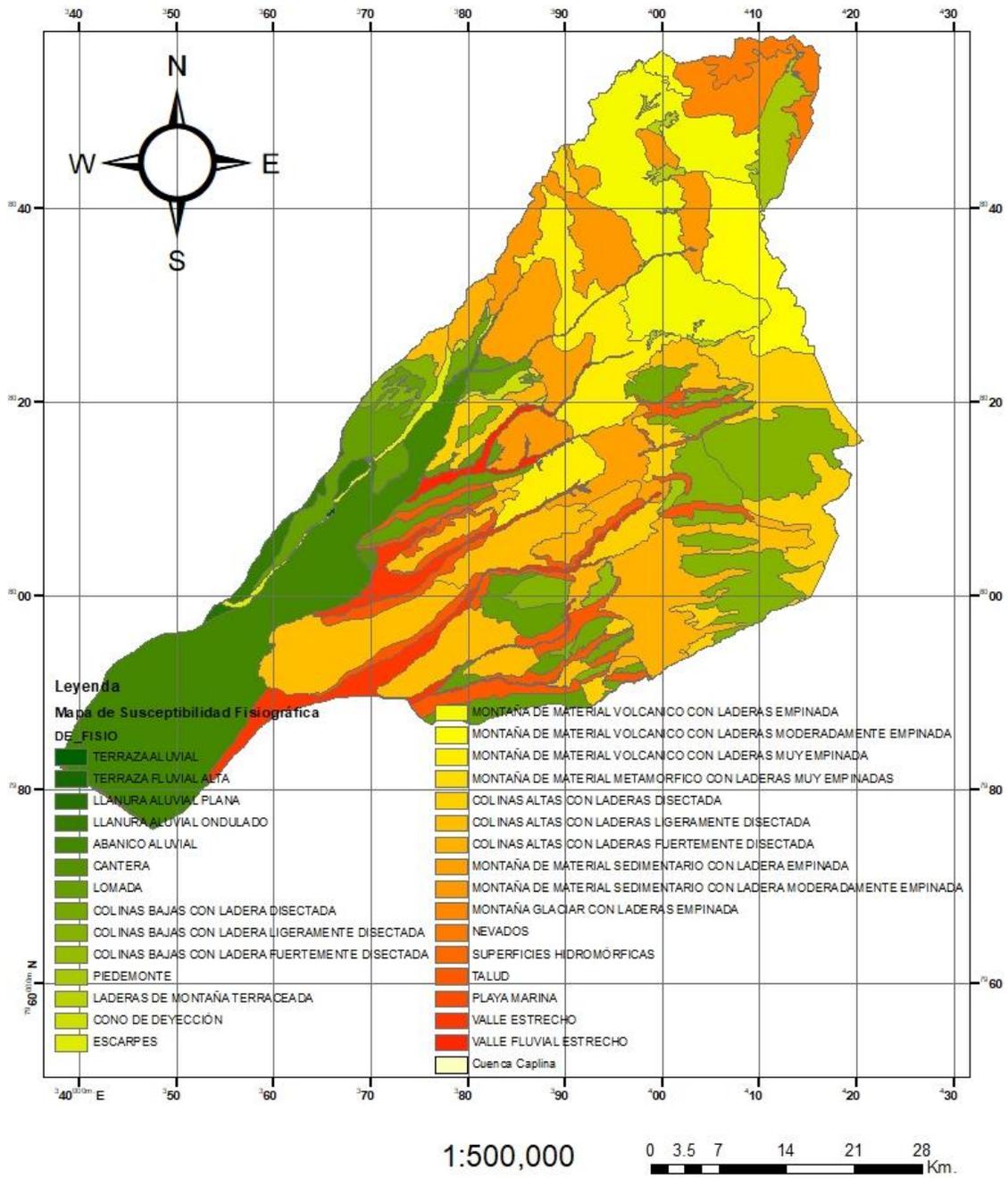
Tabla 28.

Valoración de las Unidades Fisiográficas

Ponderación Fisiográfica	Sub Paisaje
0 - 5	Terraza, Llanuras Aluviales, Lomada, Colinas Bajas Disectadas.
5 - 10	Piedemonte, Laderas de Montaña Terraceada, Cono de Deyección, Escarpes.
10 - 15	Montaña de Material Volcánico, Montaña de Material Metamórfico, Colinas Altas Disectadas, Montaña de Material Sedimentario, Montaña Glaciar, Superficies Hidromórficas.
15 - 20	Talud, Playa Marina, Valle Estrecho, Valle Fluvial Estrecho.

Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 8: Mapa de Susceptibilidad Fisiográfica



d) Variable de Pendiente.

Combinando con la precipitación, la naturaleza del suelo y su cobertura, la pendiente del terreno es uno de los principales factores de desestabilización natural si ésta es elevada, por lo cual se ha considerado analizarla con todo el detalle posible. Esta susceptibilidad ha sido valorizada según la siguiente tabla para su respectivo modelamiento:

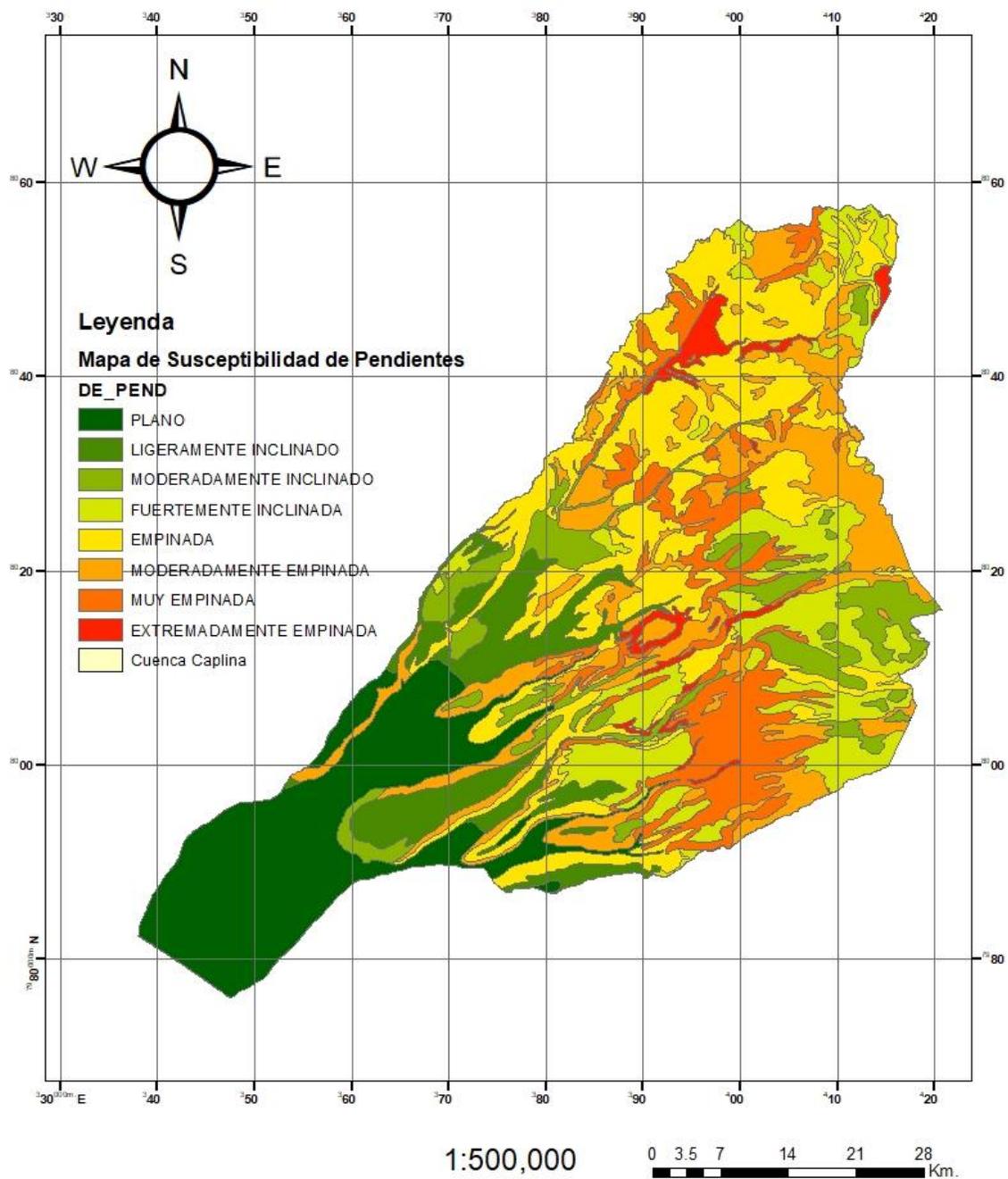
Tabla 29.

Valoración de las Unidades De Pendiente

Ponderación De Pendiente	Nivel	Descripción	Grado de Inclinación
0 - 5	A	Plano a Ligeramente Inclinado	0 - 4
	B	Moderadamente inclinado	4 - 8
5 - 10	C	Fuertemente Inclinado	8 - 15
	D	Moderadamente empinado	15 - 25
10 - 15	E	Empinado	25 - 50
	F	Muy Empinado	50 - 75
15 - 20	G	Extremadamente empinado	< 75

Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 9: Mapa de Susceptibilidad de Pendientes



e) Variable de Suelos.

En la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina existen distintos tipos de Suelos con semejanza en la disposición, clase, contenido de bases, grado de expresión de sus horizontes, regímenes temperatura y de humedad. En donde su principal función es de alta o baja resistencia a la degradación física natural. Esta susceptibilidad ha sido valorizada según la siguiente tabla para su respectivo modelamiento:

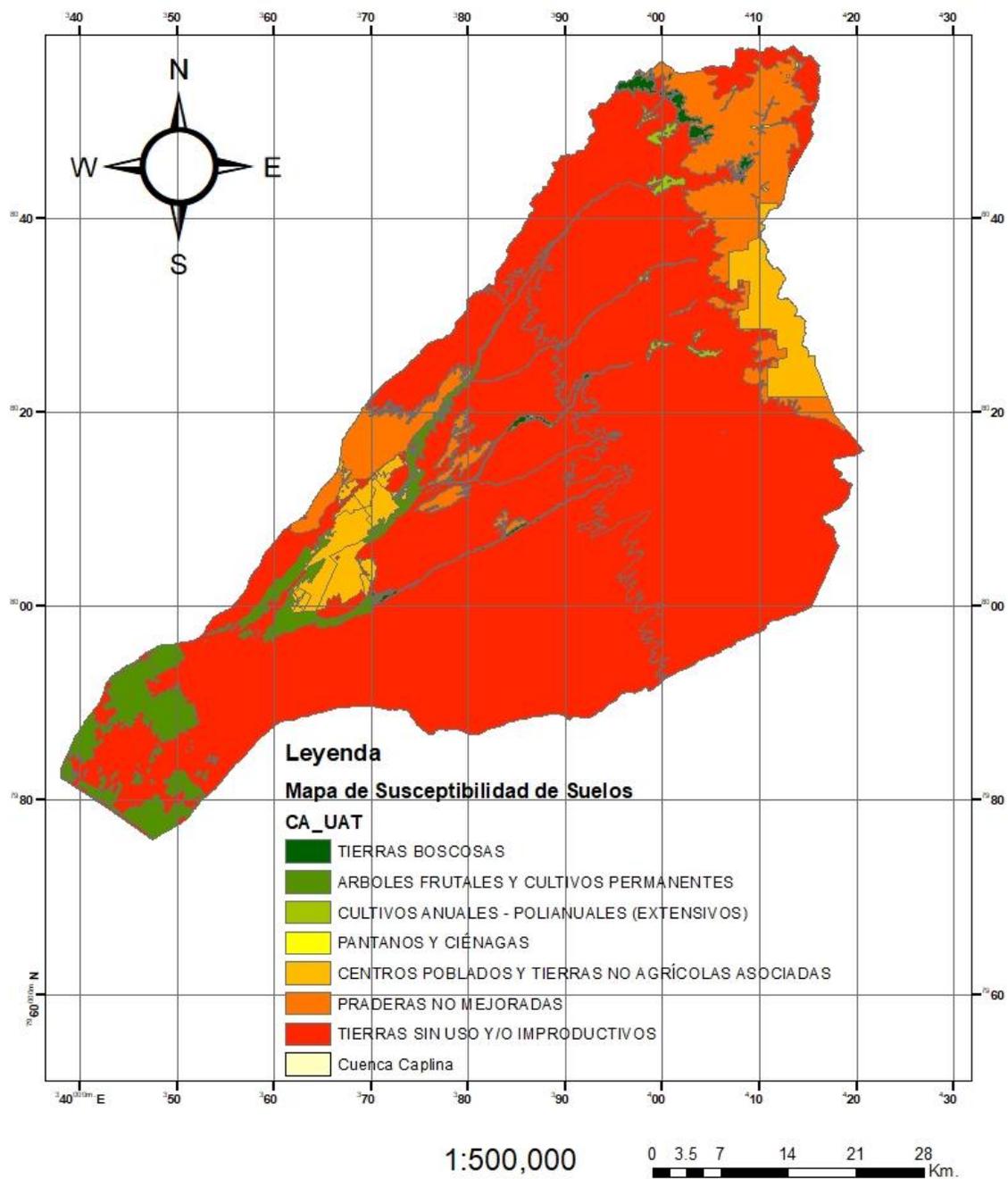
Tabla 30.

Valoración de las Unidades De Suelos

Ponderación De Suelo	Taxonomía De Suelos
0 - 3	Tierras Boscosas, Árboles Frutales y Cultivos Permanentes.
3 - 6	Cultivos Anuales - PoliAnuales (Extensivos), Pantanos y Ciénagas.
6 - 8	Centros Poblados y Tierras No Agrícolas Asociadas, Praderas No Mejoradas.
8 - 10	Tierras Sin Uso y/o Improductivos.

Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 10: Mapa de Susceptibilidad de Suelos



f) Variable de Cobertura Vegetal.

En la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina la cobertura del terreno le brinda a éste mayor o menor resistencia a los procesos erosivos, por lo cual también es un factor importante en la estimación a la susceptibilidad a la degradación natural. Esta susceptibilidad ha sido valorizada según la siguiente tabla para su respectivo modelamiento:

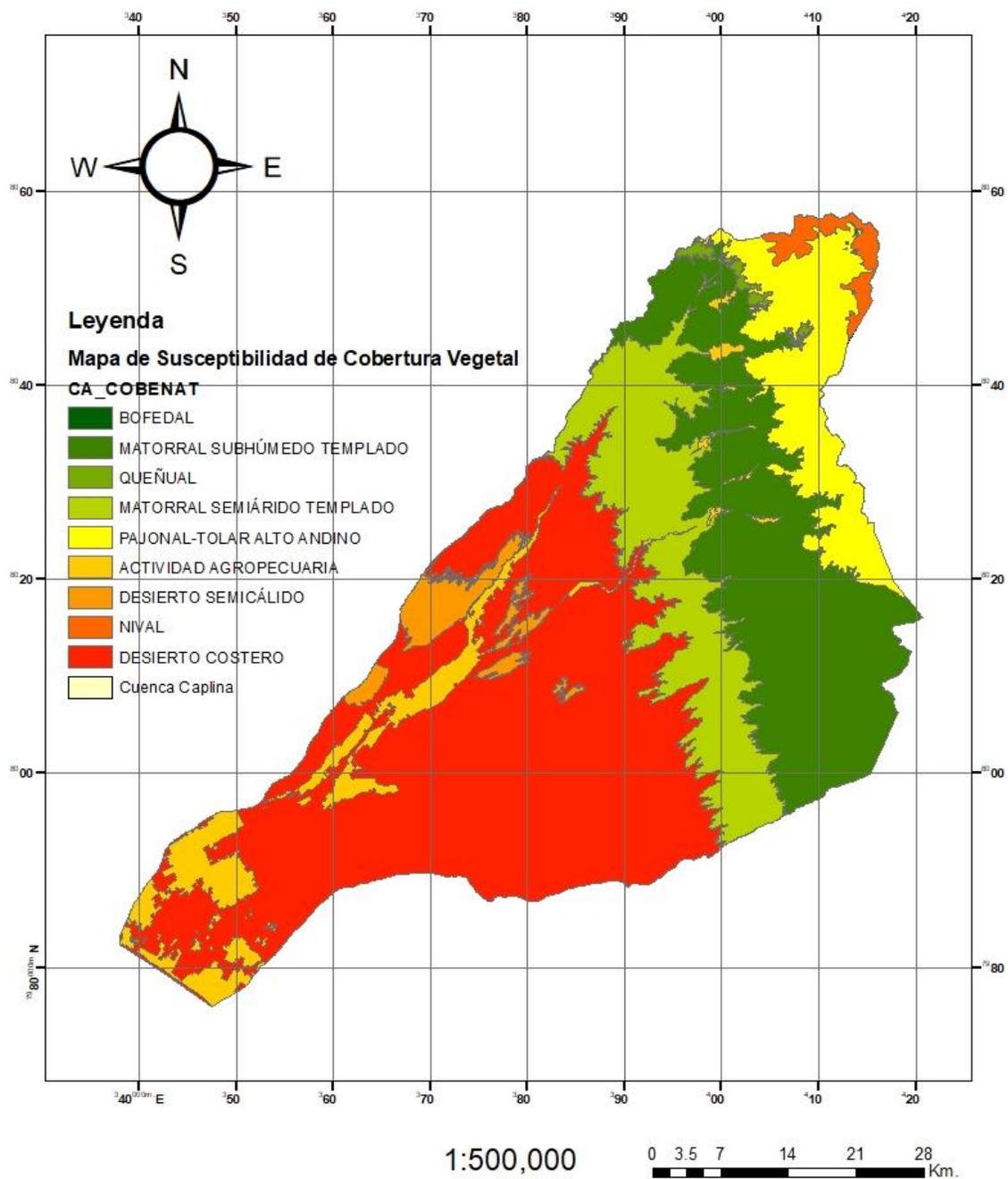
Tabla 31.

Valoración de las Unidades De Cobertura Vegetal

Ponderación De Cobertura Vegetal	Descripción de Cobertura Vegetal
0 - 3	Bofedal, Matorral Subhúmedo Templado, Queñoal.
3 - 6	Matorral Semiárido Templado, Pajonal-Tolar Alto Andino, Actividad Agropecuaria.
6 - 8	Desierto Semicálido, Nival.
8 - 10	Desierto Costero

Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 11: Mapa de Susceptibilidad de Cobertura Vegetal



g) Variable de Clima.

