

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO CAPLINA Y  
PERCEPCIÓN DEL PELIGRO DE LA POBLACIÓN DEL  
DISTRITO DE CALANA, TACNA – 2022

**TESIS**

Presentada por:

**Bach. John Milton Gonzalo Lopez**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

TACNA – PERÚ  
2025

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**“EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO CAPLINA Y  
PERCEPCIÓN DEL PELIGRO DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE  
CALANA, TACNA - 2022”**

Tesis sustentada y aprobada el día 04 de febrero del 2025 estando  
integrado el Jurado Calificador por:

**PRESIDENTE**

: .....  
Mtro. Ing. César José Avendaño Jihuallanga

**SECRETARIO**

: .....  
Mtro. Ing. Wilber Percy Mendoza Ramirez

**VOCAL**

: .....  
Ph.D. Ing. Edwin Martin Pino Vargas

**ASESOR DE TESIS**

: .....  
Ph.D. Ing. Edwin Martin Pino Vargas

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Ph.D. Ing. Edwin Martin Pino Vargas, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 116-2023-FIAG/UNJBG del 30 de enero del 2023, de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO CAPLINA Y PERCEPCIÓN DEL PELIGRO DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE CALANA, TACNA - 2022". Presentado por el Bach. John Milton Gonzalo Lopez, para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y similitud de trabajos de investigación y producción intelectual de la UNJBG, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 14%. Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis enunciada líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para optar el título profesional de Ingeniero Civil, para su publicación en el Repositorio Institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención de título profesional.

Tacna, 28 de noviembre del 2025



**FIRMA ASESOR**

Nombres y apellidos: Ph.D. Ing. Edwin Martin Pino Vargas

DNI: 00486621



**FIRMA AUTOR**

Nombres y apellidos: John Milton Gonzalo Lopez

DNI: 70307747

## **DEDICATORIA**

*A Dios, quien ilumina cada paso y etapa de mi vida, brindándome sabiduría, paz, templanza y fortaleza para seguir adelante.*

*A mi familia, docentes y amistades que confían y han sido pilares importantes en mi formación.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios, por ser mi mayor inspiración, por darme vida y permitirme alcanzar mis sueños.*

*A todos los docentes que han sido parte de mi formación profesional, por su apoyo incondicional, sus enseñanzas y sus conocimientos compartidos.*

*A mis padres, mis hermanos, y amistades, quienes siempre han estado a mi lado para ayudarme y me han motivado a superarme día a día.*

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I .....	2
ASPECTOS GENERALES .....	2
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	7
1.3.1 Interrogante general .....	7
1.3.2 Interrogantes específicas.....	7
1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	7
1.4.1 Hipótesis general .....	7
1.4.2 Hipótesis específicas.....	8
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	8
1.6 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS.....	9
1.6.1 Objetivo general .....	9

1.6.2	Objetivos específicos .....	9
1.7	DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	9
1.7.1	Identificación de variables .....	9
1.7.2	Caracterización de las variables.....	9
CAPÍTULO II	.....	11
MARCO TEÓRICO	.....	11
2.1	CONCEPTOS GENERALES.....	11
2.1.1	Peligro.....	11
2.1.2	Amenazas .....	12
2.1.3	Vulnerabilidad.....	14
2.1.4	Geología.....	16
CAPÍTULO III	.....	17
MARCO METODOLÓGICO	.....	17
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	17
3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	17
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN .....	18
3.4	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS .....	18
3.4.1	Técnicas .....	18
3.4.2	Instrumentos .....	19
3.5	METODOS DE ANALISIS DE DATOS.....	20
3.6	VALIDACION Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO .....	20
CAPÍTULO IV	.....	21
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		21
4.1	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD GENERAL .....	21
4.1.1	Valoración de la vulnerabilidad física .....	21
4.1.2	Valoración de la vulnerabilidad económica .....	26
4.1.3	Valoración de la vulnerabilidad social.....	30

4.1.4	Valoración de la Vulnerabilidad política e institucional .....	32
4.1.5	Valoración de la Vulnerabilidad científica y tecnológica .....	35
4.1.6	Valoración de la Vulnerabilidad ideológica .....	37
4.1.7	Valoración de la Vulnerabilidad cultural .....	38
4.1.8	Valoración de la Vulnerabilidad educativa .....	40
4.1.9	Valoración de la Vulnerabilidad general.....	42
4.2	VALORACION DE PELIGRO .....	43
4.2.1	Percepción de la comunidad sobre el peligro.....	43
4.2.2	Valoración del peligro debido a información relevante .....	49
4.3	VALORACION DE PELIGRO .....	50
4.4	Propuesta de medidas de mitigación del riesgo por inundación .....	52
4.4.1	Medidas no estructurales .....	52
4.4.2	Medidas estructurales.....	52
4.5	Prueba de hipótesis:.....	52
4.6	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		56
5.1	CONCLUSIONES .....	56
5.2	RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		59

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clasificación y Valoración de Vulnerabilidad .....	25
<b>Tabla 2</b>	Valoración de la Vulnerabilidad Física.....	26
<b>Tabla 3</b>	Clasificación de la Vulnerabilidad Según Amat y León.....	29
<b>Tabla 4</b>	Valoración de la Vulnerabilidad Económica.....	29
<b>Tabla 5</b>	Valoración de la Vulnerabilidad Social .....	32
<b>Tabla 6</b>	Valoración de la Vulnerabilidad Política e Institucional.....	34
<b>Tabla 7</b>	Valoración de la Vulnerabilidad Científica y Tecnológica .....	36
<b>Tabla 8</b>	Valoración de Vulnerabilidad Ideológica.....	38
<b>Tabla 9</b>	Valoración de la Vulnerabilidad Cultural .....	40
<b>Tabla 10</b>	Vulnerabilidad General .....	43
<b>Tabla 11</b>	.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Área de Estudio .....	5
<b>Figura 2</b> Puente Piedra Blanca .....	6
<b>Figura 3</b> Clasificación de Peligros .....	12
<b>Figura 4</b> Calidad de los Materiales de Construcción de las Viviendas ...	21
<b>Figura 5</b> Ubicación de las Viviendas .....	22
<b>Figura 6</b> Características Geológicas del Suelo .....	23
<b>Figura 7</b> Cumplimiento de Normas de Edificaciones y Seguridad.....	24
<b>Figura 8</b> Estratos Económicos de Familias Analizadas.....	27
<b>Figura 9</b> Nivel Socioeconómico Amat y León.....	28
<b>Figura 10</b> Participación de la Sociedad como Organización .....	31
<b>Figura 11</b> Condiciones de Medición de Fenómenos Naturales .....	35
<b>Figura 12</b> Nivel de Creencias de la Población en Predicción de Inundaciones.....	37
<b>Figura 13</b> Nivel Cultural en la Comunidad.....	39
<b>Figura 14</b> Nivel Educativo de la Población en Prevención y Acción Ante Inundaciones.....	41
<b>Figura 15</b> Valoración de la Vulnerabilidad Educativa .....	42
<b>Figura 16</b> Balance Porcentual de Percepción de la Población Respecto al Incremento del Caudal del Río Caplina.....	44
<b>Figura 17</b> Balance del Conocimiento de Incremento por Lluvias .....	45
<b>Figura 18</b> Balance del Conocimiento de Muertes por Inundaciones .....	45
<b>Figura 19</b> Conocimiento de las Instituciones.....	46
<b>Figura 20</b> Conocimiento sobre Alertas de Peligro .....	47
<b>Figura 21</b> Medidas Preventivas en Caso de Inundacion .....	48

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación pretende contribuir en el desarrollo de la gestión de riesgos de desastres, el objetivo del presente trabajo está orientado a valorar el nivel de riesgo por inundación, que se origina en la quebrada del cauce del Rio Caplina en el Sector de Piedra Blanca en el distrito de Calana en la ciudad de Tacna, además de calificar el nivel de percepción de peligro de la población en la zona denominada como la Defensa de Calana de la quebrada del Caplina.

Otro de los objetivos específicos de esta investigación fue analizar la Vulnerabilidad de las viviendas colindantes a la quebrada del Rio Caplina y proponer medidas estructurales y no estructurales que minimicen el riesgo de inundación latente en el cauce del rio Caplina, haciendo uso del Manual Básico para la estimación de Riesgos del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), indagando características de tipo social, económica, geológica y ambiental.

Los resultados encontrados, demuestran que el nivel de riesgo en la zona de estudio es alto, por lo que se recomienda la acción de las autoridades y las instituciones pertinentes para aminorar esta situación.

Palabras Clave: Riesgo de Inundación, Peligro, Vulnerabilidad

## **ABSTRACT**

This research aims to contribute to the development of disaster risk management. The objective is to assess the flood risk level originating in the Caplina River ravine in the Piedra Blanca sector of the Calana district in the city of Tacna, and to evaluate the level of risk perception among the population in the area known as the Calana Defense along the Caplina ravine.

Another specific objective of this research was to analyze the vulnerability of homes adjacent to the Caplina River ravine and propose structural and non-structural measures to minimize the latent flood risk in the Caplina River channel. This analysis utilized the Basic Manual for Risk Assessment of the National Institute of Civil Defense (INDECI), examining social, economic, geological, and environmental characteristics.

The results found demonstrate that the level of risk in the study area is high, therefore action is recommended by the relevant authorities and institutions to mitigate this situation.

Keywords: Flood Risk, Hazard, Vulnerability

## INTRODUCCIÓN

Actualmente el distrito de Calana en la ciudad de Tacna se encuentra en un proceso de expansión urbana, debido principalmente a un importante flujo migratorio, proveniente principalmente de la región de Puno y de las alturas de Tacna. De acuerdo a estudios demográficos, se prevé que la población en general en toda la ciudad de Tacna se duplicara en los próximos diez años. Toda esta situación ha tenido impacto positivo en la economía, sin embargo, también ha traído problemas en otros sectores, como son el problema de falta de viviendas, educación, salud, etc. Puesto que los migrantes en algunos casos adquieren terrenos para vivir, en zonas no adecuadas y peligrosas. Una de estas las riberas de los ríos, lo cual supone un gran riesgo para la salud y vida de los pobladores.

La zona de estudio, que se ubica en el sector de piedra Blanca en el distrito de Calana, presenta una morfología accidentada de manera natural y antrópica, estudios anteriores revelan que la zona específica conocida como la derivación de Calana, representa un grave peligro para la población, en tal sentido el propósito de esta investigación es medir el nivel de riesgo de inundación y conocer la percepción de peligro de la población del distrito de Calana. A fin de contribuir a una intervención técnica y social de alto nivel, en orden de mejorar el nivel de vida de la población.

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

### 1.1 ANTECEDENTES

A nivel internacional, Niño (2012) en su investigación “Análisis para la gestión del riesgo de inundaciones en Bogotá: Un enfoque desde la construcción social del riesgo” expresa que el riesgo es una construcción social en la que por un lado actuaban distintos actores con responsabilidades y por otro lado la magnitud de un desastre estaba sustentada en múltiples causas o categorías de análisis como son las condiciones socioeconómicas, el ordenamiento territorial, errores institucionales, degradación de ecosistemas y otros.

