



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

EVALUACION DE RIESGO POR TSUNAMI Y REDUCCIÓN DE LA  
VULNERABILIDAD EN EL CCPP CALETA MECA EN ITE, TACNA

**Línea de investigación:**

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y  
geotecnia**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo

**Autor:**

Centeno Mitma, Jhosimar Deivi

**Asesor:**

Zúñiga Díaz, Walter Benjamín

ORCID: 0000-0001-6860-7456

**Jurado:**

Méndez Gutiérrez, Raúl

Osorio Rojas, Eberardo Antonio

Gonzales Alarcón, Angelino Oscar

**Lima - Perú**

**2024**



# EVALUACION DE RIESGO POR TSUNAMI Y REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EL CCPP CALETA MECA EN ITE, TACNA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | <a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a><br>Fuente de Internet                     | 5% |
| 2 | <a href="http://sigrid.cenepred.gob.pe">sigrid.cenepred.gob.pe</a><br>Fuente de Internet     | 3% |
| 3 | <a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a><br>Fuente de Internet                         | 2% |
| 4 | <a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a><br>Fuente de Internet   | 2% |
| 5 | <a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a><br>Fuente de Internet                     | 1% |
| 6 | <a href="http://repositorio.unjbg.edu.pe">repositorio.unjbg.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 1% |
| 7 | <a href="http://www.miraflores.gob.pe">www.miraflores.gob.pe</a><br>Fuente de Internet       | 1% |
| 8 | <a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a><br>Fuente de Internet     | 1% |
| 9 | <a href="http://www.munitacna.gob.pe">www.munitacna.gob.pe</a><br>Fuente de Internet         |    |



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO  
EVALUACION DE RIESGO POR TSUNAMI Y REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD  
EN EL CCPP CALETA MECA EN ITE, TACNA

Línea de investigación:

Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y  
Geotecnia

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Centeno Mitma, Jhosimar Deivi

Asesor:

Zúñiga Díaz, Walter Benjamín

ORCID: 0000-0001-6860-7456

Jurado:

Méndez Gutiérrez, Raúl

Osorio Rojas, Eberardo Antonio

Gonzales Alarcón, Angelino Oscar

Lima – Perú

2024

**Dedicatoria**

Dedico este esfuerzo a mis padres Tobías y Yolanda por su apoyo incondicional en mi formación profesional y su fe constante en mi persona; y a mi amado hijo Helmas que desde su existencia supo motivar mi crecimiento y desarrollo personal y profesional.

### **Agradecimientos**

A Dios por regalarme el preciado don de la vida, cuidándome y guiándome por el camino correcto cada día.

A mi familia por todo su apoyo durante mi formación profesional y constante motivación.

A mi alma mater, mi querida Universidad Nacional Federico Villareal donde adquirí los conocimientos necesarios para desarrollarme como profesional.

A mi docente y asesor, el Mg. Walter Benjamín Zúñiga Díaz por su apoyo constante durante la elaboración de la investigación.

A mis queridos amigos del Centro Nacional de Alerta de Tsunamis y del Banco de Crédito del Perú por su comprensión, motivación y orientación en mi tema de investigación.

Un agradecimiento muy especial a mis amigos Paul Quispe y Erick Ortega, que desde un inicio me brindaron conocimientos necesarios y siempre estuvieron dispuestos a ayudar en el proceso de la investigación.

A todos muchas gracias, sin ustedes este logro hubiese tomado quizás, más tiempo, inmensamente agradecido con cada uno de ustedes.