En la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina la precipitación está asociada a la energía que produce la misma para causar erosión, es por ello, que esta energía aumenta o disminuye según la frecuencia de precipitación. Esta susceptibilidad ha sido valorizada según la siguiente tabla para su respectivo modelamiento:

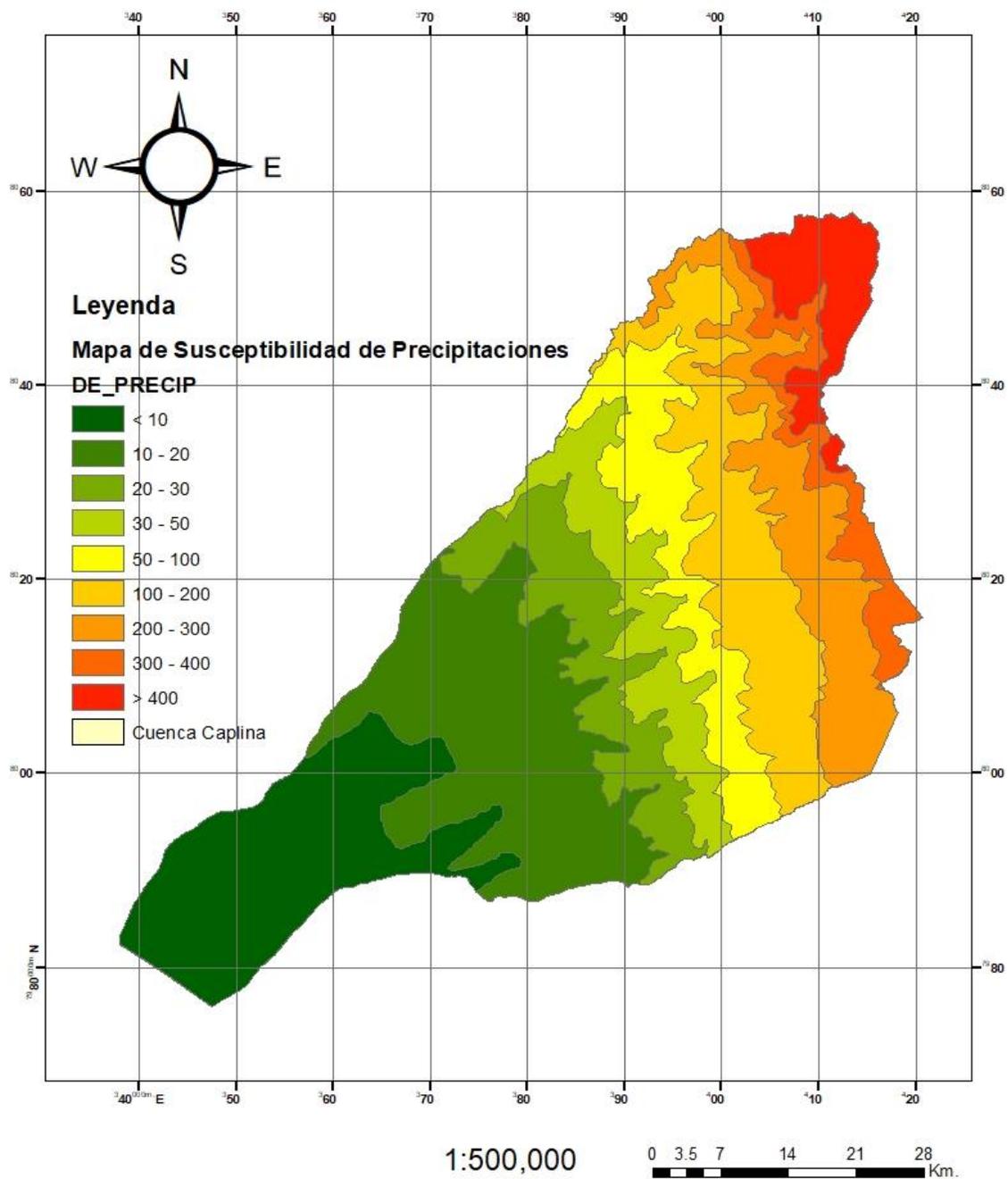
Tabla 32.

Valoración de las Unidades De Clima (Precipitación)

Ponderación De Precipitación	Rango de PP (mm)
0 - 2	< 10
2 - 5	10 - 20
	20 - 50
	50 - 100
5 - 8	100 - 200
	200 - 300
8 - 10	300 - 400
	> 400

Fuente: Elaboración Propia.

Mapa 12: Mapa de Susceptibilidad de Precipitaciones



4.3. Caracterización del Sistema Urbano, Rural, los usos del territorio y las líneas vitales.

En el departamento de Tacna específicamente tocando los sistemas urbanos de la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina se ha establecido que los cascos urbanos presentan diferentes limitantes para su desarrollo, referidas a peligros físico naturales; es así que se tiene que el peligro más reiterado es el de inundación, pudiendo ser que en épocas de lluvias las zonas con centros urbanos y las zonas con cascos urbanos son afectados, que normalmente suelen ubicarse en planicies que de alguna u otra manera interrumpe el drenaje hídrico.

El segundo peligro más recurrente son los movimientos internos considerados como fallas estructurales. Estas fallas se presentan como fisuras del suelo interno lo cual genera inestabilidad en determinados espacios afectando a las construcciones aledañas (medios de vida de la población).

Así como los peligros naturales, las condiciones físicas del territorio son limitantes para su crecimiento. Para los casos específicos de los centros urbanos de la Cuenca Caplina está limitante se debe a la fisiografía de su territorio (relieve de vertiente montañosa)

Con relación a las redes de comunicación también se determinó que en los cascos urbanos, las áreas con mayor aptitud urbana industrial presentan (por orden de importancia) sistemas de redes como a continuación se indica:

- Articulación vial
- Servicios básicos (agua potable, la electrificación)

Visto desde el nivel provincial, el sistema urbano-rural presenta algunos inconvenientes como son:

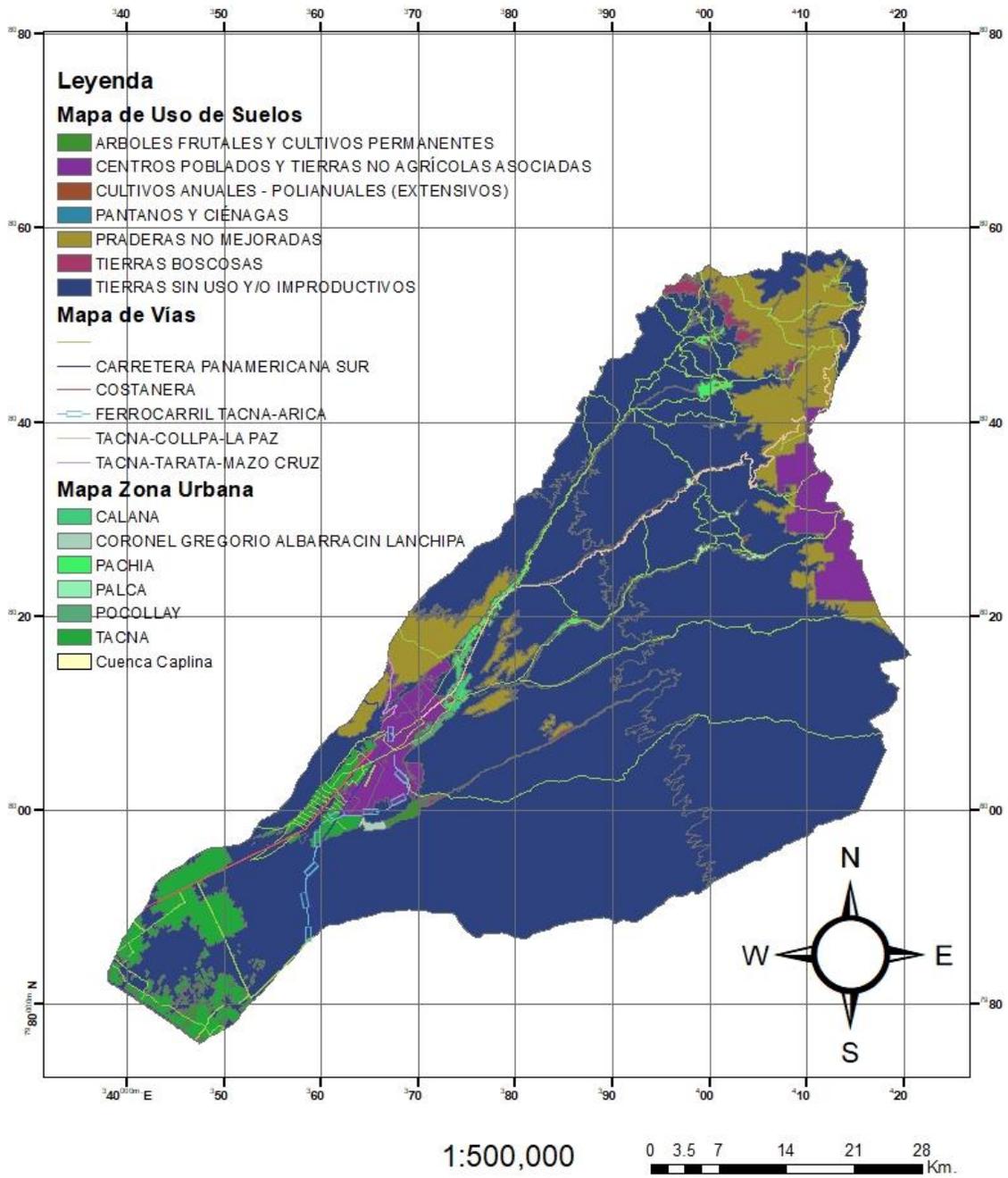
- Poca articulación vial y escaso acceso a las zona de alta y muy alto valor, creando verdaderas islas desarticuladas especialmente en la zona norte de la Región
- La existencia de pasivos ambientales es un peligro latente en el territorio que requeriría ser solucionado mediante proyectos de mitigación ambiental.
- Los espacios fronterizos débilmente integrados al interior de la Región y fuera de ellos

- Pérdida gradual de las áreas de conservación municipal por el crecimiento espontáneo de centros urbanos.

Hay que recordar que una urbe no se desarrolla sin la dinámica que le da su propia población, por ende, es importante mencionar que las industrias dependen directamente de la cantidad de población de una zona determinada, es así que las ciudades con alto índice poblacional son las que mayormente desarrollan industria, para satisfacer la demanda de bienes y servicios de las mismas.

A continuación, se modelará un mapa urbano, rural, vías y usos del suelo para mayor comprensión:

Mapa 13: Mapa Urbano, Rural, Vías y Usos del Suelo



4.4. Análisis y Evaluación de Peligros.

El departamento de Tacna específicamente en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina está expuesto a los acontecimientos producidos por fenómenos antrópicos y naturales, así tenemos los más representativos, que como consecuencia de altas precipitaciones pluviales se producen inundaciones y erosión de laderas; en su contraparte tenemos Sequías; desprendimientos y flujos de lodo en las partes altas de la cuenca; aumento y disminución de temperatura por medio de radiación solar en la parte media baja de la cuenca y heladas en la parte alta de la cuenca; y por último tsunami por causa de sismos

Una vez determinada el área influenciada por peligros de los distintos orígenes es necesario evaluar los factores que intervienen en el origen de los mismos. A continuación se presentará cada peligro identificado y al final se modelará el Mapa de Peligros por Niveles de la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina.

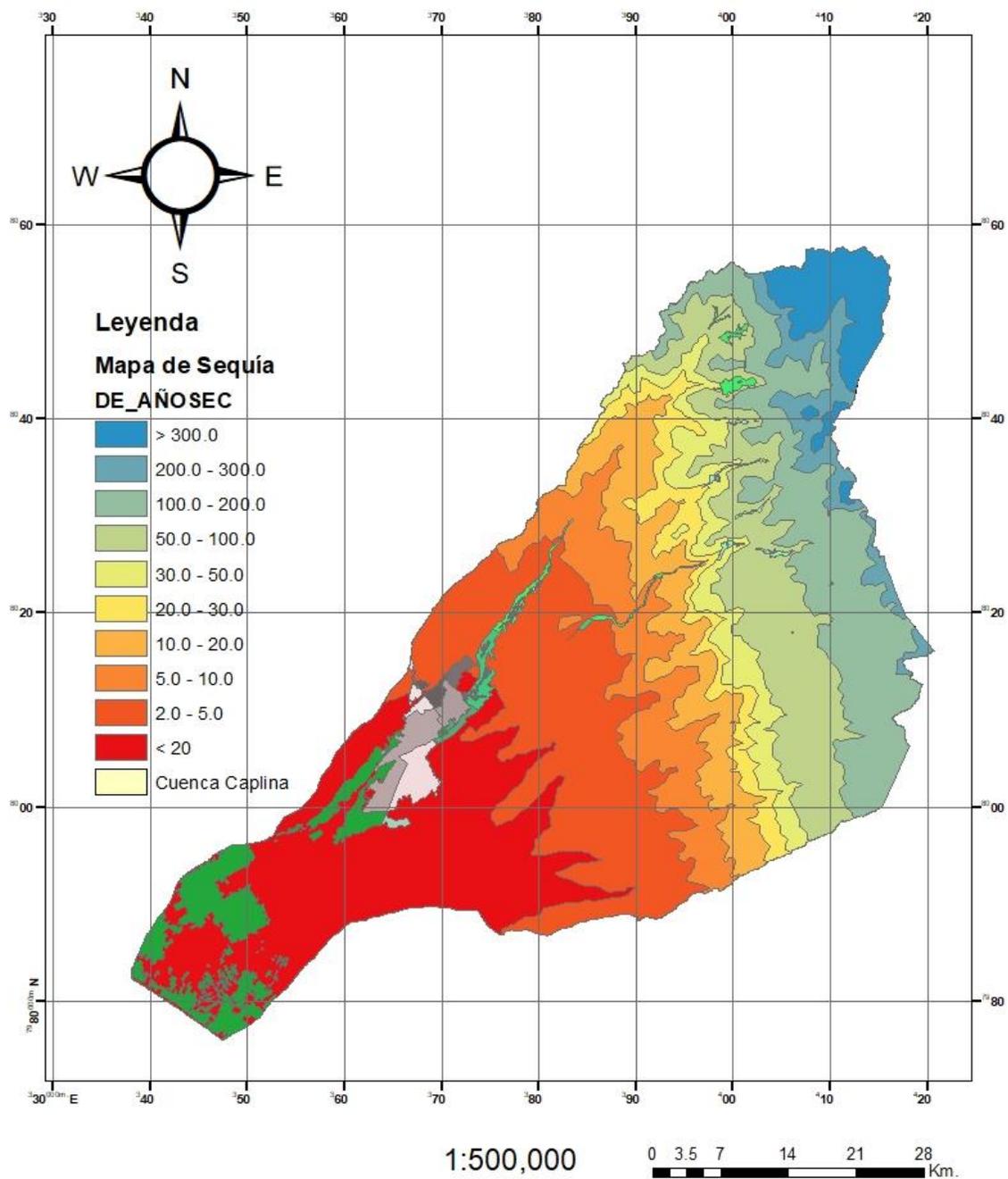
4.4.1. Caracterización de los peligros existentes asociados al Cambio

Climático.

a) Sequias.

Conceptualmente es la baja o escasa presencia de agua en un determinado lugar, siendo así el caso de nuestra área de estudio, este se da por un período largo para aportar a la necesidades de los elementos bióticos; en tal sentido el análisis de los elementos bióticos que están estrechamente relacionadas permite comprobar zonas con posible aparición de este fenómeno natural. Incluye las siguientes variables: Temperatura, Precipitación, Zonas de vida.

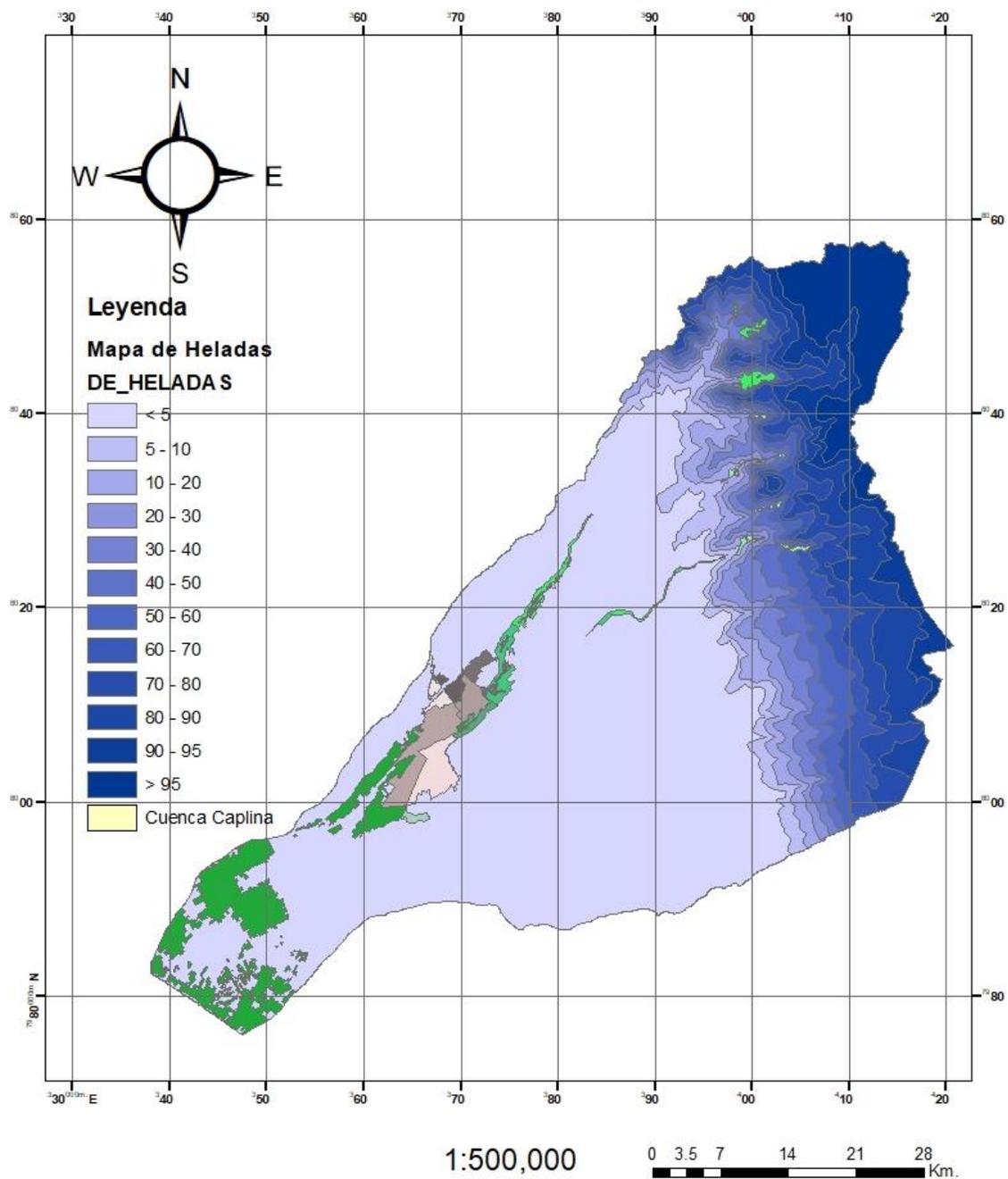
Es importante precisar que, la variable Precipitación representada en este caso por el “Año Seco” también ha sido considerada en la propuesta de sequias; por lo que este modelo se considera solo como indicador frente a zonas áridas, donde las lluvias son escasas gran parte del año; además debemos precisar que el alcance que tiene este Peligro por cambio Climático es de 8570.034592 km² afectando el 59% del total de la Cuenca, así mismo cabe resaltar que el periodo de sequía afecta directamente a la población siendo más intenso en determinadas fechas del año. A continuación, se presenta el modelamiento de dicho Peligro:

Mapa 14: Mapa de Sequía

b) Heladas.