En la misma línea de investigación, Tisnado (2013) en su tesis “Modelamiento hidrodinámico para determinar las zonas vulnerables en el cauce del Río Seco, zona urbana – Tacna” afirma que el río seco en Tacna está sometido a condiciones extremas de descargas. Además, ante la problemática y las condiciones del cauce a lo largo del río Seco, propuso que la estructura más adecuada para la defensa de las riberas del río eran los gaviones.

A nivel local, Choque y Mamani (2020) en su investigación “Modelamiento hidráulico con fines de delimitación de fajas marginales del Río Caplina en los

distritos de Calana y Pachia” desarrollaron su trabajo presentando mapas de inundaciones de para diferentes tiempos de retorno. Con lo cual definen que la faja marginal y sus hitos deberían ser monumentados a 30 metros medidos a partir de la ribera superior del Rio Caplina.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el crecimiento de la población dentro del distrito de Calana influenciada por el crecimiento de los sectores turístico y comercial, se producen problemas de origen antrópico en los cauces de los ríos existentes como son la invasión de la faja marginal y las riberas naturales.

De acuerdo a los desastres suscitados en distintos puntos de nuestro país, así como, en distintas zonas del departamento de Tacna. Se evidencia que, debido a la carencia de medidas para prevenir desastres, no se lleva a cabo un análisis detallado de las quebradas secas en las zonas urbanas y rurales, las cuales están siendo ocupadas progresivamente sin ningún tipo de regulación.

Esta disminución del espacio hidráulico causará que, durante una lluvia intensa, algunas estructuras ubicadas en el área de inundación se colapsen. Para evitar y abordar esta situación de riesgo, es necesario realizar un estudio de vulnerabilidad de las áreas amenazadas.

Otro de los puntos importantes de este tema es la percepción grado de conciencia que tiene la población acerca de los riesgos que implican el desborde e inundación de las quebradas o ríos existentes.

Una de estas zonas es la franja del valle viejo de Tacna, más específicamente en el anexo de Piedra Blanca del distrito de Calana que se encuentra dentro del área

urbana de la provincia de Tacna, tal y como se muestra en la figura 1 y que en su mayor parte las construcciones se encuentran dentro de lo que anteriormente era el cauce natural de río, además es receptor en menor escala de aguas contaminadas y residuos sólidos de las viviendas aledañas.

### **Figura 1**

#### *Área de Estudio*



*Nota:* La figura muestra el área de estudio. Fuente: Elaboración propia (2025)

También debe mencionarse, como se muestra en la figura 2 la existencia de una estructura – puente que no cumple con las condiciones necesarias de seguridad y diseño y que en eventos extraordinarios fue el causante de colmatación, desborde e inundaciones en la zona.

**Figura 2**

*Puente Piedra Blanca*



*Nota:* La figura muestra el puente de Piedra Blanca. Fuente: Elaboración propia (2025)

### 1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.3.1 Interrogante general

¿Cuál es la valoración del riesgo de inundación del Rio Caplina y cuál es la percepción de peligro de inundación por parte de la población ubicada en el poblado del distrito de Calana?

#### 1.3.2 Interrogantes específicas

¿Cuál es la vulnerabilidad general de la población ubicada en los márgenes del rio Caplina en el distrito de Calana?

¿Cuál es la percepción de peligro por parte de la población del distrito de Calana?

¿Qué medidas estructurales y no estructurales podemos considerar para reducir el riesgo de inundación en la quebrada del rio Caplina en el distrito de Calana?

### 1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

#### 1.4.1 Hipótesis general

La valoración del riesgo de inundación en la quebrada del rio Caplina, en el sector de piedra Blanca del distrito de Calana presenta un nivel Alto.

#### 1.4.2 Hipótesis específicas

La conexión entre los grados de vulnerabilidad y el peligro ayuda a identificar y mostrar de forma precisa el nivel de riesgo asociado a inundaciones. Al considerar las propiedades de las construcciones, se puede establecer el nivel de vulnerabilidad física de un área concreta.

#### 1.5 JUSTIFICACIÓN

El problema es importante debido a que los desastres provocados por inundaciones traen consigo perjuicios sociales, económicos, ecológicos, ambientales y de salud. Esto incluye la pérdida de propiedades y servicios, así como daños en infraestructuras como casas y carreteras, lo que produce un efecto adverso en el progreso de las comunidades.

La estimación de los riesgos ayuda a la caracterización y al análisis de los riesgos que afronta la población del distrito de Calana ante posibles desbordes e inundaciones del río Caplina.

Los resultados de la investigación permitirán obtener una línea de base para el diseño de estrategias de prevención de desastres naturales (inundaciones) y aminorar el peligro al que se expone la población de la zona de análisis.

## 1.6 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo general

- Evaluar el riesgo por inundación del río Caplina y la percepción de peligro de inundación por parte de la población ubicada en el poblado del distrito de Calana.

### 1.6.2 Objetivos específicos

- Determinar la vulnerabilidad general de la población ubicada en los márgenes del Río Caplina en el distrito de Calana.
- Valorar la percepción de peligro de la población del distrito de Calana
- Proponer medidas estructurales y no estructurales para reducir el riesgo de inundación en la quebrada del río Caplina en el distrito de Calana.

## 1.7 DEFINICIÓN DE VARIABLES

### 1.7.1 Identificación de variables

- Percepción de peligro
- Determinación de vulnerabilidad
- Valoración de riesgo

### 1.7.2 Caracterización de las variables

- a) Variables independientes

- Percepción de peligro
- Determinación de vulnerabilidad general
  - Vulnerabilidad física
  - Vulnerabilidad económica
  - Vulnerabilidad social
  - Vulnerabilidad política e institucional
  - Vulnerabilidad científica y tecnológica
  - Vulnerabilidad ideológica
  - Vulnerabilidad cultural

b) Variables dependientes

- Valoración del riesgo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### 2.1 CONCEPTOS GENERALES

##### 2.1.1 Peligro

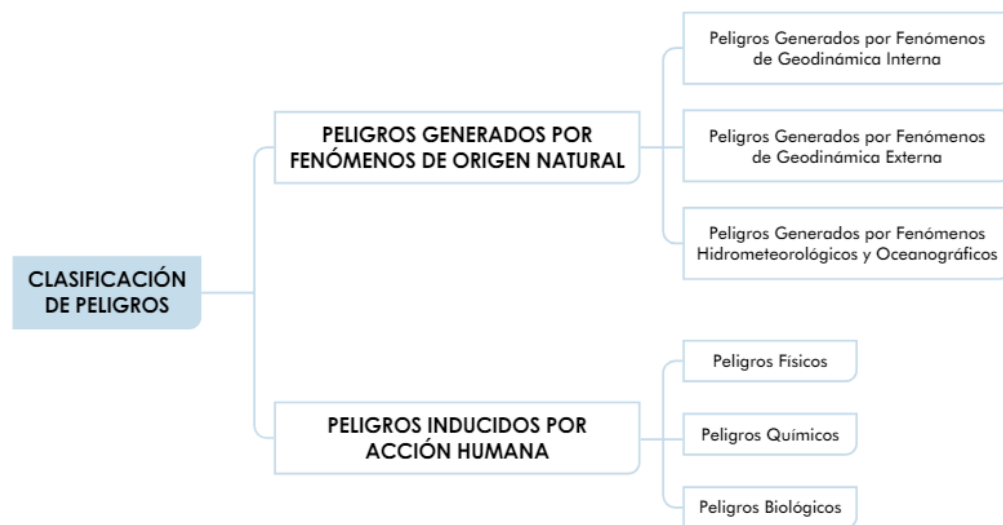
El peligro es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o medio ambiente (INDECI, 2006)

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

En la siguiente figura se muestran los principales peligros que ocurren en el Perú:

### Figura 3

#### Clasificación de Peligros



*Nota:* La figura muestra la clasificación de peligros. Fuente: CENEPRED (2018)

#### 2.1.2 Amenazas

Las amenazas se clasifican en

- Amenazas naturales: tienen su origen en la dinámica propia de la tierra, normalmente los seres humanos no intervienen en la ocurrencia de estos fenómenos, ni tampoco estamos normalmente en la capacidad práctica de evitar que se produzcan (Lavell, 1966). A su vez se clasifican en:
  - a) Amenazas geológicas: sismos, terremotos, erupciones, maremotos, deslizamientos, avalanchas, hundimientos, erosión, etc.

- b) Amenazas hidrometeorológicas: huracanes, tormentas, tornados, trombas, granizadas, fenómeno de “El niño”, sequías, incendios forestales, inundaciones, etc.
- c) Amenazas socio naturales: Estas se dan por la reacción de la naturaleza frente a la acción humana perjudicial para los ecosistemas, pero quienes sufren los efectos de esas reacciones, no son siempre los mismos que las han causado. Se expresan a través de fenómenos que parecen ser producto de la dinámica de la naturaleza, pero que en su ocurrencia o en la agudización de sus efectos interviene la acción humana. Entre estas se tiene: la inundación, las sequías o los deslizamientos que muchas veces son provocados por la deforestación, manejo inadecuado de suelos, construcciones sin las precauciones ambientales adecuadas.
- d) Amenazas antrópicas-contaminantes: Son aquellas claramente atribuidas a la acción humana, sobre los elementos de la naturaleza o sobre la población que ponen en grave peligro la integridad física o la calidad de vida de la comunidad. (Vertimiento de sustancias líquidas o sólidas en el ambiente, derrames de petróleo, aguas servidas, etc)
- e) Amenazas antrópicas-tecnológicas: son aquellas que resultan de acciones inapropiadas relacionadas con actividades que pueden ser riesgosas para la sociedad o de la presencia de estructuras u otras construcciones que representan un riesgo (fabricas, estaciones o

depósitos de combustible, sustancias radioactivas, oleoductos, gaseoductos, etc).

### 2.1.3 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se refiere a la cantidad de debilidad o exposición de un elemento o grupo de elementos ante la ocurrencia de un peligro, ya sea natural o provocado por humanos, de cierta magnitud. Esto describe cuán susceptible es un elemento a recibir daños tanto a nivel humano como material. Se mide en términos de probabilidad, que se representa como un porcentaje de 0 a 100. Es una condición que se manifiesta durante un desastre, especialmente cuando no se han realizado inversiones adecuadas en medidas de prevención y mitigación, aceptando un riesgo excesivo. De esta manera, la vulnerabilidad de una comunidad refleja la situación tanto individual como colectiva de sus componentes en diversos aspectos como el ambiental, ecológico, físico, económico, social, científico y tecnológico, entre otros. Estos aspectos son dinámicos, ya que cambian constantemente a lo largo del tiempo, influenciados por la preparación, actitud, comportamiento, normas y condiciones socioeconómicas y políticas de las personas, familias, comunidades e instituciones.