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Resumen</b> .....  | <b>16</b> |
| <b>Abstract</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....  | <b>18</b> |
| 1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....  | 19        |
| <i>1.1.1 Descripción del Problema</i> .....   | 19        |
| <i>1.1.2 Formulación del Problema</i> .....   | 20        |
| 1.2 ANTECEDENTES .....  | 20        |
| <i>1.2.1 Estudios nacionales previos a la presente investigación</i> .....                          | 21        |
| <i>1.2.2 Estudios Internacionales previos a la investigación</i> .....                              | 26        |
| 1.3 OBJETIVOS .....   | 29        |
| <i>1.3.1 Objetivo General</i> .....   | 29        |
| <i>1.3.2 Objetivos Específicos</i> .....  | 29        |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN .....   | 29        |
| 1.5 HIPÓTESIS .....   | 31        |
| <b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....  | <b>32</b> |
| 2.1 BASE TEÓRICA SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN .....   | 32        |
| <i>2.1.1. Tsunamis históricos reportados en la costa Sur del Perú</i> .....                         | 32        |
| <i>2.1.2 Tsunamis</i> .....   | 34        |
| <i>2.1.3 Evaluación de Riesgo por tsunamis</i> .....  | 45        |
| <i>2.1.4 Análisis de escenarios sísmicos tsunamigénicos en la Costa Sur del Perú.</i> 60            |           |
| <i>2.1.5 Plan de Contingencias ante Emergencia por Tsunami en la Provincia Jorge Basadre.</i> ..... | 63        |

|   |    |
|---|----|
| 2.1.6 <i>Plan de Prevención y Reducción del riesgo de desastres de la provincia de Tacna 2023-2024.</i> .....   | 65 |
| 2.1.7 <i>Reducción de la Vulnerabilidad ante desastres</i> .....  | 66 |
| 2.1.8 <i>Guía informativa para los planificadores especializados en medidas de contingencia ante catástrofes: Preparación para casos de tsunamis.</i> ..... | 69 |
| 2.2 MARCO CONCEPTUAL .....  | 71 |
| 2.2.1 <i>Prevención y reducción del riesgo</i> .....  | 71 |
| 2.2.2 <i>Preparación</i> .....  | 71 |
| 2.2.3 <i>Respuesta</i> .....  | 72 |
| 2.2.4 <i>Batimetría</i> .....   | 72 |
| 2.2.5 <i>Dron R.P.A. (Aeronave Pilotado Remotamente)</i> .....  | 72 |
| 2.2.6 <i>GPS (Sistema de Posicionamiento Global)</i> .....  | 72 |
| 2.2.7 <i>Peligro</i> .....  | 72 |
| 2.2.9 <i>Desastre</i> .....   | 73 |
| 2.2.10 <i>Evaluación de Riesgos</i> .....   | 73 |
| 2.2.11 <i>Riesgo de desastre</i> .....  | 73 |
| 2.2.12 <i>Rutas de Evacuación</i> .....   | 73 |
| 2.2.13 <i>Evacuación Vertical</i> .....   | 73 |
| 2.2.14 <i>Zona de Refugio</i> .....   | 74 |
| 2.2.15 <i>Mapa de Inundación</i> .....  | 74 |
| 2.2.16 <i>Mapa de Evacuación</i> .....  | 74 |
| 2.2.17 <i>Medidas Estructurales</i> .....   | 74 |
| 2.2.18 <i>Medidas No Estructurales</i> .....  | 74 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.2.19 <i>Sistemas de Información Geográfico (GIS)</i> ..... | 75        |
| 2.3 MARCO LEGAL.....   | 75        |
| <b>III. MÉTODO .....</b>                                     | <b>78</b> |
| 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....                               | 78        |
| 3.2 ÁMBITO ESPACIAL Y TEMPORAL .....                         | 78        |
| 3.2.1 <i>Temporal</i> .....                                  | 78        |
| 3.2.2 <i>Espacial</i> .....                                  | 79        |
| 3.3 VARIABLES .....  | 83        |
| 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....                                 | 84        |
| 3.4.1 <i>Población</i> .....                                 | 84        |
| 3.4.2 <i>Muestra</i> .....                                   | 84        |
| 3.5 INSTRUMENTOS .....                                       | 86        |
| 3.5.1 <i>Equipos</i> .....                                   | 86        |
| 3.5.2 <i>Software de Procesamiento</i> .....                 | 87        |
| 3.5.3 <i>Herramientas</i> .....                              | 87        |
| 3.5.4 <i>Información cartográfica</i> .....                  | 88        |
| 3.5.5 <i>Información Satelital</i> .....                     | 88        |
| 3.5.6 <i>Materiales</i> .....                                | 88        |
| 3.6 PROCEDIMIENTOS.....                                      | 88        |
| 3.6.1 <i>Etapa Pre Campo</i> .....                           | 88        |
| 3.6.2 <i>Etapa de Campo</i> .....                            | 89        |
| 3.6.3 <i>Etapa Post Campo</i> .....                          | 92        |