Fenómeno climático cuya ocurrencia por un descenso de la temperatura ambiente, también impacta negativamente sobre los medios de vida de las poblaciones humanas; bajo este concepto y a partir del análisis de variables biofísicas que influyen sobre el acontecimiento de este fenómeno natural, el presente modelo de peligro permite hallar zonas de posible aparición del fenómeno. Incluye las siguientes variables temáticas: Pendientes, Pisos Altitudinales, Temperatura.

En el caso de la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina, cuando el aire húmedo es menor existirá enfriamiento, esto está asociado a la capacidad de absorción y traspaso de la atmosfera; el efecto sería en este caso el alto y rápido descenso de temperatura, en cuyo caso aparecerían las heladas con consecuencias hacia la agricultura, ganadería y poblacional; en cambio cuando hay mucha humedad por la noche, la atmosfera conserva el calor provocando una menor helado o simplemente ninguna helada, todo en función del tiempo que dure el descenso de temperatura. Asimismo, con una presencia alta de humedad la presencia de heladas se daría en menos porcentaje pero si se diera lo contrario la presencia de la helada sería inminente con daños desastrosos. No obstante en la Cuenca estas afectan una área de 4379.041255 km² que en promedio es un 29% del total del peligro por heladas. A continuación, se presenta el modelamiento de dicho Peligro:

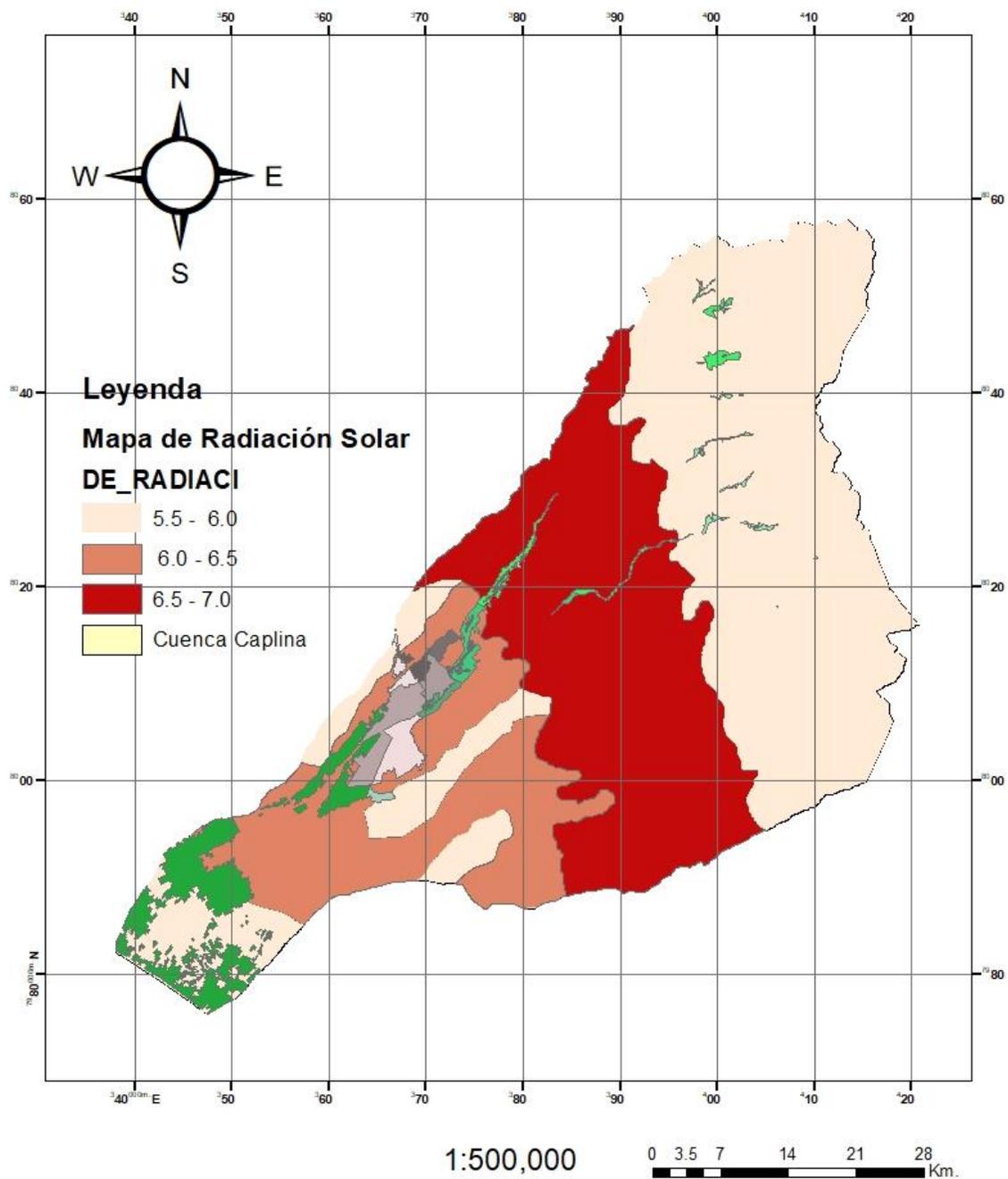
Mapa 15: Mapa de Heladas

c) **Radiación Solar.**

La radiación es un fenómeno climático producido por el hombre específicamente es un Peligro Físico determinado por el CENEPRED, esta se da por la extensión de energía en forma de ondas o de partículas subatómicas a través de un medio material o del vacío. Incorpora las siguientes variables temáticas: Litología, Geomorfología, Cobertura Vegetal.

La exposición de una persona a la radiación es diaria, ya que existen más de 60 materiales que emiten radiación presentes en el aire, agua, suelo, alimentos, sol, etc.

Los diferentes niveles de Radiación varían de acuerdo a la geología del área a estudiar, en el caso de la Cuenca Caplina el área que compromete la Radiación Solar con más incidencia es de 3738.891738 km² que representa el 23% del total de Radiación Solar en la Cuenca. A continuación, se presenta el modelamiento de dicho Peligro:

Mapa 16: Mapa de Radiación Solar

d) Inundación.

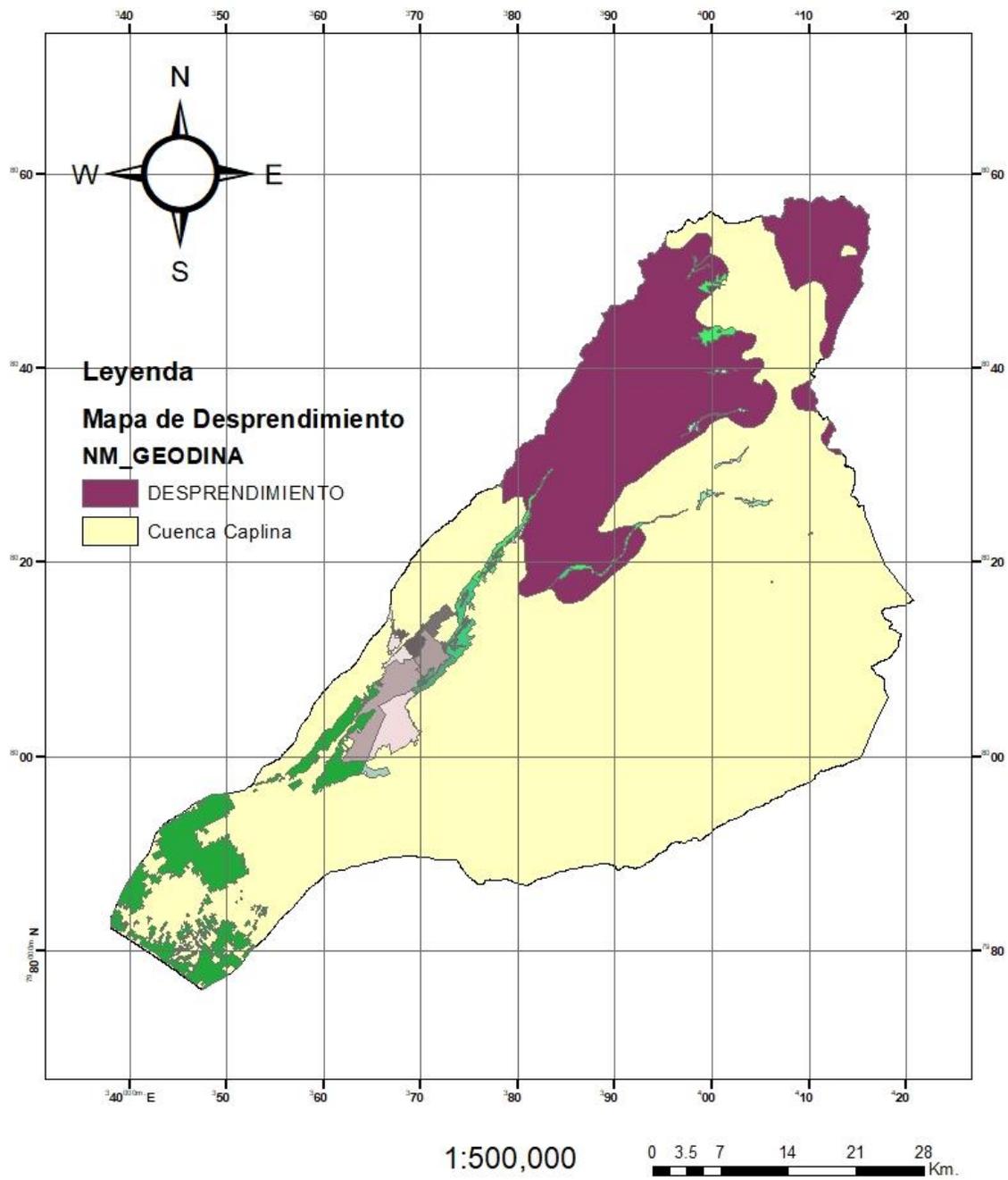
Conceptualmente es el aumento del recurso hídrico temporalmente en una determinada zona, en el caso de la cuenca caplina, tiene su origen en las fuertes precipitaciones, creando un severo daño a los medio de vida existentes desde perdidas agrícolas, ganaderas y vidas humanas. Incorpora las siguientes variables temáticas: Precipitación, Geomorfología, Pendientes, Litología, Cobertura Vegetal.

Sin embargo, en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina el Peligro por Inundaciones está relacionada sobre todo al régimen pluviométrico y a la frecuencia de intensas avenidas o de los máximos caudales de los principales ríos que constituyen el sistema hidrográfico de la Cuenca, puesto que son los agentes que causan desbordamientos y dan origen a las inundaciones. Asimismo, analizar las variables descritas anteriormente permitirá la relación que lleva cada una de ellas, por ejemplo la variable pendiente y cobertura vegetal, están asociadas ya que si un terreno es empinado sin cobertura vegetal podría provocar una inundación. En este caso el Peligro por Inundaciones representan un 4% que equivale a 13.645851 km² del total de la Cuenca. A continuación, se presenta el modelamiento de dicho Peligro:

e) **Desprendimiento.**

Se relaciona con el estudio de la acción de los agentes atmosféricos externos sobre la capa superficial de la tierra; en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina para la presente investigación se toma en cuenta analizar variables que influyen en los desprendimientos y flujos de Lodo (huaycos). Incorpora las siguientes variables temáticas: Cobertura Vegetal, Litología, Zonas de Vida, Cobertura Vegetal, Geomorfología, Usos del Suelos.

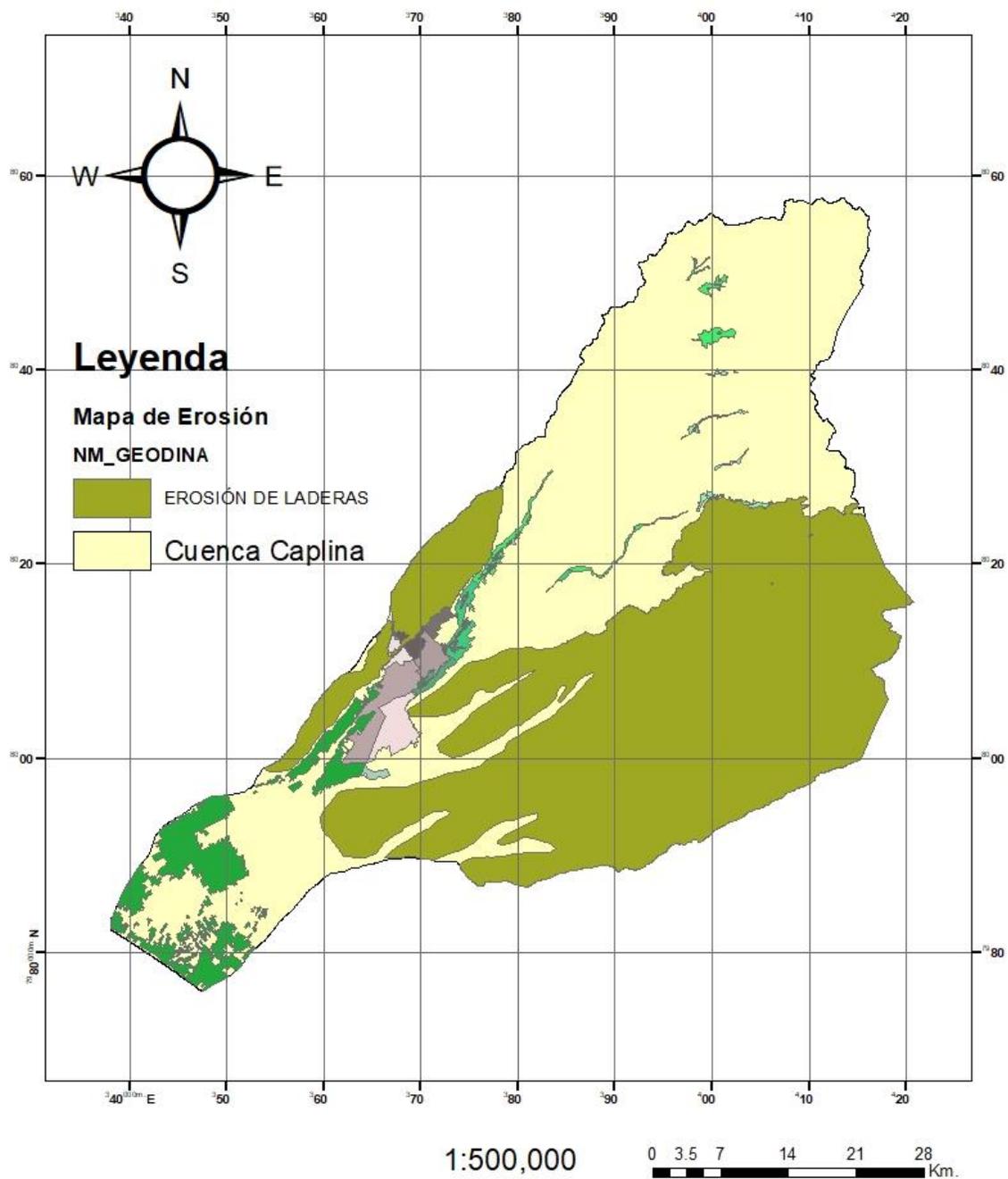
En el caso de la cuenca el Peligro por Desprendimiento ocupa un área de 302.847702 km² equivalente a un 9.5% del total de la Cuenca afectando principalmente a las zonas rurales encontradas en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina. A continuación, se presenta el modelamiento de dicho Peligro:

Mapa 18: Mapa de Desprendimiento

f) **Erosión.**

Es aquel fenómeno que está ligado estrechamente a la agricultura. Los factores con mayor inclusión en este fenómeno son el uso excesivo de tierras, escasa protección de suelo, uso inapropiado del riego, y uso de áreas agrícolas con altas pendientes. Incorpora las siguientes variables temáticas: litología, precipitación, cobertura vegetal, pendientes, geomorfología, Cobertura Vegetal.

En la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina, en épocas de abundante precipitación (avenidas) que principalmente se dan durante el Fenómeno ENSO, la erosión aumenta excesivamente, frente a la acción de los diferentes agentes como las sequías, viento, lluvias, etc.; y fuentes antrópicas de disminución de lecho vegetal, sobre los suelos con poca protección. Esta es representada por un área de 211.552645 km² equivalente a un 6.6% del total de Cuenca. A continuación, se presenta el modelamiento de dicho Peligro:

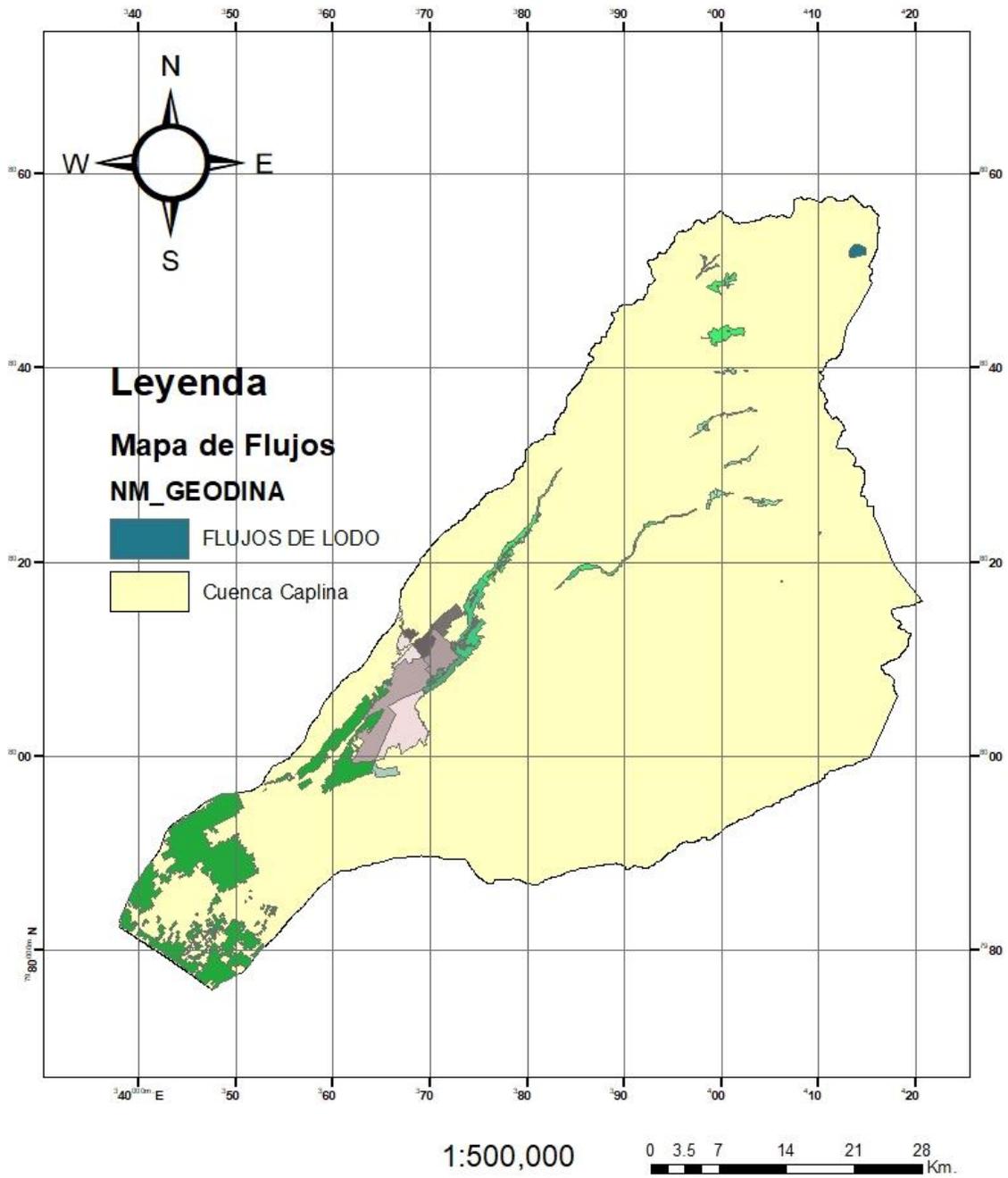
Mapa 19: Mapa de Erosión

g) Flujos de Lodo.