La vulnerabilidad es una condición que surge de los procesos y cambios dentro de la sociedad. Se manifiesta en los niveles económicos y de bienestar de la población,

su capacidad de organización social, educación y también en función de su ubicación geográfica, de sus características para recuperarse y su adaptación a las condiciones y riesgos presentes en su entorno.

Según Wilches (1998) la vulnerabilidad constituye un sistema dinámico, es decir, que surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características (internas y externas) que convergen en una comunidad particular, que el mismo llama la vulnerabilidad global.

En el Perú, el INDECI (2018) ha establecido los siguientes tipos de vulnerabilidad:

- Vulnerabilidad física: relacionada con la calidad de los materiales utilizados para la construcción de viviendas y edificaciones (establecimientos comerciales, de servicios de salud, educación, y demás instituciones públicas). Es importante también considerar el tipo de suelo y el lugar donde se asienta el centro poblado (cerca de fallas geológicas, ladera de los cerros, riberas de ríos, fajas marginales, etc.) ya que muchas veces estos factores producen el aumento del nivel de vulnerabilidad.
- Vulnerabilidad económica: acceso que tiene la población a los activos económicos de un centro poblado.

- Vulnerabilidad social: es el nivel de organización de la población para hacer frente a un desastre
- Vulnerabilidad educativa: se refiere a una adecuada implementación de temas referentes a la prevención y atención de desastres naturales en los distintos niveles de educación.
- Vulnerabilidad cultural e ideológica: tiene que ver con los conocimientos, creencias, costumbre y percepciones que tiene la población, lo cual determina su reacción frente a la ocurrencia de un peligro de origen natural.
- Vulnerabilidad política e institucional: grado de autonomía y nivel de decisiones que tienen las instituciones públicas frente a los desastres, a través de los distintos organismos (Comités de defensa civil).
- Vulnerabilidad científica y tecnológica: se refiere al nivel de conocimiento científico y tecnológico que tiene la población respecto a los peligros de desastres en su comunidad.

#### 2.1.4 Geología

La zona de estudio presenta suelos o depósitos aluviales producto de procesos geológicos. Estos depósitos, los cuales son una fuente principal de materia prima (como agregados), usados en el campo de la construcción en nuestra ciudad de Tacna.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es no experimental descriptiva ya que en este trabajo se detallan las circunstancias o incidentes, además de señalar propiedades y rasgos concretos de las unidades de estudio.

#### 3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación seleccionado es transeccional descriptivo, debido a que tiene como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables. Para el caso particular de este estudio lo que se busca es describir las variables valoración de inundación del río Caplina y describir la percepción de peligro de la población del distrito de Calana.

Se tomo en consideración la metodología y herramientas propuestas por Pérez (1993) y Lapo (2012), añadiendo las consideraciones para los casos específicos tratados.

### 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se llevó a cabo en la zona nor-este y sur-este del distrito de Calana. La población examinada está constituida por alrededor de 500 habitantes entre los kilómetros 9 y 10 de la Av. Celestino Vargas en el anexo de Piedra Blanca.

Se realizó un muestreo no probabilístico y una elección por conveniencia.

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.4.1 Técnicas

La técnica primordial es la aplicación del manual básico para la estimación del riesgo del instituto nacional de defensa civil (INDECI,2018).

Adicionalmente se han utilizado diferentes técnicas, una de ellas es la observación, ya que se realizó el recorrido de la quebrada del Río Caplina desde la zona conocida como la defensa de Calana hasta el puente Cerro Blanco. otra técnica es la obtención de datos meteorológicos de la estación "Calientes" a través de un pluviómetro. La información ambiental se obtendrá principalmente de los registros del pluviómetro de la estación meteorológica y también a través de imágenes satelitales de la zona, registros fotográficos y el uso del GPS.

### 3.4.2 Instrumentos

Fichas validadas por INDECI para medir la vulnerabilidad del cauce del Rio Caplina.

La constatación de la valoración del riesgo de inundación del Rio Caplina en el tramo comprendido entre la zona conocida como la Defensa de Calana, hasta el puente Cerro Blanco, se realizará en base al criterio matemático (analítico), para la cual se utilizará la ecuación (INDECI 2014)

$$R = P \times V$$

Esta ecuación es la interacción básica para la estimación del riesgo, donde cada una de las variables Peligro (P), Vulnerabilidad (V) y consecuentemente, Riesgo (R) se expresan en términos de probabilidad.

Cuestionario validado para medir la percepción de peligro

Cuestionario para medir la variable nivel socioeconómico

### 3.5 METODOS DE ANALISIS DE DATOS

La evaluación de la información se llevó a cabo utilizando el software Microsoft Excel 2021, donde se manejaron los resultados conseguidos a través de los instrumentos utilizados, creando gráficos y tablas estadísticas.

### 3.6 VALIDACION Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Las entidades pertinentes han proporcionado la validación de las herramientas. En el año 2014, INDECI validó la Ficha de Cotejo de evaluación de riesgos, mientras que los otros instrumentos se utilizarán según la información requerida.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

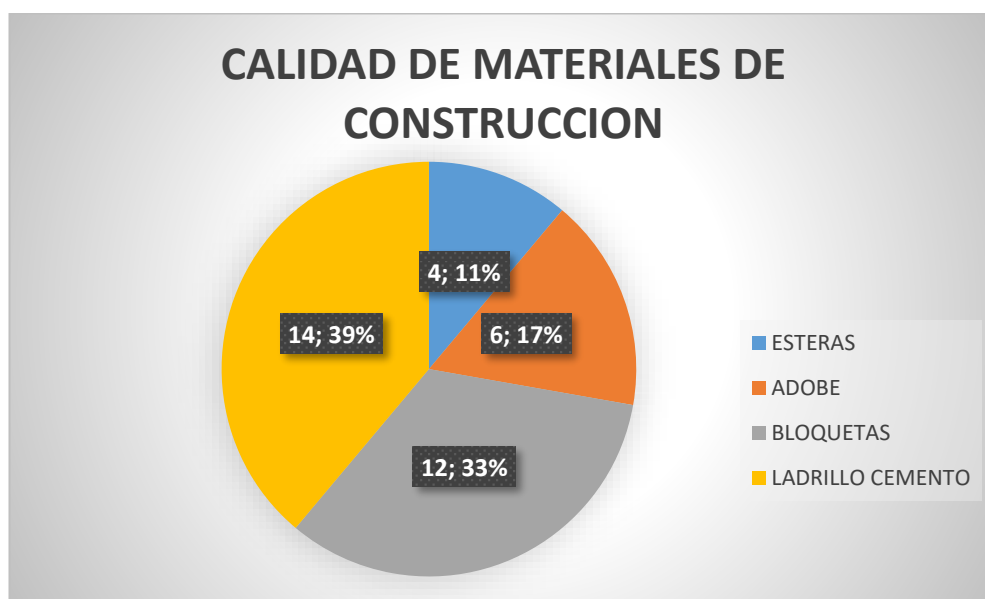
#### 4.1 VALORACION DE LA VULNERABILIDAD GENERAL

##### 4.1.1 Valoración de la vulnerabilidad física

Luego de la observación realizada a las 36 viviendas seleccionadas para el análisis e investigación y posterior tratamiento de datos realizado en gabinete, se obtuvieron los siguientes resultados, que se muestran en los siguientes gráficos:

**Figura 4**

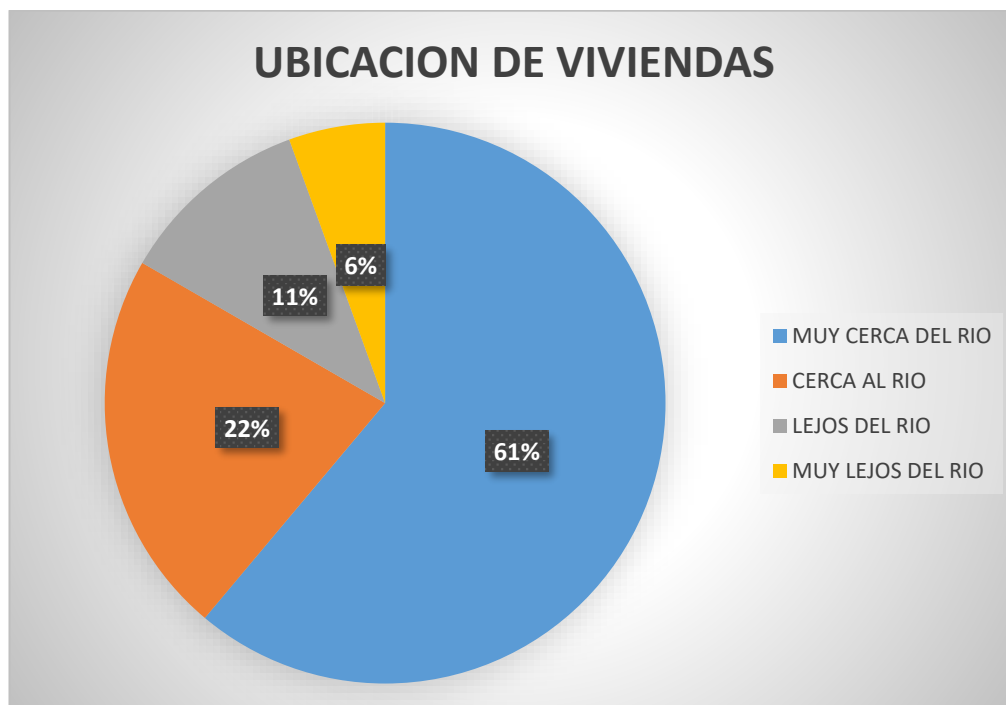
*Calidad de los Materiales de Construcción de las Viviendas*



En la figura 4, se puede apreciar que gran parte de las edificaciones están construidas con materiales rústicos, lo que implica una vulnerabilidad alta. Se nota que solo el 26.72% ha construido su vivienda con sistema constructivo de albañilería confinada, el 4.11% de viviendas están constituidas con esteras y el 6.17% con material de adobe. Estos dos últimos conjuntos de viviendas serían los más afectados en caso de inundaciones o desbordes, ya que el material de edificación no proporciona ninguna fortaleza estructural al interactuar con el agua.