|   |            |
|---|------------|
| 3.6.4 <i>Análisis de la situación del CCPP Caleta Meca frente al riesgo por tsunami</i>                                       | 92         |
| 3.6.5 <i>Descripción del Medio Físico del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.</i>   | 95         |
| 3.6.6 <i>Cálculo del nivel de peligro</i>   | 105        |
| 3.6.7 <i>Caracterización de la vulnerabilidad</i>   | 117        |
| 3.6.8 <i>Cálculo del riesgo</i>   | 135        |
| 3.7 ANÁLISIS DE DATOS   | 136        |
| 3.8 CONSIDERACIONES ÉTICAS  | 137        |
| <b>IV. RESULTADOS</b>   | <b>138</b> |
| 4.1 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO DEL CCPP CALETA MECA, DISTRITO DE ITE, PROVINCIA JORGE BASADRE, DEPARTAMENTO DE TACNA. | 138        |
| 4.1.1 <i>Determinación del peligro</i>  | 138        |
| 4.1.2 <i>Cuantificación y análisis de elementos expuestos frente a tsunamis en el CCPP Caleta Meca</i>                        | 141        |
| 4.1.3 <i>Determinación de la vulnerabilidad</i>   | 155        |
| 4.1.4 <i>Determinación de los niveles de riesgo.</i>  | 159        |
| 4.2 REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EL CCPP CALETA MECA, DISTRITO DE ITE, PROVINCIA JORGE BASADRE, DEPARTAMENTO DE TACNA.   | 164        |
| 4.2.1 <i>Medidas Estructurales</i>  | 165        |
| 4.2.2 <i>Medidas No Estructurales.</i>  | 177        |
| 4.3 CONTRIBUCIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO POR TSUNAMI EN LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EL CCPP CALETA MECA.         | 183        |
| <b>V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>   | <b>185</b> |

|              |   |            |
|--------------|---|------------|
| <b>VI.</b>   | <b>CONCLUSIONES .....</b>   | <b>192</b> |
| <b>VII.</b>  | <b>RECOMENDACIONES .....</b>  | <b>194</b> |
| <b>VIII.</b> | <b>REFERENCIAS.....</b>   | <b>196</b> |
| <b>IX.</b>   | <b>ANEXOS.....</b>  | <b>205</b> |
|              | ANEXO A: PANEL FOTOGRÁFICO .....  | 205        |
|              | ANEXO B: MATRICES DE COMPARACIÓN DE PARES DE PARÁMETROS DEL PELIGRO Y<br>VULNERABILIDAD .....           | 214        |
|              | ANEXO C: MATRIZ DE COMPARACIÓN DE PARES DE LA VULNERABILIDAD ANTE TSUNAMI DEL<br>CCPP CALETA MECA ..... | 237        |
|              | ANEXO D: MATRICES DE OPERACIÓN PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE PELIGRO .....                             | 238        |
|              | ANEXO E: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....  | 239        |