Tal y como se da el Desprendimiento también los Flujos de lodo se relacionan con el estudio de la acción de los agentes atmosféricos externos sobre la capa superficial de la tierra; en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina para el presente estudio se considera analizar variables que influyen en la ocurrencia de desprendimientos y flujos de Lodo (huaycos). Incorpora las siguientes variables temáticas: Pendientes, Litología, Zonas de Vida, Cobertura Vegetal, Geomorfología, Usos del Suelos.

En el caso de la cuenca el Peligro por Desprendimiento ocupa un área de 1.699266 km² equivalente a un 0.5% del total de la Cuenca afectando principalmente a las zonas rurales encontradas en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina. A continuación, se presenta el modelamiento de dicho Peligro:

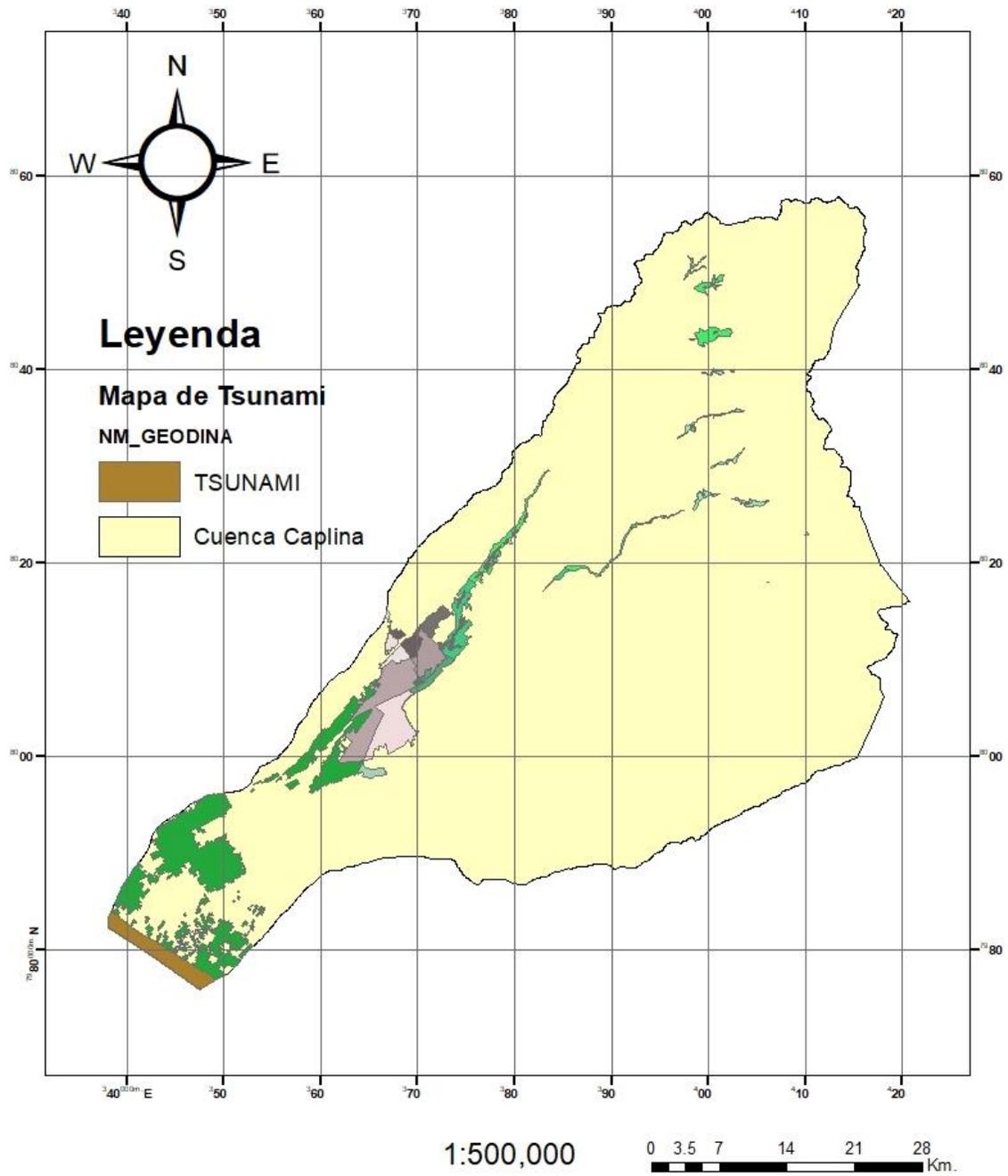
Mapa 20: Mapa de Flujos de Lodo



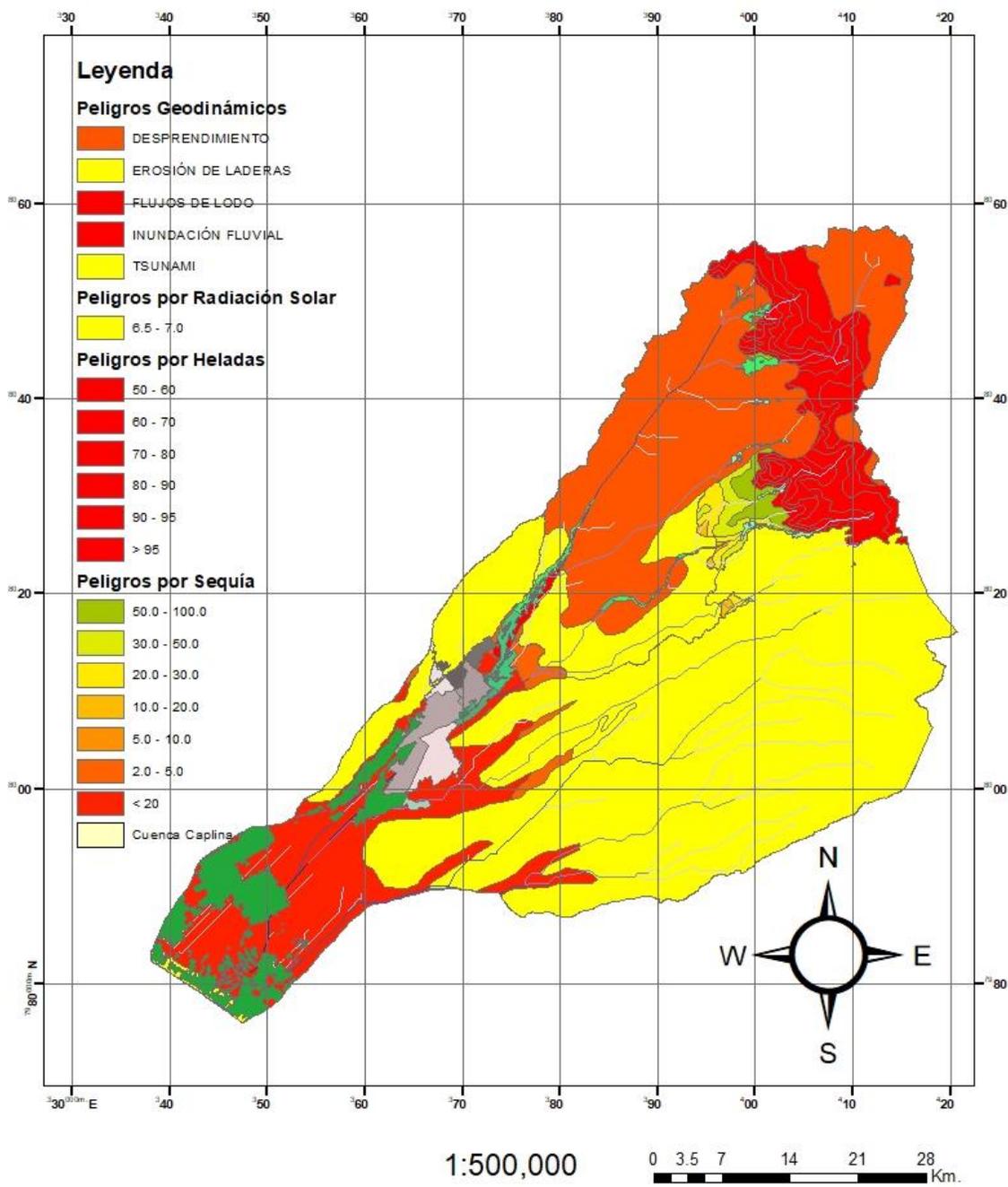
h) Tsunami.

Conceptualmente es aquel fenómeno que es causado por otro fenómeno de alta intensidad, pero no por eso deja de ser peligroso como por ejemplo puede ser consecuencia de un sismo desplazando así olas gigantes, es por ello, que presenta un peligro para zonas pobladas y recreativas establecidas en el litoral costero. Incorpora las siguientes variables temáticas: Pendientes, Zonas de Vida, Usos del Suelos.

Desde tiempos de antaño vienen creciendo exponencialmente los desastres asociados a este peligro, es por ello, que es sumamente fundamental estudiar el comportamiento y la incidencia que puede llegar a tener. Asimismo, el Peligro de Tsunami afecta directamente a un área de 66.4706 km². A continuación se presenta el modelamiento de dicho Peligro:

Mapa 21: Mapa de Tsunami

Mapa 22: Mapa de Peligros por Nivel de Influencia



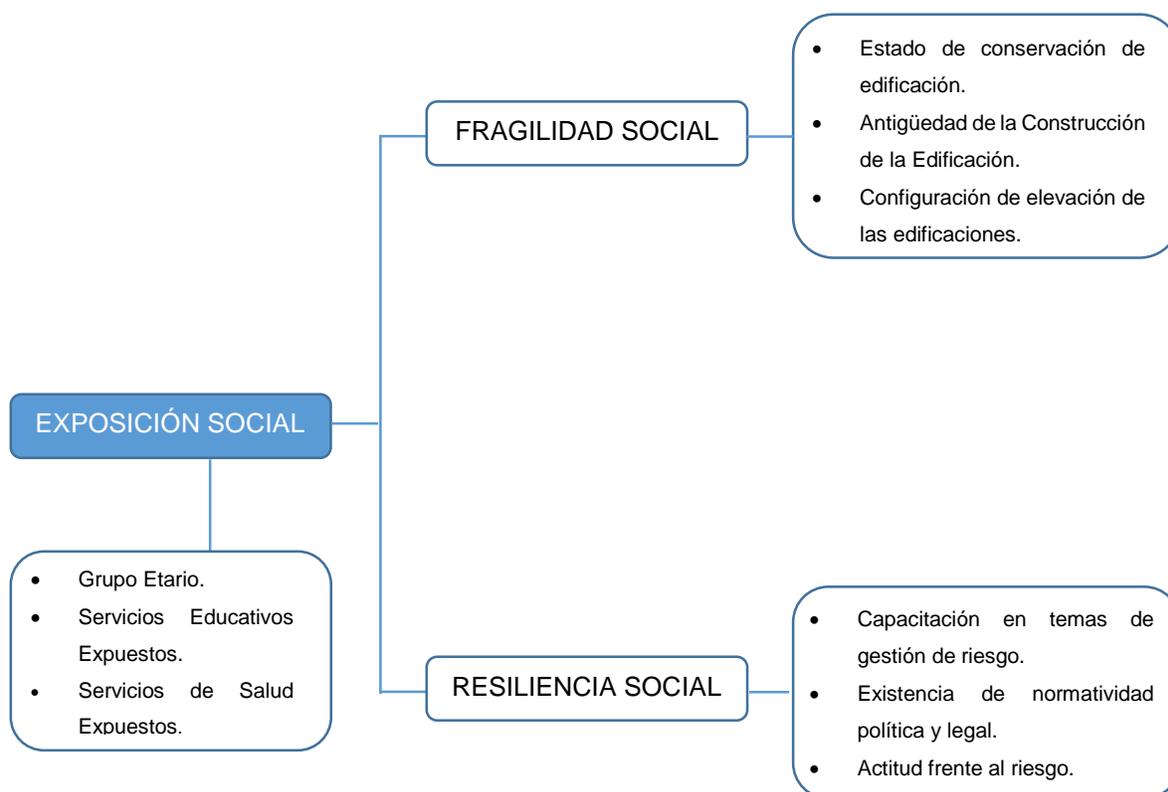
4.5. Análisis y Evaluación de Vulnerabilidad

Para este análisis es necesario evaluar y caracterizar cada una de las dimensiones (social, económica y ambiental) del ámbito de estudio. Poner grafico 4 antes de cada dimensión.

4.5.1. Análisis de la dimensión Social

Gráfico 4

Esquema para el Análisis de la Vulnerabilidad Social



Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM.

4.5.1.1. Exposición.

Tabla 33.

Grupo Etario

Parámetro	Grupo Etario	Ponderado	Nivel
Exposición Social	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	4	Muy Alto
	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	3	Alto
	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	2	Medio
	De 15 a 50 años	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 34.

Servicios Educativos Expuestos

Parámetro	Servicios educativos expuestos	Ponderado	Nivel
Exposición Social	> 75% del servicio educativo expuesto	4	Muy Alto
	≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	3	Alto
	≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	2	Medio
	≤ 25% y > 0% del servicio educativo expuesto	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 35.

Servicios de Salud Expuestos

Parámetro	Servicios de Salud Expuestos	Ponderado	Nivel
Exposición Social	> 60% del servicio de salud expuesto	4	Muy Alto
	≤ 60% y > 35% del servicio de salud expuesto	3	Alto
	≤ 35% y > 20% del servicio de salud expuesto	2	Medio
	≤ 20% y > 0% del servicio de salud expuesto	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

4.5.1.2. Fragilidad.

Tabla 36.

Estado de Conservación de la Edificación

Parámetro	Servicios Expuestos	Ponderado	Nivel
Fragilidad Social	MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	4	Muy Alto
	MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	3	Alto
	REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioro visibles debido al mal uso.	2	Medio
	BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 37.

Antigüedad de la Construcción de la Edificación

Parámetro	Antigüedad de la Construcción de la Edificación	Ponderado	Nivel
Fragilidad Social	De 30 a 40 años	4	Muy Alto
	De 20 a 30 años	3	Alto
	De 10 a 20 años	2	Medio
	De 5 a 10 años	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 38.

Configuración de Elevación de las Edificaciones

Parámetro	Configuración de Elevación de las Edificaciones	Ponderado	Nivel
Fragilidad Social	5 Pisos	4	Muy Alto
	4 Pisos	3	Alto
	3 Pisos	2	Medio
	1 y 2 Pisos	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

4.5.1.3. Resiliencia.

Tabla 39.

Capacitación en Temas de Gestión del Riesgo

Parámetro	Capacitación en Temas de Gestión del Riesgo	Ponderado	Nivel
Resiliencia Social	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo.	4	Muy Alto
	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura escasa.	3	Alto
	La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	2	Medio
	La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, actualizándose participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 40.

Existencia de Normatividad Política y Local

Parámetro	Existencia de Normatividad Política y Local	Ponderado	Nivel
Resiliencia Social	El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su desarrollo. No existen instrumentos legales locales que apoyen en la reducción del riesgo (ejemplo: ordenanzas municipales).	4	Muy Alto
	El soporte legal del territorio que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple ocasionalmente. Existe un interés tenue en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra el área en estudio. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo pero nunca se implementarán.	3	Alto
	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el	2	Medio

que se encuentra el área en estudio se cumple regularmente. Existe un interés en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra puntualmente. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo pero nunca se implementarán.

El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se llega a cumplir de manera estricta. El desarrollo planificado del territorio, es un eje estratégico de desarrollo. Se aplican acciones de ordenamiento o reordenamiento territorial. Siempre las acciones de prevención y/o mitigación de desastres están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo (o se vienen implementando).

1

Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 41.

<i>Actitud Frente al Riesgo</i>			
Parámetro	Actitud Frente al Riesgo	Ponderado	Nivel
Resiliencia Social	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población.	4	Muy Alto
	Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población.	3	Alto
	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo.	2	Medio
	Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

4.5.1.4. Valoración de la Vulnerabilidad Social.

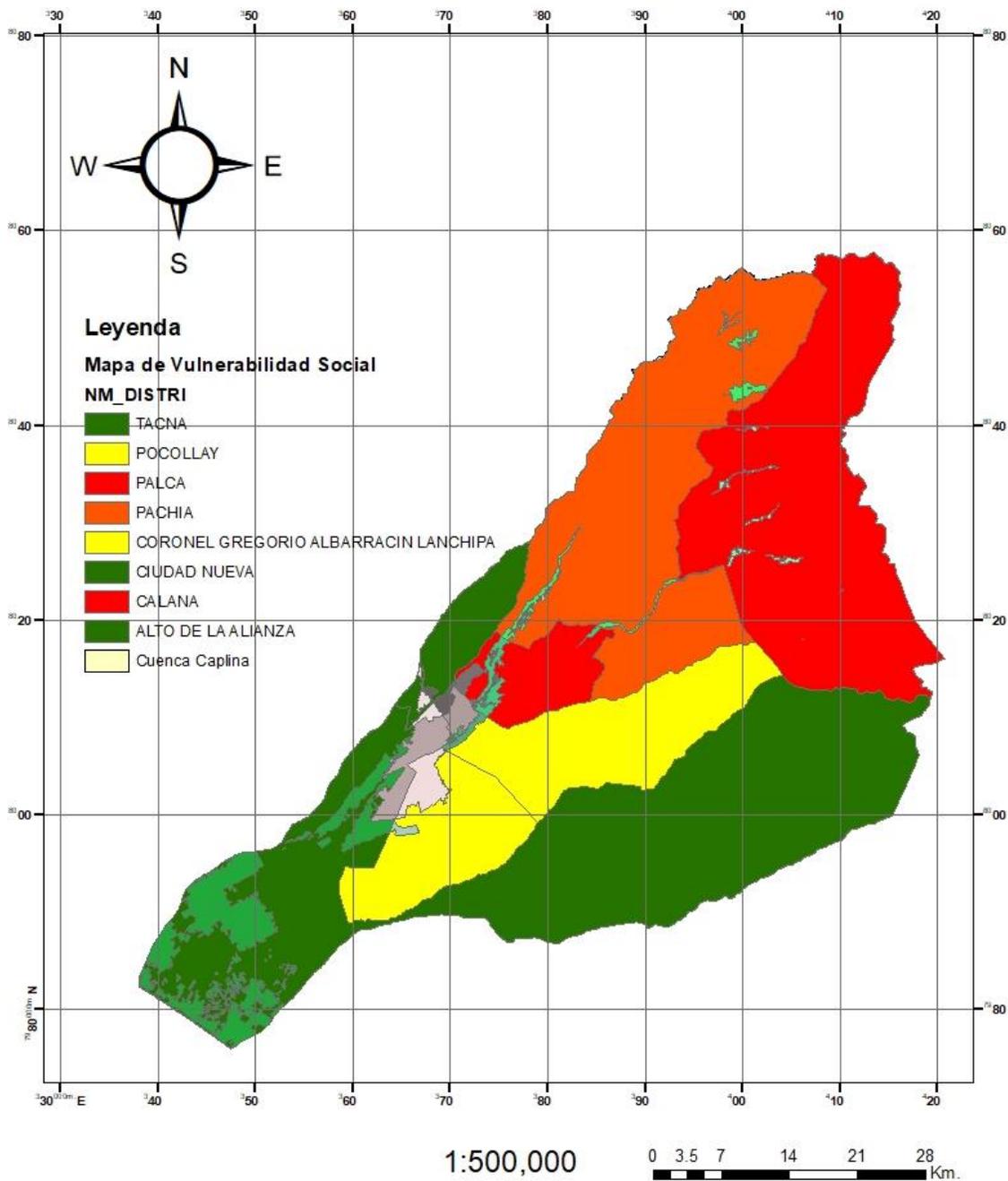
Tabla 42.