### Figura 5

*Ubicación de las Viviendas*

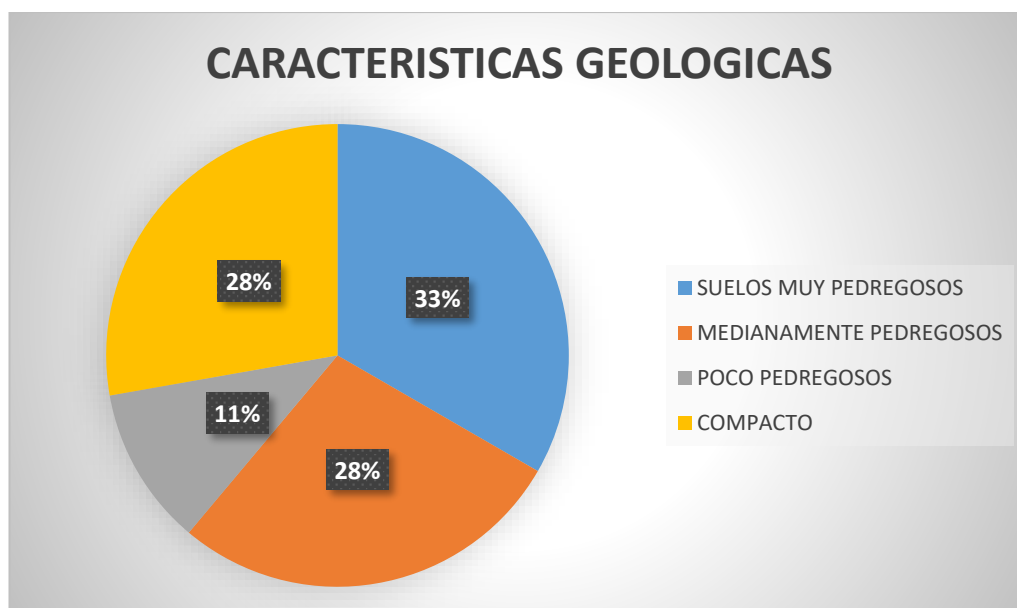


Estos parámetros se tomaron en cuenta según la RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0100-2024-ANA-AAA.CO de la Autoridad Nacional del Agua donde se

establece que la faja marginal del cauce del río Caplina será entre 5 y 40 metros de ancho dependiendo de las condiciones de las riberas; por lo que se puede observar que el 61% de las viviendas estudiadas en esta investigación se encuentran a menos de 5 metros de la ribera del río, y el 39% restante se encuentran entre 5 y 40 m de la ribera del río, pero son las del grupo mayoritario las que presentan una vulnerabilidad muy alta ante el riesgo de una inundación.

**Figura 6**

*Características Geológicas del Suelo*

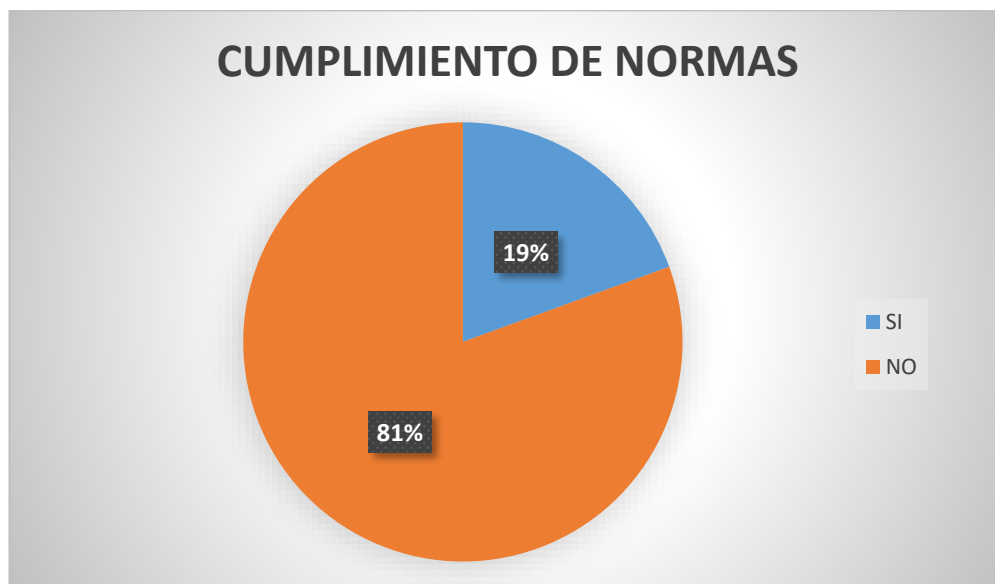


De la observación realizada, se determinó

que el 33% de los terrenos de fundación de las viviendas son muy pedregosos debido a su cercanía al río y constante movimiento, lo que significa una inestabilidad del terreno al tener material grueso suelto sin cohesión, y el 28% son suelos que también presentan inestabilidad. Hay un 11% de viviendas que presentan un suelo medianamente pedregoso, pero sin material de liga ni compactación, y el 28% restante de los terrenos son estables; lo que significa una vulnerabilidad alta ya que, en época de crecidas, ante una inundación las viviendas serían afectadas desde sus cimientos.

**Figura 7**

*Cumplimiento de Normas de Edificaciones y Seguridad*



Como se aprecia en la figura 7, el 81% de las viviendas han sido levantadas por autoconstrucción sin la asesoría técnica de profesionales, por lo cual no garantizan

las medidas mínimas de seguridad. Esto implica una vulnerabilidad alta en caso de inundaciones.

Luego del procesamiento de datos, en base al Manual Básico de Estimación del Riesgo de INDECI, se evalúa la vulnerabilidad física según la siguiente tabla.

**Tabla 1**

*Clasificación y Valoración de Vulnerabilidad*

<b>Vulnerabilidad Muy Alta (VMA)</b>	<b><math>3.25 \leq P \leq 4.00</math></b>
<b>Vulnerabilidad Alta (VA)</b>	<b><math>2.50 \leq P &lt; 3.25</math></b>
<b>Vulnerabilidad Media (VM)</b>	<b><math>1.75 \leq P &lt; 2.50</math></b>
<b>Vulnerabilidad Baja (VB)</b>	<b><math>1.00 \leq P &lt; 1.75</math></b>

*Nota.* Datos obtenidos del Manual Básico Para la Estimación del Riesgo – INDECI (2014).

Los resultados que se obtuvieron, se encuentran plasmados en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Valoración de la Vulnerabilidad Física*

CRITERIOS A EVALUAR		DATOS OBTENIDOS	TOTALES	PORCENTAJES (P)	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	P x VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	SUMATORIA DE LA VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD FISICA REAL
CALIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCION	ESTERAS	4	36	11.11%	4	0.44	2.00	2.87
	ADOBE	6		16.67%	3	0.50		
	BLOQUETAS	12		33.33%	2	0.67		
	LADRILLO CEMENTO	14		38.89%	1	0.39		
UBICACIÓN DE LA VIVIENDA	MUY CERCA DEL RIO	22	36	61.11%	4	2.44	3.39	
	CERCA AL RIO	8		22.22%	3	0.67		
	LEJOS DEL RIO	4		11.11%	2	0.22		
	MUY LEJOS DEL RIO	2		5.56%	1	0.06		
CARACTERISTICAS GEOLOGICAS	SUELOS MUY PEDREGOSOS	12	36	33.33%	4	1.33	2.67	
	MEDIANAMENTE PEDREGOSOS	10		27.78%	3	0.83		
	POCO PEDREGOSOS	4		11.11%	2	0.22		
	COMPACTO	10		27.78%	1	0.28		
CUMPLIMIENTO DE NORMAS PERTINENTES	SI	7	36	19.44%	1	0.19	3.42	
	NO	29		80.56%	4	3.22		

Se puede apreciar que la Vulnerabilidad Física total está cuantificada con 2.87 lo cual de acuerdo a la Tabla 1, está en el rango de Vulnerabilidad Alta.

Este análisis nos indica que físicamente la vulnerabilidad es alta, por lo cual resulta necesario el desarrollo de planes de mitigación por parte de la municipalidad y los órganos competentes.

4.1.2 Valoración de la vulnerabilidad económica

Para el estudio de la vulnerabilidad económica se ha trabajado de 2 formas, la primera en base a la observación de la realidad de las familias y la segunda de acuerdo al Cuestionario de Amat y León, el cual es un instrumento que sirve para medir el nivel socioeconómico de la población. Del proceso de investigación y

posterior procesamiento de datos de las 36 viviendas seleccionadas para esta investigación se obtuvieron los siguientes resultados.

### Figura 8

#### *Estratos Económicos de Familias Analizadas*

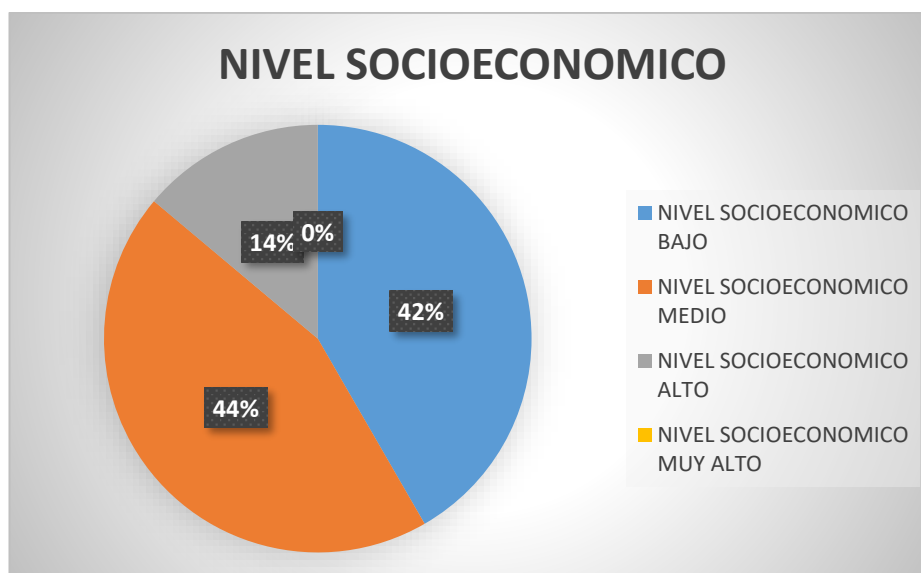


De la figura 8, se observa que el total de las viviendas presentan signos de pobreza, y esto se fundamenta principalmente porque la mayor parte de esta población es migrante o se dedica a actividades económicas precarias. El 36% de la comunidad presenta pobreza media; el 25% se categoriza como muy pobres ya que no cuentan con ingresos fijos para cubrir la canasta familiar ni para las necesidades básicas, el 39% restante presenta signos de pobreza en función de que aun no cuentan con los accesos a servicios propios de una zona urbana.

Para la segunda forma de medir la vulnerabilidad económica, se utiliza el cuestionario Amat y León, el cual evalúa varios aspectos fundamentales del nivel socioeconómico, como son los ingresos mensuales de la canasta familiar, el grado de instrucción, el acceso a los servicios básicos, etc.

**Figura 9**

*Nivel Socioeconómico Amat y León*



De acuerdo a los resultados mostrados en la figura 9, se puede observar que el 44% de la comunidad presenta un nivel socioeconómico medio, el 42 % presenta nivel socioeconómico bajo y el 14% restante presenta un nivel socioeconómico alto.