## Índice de Tablas

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1 Tsunamis Históricos Reportados en la Costa Sur del Perú .....   | 32  |
| Tabla 2 Magnitud del tsunami según IMAMURA .....  | 43  |
| Tabla 3 Relación entre el Run-up y la energía liberada por el sismo .....   | 45  |
| Tabla 4 Coordenadas de los vértices del área de estudio .....   | 80  |
| Tabla 5 Rutas de acceso hacia la playa Meca – Tacna.....  | 82  |
| Tabla 6 Variable Dependiente .....  | 82  |
| Tabla 7 Variable Independiente.....   | 83  |
| Tabla 8 Cantidad de población encuestada en el CCPP Caleta Meca - Ite .....   | 84  |
| Tabla 9 Escenarios sísmicos consideradas en los estudios elaborados por el Gobierno Regional y Local de Tacna ..... | 94  |
| Tabla 10 Factores evaluados en el presente estudio.....   | 107 |
| Tabla 11 Cuadro resumen de ponderación – Factores condicionantes .....  | 109 |
| Tabla 12 Cuadro resumen de ponderación - Altitud respecto al nivel del mar .....                                    | 109 |
| Tabla 13 Cuadro resumen de ponderación - Pendiente.....   | 110 |
| Tabla 14 Cuadro resumen de ponderación - Geomorfología .....  | 110 |
| Tabla 15 Cuadro resumen de ponderación - Geología.....  | 110 |
| Tabla 16 Cuadro resumen de ponderación – Magnitud del sismo .....   | 112 |
| Tabla 17 Matriz resumen de los factores condicionantes .....  | 112 |
| Tabla 18 Matriz resumen del factor desencadenante .....   | 113 |
| Tabla 19 Cálculo de los valores de susceptibilidad .....  | 113 |
| Tabla 20 Matriz resumen del parámetro de evaluación .....   | 116 |
| Tabla 21 Matriz de los valores de peligrosidad .....  | 117 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 22 Cuadro resumen de ponderación – Dimensiones de la vulnerabilidad .....               | 120 |
| Tabla 23 Cuadro de resumen de ponderación – Dimensión social .....                            | 122 |
| Tabla 24 Cuadro de resumen – Número de habitantes por vivienda .....                          | 123 |
| Tabla 25 Cuadro de resumen – Grupo etario susceptible .....                                   | 123 |
| Tabla 26 Cuadro de resumen – parámetros de la resiliencia social .....                        | 125 |
| Tabla 27 Cuadro de resumen – Capacitación en GRD .....  | 125 |
| Tabla 28 Cuadro de resumen – Actitud frente a la ocurrencia de tsunamis .....                 | 126 |
| Tabla 29 Cuadro de resumen – percepción del riesgo .....                                      | 127 |
| Tabla 30 Cuadro de resumen de ponderación – Dimensión física.....                             | 128 |
| Tabla 31 Cuadro de resumen – Localización de la construcción.....                             | 129 |
| Tabla 32 Cuadro de resumen – Material predominante .....                                      | 129 |
| Tabla 33 Cuadro de resumen – Estado de conservación.....                                      | 130 |
| Tabla 34 Cuadro de resumen de ponderación – Dimensión económica .....                         | 131 |
| Tabla 35 Cuadro de resumen – localización de la actividad económica.....                      | 132 |
| Tabla 36 Cuadro de resumen – Ocupación principal .....  | 132 |
| Tabla 37 Cuadro de resumen – Ingreso familiar promedio mensual. ....                          | 133 |
| Tabla 38 Valores finales de la dimensión física .....   | 133 |
| Tabla 39 Valores finales de la dimensión social .....   | 134 |
| Tabla 40 Valores finales de la dimensión económica .....                                      | 134 |
| Tabla 41 Cálculo de los rangos del nivel de vulnerabilidad .....                              | 134 |
| Tabla 42 Niveles de Peligro - Rangos.....   | 138 |
| Tabla 43 Estratificación de los niveles de peligro por tsunami para el CCPP Caleta Meca ..... | 139 |
| Tabla 44 Cuantificación de elementos expuestos en la dimensión social.....                    | 141 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 45 Cuantificación de elementos expuestos en la dimensión física .....   | 146 |
| Tabla 46 Cuantificación de elementos expuestos en la dimensión económica.....   | 150 |
| Tabla 47 Niveles de vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna. ....   | 155 |
| Tabla 48 Estratificación de los niveles de vulnerabilidad por tsunami del CCPP Caleta Meca en el distrito de Ite, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna. .... | 155 |
| Tabla 49 Niveles de riesgo del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna. ....   | 159 |
| Tabla 50 Estratificación de los niveles de riesgo del CCPP Caleta Meca en el distrito de Ite, Provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna. ....                     | 159 |
| Tabla 51 Resumen de las medidas propuestas para la reducción de la vulnerabilidad en el CCPP Caleta Meca .....  | 182 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Sismo con epicentro en el mar.....  | 36 |
| Figura 2 Erupción volcánica submarina .....  | 36 |
| Figura 3 Deslizamiento Submarino .....   | 37 |
| Figura 4 Tsunami por impacto de meteoro .....  | 38 |
| Figura 5 Fases de un tsunami.....  | 40 |
| Figura 6 Parámetros físicos de la onda de tsunami.....                                   | 42 |
| Figura 7 Run-up de un tsunami.....   | 43 |
| Figura 8 Determinación de la susceptibilidad del territorio.....                         | 47 |