Valoración de la Vulnerabilidad Social

Elementos Evaluados		Valoración	Valoración Promedio	Valoración Real
	Grupo Etario	1		
Exposición	Servicios educativos expuestos	3	2.3	
	Servicios de Salud Expuestos	3		
	Estado de Conservación de la Edificación	2		
Fragilidad	Antigüedad de la Construcción	2	1.6	2.4
	Elevación de las Edificaciones	1		
	Capacitación en Temas de Gestión del Riesgo	3		
Resiliencia	Normatividad Política y Local	3	2.6	
	Actitud Frente al Riesgo	2		

Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM.

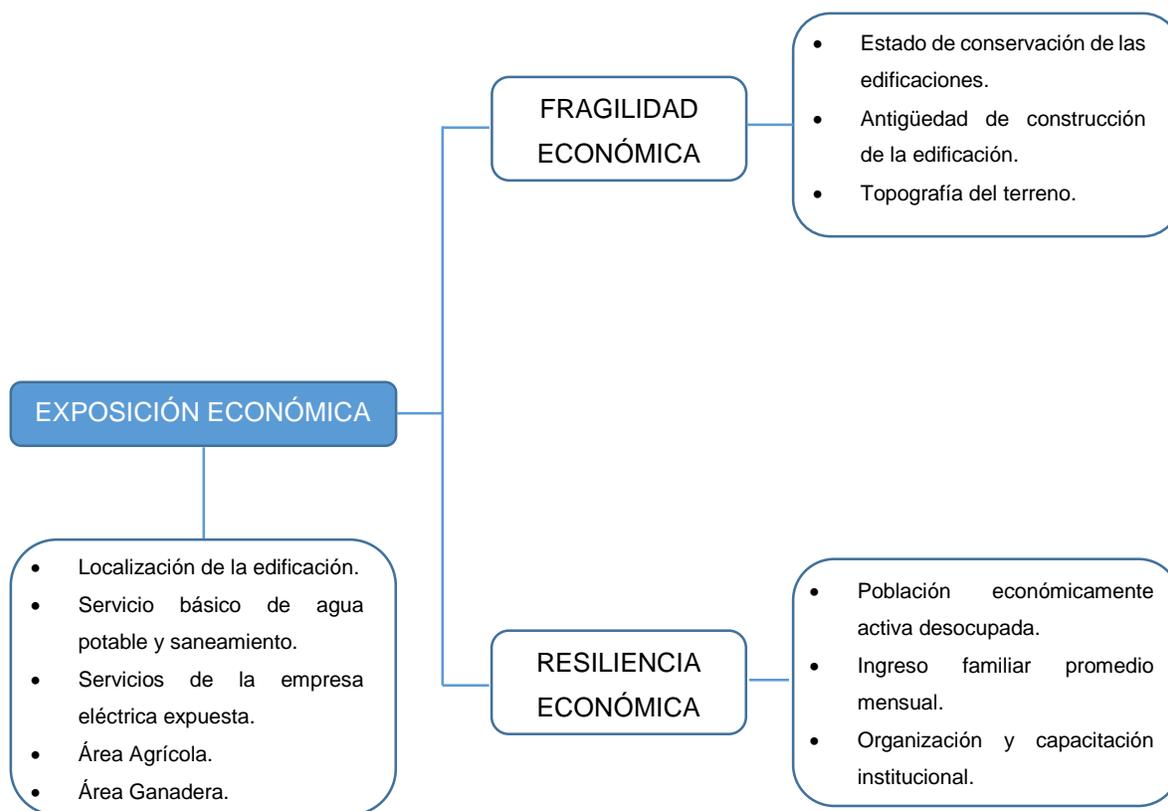
Mapa 23: Mapa de Vulnerabilidad Social



4.5.2. Análisis de la dimensión Económica

Gráfico 5

Esquema para el Análisis de la Vulnerabilidad Económica



Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM.

4.5.2.1. Exposición.

Tabla 43.

Localización de la Edificación

Parámetro	Localización de la Edificación	Ponderado	Nivel
Exposición Económica	Muy cercana 0 km – 0.2 km	4	Muy Alto
	Cercana 0.2 km – 1 km	3	Alto
	Medianamente cerca 1 – 3 km	2	Medio
	Alejada 3 – 5 km	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 44.

Servicio Básico de Agua Potable y Saneamiento

Parámetro	Servicio Básico de Agua Potable y Saneamiento	Ponderado	Nivel
Exposición Económica	> 75% del servicio expuesto	4	Muy Alto
	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	3	Alto
	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	2	Medio
	> 0% y ≤ 25% del servicio expuesto	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 45.

Servicios de la Empresa Eléctrica Expuesta

Parámetro	Servicios de la Empresa Eléctrica Expuesta	Ponderado	Nivel
Exposición Económica	> 75% del servicio expuesto	4	Muy Alto
	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	3	Alto
	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	2	Medio
	> 0% y ≤ 25% del servicio expuesto	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 46.

Área Agrícola Expuesta

Parámetro	Área Agrícola Expuesta	Ponderado	Nivel
Exposición Económica	> 75% del área agrícola expuesta	4	Muy Alto
	> 50% y ≤ 75% del área agrícola expuesta	3	Alto
	> 25% y ≤ 50% del área agrícola expuesta	2	Medio
	> 0% y ≤ 25% del área agrícola expuesta	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 47.

Área Ganadera Expuesta

Parámetro	Área Ganadera Expuesta	Ponderado	Nivel
Exposición Económica	> 75% del área ganadera expuesta	4	Muy Alto
	> 50% y ≤ 75% del área ganadera expuesta	3	Alto
	> 25% y ≤ 50% del área ganadera expuesta	2	Medio
	> 0% y ≤ 25% del área ganadera expuesta	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

4.5.2.2. Fragilidad.

Tabla 48.

Estado de Conservación de las Edificaciones

Parámetro	Estado de Conservación de las Edificaciones	Ponderado	Nivel
Fragilidad Económica	MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	4	Muy Alto
	MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	3	Alto
	REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioro visibles debido al mal uso.	2	Medio
	BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 49.

Antigüedad de Construcción de la Edificación

Parámetro	Antigüedad de Construcción de la Edificación	Ponderado	Nivel
Fragilidad Económica	De 30 a 40 años	4	Muy Alto
	De 20 a 30 años	3	Alto
	De 10 a 20 años	2	Medio
	De 5 a 10 años	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 50.*Topografía del Terreno*

Parámetro	Topografía del Terreno (Pendiente)	Ponderado	Nivel
Fragilidad Económica	$P \geq 75\%$	4	Muy Alto
	$25\% < P \leq 75\%$	3	Alto
	$15\% < P \leq 25\%$	2	Medio
	$P \leq 15\%$	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

4.5.2.3. Resiliencia.**Tabla 51.***Población Económicamente Activa Desocupada*

Parámetro	Población Económicamente Activa Desocupada	Ponderado	Nivel
Resiliencia Económica	Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas. Escaso nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con serias limitaciones socioeconómicas.	4	Muy Alto
	Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas. Bajo nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con limitaciones socioeconómicas.	3	Alto
	Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con regulares posibilidades socioeconómicas.	2	Medio
	Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Alta demanda de mano de obra para las actividades económicas. Alto nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con altas posibilidades socioeconómicas.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 52.*Ingreso Familiar Promedio Mensual*

Parámetro	Ingreso Promedio Mensual (Nuevos Soles)	Ponderado	Nivel
Resiliencia Económica	> 3000	4	Muy Alto
	> 1200 - ≤ 3000	3	Alto
	> 300 - ≤ 1200	2	Medio
	≤ 300	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 53.*Organización y Capacitación Institucional*

Parámetro	Organización y Capacitación Institucional	Ponderado	Nivel
Resiliencia Económica	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Cuentan con un gran desprestigio y desaprobación popular. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices de gestión deficientes y trabajo poco coordinado. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos, muestran poco interés con la realidad local, muchas de ellas coadyuvan con la informalidad o forman enclaves en el territorio en el que se encuentran. No existe apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	4	Muy Alto
	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Empiezan a generar desprestigio y desaprobación popular. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia, pero en casos aislados. Existe cierta coordinación intersectorial. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos aislados, muestran un relativo interés con la realidad local, algunas de ellas coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	3	Alto
	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel estándar de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones	2	Medio

gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia. Existe cierta coordinación intersectorial. La madurez política es embrionaria. Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, existe una minoría que coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional. Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel eficiente de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices interesantes de gestión de eficiencia. Existe una progresiva coordinación intersectorial. Existe un proceso de madurez política. Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, se encuentran integradas y comprometidas al territorio en el que se encuentran. Existe un interesante apoyo e identificación institucional e interinstitucional.

1

Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

4.5.2.4. Valoración de la Vulnerabilidad Económica.

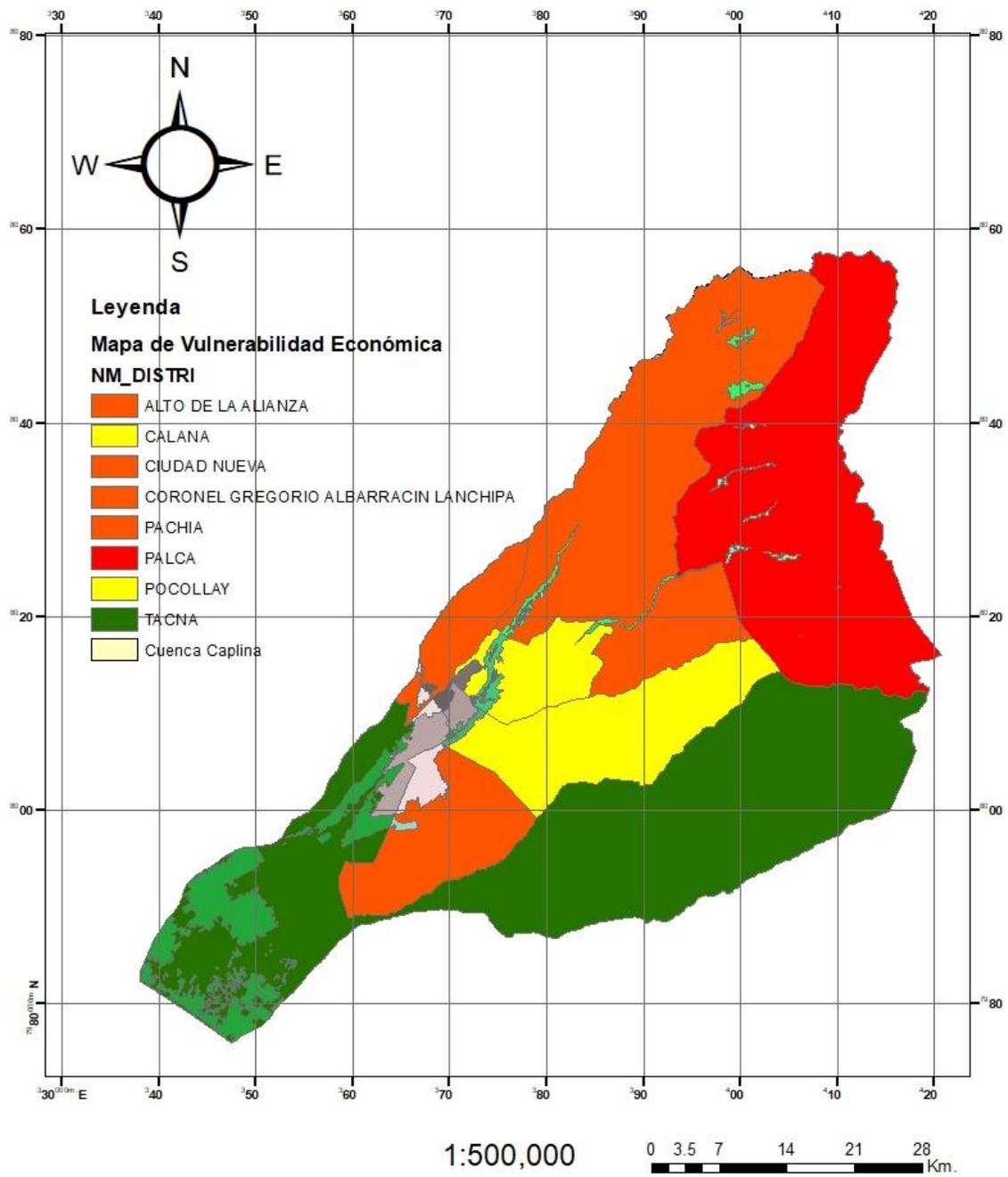
Tabla 54.

Valoración de la Vulnerabilidad Económica

Elementos Evaluados		Valoración	Valoración Promedio	Valoración Real
Exposición	Localización de la Edificación	2	1.6	
	Servicio Básico de Agua Potable y Saneamiento	2		
	Servicios de la Empresa Eléctrica Expuesta	1		
	Área Agrícola Expuesta	2		
	Área Agrícola Expuesta	1		
Fragilidad	Estado de Conservación de la Edificación	2	2	1.96
	Antigüedad de la Construcción	2		
	Topografía del Terreno	2		
Resiliencia	Población Económicamente Activa Desocupada	2	2.3	
	Ingreso Familiar Promedio Mensual	2		
	Organización y Capacitación Institucional	3		

Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM.

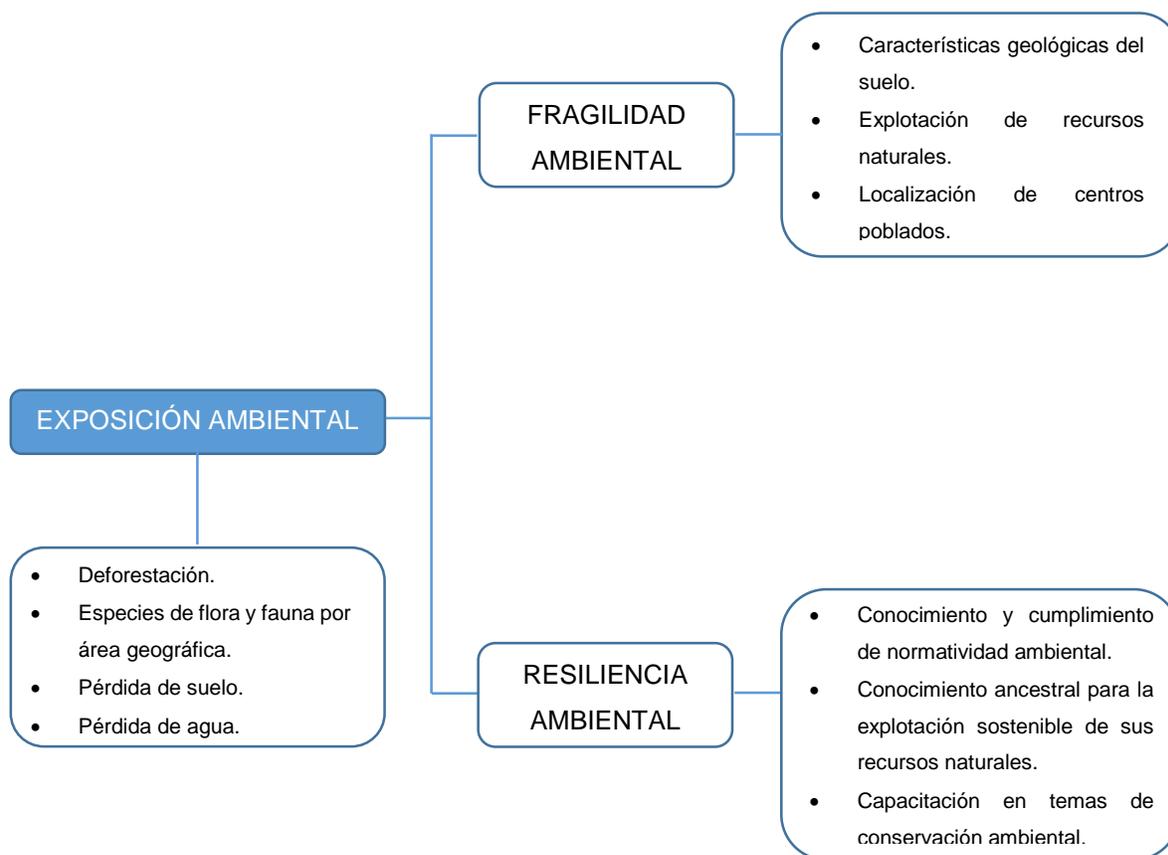
Mapa 24: Mapa de Vulnerabilidad Económica



4.5.3. Análisis de la dimensión Ambiental

Gráfico 6

Esquema para el Análisis de la Vulnerabilidad Ambiental



Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM.

4.5.3.1. Exposición.

Tabla 55.

Deforestación

Parámetro	Deforestación	Ponderado	Nivel
Exposición Ambiental	Áreas sin vegetación. Terrenos eriazos y/o áreas donde se levanta diverso tipo de infraestructura.	4	Muy Alto
	Áreas de cultivo. Tierras dedicadas a cultivos de pan llevar.	3	Alto
	Pastos. Tierras dedicadas al cultivo de pastos para fines de alimentación de animales menores y ganado.	2	Medio
	Bosques. Tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 %, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 56.

Flora y Fauna por Área Geográfica

Parámetro	Flora y Fauna	Ponderado	Nivel
Exposición Ambiental	75 – 100 % del total del ámbito de estudio	4	Muy Alto
	50 – 75 % del total del ámbito de estudio	3	Alto
	25 – 50 % del total del ámbito de estudio	2	Medio
	0 – 25 % del total del ámbito de estudio	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 57.

Pérdida de Suelo

Parámetro	Pérdida de Suelo	Ponderado	Nivel
	Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	4	Muy Alto
Exposición Ambiental	Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo.	3	Alto
	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua, longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente.	2	Medio
	Factor cultivo y contenido en sales ocasiona pérdidas por desertificación.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 58.

Pérdida de Agua

Parámetro	Pérdida de Agua	Ponderado	Nivel
	Agricultura, demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales.	4	Muy Alto
Exposición Ambiental	Prácticas de consumo poblacional/fugas en redes de distribución, uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	3	Alto
	Consumo industrial y minero, pérdidas por evaporación, fugas y otros.	2	Medio
	Pérdidas por técnicas inadecuadas de riego y canales de transporte en tierra.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

4.5.3.2. Fragilidad.

Tabla 59.