Ambos métodos de medición de las condiciones económicas arrojan resultados que fueron analizados bajo diferentes criterios, por un lado, se determinó el nivel de vulnerabilidad según INDECI y para el cuestionario de Amat y León se usó lo siguiente:

**Tabla 3**

*Clasificación de la Vulnerabilidad Según Amat y León*

CUANTIFICACIÓN DE RESULTADOS:		VULNERABILIDAD	
NIVEL SOCIOECONOMICO BAJO	< DE 60	MUY ALTA	4
NIVEL SOCIOECONOMICO	61 A 80	ALTA	3
NIVEL SOCIOECONOMICO ALTO	81 A 95	MEDIA	2
NIVEL SOCIOECONOMICO MUY	82 A 95	BAJA	1

*Nota.* Datos obtenidos de Amat y León (2015).

Posteriormente se procesó la información en gabinete, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 4**

*Valoración de la Vulnerabilidad Económica*

CRITERIOS A EVALUAR SEGÚN ANALISIS		DATOS OBTENIDOS	TOTALES	PORCENTAJES (P)	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	P x VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	SUMATORIA DE LA VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD ECONOMICA
ESTRATOS ECONOMICOS	SIN POBREZA	0	36	0.00%	1	0.00	2.86	3.07
	SIGNOS DE POBREZA	14		38.89%	2	0.78		
	POBREZA MEDIA	13		36.11%	3	1.08		
	MUY POBRES	9		25.00%	4	1.00		
NIVEL SOCIOECONOMICO AMAT Y LEON	NIVEL SOCIOECONOMICO BAJO	15	36	41.67%	4	1.67	3.28	
	NIVEL SOCIOECONOMICO MEDIO	16		44.44%	3	1.33		
	NIVEL SOCIOECONOMICO ALTO	5		13.89%	2	0.28		
	NIVEL SOCIOECONOMICO MUY ALTO	0		0.00%	1	0.00		

Según los criterios del INDECI, se determinó que la vulnerabilidad económica en el sector analizado alcanza un nivel de vulnerabilidad de 2.86; mientras que según el cuestionario de AMAT y LEON se obtuvo una vulnerabilidad de 3.28. Para finalizar se obtuvo el promedio de ambos análisis, el cual determina un nivel de vulnerabilidad de 3.07, el cual representa un nivel de vulnerabilidad muy ALTA.

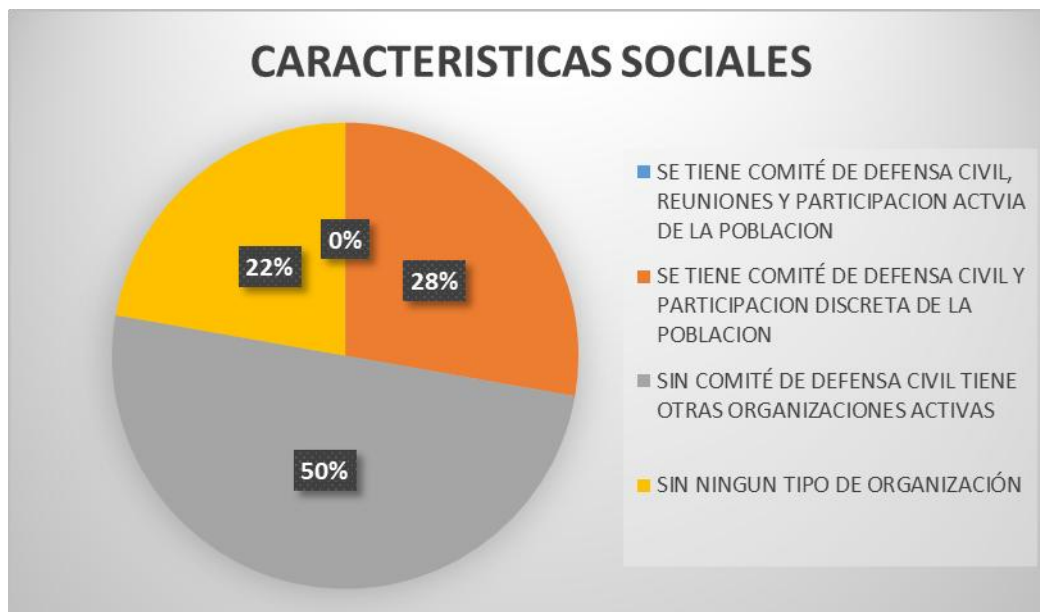
#### 4.1.3 Valoración de la vulnerabilidad social

Para el análisis de la vulnerabilidad social se ha considerado la participación de la sociedad como organización y su enfoque a la prevención de riesgos.

Del estudio realizado a las 36 viviendas seleccionadas se obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura 10**

*Características Sociales como Organización*



Del estudio se puede observar en la Figura 10 que la población analizada en un 50% no cuenta con Comité de defensa Civil. Un 28% cuenta con comité de defensa civil y por último un 22% no pertenece o participa en ningún tipo de organización que enfoque la prevención de riesgos. Lo que si tienen en común todas las familias analizadas es que todas pertenecen a juntas vecinales y/o programas sociales del estado.

Luego de realizado el trabajo en campo se procedió a realizar el trabajo de gabinete, en el cual se determinó en nivel de vulnerabilidad social, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 5**

*Valoración de la Vulnerabilidad Social*

CRITERIOS A EVALUAR SEGÚN ANALISIS		DATOS OBTENIDOS	TOTALES	PORCENTAJES (P)	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	P x VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL
CARACTERISTICAS	Si tiene comite de defensa civil, (reuniones frecuentes y participacion activa de la poblacion)	0	36	0.00%	1	0.00	2.94
	Si tiene comité de Defensa civil (reuniones esporadicas y participacion discreta de la poblacion)	10		27.78%	2	0.56	
	Sin comité de Defensa Civil, tiene otras organizaciones activas o existe tendencia comun de identificacion total	18		50.00%	3	1.50	
	Sin ningun tipo de organizacion	8		22.22%	4	0.89	

Del proceso realizado se puede apreciar que la vulnerabilidad social que resulto fue de 2.94, que implica una vulnerabilidad alta, además se puede mencionar que estos resultados guardan directa relación con lo observado en campo.

Otro de las observaciones más resaltantes que es la población no presenta mucho interés en organizarse o participar en actividades de prevención.

4.1.4 Valoración de la Vulnerabilidad política e institucional

Para el analisis de este punto, se ha tomado en cuenta la participacion de la poblacion en las organizaciones politicas del distrito y el conocimiento que tienen acerca de las instituciones encargadas de la prevencion de riesgos y defensa civil.

Del muestreo realizado a las 36 viviendas se obtuvieron los siguientes resultados, mostrados en la siguiente figura:

**Figura 11**

*Participación comunal de la Sociedad como Organización*



Luego de realizado el procesamiento de datos podemos observar que el 28% de la población no pertenece ni participa en ninguna organización política, además desconoce completamente las instituciones políticas e instituciones pertinentes. Otro punto que se puede observar es que el 44% a pesar de tener conocimiento de las actividades políticas, no participa y desconoce las instituciones pertinentes como INDECI o el comité de Defensa civil de la comunidad.

De igual manera al haber realizado el procesamiento de la información y empleando el análisis del INDECI, se obtuvo la valoración de la vulnerabilidad política e institucional, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 6**

*Valoración de la Vulnerabilidad Política e Institucional*

CRITERIOS A EVALUAR SEGÚN ANÁLISIS		DATOS OBTENIDOS	TOTALES	PORCENTAJES (P)	VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	P x VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POLÍTICA E INSTITUCIONAL
PARTICIPACIÓN COMUNAL	Organización Política Activa y Conocimiento de las instituciones pertinentes	1	36	2.78%	1	0.03	2.97
	Organización política poco activa y poco conocimiento de las instituciones pertinentes	9		25.00%	2	0.50	
	Organización política sin actividad y desconocimiento de las actividades pertinentes	16		44.44%	3	1.33	
	Precaria organización política y desconocimiento de las instituciones pertinentes.	10		27.78%	4	1.11	

De la tabla 6 se puede concluir que la población no le toma mucha importancia a la participación en las actividades políticas y desconoce en su mayoría las instituciones pertinentes en materia de defensa civil.

La valoración de la vulnerabilidad política e institucional en la zona de análisis es de 2.97 considerada ALTA.

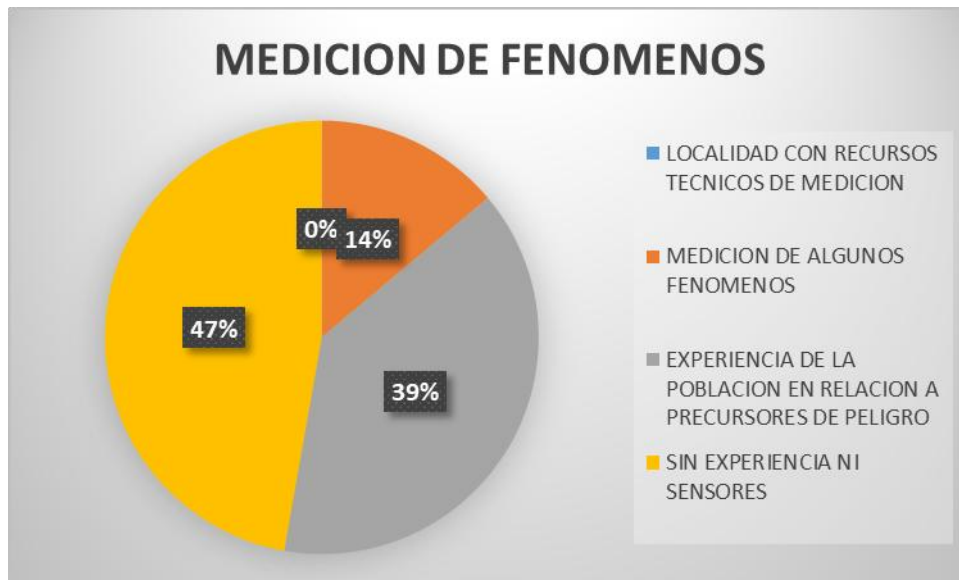
#### 4.1.5 Valoración de la Vulnerabilidad científica y tecnológica

Para el presente estudio se ha tomado en cuenta el conocimiento de la población en relación a las herramientas y mecanismos de monitoreo del caudal del Rio Caplina, así como el conocimiento de la población respecto a las crecidas y máximas avenidas.

Del estudio realizado a las 36 viviendas seleccionadas, se obtuvieron los siguientes datos que se muestran en la siguiente figura:

**Figura 12**

*Condiciones de Medición de Fenómenos Naturales*



De la figura 12, se puede observar que el 47% de la población desconoce acerca de los mecanismos tecnológicos para la medición del incremento de caudal, así como

no tiene experiencia respecto a inundaciones en la zona. Por otra parte, el resto de la población tiene experiencia acerca de mediciones y aumento de caudales del cauce, pero no cuenta con ningún instrumento para la medición, por lo que sus conocimientos al respecto son empíricos.