| Figura 9 Parámetros de evaluación para el análisis del peligro ante tsunamis .....       | 47 |
| Figura 10 Resumen metodológico para la determinación de los niveles de peligro.....      | 48 |
| Figura 11 Estratificación de los niveles de peligro .....                                | 49 |
| Figura 12 Ejemplo de mapa de peligro .....   | 50 |
| Figura 13 Factores de la vulnerabilidad.....   | 51 |
| Figura 14 Diagrama de las dimensiones de la vulnerabilidad y sus parámetros .....        | 53 |
| Figura 15 Ejemplo de matriz de vulnerabilidad.....                                       | 54 |
| Figura 16 Ejemplo de mapa de vulnerabilidad .....  | 55 |
| Figura 17 Ejemplo de matriz de riesgos .....   | 57 |
| Figura 18 Matriz metodológica para el cálculo de los niveles de riesgo .....             | 58 |
| Figura 19 Rangos de riesgo establecidos mediante la matriz metodológica .....            | 58 |
| Figura 20 Ejemplo de mapa de riesgo.....   | 59 |
| Figura 21 Zonas de Máximo Acoplamiento Sísmico según Chlieh et al (2011) .....           | 61 |
| Figura 22 Zonas de máximo acoplamiento sísmico (ZMAS) según Villegas et al. (2016) ..... | 63 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 23 Ingreso al CCPP Caleta Meca en Ite .....   | 79  |
| Figura 24 Mapa de ubicación del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.....  | 81  |
| Figura 25 Vía de ingreso al CCPP Caleta Meca en Ite .....  | 83  |
| Figura 26 Encuesta aplicada a los pobladores del CCPP. Caleta Meca en Ite .....  | 85  |
| Figura 27 Vista general del CCPP Caleta Meca en el distrito de Ite, provincia Jorge Basadre,<br>departamento Tacna. Fecha: enero 2024..... | 86  |
| Figura 28 Reconocimiento de campo y toma de fotografías del CCPP. Caleta Meca .....  | 89  |
| Figura 29 Levantamiento de imágenes aéreas mediante el vuelo de dron.....  | 90  |
| Figura 30 Ortofotos del CCPP Caleta Meca en Ite .....  | 91  |
| Figura 31 Mapa de Zonas de Máximo Acoplamiento Sísmico del Perú.....   | 93  |
| Figura 32 Mapa de Geología en el CCPP Caleta Meca en Ite .....   | 97  |
| Figura 33 Mapa de Geomorfología en el CCPP Caleta Meca en Ite .....  | 100 |
| Figura 34 Mapa de Pendientes en el CCPP Caleta Meca en Ite. ....   | 102 |
| Figura 35 Mapa de altitudes respecto al nivel del mar del CCPP Caleta Meca en Ite.....   | 104 |
| Figura 36 Diagrama metodológico para determinar los niveles de peligro .....   | 105 |
| Figura 37 Mapa de área inundable en el CCPP Caleta Meca en Ite. ....   | 115 |
| Figura 38 Diagrama metodológico para determinar los niveles de vulnerabilidad .....  | 118 |
| Figura 39 Metodología para la determinación de los niveles de riesgo del CCPP Caleta Meca en<br>Ite. ....                                  | 136 |
| Figura 40 Mapa de peligro por tsunami en el CCPP Caleta Meca en Ite. ....  | 140 |
| Figura 41 Número de habitantes por vivienda en el CCPP Caleta Meca en Ite .....  | 142 |
| Figura 42 Grupos etarios susceptibles en el CCPP Caleta Meca en Ite .....  | 143 |
| Figura 43 Nivel de percepción del riesgo de la población del CCPP Caleta Meca .....  | 144 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 44 Actitud de la población del CCPP Caleta Meca .....  | 145 |
| Figura 45 Nivel de Capacitación de la población del CCPP Caleta Meca .....                            | 146 |
| Figura 46 Ubicación de las construcciones del CCPP Caleta Meca .....                                  | 147 |
| Figura 47 Materiales predominantes en las construcciones del CCPP Caleta Meca .....                   | 148 |
| Figura 48 Estado de conservación de las construcciones del CCPP Caleta Meca.....                      | 149 |
| Figura 49 Localización de la actividad económica de los pobladores del CCPP Caleta Meca ...           | 151 |
| Figura 50 Ocupación principal de los pobladores del CCPP Caleta Meca .....                            | 152 |
| Figura 51 Ingreso familiar promedio mensual de la población del CCPP Caleta Meca.....                 | 153 |
| Figura 52 Mapa de elementos expuestos en el CCPP Caleta Meca en Ite.....                              | 154 |
| Figura 53 Mapa de vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna. ....                             | 158 |
| Figura 54 Mapa de riesgo ante tsunamis del CCPP Caleta Meca. ....                                     | 163 |
| Figura 55 Estructura general de difusión de la alerta o alarma.....                                   | 167 |
| Figura 56 Ejemplo de Panel informativo sobre tsunamis .....   | 168 |
| Figura 57 Tipos de señales sugeridas en caso de tsunamis.....   | 169 |
| Figura 58 Mapa de señalización propuesta en el CCPP Caleta Meca .....                                 | 171 |
| Figura 59 Muro de contención rustico del CCPP Caleta Meca .....                                       | 173 |
| Figura 60 Mapa de propuesta de la creación del muro de contención en el CCPP Caleta Meca en Ite ..... | 174 |
| Figuras 61 Ejemplo de panel informativo.....  | 176 |
| Figura 62 – 63 Ejemplos de modulo informativo .....   | 177 |
| Figura 64 Mapa de propuesta de zonas seguras y rutas de evacuación .....                              | 179 |
| Figura 65 Vista aérea de las construcciones en el CCPP Caleta Meca .....                              | 181 |
| Figura 66 Señalización informativa en la Caleta Meca en el distrito de Ite. Año 2024.....             | 205 |