Características Geológicas del Suelo

Parámetro	Características Geológicas del Suelo	Ponderado	Nivel
Fragilidad Ambiental	Zona muy fracturada, fallada, suelos colápsables (relleno, napa freática, alta turba, material inorgánico, etc.).	4	Muy Alto
	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante.	3	Alto
	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante.	2	Medio
	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 60.

Explotación de Recursos Naturales

Parámetro	Explotación de Recursos Naturales	Ponderado	Nivel
Fragilidad Ambiental	Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río (deterioro en el consumo/ uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), entre otros considerados básicos propios del lugar de estudio.	4	Muy Alto
	Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación en el cauce y márgenes del río (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales).	3	Alto
	Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	2	Medio
	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 61.

Localización de Centros Poblados

Parámetro	Localización de Centros Poblados	Ponderado	Nivel
Fragilidad Ambiental	Muy cercana 0 km – 0.2 km	4	Muy Alto
	Cercana 0.2 km – 1 km	3	Alto
	Medianamente cerca 1 km – 3 km	2	Medio
	Alejada 3 km – 5 km	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

4.5.3.3. Resiliencia.

Tabla 62.

Conocimiento y Cumplimiento de Normatividad Ambiental

Parámetro	Conocimiento y Cumplimiento de Normatividad Ambiental	Ponderado	Nivel
Resiliencia Ambiental	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental.	4	Muy Alto
	Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No cumpliéndolas.	3	Alto
	Las autoridades y población conocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente.	2	Medio
	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 63.

Conocimiento Ancestral para la Explotación Sostenible de sus Recursos Naturales

Parámetro	Conocimiento Ancestral para la Explotación Sostenible de sus Recursos Naturales	Ponderado	Nivel
Resiliencia Ambiental	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	4	Muy Alto
	Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	3	Alto
	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	2	Medio
	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

Tabla 64.

Capacitación en Temas de Conservación Ambiental

Parámetro	Capacitación en Temas de Conservación Ambiental	Ponderado	Nivel
Resiliencia Ambiental	La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	4	Muy Alto
	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	3	Alto
	La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	2	Medio
	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.	1	Bajo

Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales.

4.5.3.4. Valoración de la Vulnerabilidad Ambiental.

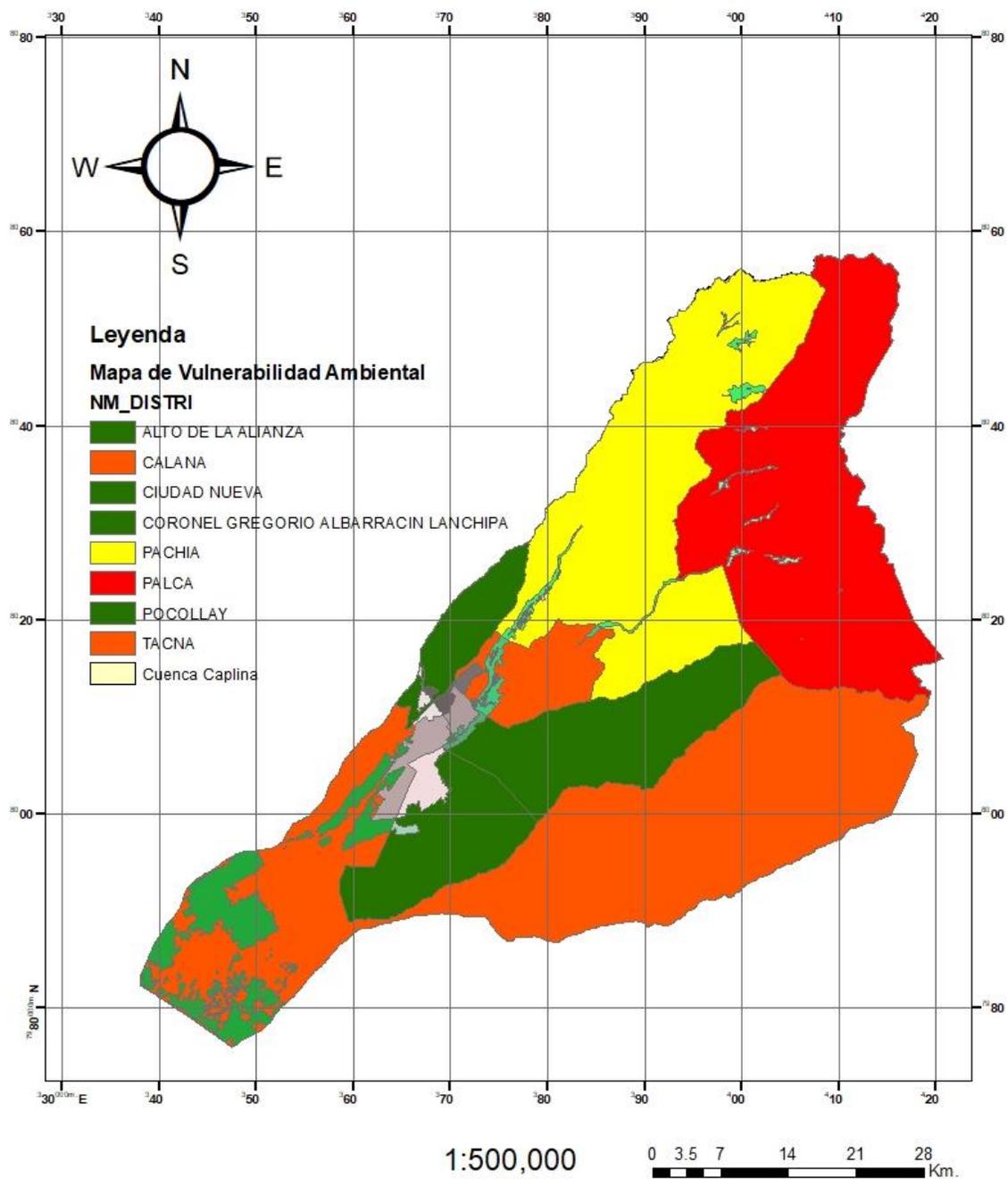
Tabla 65.

Valoración de la Vulnerabilidad Ambiental

Elementos Evaluados		Valoración	Valoración Promedio	Valoración Real
Exposición	Deforestación	4	3	
	Flora y Fauna	1		
	Pérdida de Suelo	3		
	Pérdida de Agua	4		
Fragilidad	Características Geológicas del Suelo	2	1.6	2.2
	Explotación de Recursos Naturales	1		
	Localización de Centros Poblados	2		
Resiliencia	Conocimiento y Cumplimiento de Normatividad Ambiental	2	2	
	Conocimiento Ancestral para la Explotación Sostenible de sus Recursos Naturales	2		
	Capacitación en Temáticas de Conservación Ambiental	2		

Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM.

Mapa 25: Mapa de Vulnerabilidad Ambiental



4.5.4. Valoración de la Vulnerabilidad de la Cuenca - Caplina.

Tabla 66.

Valoración de la Vulnerabilidad en la Cuenca - Caplina

Vulnerabilidades	Valoración	Valoración Total
Vulnerabilidad Social	2.4	
Vulnerabilidad Económica	1.96	2.18
Vulnerabilidad Ambiental	2.2	

Fuente: Resolución Ministerial-N°008-2016-MINAM.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Análisis y Evaluación de la Matriz de Peligro

5.1.1. Peligro Muy Alto.

Para el Nivel de Peligro “Muy Alto” en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina se colocó un rango “3 - 4” y un color “rojo”. Al hacer un análisis detallado de la cuenca en este nivel establecido encontramos; un relieve escarpado, rocoso y abrupto; con una zona glaciaria como la ignimbrita; con una falta de cobertura vegetal del 70% al 100%; con tierras sin uso y/o improductivos; con las características de un tsunami de grado: 4, magnitud: >7 e intensidad: desastroso; con un descenso de temperatura de <6°C; con una altitud de 4800 m.s.n.m. a 5650 m.s.n.m.; con una inundación causada por precipitaciones mayores a 300% y a 20 mts. de la fuente de agua; con una sequía con características severas y precipitaciones menores a 300%; con una pendiente: < 75°; con zonas inestables representadas por laderas con zonas de falla; con material saturado y muy fracturado representado por los depósitos superficiales.

5.1.2. Peligro Alto.

Para el Nivel de Peligro “Alto” en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina se colocó un rango “2 - 3” y un color “anaranjado”. Al hacer un análisis detallado de la cuenca en este nivel establecido encontramos; un relieve conformado por mesetas, alimentadas por deshielo; con una zona muy arenosa y arena gruesa, con muy baja resistencia a la degradación física como andesita, areniscas, Riolitas, Riodacitas; con una falta de cobertura vegetal de 40% al 70%; con centros poblados y tierras no agrícolas asociadas y praderas no mejoradas; con las características de un tsunami de grado: 3, magnitud: 7 e intensidad: muy grande; con un descenso de temperatura de -6°C a -3°C; con una altitud de 4000 m.s.n.m. a 4800 m.s.n.m.; con una inundación causada por precipitaciones positivas de 100% a 300% y a 20 – 100 mts. de la fuente de agua; con una sequía con características severas y precipitaciones menores a 100% a 300%; con una pendiente de 25° a 75°; con zonas inestables representados por macizos rocosos; con depósitos superficiales consolidados.

5.1.3. Peligro Medio.

Para el Nivel de Peligro “Medio” en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina se colocó un rango “1 - 2” y un color “amarillo”. Al hacer un análisis detallado de la cuenca en este nivel establecido encontramos; un relieve conformado por rocas, escarpados y empinado; con una zona franco arenosa, con una degradación mediana como cuarcitas, limolitas; con una falta de cobertura vegetal de 20% al 40%; con cultivos anuales polianuales, pantanos, ciénagas; con las características de un tsunami de grado: 2, magnitud: 6.5 e intensidad: grande; con un descenso de temperatura de -3°C a -0°C; con una altitud de 600 m.s.n.m. a 4000 m.s.n.m.; con una inundación causada por precipitaciones positivas de 50% a 100% y a 100 – 500 mts. de la fuente de agua; con una sequía con características medianas y precipitaciones menores a 10% a 100%; con una pendiente de 15° a 25°; con zonas de estabilidad marginal; con laderas con erosión intensa.

5.1.4. Peligro Bajo.

Para el Nivel de Peligro “Bajo” en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina se colocó un rango “0 - 1” y un color “verde”. Al hacer un análisis detallado de la cuenca en este nivel establecido encontramos; un relieve generalmente plano y ondulado conformado por pampas, dunas, tablazos, valles; con una zona eminentemente árida y desértica, con unos estratos de grava; con una falta de cobertura vegetal de 0% al 20%; con tierras boscosas, árboles frutales, cultivos permanentes; con las características de un tsunami de grado: 0 a 1, magnitud: menor 6.5 e intensidad: medio; con un descenso de temperatura de 0°C a 6°C; con una altitud menor de 600 m.s.n.m.; con una inundación causada por precipitaciones positivas menor de 50% y a mayor 1000 mts. de la fuente de agua; con una sequía con características medianas y precipitaciones menores a 50%; con una pendiente menor a 15°; con zonas de laderas con material poco fracturado.

5.2. Análisis y Evaluación de la Matriz de Vulnerabilidad.

5.2.1. Vulnerabilidad Muy Alta.

Para el Nivel de Vulnerabilidad “Muy Alta” en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina se colocó un rango “3 - 4” y un color “rojo”. Al hacer un análisis detallado de la cuenca en este nivel establecido nos encontramos; con un grupo de edad de 0 a 5 años y mayor a 65 años; con el mayor de 75% de centros educativos expuestos; con un mayor de 60% de centros de salud expuesto; con una edificación muy mala; con una topografía $\leq 75\%$; con una elevación de edificios de 5 pisos; con una localización de los edificios muy cerca de 0 a 0.20 km.; con unos servicios de agua, desagüe y electrificación mayor a 75% expuesto; con una área agrícola y ganadera mayor a 75%; con una antigüedad de construcción de 40 a 50 años; con un PEA de escaso acceso y de no permanencia a un puesto; con una organización y capacitación institucional con poca efectividad en su gestión, desprestigio y desaprobación popular; con una zona sin vegetación; con una flora y fauna de 75% a 100% expuesta; con una pérdida de suelo de erosión provocada por las lluvias; con una pendiente pronunciada; con terrenos montañosos; con lluvias estacionales; con el fenómeno El Niño; con pérdida de agua por la agricultura y contaminación.

5.2.2. Vulnerabilidad Alta.

Para el Nivel de Vulnerabilidad “Alta” en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina se colocó un rango “2 - 3” y un color “anaranjado”. Al hacer un análisis detallado de la cuenca en este nivel establecido encontramos; con un grupo de edad de 5 a 12 años y de 60 a 65 años; con el menor igual a 75% y mayor a 50% de centros educativos expuestos; con un menor igual de 60% y mayor a 35% de centros de salud expuesto; con una edificación mala; con una topografía $25\% < P \leq 75\%$; con una elevación de edificios de 4 pisos; con una localización de los edificios muy cerca de 0.20 a 1 km.; con unos servicios de agua, desagüe y electrificación menor o igual a 75% y mayor a 50% expuesto; con una área agrícola y ganadera menor o igual a 75% y mayor a 50%; con una antigüedad de construcción de 20 a 30 años; con un PEA de bajo acceso y de poca permanencia a un puesto; con una organización y capacitación institucional con poca efectividad en su gestión, desprestigio y aprobación popular; con una zona de tierras dedicadas a cultivos; con una flora y fauna de 50% a 75% expuesta; con una pérdida de suelo por deforestación agravada, el uso indiscriminado y expansión urbana; con pérdida de agua por consumo poblacional y uso indiscriminado en el riego.

5.2.3. Vulnerabilidad Media.

Para el Nivel de Vulnerabilidad “Media” en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina se colocó un rango “1 - 2” y un color “amarillo”. Al hacer un análisis detallado de la cuenca en este nivel establecido encontramos; con un grupo de edad de 12 a 15 años y de 50 a 60 años; con el menor igual a 50% y mayor a 25% de centros educativos expuestos; con un menor igual de 35% y mayor a 20% de centros de salud expuesto; con una edificación regular; con una topografía $15\% < P \leq 25\%$; con una elevación de edificios de 3 pisos; con una localización de los edificios muy cerca de 1 a 3 km.; con unos servicios de agua, desagüe y electrificación menor o igual a 50% y mayor a 25% expuesto; con una área agrícola y ganadera menor o igual a 50% y mayor a 25%; con una antigüedad de construcción de 20 a 10 años; con un PEA de regular acceso y de permanencia a un puesto; con una organización y capacitación institucional con efectividad en su gestión; con una zona de tierras dedicadas a cultivos con fines de alimentación a ganado; con una flora y fauna de 25% a 50% expuesta; con una pérdida de suelo por los márgenes de corrientes de agua, longitud de la pendiente del suelo; con pérdida de agua por consumo industrial y minero, perdidas por evaporación, fugas y otros.

5.2.4. Vulnerabilidad Baja.

Para el Nivel de Vulnerabilidad “Baja” en la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina se colocó un rango “0 - 1” y un color “verde”. Al hacer un análisis detallado de la cuenca en este nivel establecido encontramos; con un grupo de edad de 15 a 50 años; con el menor igual a 25% de centros educativos expuestos; con un menor igual de 20% de centros de salud expuesto; con una edificación regular; con una topografía $P \leq 15\%$; con una elevación de edificios de 2 pisos; con una localización de los edificios mayor a 3 km.; con unos servicios de agua, desagüe y electrificación menor o igual a 25% y mayor a 0% expuesto; con una área agrícola y ganadera menor o igual a 25% y mayor a 0%; con una antigüedad de construcción de 5 a 10 años; con un PEA de alto acceso y de permanencia a un puesto; con una organización y capacitación institucional con efectividad en su gestión; con una zona de tierras de bosques que se extienden por más de 0.5 hectáreas; con una flora y fauna de 0% a 25% expuesta; con una pérdida de suelo por la desertificación; con pérdida de agua por técnicas inadecuadas de riego.

CONCLUSIONES

- Los Riesgos Asociados al Cambio Climático que afectan a la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina son; Sequías incidiendo un 59%, Heladas incidiendo un 29%, Radiación Solar incidiendo un 23%, Inundación incidiendo un 4%, Desprendimiento incidiendo un 9.5%, Erosión incidiendo un 6.6%, Flujos de Lodo incidiendo un 0.5% y Tsunami.
- Las áreas Vulnerables de la Cuenca, están representadas por los distritos a los que afectan en este caso son; por Vulnerabilidad Social en donde Tacna, Ciudad Nueva, Alto de la Alianza poseen vulnerabilidad baja, Pocollay y Gregorio Albarracín poseen vulnerabilidad media, Pachia posee vulnerabilidad alta, y Palca, Calana poseen vulnerabilidad muy alta; por Vulnerabilidad Económica en donde Tacna posee vulnerabilidad baja, Pocollay y Calana poseen vulnerabilidad media, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Gregorio Albarracín, Pachia poseen vulnerabilidad alta, y Palca posee vulnerabilidad muy alta; por Vulnerabilidad Ambiental en donde Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Gregorio Albarracín, Pocollay poseen vulnerabilidad baja, Pachia posee vulnerabilidad media, Calana y Tacna poseen vulnerabilidad alta, y Palca posee vulnerabilidad muy alta.
- La vulnerabilidad de Riesgo de la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina por Cambio Climático obtenida tiene una cuantificación de 2.18 puntos que representa el 50 a 75% siendo alta. Este dato es un resultado resultante de las siguientes vulnerabilidades; la Vulnerabilidad Social con una cuantificación de 2.4 puntos, la Vulnerabilidad Económica con una cuantificación de 1.96 puntos, y la Vulnerabilidad Ambiental con una cuantificación de 2.2 puntos.

RECOMENDACIONES

- Para mitigar el riesgo calificado como Alto, es necesario que las Instituciones Gubernamentales (Regional, Provincial y/o Distritales) y las Instituciones No Gubernamentales hagan cumplir la normatividad Política y Local establecidas en temas de Gestión de Riesgo, y así poder elaborar evaluaciones más específicas de todos los desastres generados por el Cambio Climático que afectan a la Cuenca Hidrográfica del Río Caplina en términos Sociales, Económicos y Ambientales. Además de actualizar cada estudio en relación al crecimiento poblacional.
- En las zonas con vulnerabilidad media se debe dirigir planes, proyectos de carácter preventivo para disminuir la vulnerabilidad y así poder controlar la aparición de nuevos fenómenos causados por el cambio climático.
- Capacitar a la población en temas de prevención de riesgos mediante diferentes métodos que impliquen actores sociales y políticos, con la finalidad de generar conciencia, conocimiento y buenas actitudes en la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carranza Melendrez, J. G. (2014). Ingeniero Civil. *Evaluación de Riesgos de Desastres en el asentamiento humano San José del Huito de la Ciudad de Jaén - Cajamarca ante Peligro de Inundación*. Cajamarca, Jaén, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Castro Mendoza, R. (2014). Ingeniero Geógrafo. *Evaluación del riesgo de desastres por peligros naturales y antrópicos del área urbana del distrito de Punta Hermosa*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- CENEPRED. (2014). Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. *Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del*, 248.
- Chanca Poma, K. A., & Inga Ramos, Y. (12 de Julio de 2018). Ingeniero Ambiental y Sanitario. *Influencia de la Inundación en el Riesgo de Desastre del Distrito de Moya de la Provincia y Departamento de Huancavelica 2017*, 7, 47. Huancavelica, Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Egoávil Monge, M. K. (2016). Magister Scientiae en Gestión Sostenible de Cuencas Hidrográficas. *Propuesta de un Plan Comunal de Gestión de Riesgos de la Microcuenca del Río Otijimayo, basada en la Participación Ciudadana - Huánuco*. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Espinosa Marin, J. A. (2011). Magister en Ingeniería Agrícola con Mención en Recursos Hídricos. *Evaluación de la Vulnerabilidad Climática de la Cuenca del Rio Limarí usando un modelo Semidistribuido SWAT*. Chillan, Chile: Universidad de Concepción.
- García, M. C., Piñeros Botero, A., Bernal Quiroga, F. A., & Ardilla Robles, E. (2012). Variabilidad Climática, Cambio Climático y el recurso Hídrico en Colombia. *Revista de Ingeniería Universidad de los Andes*, 60-64.
- Hernández-Uribe, R. E., Barrios-Piña, H., & Ramírez, A. I. (2017). Análisis de Riesgo por Inundación: Metodología y Aplicación a la Cuenca Atemajac. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 5-25.
- INDECI. (2014). Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres. *Instituto Nacional de Defensa Civil*, 63.