Posterior al muestreo se procedió al procesamiento de datos para obtener de manera cuantificado el nivel de vulnerabilidad científica y tecnológica de la población en estudio. Como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

*Valoración de la Vulnerabilidad Científica y Tecnológica*

CRITERIOS A EVALUAR SEGÚN ANALISIS		DATOS OBTENIDOS	TOTALES	PORCENTAJES (P)	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	P x VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA
PARTICIPACION COMUNAL	LOCALIDAD CON RECURSOS TECNICOS DE MEDICION	0	36	0.00%	1	0.00	3.33
	MEDICION DE ALGUNOS FENOMENOS	5		13.89%	2	0.28	
	EXPERIENCIA DE LA POBLACION EN REALACION A PRECURSORES DE PELIGRO	14		38.89%	3	1.17	
	SIN EXPERIENCIA NI SENSORES	17		47.22%	4	1.89	

De la tabla 7, se puede concluir que la valoración de la vulnerabilidad científica y tecnológica de la población es de 3.3, lo que concuerda con los datos obtenidos, ya que la población en estudio no tiene el suficiente conocimiento acerca de los mecanismos de medición de caudales y máxima avenidas. Lo que implicaría deficiencias ante una inundación.

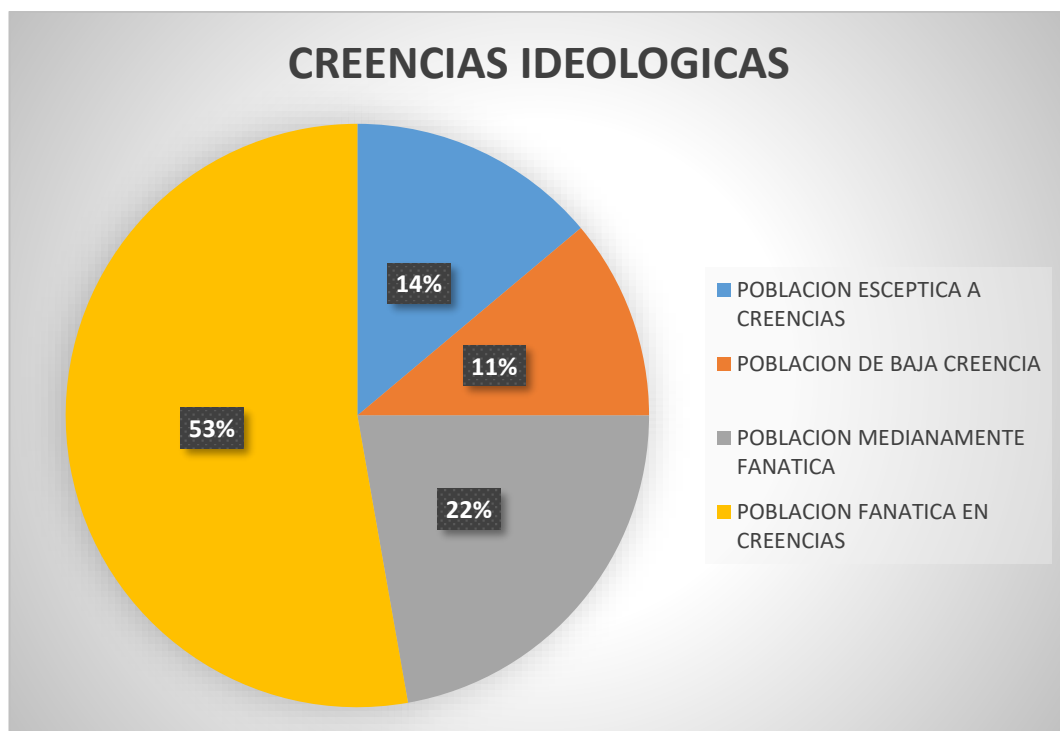
#### 4.1.6 Valoración de la Vulnerabilidad ideológica

Para el análisis de este tipo de vulnerabilidad se consideraron las creencias sociales y el fanatismo que tiene la población respecto a los eventos que implican peligro.

Tras haber realizado el proceso de observación y recopilación de información a las 36 viviendas seleccionadas, se obtuvieron los siguientes datos:

**Figura 13**

*Nivel de Creencias de la Población en Predicción de Inundaciones*



La figura 13 se puede observar que el 53% de la población analizada es fanática en creencias, por lo que ante lluvias de gran intensidad o largas precipitaciones que podrían incrementar el caudal del Río Caplina, creen que esto podría ocasionar

inundaciones y generar peligro. Pero como carecen de cultura de prevención, no planifican acciones de contingencia ni de prevención.

Luego de haber realizado el procesamiento de la información recopilada, se determinó la valoración de la vulnerabilidad ideológica, utilizando el mismo criterio de los análisis anteriores. El cual sigue los procedimientos establecidos en el Manual INDECI:

**Tabla 8**

*Valoración de Vulnerabilidad Ideológica*

CRITERIOS A EVALUAR SEGÚN ANALISIS		DATOS OBTENIDOS	TOTALES	PORCENTAJES (P)	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	P x VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD IDEOLOGICA
PARTICIPACION COMUNAL	POBLACION ESCEPTICA A CREENCIAS	5	36	13.89%	1	0.14	3.14
	POBLACION DE BAJA CREENCIA	4		11.11%	2	0.22	
	POBLACION MEDIANAMENTE FANATICA	8		22.22%	3	0.67	
	POBLACION FANATICA EN CREENCIAS	19		52.78%	4	2.11	

Una vez realizada la cuantificación, se observa que se tiene una vulnerabilidad ideológica de 3.14 puntos, lo que significa que se tiene una vulnerabilidad alta.

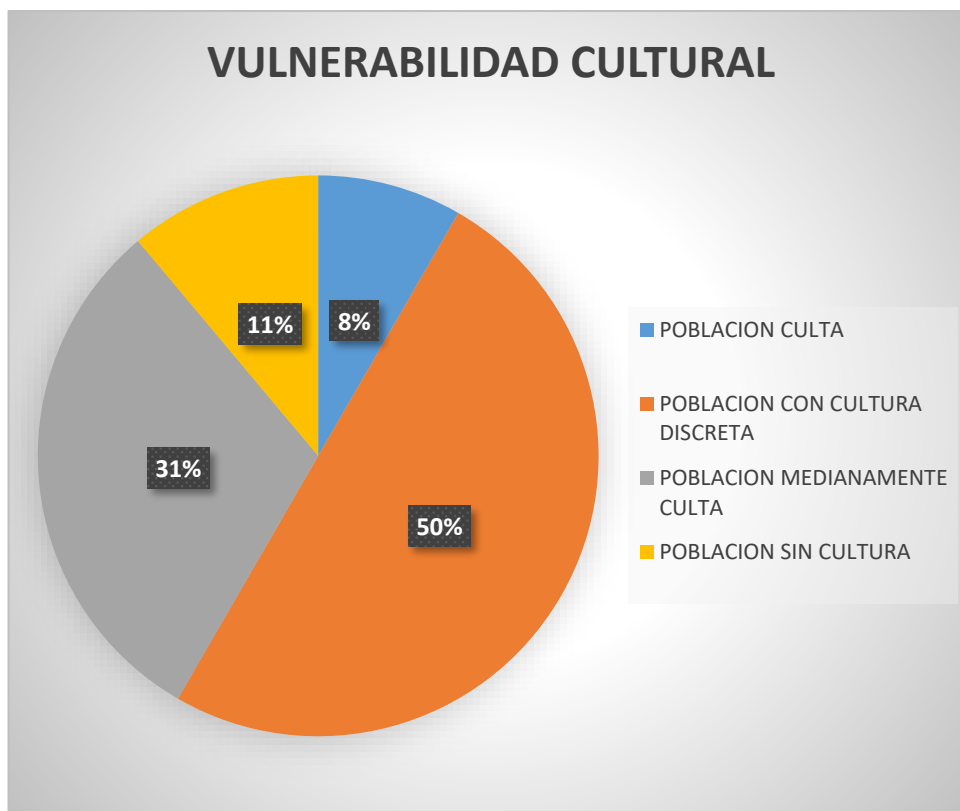
4.1.7 Valoración de la Vulnerabilidad cultural

Para este análisis se ha considerado el nivel cultural de las 36 viviendas seleccionadas, basándose en en el grado de instrucción educativa de los habitantes.

De la recopilación de información y datos se obtuvo el siguiente grafico descriptivo:

**Figura 11**

*Nivel Cultural en la Comunidad*



Luego del procesamiento de los datos mostrados en la figura 13 se puede observar que el 11% de la población analizada no ha concluido sus estudios básicos regulares. El 31% ha culminado con sus estudios básicos regulares, sin embargo, desconocen las acciones a tomar en caso de inundaciones. El porcentaje restante si ha concluido con sus estudios básicos regulares y tienen conocimiento de medidas a tomar en caso de inundaciones y acciones de prevención ante tales eventos.

Luego de realizado el trabajo de gabinete se obtuvo la valoración de la vulnerabilidad cultural el cual se expresa en la siguiente tabla:

**Tabla 9**

*Valoración de la Vulnerabilidad Cultural*

CRITERIOS A EVALUAR SEGÚN ANÁLISIS		DATOS OBTENIDOS	TOTALES	PORCENTAJES (P)	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	P x VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD CULTURAL
CARACTERISTICAS DE LA POBLACION	POBLACION CULTA	3	36	8.33%	1	0.08	2.44
	POBLACION CON CULTURA DISCRETA	18		50.00%	2	1.00	
	POBLACION MEDIANAMENTE CULTA	11		30.56%	3	0.92	
	POBLACION SIN CULTURA	4		11.11%	4	0.44	

Tras la aplicación del manual INDECI para estimación de riesgos, se ha determinado que la vulnerabilidad cultural tiene una puntuación de 2.44, lo que significa una vulnerabilidad media.

4.1.8 Valoración de la Vulnerabilidad educativa

Para el presente análisis se consideró el nivel educativo de las 36 viviendas seleccionadas, basándose en si presentan conocimientos de cultura de prevención.

De la recopilación de información se obtuvo el siguiente gráfico:

**Figura 12**

*Nivel Educativo de la Población en Prevención y Acción Ante Inundaciones*



De acuerdo a lo mostrado en la figura 14, se observa que solo el 19% tiene conocimientos en cultura de prevención ante inundaciones, lo cual se evidencia en relación a sus viviendas, por algún sistema de protección y la lejanía de las mismas al cauce del río Caplina.

El 81% restante no tiene cultura de prevención, puesto que no se evidencia que en sus viviendas medidas de protección y además su ubicación está dentro de la faja marginal del Río caplina.

Luego del procesamiento de los datos se obtuvo el nivel de vulnerabilidad educativa, el cual se muestra en la siguiente tabla:

**Figura 13**

*Valoración de la Vulnerabilidad Educativa*

CRITERIOS A EVALUAR SEGÚN ANÁLISIS		DATOS OBTENIDOS	TOTALES	PORCENTAJES (P)	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	P x VALORACION DE LA VULNERABILIDAD	VALORACION DE LA VULNERABILIDAD EDUCATIVA
LA POBLACION TIENE CULTURA DE PREVENCIÓN	SI	7	36	19.44%	1	0.19	3.42
	NO	29		80.56%	4	3.22	

Posterior a la aplicación del Manual INDECI, se concluye que la vulnerabilidad educativa de la población analizada es de 3.42 puntos, lo que significa que es muy alta.