|   |     |
|---|-----|
| Figura 67 Letrero al ingreso de la Caleta Meca, distrito de Ite, departamento Tacna. Año 2024.<br>..... | 206 |
| Figura 68 Campo deportivo del CCPP Caleta Meca, distrito Ite, departamento Tacna. Año 2024.             |     |
| Figura 69 Malecón de la Caleta Meca, distrito Ite, departamento de Tacna. Año 2024. ....                | 208 |
| Figura 70 Servicios Higiénicos de la Municipalidad en el CCPP Caleta Meca. Año 2024.....                | 208 |
| Figura 71 Capilla del CCPP Caleta Meca. Año 2024. ....  | 209 |
| Figura 72 Local Comunal del CCPP Caleta Meca. Año 2024. ....  | 210 |
| Figura 73 Zona de camping para visitantes en la playa Meca. Año 2024. ....                              | 210 |
| Figura 74 Restaurante en el CCPP Caleta Meca. Año 2024. ....  | 211 |
| Figura 75 Vista general del tipo de viviendas existentes en el CCPP Caleta Meca. Año 2024. ..           | 211 |
| Figura 76 Vista general del CCPP Caleta Meca. Año 2024.....   | 212 |
| Figura 77 Entrevista a poblador del CCPP Caleta Meca. Año 2024.....                                     | 213 |