- IPCC. (2014). Cambio Climático 2014. *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)*, 157.
- IPROGA. (1996). Metodología para la elaboración de planes maestros de cuencas. *Instituto de Promoción para la Gestión del Agua*.
- Loyola Morales, J. F. (Enero de 2019). Mestrado en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de Empresa de la Construcción. *Evaluación del Riesgo por Inundación en la Quebrada del Cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión - La Libertad*. La Libertad, Sánchez Carrión, Perú: Universidad César Vallejo.
- Manuela Manuela, M. d. (7 de Marzo de 2018). Magister en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. *Vulnerabilidad ante Amenazas de Deslizamientos e Inundaciones de la Cuenca del Río Blanco, Provincia de Imbabura-Ecuador*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Mayta Rojas, C. A., & Mamani Maquera, E. R. (13 de Abril de 2018). Ingeniero Civil. *Modelación Hidráulica de la Defensa de Calana con el fin de determinar la Vulnerabilidad ante Máximas Avenidas*. Tacna, Tacna, Perú: Universidad Privada de Tacna.
- Mendoza Solis, M. A. (2017). Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos. *Evaluación del Riesgo por Inundación en la Quebrada Romero, del Distrito de Cajamarca, Periodo 2011-2016*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrello.
- MINAM. (22 de Enero de 2016). Resolución Ministerial N°008-2016-MINAM. *Procedimiento Técnico y Metodológico para la Elaboración del Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático*. Lima, Lima, Perú.
- Ocampo López, O. L. (2012). Magister en Ingeniería Química. *Análisis de Vulnerabilidad de la Cuenca del Río Chinchiná para Condiciones Estacionarias y de Cambio Climático*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Palza Pari, H. O. (14 de Abril de 2014). Ingeniero Geólogo-Geotécnico. *Análisis Espacial y Temporal de sequías en las Cuencas Hidrográficas de la Región Tacna*. Tacna, Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

- Pastrana Talavera, S. F. (13 de Abril de 2011). Maestro en Ciencias con Mención en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible. *Valoración del Riesgo de Inundación del río Caplina – Uchusuma y percepción del Peligro de la Población del Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, 2010*. Tacna, Tacna, Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Rivas Meza, N. W. (2017). Ingeniero Agrícola. *Identificación de zonas Vulnerables, aplicando el sistema de información Geográfica, Unidad Hidrográfica Chira - Piura*. Lima, Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Valencia Rojas, M. P., Figueroa Casas, A., Ruiz Ordóñez, D. M., Otero Sarmiento, J. D., Martínez Idrobo, J. P., Ceballos Sarria, V. E., . . . González Quijano, D. (2014). Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad en Cuencas Abastecedoras de Agua ante la Variabilidad Climática. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 248.
- Vera Rodríguez, J. M., & Albarracín Calderón, A. P. (5 de Mayo de 2017). Metodología para el Análisis de Vulnerabilidad ante Amenazas de Inundación, Remoción en Masa y Flujos Torrenciales en Cuencas Hidrográficas. *Ciencia Ingeniería Neogranadina*, 109 - 136.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOS
Formulación General	Objetivo General	Hipótesis General	VARIABLES INDEPENDIENTES	Geomorfológicos, Fisiográficos, Geológicos, Suelos, Cobertura Vegetal, Precipitación, Pendiente, Radiación Solar, Humedad Relativa, Temperatura,	Modelamiento de parámetros.
¿Cómo determinar la vulnerabilidad de riesgo de cambio climático en la Cuenca Caplina – Tacna?	Realizar un análisis de vulnerabilidad de riesgo del cambio climático en la Cuenca Caplina - Tacna.	Realizar un análisis de vulnerabilidad de riesgo del cambio climático en la Cuenca Caplina – Tacna, evitara perdidas económicas y humanas en las riberas del río Caplina.	Cambio climático.		
			Dimensión		
			Factores Hidrometeorológicos. Factores Físicos.		
Formulación Específica	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable dependiente	Nivel de Peligrosidad Análisis de Vulnerabilidad	
¿Cómo determinar los principales riesgos de cambio climático en la cuenca Caplina – Tacna?	Realizar un análisis de los principales riesgos de cambio climático en la cuenca Caplina – Tacna.	Realizar un análisis de los principales riesgos de cambio climático en la cuenca Caplina – Tacna, nos permitirá reconocer las diferentes áreas de vulnerabilidad de riesgo. Determinar diferentes áreas vulnerables a los riesgos de cambio climático, es importante para realizar un correcto análisis de áreas de vulnerabilidad de cambio climático en la Cuenca Caplina.	Vulnerabilidad de Riesgo.		
			Dimensión		
¿Cómo determinar las diferentes áreas vulnerables a los riesgos de cambio climático?	Determinar diferentes áreas vulnerables a los riesgos de cambio climático.	Realizar un análisis de las áreas de vulnerabilidad de riesgo de cambio climático en la Cuenca Caplina – Tacna.	Peligro Vulnerabilidad		
¿Cómo analizar de las áreas de vulnerabilidad de riesgo de cambio climático en la Cuenca Caplina – Tacna?	Realizar un análisis de las áreas de vulnerabilidad de riesgo de cambio climático en la Cuenca Caplina – Tacna.	Realizar un análisis de las áreas de vulnerabilidad de riesgo de cambio climático en la Cuenca Caplina – Tacna, nos servirá para adaptarnos y establecer las zonas de riesgo, para generar medidas de protección.			

Anexo 2. Metodología de procesamiento de Datos

PROCEDIMIENTO TÉCNICO Y METODOLÓGICO PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO ESPECIALIZADO DE EVALUACION DE RIESGOS DE DESASTRES Y VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMATICO

CAPÍTULO I DEL ESTUDIO ESPECIALIZADO

1.1. CONCEPTUALIZACIÓN

El Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático, es uno de los Estudios Especializados regulados en la Guía Metodológica para la Elaboración de los Instrumentos Técnicos Sustentatorios para el Ordenamiento Territorial, aprobada por Resolución Ministerial N° 135-2013-MINAM.

Comprende las acciones y procedimientos que se realizan 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 de Evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático, para el Ordenamiento Territorial, comprende el desarrollo de las siguientes pautas técnicas:

- Pauta 1: Caracterización del entorno geográfico inmediato.
- Pauta 2: Caracterización física, biológica y climática del territorio.
- Pauta 3: Caracterización del sistema urbano, el ámbito rural, los usos del territorio, los servicios y las líneas vitales.
- Pauta 4: Análisis y evaluación de peligros.
- Pauta 5: Análisis y evaluación de vulnerabilidades.
- Pauta 6: Estimación y evaluación de los escenarios de riesgos.
- Pauta 7: Propuesta de medidas de prevención y mitigación ante el riesgo de desastres.

Las pautas técnicas 1, 2 y 3 desarrollan la caracterización del territorio, desde sus complejidades naturales y antrópicas, identificando las dinámicas físicas y naturales, así como los componentes construidos.

Las pautas técnicas 4, 5 y 6 permiten analizar, evaluar y estimar cartográficamente los escenarios de riesgo por cada uno de los peligros identificados.

La pauta técnica 7 permite identificar las medidas de prevención, mitigación y adaptación.

1.2. OBJETIVOS

De acuerdo a lo establecido en la Resolución Ministerial N° 135-2013-MINAM, el Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático tiene los siguientes objetivos:



- Contar con un instrumento básico que permita tomar decisiones y realizar acciones de prevención, mitigación y adaptación ante eventos de desastres, vinculados o no al efecto del cambio climático.
- Mejorar la comprensión de las conexiones entre los procesos de generación de conocimiento técnico-científico de los fenómenos naturales o antrópicos, el ordenamiento territorial y la gestión de riesgo de desastres.
- Describir los elementos conceptuales y metodológicos, así como las características, escalas y formas de representación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos para cada uno de los fenómenos, y su significado en términos de impacto, frecuencia y mitigación, para la planificación del territorio.
- Ofrecer una propuesta conceptual y metodológica para la adopción de medidas regulatorias y programáticas para cada uno de los fenómenos analizados, de modo que dichas propuestas, en conjunto, permitan el diseño y aplicación de políticas de reducción del riesgo de desastres con incidencia en el ordenamiento territorial.

1.3. ALCANCE

La elaboración del Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático se encuentra a cargo de los niveles de gobierno que hayan aprobado previamente su Zonificación Ecológica y Económica de acuerdo a los procedimientos de validación de los instrumentos técnicos sustentatorios para el ordenamiento territorial establecidos en la Resolución Ministerial N° 135-2013-MINAM.

CAPITULO II DEL PROCEDIMIENTO TÉCNICO Y METODOLÓGICO



1. PROCEDIMIENTO TÉCNICO Y METODOLÓGICO

El Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos de Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático se realiza tomando en consideración que la evaluación del riesgo de desastre se basa en el enfoque conceptual de análisis de riesgos, el cual establece el riesgo como una función del peligro y condición de vulnerabilidad de un territorio.

El riesgo se entiende como una condición potencial definida, al relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. Los cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo; es decir, tienen una relación directa con el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un territorio determinado.

Los conceptos de peligro (amenaza), vulnerabilidad y riesgo son aceptados ampliamente en el campo técnico científico y está fundamentada en la siguiente ecuación, que se encuentra en concordancia con la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, la cual expresa que el riesgo es una función $f(.)$ del peligro y la vulnerabilidad:

$$R = f (P_i \times V_e)$$

Dónde:

R= Riesgo.

f= En función

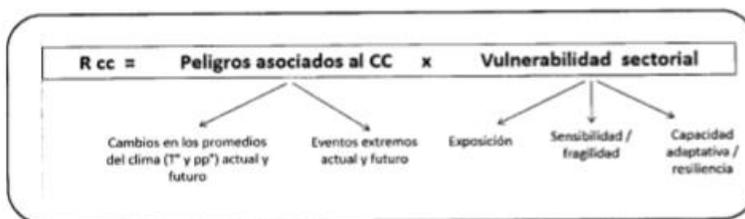
Pi = Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un periodo de exposición t

Ve = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

Este análisis permite actuar en la reducción de riesgos. Si bien no es posible actuar sobre el peligro o amenaza, bajo este enfoque, es posible incidir en la disminución de la vulnerabilidad de los elementos expuestos ante los peligros, generando acciones estratégicas para la gestión preventiva y correctiva de dos componentes de la gestión del riesgo de Desastres, evitando centrarse sólo en la gestión reactiva.

Un caso especial viene a ser el análisis de los riesgos en el contexto de cambio climático. El análisis del riesgo se realiza bajo un enfoque sectorial considerando el horizonte temporal histórico y futuro, como se observa en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 01
Esquema del riesgo considerando el cambio climático



El análisis del peligro y vulnerabilidad, en materia de cambio climático, será evaluado sectorialmente. Este tipo de evaluación asegura y facilita la intervención sectorial del Estado en la gestión de riesgos y adaptación al cambio climático en sus diferentes manifestaciones (políticas, normativas, programas, presupuesto, etc.).

Para la aplicación del procedimiento técnico y metodológico se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones técnicas:

- El presente Estudio Especializado se elaborará sobre la base de la información generada en la zonificación ecológica económica, especialmente en aquellos estudios temáticos correspondientes al medio físico y el sub modelo de peligros.
- Para la elaboración de los mapas temáticos deberá considerarse la base cartográfica empleada en la zonificación ecológica económica, incorporando, de ser necesario, elementos significativos del sistema territorial.
- Para el desarrollo de este Estudio Especializado se elaborarán mapas temáticos y se generará información, a través del uso de matrices.
- Se elaborarán mapas de susceptibilidad física, elementos vulnerables, peligros, vulnerabilidad y riesgos.
- Se aplicará la integración cartográfica de los mapas y la generación de la base de datos integrada. Debemos señalar que esta integración no es una superposición de capas, por el contrario, es un proceso analítico y sistémico del territorio. Por este motivo es necesario que la integración sea realizada por un equipo de especialistas capaces de interpretar y sistematizar las diferentes

variables temáticas que corresponden a las condiciones naturales. En esta etapa, el producto intermedio es el mapa de susceptibilidad física, para lo cual se desarrolla un análisis univariable y multivariable.

- f) En el caso del mapa de riesgo, se tendrá en consideración los niveles de riesgo según el Gráfico N° 05, que clasifica en muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto el riesgo. Para ello, se empleará la siguiente Leyenda N° 1:

Leyenda N° 01

	Nivel
	Muy Alto
	Alto
	Moderado
	Bajo
	Muy Bajo

La clasificación de los niveles de susceptibilidad, peligrosidad, y vulnerabilidad deberán considerar esta Leyenda.

- g) Se identificarán medidas preventivas y de mitigación con enfoque prospectivo, correctivo y reactivo, para lo cual deben llenar la Matriz N° 2, contenido en el Anexo N° 3 del presente documento, y las fichas de proyectos de tipo estructural y no estructural del Anexo N° 1 del presente documento.

2.2. DESARROLLO DE LAS PAUTAS TÉCNICAS



Pauta N° 01: Caracterización del entorno geográfico inmediato

Implica identificar y analizar las condiciones y características de los aspectos de la dinámica poblacional a nivel regional: usos del suelo, aspectos físicos generales, aspectos biofísicos e hidrológicos, sistemas urbanos macro-regionales, sistemas de articulación vial macro-regional, etc.

- a) **Paso N° 01: Sistematización de la información contextual que permita establecer la brecha de información faltante.**

Actividad N° 01: Comprende la revisión y análisis de la información generada en la zonificación ecológica económica, especialmente, en los estudios del medio físico y el sub modelo de peligros.

Actividad N° 02: Comprende la recopilación de la información generada en los estudios de peligro, vulnerabilidad, y riesgo de desastres, elaborados por instituciones públicas y privadas, entre otros.

- b) **Paso N° 02: Análisis de la problemática del área de estudio y sus ámbitos de influencia.**

Actividad N° 01: Revisar y analizar el mapa de uso de suelo actual, identificando los principales usos del suelo y las áreas geográficas que los concentran.

Actividad N° 02: Analizar la información recopilada en el Paso N° 01 con la información recopilada en la Actividad N° 01 del presente paso, a fin de identificar la problemática relacionada a los peligros y niveles de riesgo de desastre con ocurrencia y/o probabilidad de ocurrencia en el área objeto de estudio y su entorno.

Actividad N° 03: Identificar y describir los principales problemas de la ocupación del suelo y los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo, a través de la Matriz N° 01 del Anexo N° 03 del presente documento.

c) **Paso N° 03: Análisis de los componentes y condiciones físicas del territorio.**

Actividad N° 01: Comprende la identificación de variables e indicadores para cada uno de los aspectos de los componentes del territorio, así como el análisis del medio físico y su entorno, a partir de la información generada en el Paso N° 02 y en la zonificación ecológica económica.

Actividad N° 02: Completar la Matriz N° 2 del Anexo N° 3 del presente documento, teniendo en cuenta la información generada en la zonificación ecológica económica, así como los siguientes aspectos:

- Para el caso de unidades hidrográficas, los estudios del medio físico correspondiente a los aspectos hidrológicos.
- Para el caso de los aspectos fisiográficos se deberá emplear el mapa fisiográfico, datos de pendiente y memorias descriptivas correspondientes al estudio fisiográfico.
- Para las unidades geológicas se deberá emplear el mapa geológico y el estudio de geología.
- Para el caso de relieve se deberá emplear información del estudio de geomorfología y pendientes.
- Para el caso de tipo de suelos se deberá emplear la información temática del estudio de suelos y la capacidad mayor del suelo.

d) **Paso N° 04: Caracterización social, económica y ambiental del ámbito de estudio y sus espacios de influencia.**

Actividad N° 01: Identificar y analizar las condiciones y características de los aspectos de dinámica poblacional a nivel regional: usos del suelo, aspectos físicos generales, aspectos biofísicos e hidrológicos, sistemas urbanos macro-regionales, sistemas de articulación vial macro-regional, etc.

Actividad N° 02: Comprende el procesamiento y análisis de la información, identificando elementos sociales, económicos y ambientales y tomando en consideración el abordaje sistémico del territorio.

Actividad N° 03: Analizar y completar la Matriz N° 3 del Anexo N° 3 del presente documento, relacionada a los peligros existentes, su localización referencial, niveles de riesgo, y afectación.

Actividad N° 04: Completar la Matriz N° 4 del Anexo N° 3 del presente documento, referido a los aspectos socioeconómicos, principalmente, a las actividades económicas predominantes y los aspectos sociales relevantes que caracterizan y definen el rol y la función del ámbito de análisis.

Pauta N° 02: Caracterización física, biológica y climática del Territorio.

Implica identificar y analizar las condiciones y características geológicas (litología), geomorfológicas, fisiográficas, edafológicas, de cobertura vegetal, y climáticas del territorio. Mediante la evaluación de los factores internos y externos que afectan la estabilidad de las tierras, se identificarán áreas sensibles a ser afectadas o modificadas físicamente de forma natural, de acuerdo con niveles de susceptibilidad



física a la degradación natural. Para identificar los niveles de susceptibilidad física sobre el territorio se evaluarán de forma conjunta las variables indicadas anteriormente, determinando la importancia de cada factor o la combinación específica de estos.

a) Paso N° 01: Caracterización del medio físico, biológico y climático del ámbito de estudio.

Actividad N° 01: Analizar y caracterizar las condiciones del medio físico (geológicas geomorfológicas, fisiográficas, edafológicas y de cobertura vegetal), a partir de la información generada en la Zonificación Ecológica Económica, empleando para ello los formatos shapes correspondientes al mapa geológico (litológico), mapa geomorfológico, mapa fisiográfico y mapa de suelos.

Actividad N° 02: Analizar y caracterizar las condiciones del medio biológico, correspondiendo al análisis de las condiciones de cobertura vegetal. Para ello, se deberá emplear los formatos shapes generados en el mapa de cobertura vegetal y el uso actual de la tierra. Asimismo, se deberá analizar el contexto actual de la ocupación del suelo, a fin de identificar la necesidad de actualizar del citado mapa, el cual debe ser concordante con la información del Estudio Especializado de Análisis de los Cambios de la Cobertura y Uso de Tierra para el Ordenamiento Territorial.