4.1.9 Valoración de la Vulnerabilidad general

Después de haber llevado a cabo la medición de la vulnerabilidad en los aspectos Física, Económica, Social, Política e Institucional, Científica y Tecnológica, Ideológica, Cultural y Educativa, cada uno de manera separada; se ha creado un análisis de la Vulnerabilidad General de la siguiente forma:

**Tabla 10**

*Vulnerabilidad General*

TIPO	NIVEL DE VULNERABILIDAD				TOTAL
	BAJA (1)	MEDIA (2)	ALTA (3)	MUY ALTA (4)	
FISICA	0.00	0.00	2.87	0.00	2.90
ECONOMIA	0.00	0.00	3.07	0.00	3.10
SOCIAL	0.00	0.00	2.94	0.00	2.90
POLITICA E INSTITUCIONAL	0.00	0.00	2.97	0.00	3.00
CIENTIFICA Y TECNOLOGICA	0.00	0.00	3.33	0.00	3.30
IDEOLOGICA	0.00	0.00	3.14	0.00	3.10
CULTURAL	0.00	2.44	0.00	0.00	2.40
EDUCATIVA	0.00	0.00	3.42	0.00	3.40
				ACUMULADO	24.10
				PROMEDIO	3.01

De la tabla 10 se puede observar que la mayoría de los campos evaluados presentan una puntuación aproximada de 3 puntos. Y en promedio se obtiene una vulnerabilidad general de 3.01 puntos, lo que significa una vulnerabilidad ALTA.

#### 4.2 VALORACION DE PELIGRO

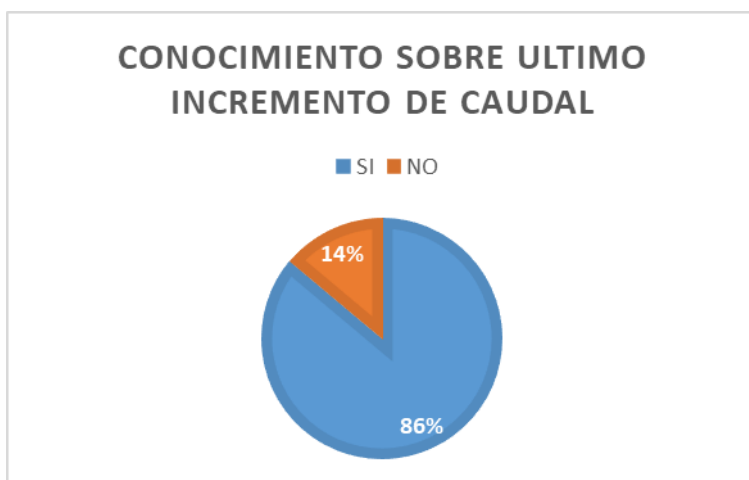
##### 4.2.1 Percepción de la comunidad sobre el peligro

Para la valoración de la percepción de peligro, el CENAPRED 2021 en su Guía metodológica “Diagnósticos sobre la percepción local del riesgo de desastres” indica que Hay diversas formas de calcular y evaluar los peligros, lo que facilita su clasificación en términos de la posibilidad de que se materialicen (porcentaje), si están presentes (sí o no), mediante una cifra numérica, con una categoría de severidad en función de las pérdidas anticipadas (nulo, leve, moderado, alto) o por frecuencia (ocasional, frecuente y muy frecuente). Generalmente, estas

características son establecidas por expertos que analizan cada tipo de riesgo, como geógrafos, ingenieros, arquitectos, urbanistas, biólogos, geólogos y epidemiólogos, entre otros. En este sentido para la presente evaluación utilizamos el Cuestionario Poblacional de Percepción de Peligro, El cual estará adjunto en los anexos de la presente investigación. El cual siendo aplicado, arrojo los siguientes resultados:

#### **Figura 14**

*Balance Porcentual de Percepción de la Población Respecto al Incremento del Caudal del Rio Caplina*



En la figura 16 se puede apreciar que el 86% de la población analizada si tiene conocimiento del ultimo evento extraordinario y que significo inundaciones en la zona. El porcentaje restante desconoce o no habitaba la zona en la ocurrencia de dicho evento.

**Figura 15**

*Balance del Conocimiento de Incremento por Lluvias*



En la figura 17 se visualiza que el 97% de la población analizada, tiene conocimiento que el aumento del nivel del caudal de Rio Caplina se debe a lluvias prolongadas.

**Figura 16**

*Balance del Conocimiento de Muertes por Inundaciones*

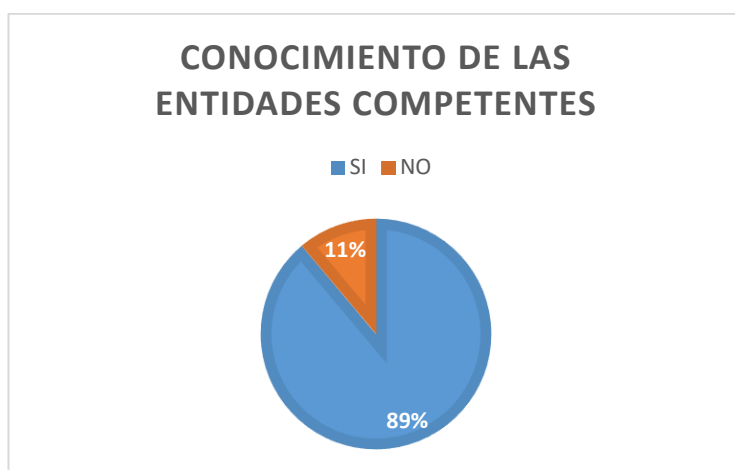


En la figura 18 se puede observar que el total de la población desconoce si hubo víctimas mortales, a consecuencia de eventos extraordinarios, inundaciones, etc. en la zona de estudio.

Respecto al conocimiento de la población acerca de las instituciones pertinentes en temas de prevención de riesgos, estos fueron los resultados:

**Figura 17**

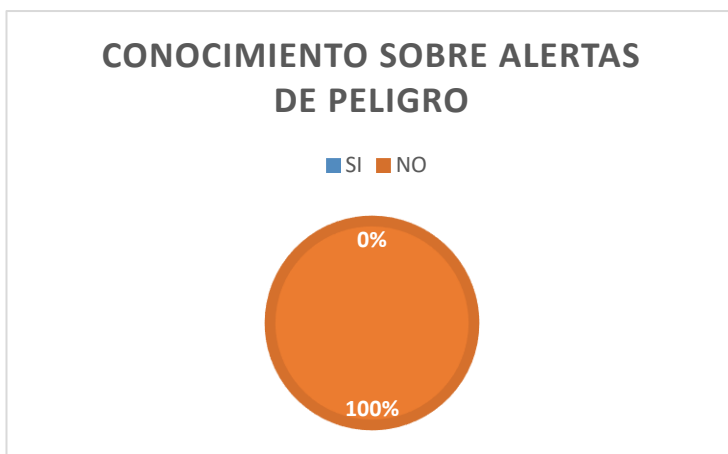
*Conocimiento de las Instituciones*



En la figura 19 se puede observar que, del total de las viviendas encuestadas, el 89% tiene conocimiento de al menos una institución encargada de la prevención de riesgos.

**Figura 18**

*Conocimiento sobre Alertas de Peligro*

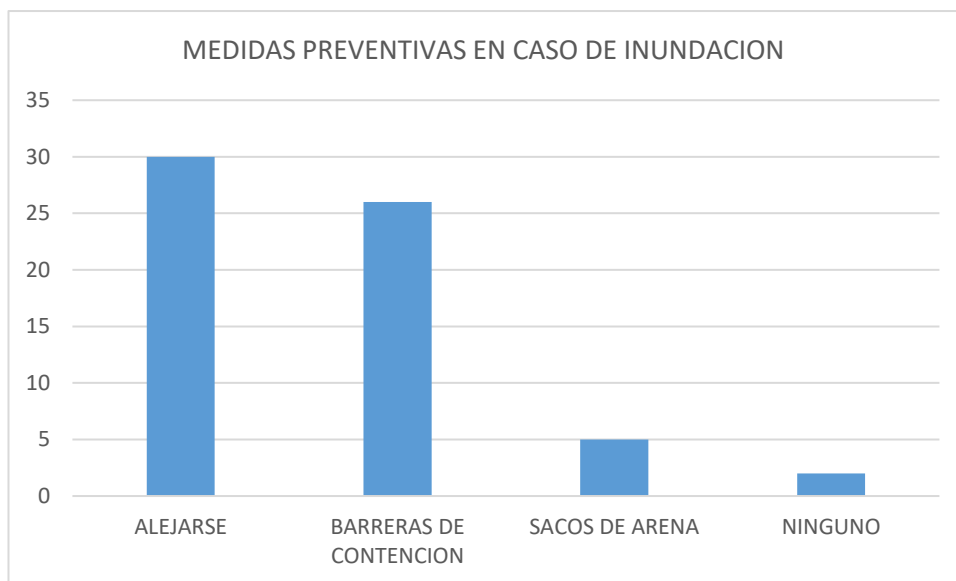


En la figura 20 se puede observar que, del total de las viviendas seleccionadas para el presente estudio, ninguna conoce acerca de los sistemas de alarmas o alertas en caso de desastres o inundaciones, dicho desconocimiento o inexperiencia implicaría incapacidad y una gran desventaja ante este tipo de fenómenos.

Ante tal realidad, se obtuvo también las posibles respuestas de la población en caso de eventos extraordinarios de inundación o desborde, las cuales se reflejan en el siguiente gráfico descriptivo:

**Figura 19**

*Medidas Preventivas en Caso de Inundación*



De la figura 21 se puede apreciar que de las 36 familias encuestadas, 30 jefes de familia indicaron que en caso de inundaciones lo más prudente es alejarse de las zonas afectadas, 26 de los 36 jefes de familia indicaron que las barreras de contención son la manera de más efectiva de prevenir daños ante este tipo de fenómenos, pero estas personas no tienen conocimientos técnicos de los elementos estructurales que conforman dichas defensas. Un grupo de 5 cabezas de familia mencionó que sería útil poner bolsas de arena en la entrada de sus casas, aunque esta no es exactamente una respuesta adecuada para estas situaciones. Y por último 2 de los jefes de familia indicaron que no es posible contrarrestar de ninguna manera un fenómeno de esta naturaleza.

Tras haber concluido con la encuesta, y haber analizado los datos obtenidos, se puede concluir que la población en su mayoría es consciente y percibe el peligro de una inundación causada por la crecida y posterior desborde del río Caplina.

Otro punto encontrado y de suma importancia es que la población tiene conocimiento relativo acerca de los nombres de las instituciones que se encargan de la gestión de riesgos, pero no saben las funciones específicas de cada una de ellas. Tampoco participan de los simulacros y no conocen acerca de los mecanismos de alertas ante inundaciones.