Actividad N° 03: Caracterizar las condiciones climáticas del territorio, para lo cual empleara información generada de la zonificación ecológica económica y el mapa de clima, y deberá completar la Matriz N° 05

b) Paso N° 02: Análisis integrado de las condiciones del medio físico, biológico y climático, que consiste en el análisis univariable y multivariante de la información identificada en el paso anterior.

Actividad N° 01: Analizar de forma individual, por mapas¹, las condiciones físicas, biológicas y climáticas del territorio, a fin de determinar los factores que intervienen en el proceso de susceptibilidad, considerando el comportamiento de las unidades espaciales temáticas (leyenda) ante los impactos de agentes erosivos naturales y antrópicos, así como la resistencia y respuesta intrínseca de cada unidad territorial analizada.

Como resultado de dicho análisis se tiene las unidades territoriales con diferentes grados de susceptibilidad a su degradación natural.

En el análisis de las variables temáticas se deberá considerar criterios de valoración en niveles muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 01

CRITERIO DE VALORACION	NIVEL
Geología-Litología , se analiza desde sus características litológicas, con la finalidad de entender como es el relieve, como es su comportamiento y cuál es el grado de resistencia física de la roca ante agentes erosivos, tectónicos y, en general, ante procesos de desestabilización. Asimismo, se analiza el factor estructural de estabilidad, el cual se calificó de acuerdo a las características físicas y químicas de la roca.	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto
Geomorfológico , se analiza desde sus características del relieve relacionado con sus pendientes y drenaje. El relieve topográfico expresa su modelado a través del tiempo y por acción de los	Bajo
	Medio

¹ Mapas de Geología-litología, geomorfología, fisiografía, suelos, vegetación, pendiente y clima.



agentes como la escorrentía superficial, erosión hídrica o eólica, sobre materiales estables o inestables y acelerados por una mayor o menor pendiente.	Alto Muy Alto
Pendiente. se analiza desde la perspectiva de erosión del suelo. Cuanto mayor es la pendiente mayor es el peligro a la erosión y pérdida del suelo.	Bajo Medio Alto Muy Alto
Clima (precipitación). Se analiza desde sus características de precipitación. La energía cinética de la lluvia está estrechamente vinculada con la capacidad de la lluvia para causar erosión. La energía cinética varía con la intensidad de precipitación.	Bajo Medio Alto Muy Alto
Vegetación. Se analiza desde sus características de densidad de vegetación y su capacidad de protección del suelo.	Bajo Medio Alto Muy Alto
Fisiografía. Se analiza el aspecto externo de la superficie de un escenario geográfico, tal como se encuentran en su condición natural.	Bajo Medio Alto Muy Alto
Suelos. Las unidades taxonómicas agrupan a los suelos que tienen similitud en la clase, disposición, grado de expresión de sus horizontes, contenido de bases y regímenes de temperatura y de humedad.	Bajo Medio Alto Muy Alto

Actividad N° 02: Completar la Matriz N° 6 del Anexo N° 03 del presente documento, describiendo las características de las variables temáticas analizadas en la Actividad N° 01 del paso N° 02.

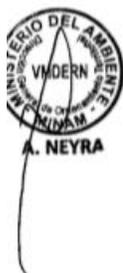
Para describir dichas variables temáticas se deberá realizar lo siguiente²:

- Para la geología y litología, considerar el tipo de roca según nivel y criterio de valoración.
- Para el geomorfológico, describir la unidad geomorfológica, según el nivel y criterio de valoración.
- Para la pendiente, describir el tipo de pendiente existente según el nivel y criterio de valoración.
- Para el clima, describir los niveles de precipitación según capacidad de erosión, en función a su energía cinética desarrollada.
- Para la vegetación, describir unidad de vegetación, según el nivel y criterio de valoración.
- Para la fisiografía, describir la unidad fisiográfica, según el nivel y criterio de valoración.
- Para suelos, describir la unidad de suelo, considerando el nivel y criterio de valoración.

Asimismo, en el análisis se deberá identificar los niveles de clasificación de susceptibilidad en muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo.

c) Paso N° 03: Análisis Multivariable de las variables físicas, biológicas y climáticas, con la finalidad de obtener el índice de susceptibilidad.

Actividad N° 01: Determinar en qué grado y peso contribuye, cada una de las variables, en el resultado final de la susceptibilidad física del territorio. Esta integración se realiza de forma vertical y es el paso para la construcción del mapa integrado. Para ello se considera la siguiente secuencia:



1. Como primer nivel se interpreta las unidades litológicas y, sobre estas, se integran los datos fisiográficos y pendientes, de tal forma que exista coherencia cartográfica entre las unidades de cada uno de los mapas.
2. Como segundo nivel, se prosigue con la interpretación e integración de las características del tema geomorfológico y suelo, configurando las características físicas del territorio.
3. Como tercer nivel, se integran las unidades del mapa de vegetación y precipitación.

Actividad N° 2: Caracterizar, diferenciar y distinguir la serie de datos obtenidos, utilizando el modelo matemático de posición central Media Geométrica Ponderada, el cual se encuentra detallado en el Gráfico N° 02. Este modelo matemático fue ponderado en función a los pesos correspondientes de las variables, cuyo comportamiento son condicionantes.

Gráfico N° 02

Fórmula matemática para la determinación de la susceptibilidad física



A. NEYRA

CATEGORÍA	MAPA (SIGLAS)	PONDERACIÓN
	Geología (GE)	20
	Geomorfología (Ge)	20
	Fisiografía (FI)	10
	Pendiente (Pe)	20
	Suelos (Su)	10
	Vegetación (Ve)	10
	Clima (Pp)	10

$$Sus = \frac{(G_1 \cdot P_1) + (G_2 \cdot P_2) + (F_1 \cdot P_3) + (P_1 \cdot P_4) + (S_1 \cdot P_5) + (V_1 \cdot P_6) + (C_1 \cdot P_7)}{70}$$

Fuente: Mapa de vulnerabilidad del Perú. MINAM 2012

diagnóstico y zonificación, el censo agropecuario, y otros que permitan describir de manera general el sistema territorial existente en el ámbito de estudio, con especial énfasis en la dinámica urbana y rural, identificando zonas de concentración poblacional y zonas con dispersión.

Actividad N° 02: Caracterizar las condiciones de uso del territorio, empleando información generada en la zonificación ecológica económica relacionada a la capacidad de mayor de los suelos, así como el uso de suelo actual y las zonas de incompatibilidad de uso.

Actividad N° 03: Caracterizar, de manera general, las condiciones de la dinámica económica existente en el ámbito de análisis, identificando las principales actividades.

Actividad N° 04: Procesamiento y análisis de la información, realizando el abordaje sistémico del territorio e identificando elementos expuestos, tales como centros poblados, vías de comunicación, infraestructura energética y usos del suelo.

Pauta N° 04: Análisis y Evaluación de Peligros.

Implica identificar y analizar las condiciones y naturaleza de los eventos naturales o antrópicos que puedan constituirse en peligros para la población o la infraestructura.

- a) **Paso N° 01: Identificar los peligros de tipo físico y antrópico, con probabilidad y/o ocurrencia en el ámbito de análisis, en base a la clasificación de peligros del Centro Nacional de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED.**

Identificar los peligros que son recurrentes en el ámbito de análisis al nivel de gobierno correspondiente. Para ello, se deberá utilizar la información generada en la zonificación ecológica económica y de otros estudios e investigaciones de similar naturaleza.

Actividad N° 01: Analizar el mapa de susceptibilidad física y los peligros que tienen probabilidad de ocurrencia, de acuerdo a las condiciones que caracterizan el ámbito de estudio.

Actividad N° 02: Identificar los peligros físicos existentes en la zonificación ecológica y económica, para lo cual se empleará información correspondiente al estudio de peligros y el sub modelo de peligros múltiples, vulnerabilidad y riesgos.

Actividad N° 03: Identificar de manera participativa los peligros inducidos por acción humana, a partir de la información contenida en el mapa de peligros en la zonificación ecológica y económica y la proporcionada por CENEPRED (Clasificación de Peligros).

Actividad N° 04: Identificar de manera participativa los peligros generados por fenómenos de origen natural, sobre la base de la información proporcionada por la zonificación ecológica económica y la Clasificación de Peligros Originados por Fenómenos Naturales del CENEPRED.

Actividad N° 05: Identificar de manera participativa los peligros asociados al cambio climático que están relacionados con los peligros generados por geodinámica externa y por fenómenos hidrometeorológicos. Se puede tomar



como referencia el documento "Guía para la elaboración de Estrategias Regionales frente al Cambio Climático"³.

Actividad N° 06: Realizar trabajo de campo para verificar la ocurrencia de peligros según la información existente. Se deberá analizar integralmente los peligros identificados en las actividades N°s 1, 2, 3, 4 y 5.

Actividad N° 07: Diseñar el mapa de peligros, en el cual se ubique referencialmente los peligros identificados, según la información generada en las actividades N°s 5 y 6.

b) Paso N° 02: Caracterización del peligro existente.

Actividad N° 01: Recopilar información cualitativa y/o cuantitativa del material textual y cartográfico, imágenes satelitales, datos de campo, y registro de información histórica disponible, proporcionada por entidades públicas o de instituciones de reconocido prestigio.

Actividad N° 2: Mapeo de las zonas de influencia⁴ de los peligros, considerando el mapa base, información temática (modelamiento SIG), imagen satelital geoprocesada, y el mapa de peligros elaborado en la Actividad N° 6 del paso N° 01 (magnitud, intensidad, frecuencia, periodo de retorno y duración.)

Actividad N° 3: Mapear los niveles de peligros según las zonas de influencia, utilizando los parámetros de mínimos de frecuencia e intensidad.

c) Paso 3: Análisis y Evaluación de Peligros asociados a Cambio Climático.

Identificar y analizar las condiciones y naturaleza de los eventos naturales que pueden considerarse como peligros vinculados al cambio climático (Ver cuadro N° 02).

Actividad N° 01: Caracterizar el perfil climático de la región (insumo ERCC, escenarios climáticos a nivel regional y/o cuenca y Escenario Climático a nivel nacional), el cual incluye: cambios en los promedios del clima, variabilidad climática, eventos extremos y peligros de origen hidrometeorológico. Dicha caracterización dependerá de la información disponible.

Actividad N° 02: Evaluar sectorialmente cada peligro de origen hidrometeorológico, asociado al cambio climático, de acuerdo al perfil climático evaluado. Para ello, se conforman mesas temáticas sectoriales, en función a los componentes (sectores) priorizados para la adaptación al cambio climático, con la participación del Grupo de Trabajo de Gestión de Riesgos de Desastres (GRD), Grupo Técnico Regional de Cambio Climático (GTRCC) y Comisión Técnica Regional de Zonificación Ecológica Económica.

Actividad N° 03: Priorizar los peligros, asociados al cambio climático, con mayor grado de impacto en cada uno de los sectores, para lo cual se deberá llevar a cabo reuniones técnicas o talleres, con la participación de las gerencias regionales y/o direcciones Regionales, el grupo de Trabajo Gestión de Riesgos de Desastres (GRD), el Grupo Técnico Regional de Cambio Climático (GTRCC) y la Comisión Técnica Regional de Zonificación Ecológica y Económica.



³ Dicho documento puede ser encontrado en el siguiente link:
<http://odam.minam.gob.pe/novedades/quiaestrategiasregionalescc.pdf>

Actividad N° 04: Mapear los peligros asociados al cambio climático, priorizando el modelamiento de los siguientes peligros: a) Sequías, b) inundaciones, c) erosión hídrica, d) desglaciación y e) aumento de temperatura superficial del mar.

Cuadro N° 02
Peligros asociados al cambio climático

Peligro asociado al CC	Peligro actual	Peligro futuro
Descenso de T° (helada)	Registro de temperatura mínimas históricas	Registro de temperaturas mínimas futuras (escenario climático)
Sequías	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 T° del mar (TSM)	Registro de TSM máxima	Registro de TSM máximas futura

Fuente: Guía para la elaboración de Estrategias Regionales frente al Cambio Climático.

Pauta 5: Análisis y Evaluación de Vulnerabilidad⁵

Implica identificar y analizar las condiciones de exposición⁶, fragilidad⁷ y resiliencia⁸ de los asentamientos humanos, líneas y servicios viales, tipología de ocupación del suelo (formal o informal), niveles de pobreza y fragilidad socio económica, actividades económicas, niveles de organización social, así como la aplicación de instrumentos técnicos orientados a la gestión del riesgo para el desarrollo. En función a las mayores o menores condiciones de exposición, fragilidad y resiliencia, se recomienda la elaboración del modelo de vulnerabilidad múltiple para la identificación de sectores críticos de mayor o menor nivel de territorios vulnerables. Ver gráfico N° 04.



⁵ El artículo 2 del Reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, define 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.

El crecimiento poblacional y los procesos de urbanización, las tendencias en la ocupación del territorio, el proceso migratorio, los niveles de pobreza de importantes segmentos de la población, la débil presencia de sistemas y redes organizacionales, los impactos y la presión sobre los ecosistemas, servicios ecosistémicos y recursos naturales, incrementan la vulnerabilidad de la población, bienes y servicios públicos frente a la incidencia de un conjunto de peligros de origen natural y antrópico, sumando a ello la exacerbación que viene provocando el cambio climático global en los fenómenos naturales de origen hidrometeorológico y de geodinámica externa, principalmente.

El análisis de la vulnerabilidad deberá incluir los siguientes aspectos:

- a) Exposición
 - b) Fragilidad/sensibilidad
- Resiliencia/capacidad adaptativa

⁶ Exposición.- Esta referida a la localización de los sistemas naturales y sociales, sus prácticas y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro en particular. La exposición se genera por una relación no apropiada entre las sociedades humanas con el ambiente, que se debe a procesos no planificados de crecimiento demográfico, procesos migratorios desordenados, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenible a mayor exposición mayor vulnerabilidad. Con este factor se analizan, si las unidades sociales y económicas están expuestas (población, unidades productivas, líneas vitales, infraestructura u otros elementos) a los peligros identificados en el territorio. (CENEPRED).

⁷ Fragilidad.- Esta referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las "condiciones físicas" o "socio-económicas" de la comunidad o sociedad, siendo de origen o naturaleza interna, por ejemplo: formas de construcción sin considerar la normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad mayor vulnerabilidad (CENEPRED).

Cabe señalar que la fragilidad está definida en función al peligro. Ejemplo.; susceptibilidad de una población y/o cultivos ante las heladas; tenemos dos elementos vulnerables frente a un mismo peligro, sus condiciones de fragilidad son distintas, lo cual conlleva a realizar un análisis diferenciado según la naturaleza del peligro.

⁸ Resiliencia.- Esta referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociado a condiciones sociales y de organización de la población, ajustes en la planificación, implementación de sistemas de alerta y otros mecanismos de respuesta que ayudan a disminuir la vulnerabilidad frente al peligro y/o peligros. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad. (CENEPRED).

- a) **Paso N° 01: Identificación, caracterización y mapeo de los elementos sociales, económicos y ambientales expuestos.**

Actividad N° 01: Realizar el inventario y caracterización del conjunto de elementos construidos y acondicionados en el territorio, de la población que hace uso y usufructo de la misma, y de las condiciones ambientales del territorio (ecosistemas y servicios ecosistémicos). Se utilizarán los sistemas de información geográfica para la georeferenciación de cada uno de los elementos expuestos que se requiera analizar.

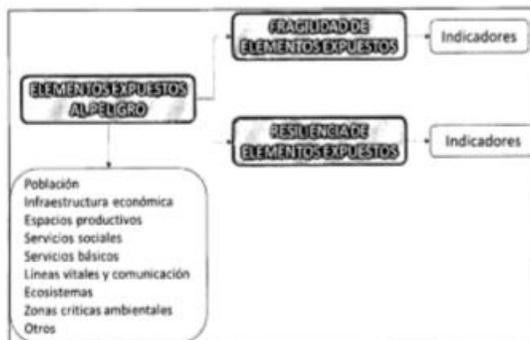
- b) **Paso N° 02: Determinación de elementos no expuestos y vulnerables.**

Actividad N° 01: Analizar la superposición cartográfica de los elementos expuestos con los peligros identificados en la Pauta N° 04, para lo cual se utilizarán las herramientas de superposición "overlay" de los sistemas de información geográfica.

- c) **Paso N° 03: Análisis y evaluación de los factores de la vulnerabilidad.**

Actividad N° 01: Dependiendo del elemento expuesto en análisis, se identifican los indicadores para determinar la fragilidad y la resiliencia, representando cartográficamente cada una de las características ya mencionadas.

Gráfico N° 04
Esquema para el análisis de la vulnerabilidad



- d) **Paso N° 04: Determinación de los niveles de vulnerabilidad.**
Se determina cinco valores de vulnerabilidad (muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo) de acuerdo al resultado del análisis conjunto e integrado de la exposición, fragilidad y resiliencia.
- e) **Paso N° 05: Mapeo de la vulnerabilidad según niveles.**
Utilizando los sistemas de información geográfica se realizan la representación cartográfica de los cinco niveles de vulnerabilidad, por cada uno de los elementos expuestos, según el tipo de peligro.

- f) **Paso N° 06: Análisis y evaluación de la vulnerabilidad en cambio climático.**
El análisis de la vulnerabilidad ante peligros asociados con el cambio climático se realiza desde una perspectiva sectorial, teniendo en cuenta la definición de vulnerabilidad establecida en el artículo 2 del Reglamento de la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM. Asimismo, se debe incorporar la evaluación de la vulnerabilidad en los sistemas naturales y recursos estratégicos.

Actividad N° 01: Recopilar y sistematizar información referida a cada una de las variables identificadas en la base de datos nacionales (SINPAD, SIGRID, GEOSERVIDOR, ONGs) y/o administrativos, estrategias regionales de cambio climático, estudios, y reportes. Se priorizan aquellas variables, con mayor información disponible, que permitan su mapeo o representación cartográfica.

Actividad N° 02: Identificar los peligros que afectan a cada tema priorizado (Ver Cuadro N° 03). Se deberá identificar, por cada sector, los elementos vulnerables de cada uno de los peligros asociados con el cambio climático.

Cuadro N° 03
Evaluación sectorial de la vulnerabilidad ante peligros asociados al cambio climático

TEMAS PRIORIZADOS	SEQUIAS	HELADAS	INUNDACIONES	DEGLACIACIÓN	EROSIÓN HÍDRICA	TSM
Ecosistemas y diversidad	X	X	X	X	X	X
Recursos hídricos y cuencas	X		X	X	X	
Actividades Económicas	X	X	X	X	X	X
Salud		X	X			
Educación			X			
Ciudades, vivienda y saneamiento			X		X	
Infraestructura Económica			X		X	



Actividad N° 03: Evaluar la vulnerabilidad ante el cambio climático, según los siguientes elementos y sectores priorizados:

- ecosistemas y diversidad biológica.
- agua y cuenca hidrográficas.
- salud.
- educación.
- actividades económicas.
- ciudades, vivienda y saneamiento.
- Infraestructura económica.

La evaluación se realiza a través de reuniones técnicas y talleres de validación con los actores competentes de cada sector.