En base al cuestionario realizado, se concluye que la percepción de peligro de la población en la zona de estudio es ALTA.

#### 4.2.2 Valoración del peligro debido a información relevante

Según el examen de datos significativos acerca del reconocimiento del riesgo, comúnmente formulado mediante esquemas creados por INDECI – TACNA y la Municipalidad Provincial de Tacna, en colaboración con el Comité Provincial de Defensa Civil, es posible llegar a conclusiones que permitan evaluar el peligro.

Según el Mapa de peligros de la ciudad de Tacna, La derivación Calana, del río Caplina de su margen Oeste hacia el margen Este, constituye una zona clasificada como de peligro muy alto (INDECI, 2004). En este documento se establece que para un período de retorno de 100 años o más la estructura (Defensa de Calana), estaría en eminente riesgo de colapso, lo que traería consigo desborde e inundación,

arrastre y otros efectos colaterales que pueden originar grandes daños a la ciudad de Tacna

En el mismo sentido (Mayta y Mamani, 2018) en su investigación “Modelación hidráulica de la defensa de calana con el fin de determinar la vulnerabilidad ante máximas avenidas” determino que existe una alta vulnerabilidad causada por el estrechamiento de la sección de la defensa de Calana en la sección del puente Calana-Pachía, Los resultados que presentaron indican que, con un caudal de 51 m<sup>3</sup>/s, la sección del puente Calana-Pachía trabaja a su máxima capacidad. Con un caudal de 94 m<sup>3</sup>/s, para un periodo de retorno de 100 años, se ha obtenido que los tirantes de agua sobrepasan la capacidad de la defensa de Calana, generando inundaciones en las zonas aledañas (Mayta y Mamani, 2018).

Por estas razones, podemos concluir que la sección de evaluación tiene un nivel de PELIGRO ALTO.

#### 4.3 VALORACION DE PELIGRO

De acuerdo a la metodología de INDECI según la tabla siguiente:

**Tabla 11**

*Valoración del Riesgo según INDECI -MATRIZ PELIGRO vs.*

*VULNERABILIDAD*

<b>PELIGRO MUY ALTO</b>	<b>RIESGO ALTO</b>	<b>RIESGO ALTO</b>	<b>RIESGO MUY ALTO</b>	<b>RIESGO MUY ALTO</b>
<b>PELIGRO ALTO</b>	<b>RIESGO MEDIO</b>	<b>RIESGO MEDIO</b>	<b>RIESGO ALTO</b>	<b>RIESGO MUY ALTO</b>
<b>PELIGRO MEDIO</b>	<b>RIESGO BAJO</b>	<b>RIESGO MEDIO</b>	<b>RIESGO MEDIO</b>	<b>RIESGO ALTO</b>
<b>PELIGRO BAJO</b>	<b>RIESGO BAJO</b>	<b>RIESGO BAJO</b>	<b>RIESGO MEDIO</b>	<b>RIESGO ALTO</b>
	<b>VULNERABILIDAD BAJA</b>	<b>VULNERABILIDAD MEDIA</b>	<b>VULNERABILIDAD ALTA</b>	<b>VULNERABILIDAD MUY ALTA</b>

*Nota:* Datos tomados de INDECI (2014)

Luego de la interpolación en la tabla 11 con los datos siguientes:

VULNERABILIDAD: ALTA

PELIGRO: ALTO

El riesgo de inundación en el área de análisis es ALTO.

#### 4.4 Propuesta de medidas de mitigación del riesgo por inundación

##### 4.4.1 Medidas no estructurales

- a) Se requiere mayor presencia de las instituciones para informar y hacer respetar la normativa respecto a la delimitación de las fajas marginales del cauce del río Caplina.
- b) Mayor capacitación por parte de las entidades competentes hacia la población, para orientarlos en medidas de prevención ante inundaciones.
- c) Información y señalización de las zonas de evacuación en caso de inundación por desbordes.

##### 4.4.2 Medidas estructurales

- a) Diseño y construcción de estructuras de protección ribereña en ambos márgenes del río caplina.
- b) Rediseño y construcción del nuevo puente Calana-Pachia
- c) Clausura de las diferentes tuberías y botaderos informales que desembocan en el cauce del Río Caplina.

#### 4.5 Prueba de hipótesis:

$H_0$  : La valoración del riesgo de inundación en la quebrada del río Caplina, en el sector de piedra Blanca del distrito de Calana presenta un nivel Alto.

H<sub>1</sub>: La valoración del riesgo de inundación en la quebrada del río Caplina, en el sector de piedra Blanca del distrito de Calana presenta un nivel Alto.

Después de llevar a cabo el análisis y la evaluación de la hipótesis, se ha constatado que la suposición inicial antes de la investigación era que el riesgo de inundación era elevado. Tras completar el estudio en terreno y en oficina con la metodología de INDECI, se concluyó que el riesgo de inundación es, de hecho, alto, lo que confirma nuestra hipótesis y la considera acertada.

#### 4.6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo al presente estudio el riesgo de inundación en el sector de piedra blanca, en el distrito de Calana es Alto. Estos resultados son de suma importancia, ya que en la gestión de riesgos de desastres se considera que es mejor gestionar el riesgo y prevenir, que gestionar un desastre. Es consecuencia, se puede concluir que esta investigación contribuye a la gestión de riesgos.

Según los estudios elaborados por el Gobierno Regional de Tacna, donde se viene analizando el cauce del Río Caplina, se ha determinado que no se está respetando las fajas marginales de 30 metros. Esto aumentaría el peligro en situaciones de inundación, las cuales son comunes en la temporada de lluvias, afectando generalmente a las mismas áreas y poniendo en mayor peligro a nuestra población.

La ciudad de Tacna, tiene un crecimiento demográfico muy acelerado. Esto trae como consecuencia un crecimiento indiscriminado y desordenado de la ciudad, lo cual no obedece al Plan de Ordenamiento Territorial de la Región de Tacna, en el cual se establecen los criterios urbanísticos y de zonificación para toda la ciudad. En el cual se incluye también el cauce del río Caplina. Esta situación aumenta la vulnerabilidad y el riesgo de las edificaciones que se construyan en los alrededores ante una inundación.

Uno de los factores de riesgo encontrados en la zona de estudio son los de origen antrópico, ya que se ha observado la presencia de tuberías por donde se vierten aguas residuales, botadores informales de basura, tanto de las viviendas aledañas como de los desechos agrícolas. En caso de inundaciones esto contribuiría al taponamiento del flujo, lo cual significa un alto riesgo.

Respecto al análisis de vulnerabilidad, en las encuestas se han reflejado que la población conoce acerca de las condiciones de peligro de la zona, sin embargo, estas condiciones no determinan un desplazamiento hacia zonas más seguras. Esto por la falta de presencia y capacitación por parte de las autoridades e instituciones competentes.

Respecto al análisis de la vulnerabilidad física se pudo apreciar, que las edificaciones no cuentan con las condiciones mínimas que garanticen seguridad a sus ocupantes, por lo que la intervención de instituciones como defensa civil y

demás autoridades resultan necesarias, Lo que demuestra también la alta vulnerabilidad institucional.

Respecto a la vulnerabilidad económica y social, la población en su mayoría no tiene los recursos necesarios para hacer frente a las consecuencias de una inundación, pues se evidencia un nivel económico bajo, pocas oportunidades laborales, poca organización social, etc. En conclusión, no se cuenta con mecanismos de respuesta ante el fenómeno antes mencionado.

El resultado de esta investigación fue que se tiene un nivel de riesgo alto, lo cual se explica a través de todo el proceso realizado. Sin embargo, este riesgo puede incrementarse debido principalmente al aumento demográfico y la falta de presencia de las autoridades. Pero también podría incrementarse por factores ambientales como el cambio climático.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- La valoración del riesgo por inundación del Rio Caplina en el sector de Piedra Blanca en el distrito de Calana es alto.
- La percepción de peligro por parte de la población del sector Piedra Blanca en el distrito de la Calana es alto.
- Se determinó que la vulnerabilidad general tiene una cuantificación de 3.01 puntos, lo que significa que es alta (51 a 75 %).
- Los resultados de esta investigación concuerdan, con estudios de similar naturaleza realizados anteriormente.

- Las propuestas tanto estructurales como no estructurales se centran en la evitación, el cumplimiento de la legislación actual y, especialmente, en la implementación de un mecanismo de resguardo y sostenibilidad continua del cauce del río.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Para mitigar el riesgo el cual, de acuerdo a esta investigación se cataloga como Alto, es necesario que las instituciones pertinentes y autoridades se esfuercen en hacer prevalecer las normas establecidas sobre las fajas marginales en ríos y quebradas, para de esa manera evitar el peligro para toda la población y evaluar los niveles de riesgo no solo para inundaciones sino para todo tipo de fenómenos naturales que ponen en riesgo de desastre a la población, además de actualizar cada estudio en relación al crecimiento demográfico.
- Para reducir la vulnerabilidad se recomienda la demolición y construcción de un nuevo puente Calana-Pachia que satisfaga las necesidades técnicas y de seguridad en el cauce del río Caplina, además de la implementación de defensas ribereñas aguas abajo del puente antes mencionado.

- Se recomienda controlar el vertimiento de aguas servidas o aguas provenientes de desechos agrícolas, así como de basura, al cauce del río Caplina y llevar a cabo la gestión de desechos sólidos para asegurar que el lecho del río Caplina se conserve limpio y prevenir obstrucciones río abajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Casas, J. (2017). Control sobre el cumplimiento de la Regulación de las fajas marginales del Río Huaycoloro en el distrito de Lurigancho – Chosica en el 2017 (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Lima: Perú. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1220423>.
- Nur, I., & Shrestha, K. K. (2017). An Integrative Perspective on Community Vulnerability to Flooding in Cities of Developing Countries. *Procedia Engineering*, 198, 958-967. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.141>
- Rubio, M. (2009). El sistema jurídico: Introducción al derecho. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=2265324>
- Rubinato, M., Nichols, A., Peng, Y., Zhang, J., Lashford, C., Cai, Y., Lin, P., & Tait, S. (2019). Urban and river flooding: Comparison of flood risk management approaches in the UK and China and an assessment of future knowledge needs. *Water Science and Engineering*, 12(4), 274-283. <https://doi.org/10.1016/j.wse.2019.12.004>
- Tisnado, E. (2013). Modelamiento hidrodinámico para determinar zonas vulnerables en el cauce del Río Seco Zona Urbana – Tacna (Tesis de

Pregrado). UNJBG, Tacna Perú

<http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2810>

Zúñiga, E., Magaña, V., & Piña, V. (2020). Effect of Urban Development in Risk of Floods in Veracruz, Mexico. *Geosciences*, 10(10), 402.

<https://doi.org/10.3390/geosciences10100402>

Pino, C. (2013). *Caracterización hidrogeomorfológica de la cuenca del río Caplina - Tacna (tesis de pregrado)*.

Pereles Roselló, M. J. (2010). Vulnerabilidad Social Frente Al Riesgo De. *Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia*, 32, 67–87.