## Resumen

Las autoridades regionales y locales del departamento de Tacna y de la Región Jorge Basadre considera; en la elaboración de sus planes de contingencia, evaluaciones de riesgo, informes y demás documentos técnicos, que existe la probabilidad de ocurrencia de un sismo de grado entre 8.0-8.5Mw para el sur del Perú, el cual tendría la posibilidad de ocasionar tsunamis. En ese sentido, según registros históricos empleado por las anteriormente mencionadas instituciones y autoridades locales, el sismo generaría un tsunami cuyo impacto alcanzaría una altitud de 12 metros como mínimo, afectando el sector costero y los centros poblados asentados sobre esta zona costera. Por esta razón, se ha desarrollado la Evaluación de Riesgo de Desastre ante tsunamis del CCPP Caleta Meca de Ite, aplicando la metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del riesgo de desastre determinando los niveles de peligro (Alto) y los niveles de vulnerabilidad (Alto) de cada lote del área poblada y así obtener el nivel de riesgo (Alto) al cual están expuestos los pobladores y sus viviendas ante un eventual tsunami. Por otro lado, en el presente estudio, se identifican las variables de la reducción de la vulnerabilidad mediante la propuesta de medidas estructurales y no estructurales con la finalidad de mejorar la preparación y mitigar en cierta medida, los efectos probables del tsunami, salvaguardando la población y sus medios de vida.

*Palabras clave:* evaluación de riesgo, reducción de la vulnerabilidad, peligro, vulnerabilidad, tsunami, sismo tsunamigénico.

### **Abstract**

The regional and local authorities of the department of Tacna and the Jorge Basadre Region consider; in preparation of their contingency plans, risk assessments, reports, and other technical documents, that there is a probability of occurrence of an 8.0-8.5Mw magnitude earthquake in the south of Peru, which would have the possibility of causing a tsunami. In those means, according to historical records managed by the previously mentioned institutions and local authorities, the earthquake would generate a tsunami whose impact would reach a level of at least 12 meters, affecting the coastal sector and the populated towns located in this coastal area. Due to this reason, the Tsunami Disaster Risk Assessment of the CCPP Caleta Meca of Ite has been developed, applying the methodology of the National Centre for Estimation, Prevention and Reduction of Disaster Risk, thus determining the danger levels (High) and vulnerability (High) of each lot in the populated area; and thus, obtaining the level of risk (High) to which the residents and their homes are exposed in the event of a possible tsunami. On the other hand, in this study, the variables of vulnerability reduction are identified through the proposal of structural and non-structural measures with the purpose of improving the preparation, and mitigating, to a certain extent, the probable effects of the tsunami, safeguarding the population and their livelihoods.

*Keywords:* risk assessment, vulnerability reduction, danger, vulnerability, tsunami, tsunamigenic earthquake.

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú, se encuentra ubicado en el conocido Cinturón del Fuego del Pacífico o también denominado Círculo Sísmico del Pacífico (Jiménez, 2015), por ello es uno de los países con mayor probabilidad de ocurrencias de sismos con magnitudes significativas que han generado tsunamis, tal como se ha venido evidenciando en los últimos 277 años a través de los constantes movimientos telúricos ocurridos a lo largo del país.

En ciertas circunstancias y dadas las condiciones sísmicas, los sismos pueden ser de tipo tsunamigénicos, es decir, que tendrían la capacidad de generar tsunamis que pueden traer consecuencias a la población asentada en la costa.

En ese sentido a lo largo de la historia se han registrado múltiples eventos sísmicos tsunamigénicos tanto locales como regionales, siendo los más resaltantes los del Callao 1746, Arica 1868, Lima y Callao 1940-1966, Chimbote 1996, Nazca-Ica 1996, Camaná-Arequipa 2001, Pisco 2007, Chile 2010, entre otros; que cuentan con evidencia de la presencia de tsunamis en la costa sur del Perú (Silgado, 1978).

Según datos del Directorio Nacional de Centros Poblados elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) el CCPP Meca, perteneciente al distrito de Ite, ubicado en la parte noroeste de la región Tacna, presentó una población de 42 habitantes para el 2018; sin embargo, según investigaciones realizadas por Valeriano (2016), en el verano del año 2013 recibió la visita de 900 turistas cada fin de semana estimando así una cantidad de 14400 visitantes durante los cuatro meses que dura el verano. Esta población se ubica en zonas muy susceptibles a inundaciones por tsunamis debido a la baja pendiente, la cercanía a la costa, estructura del suelo y la inadecuada administración del terreno, que, sumado al poco conocimiento

respecto a la Gestión de Riesgo de Desastres por parte de la población, conllevan a que este CCPP presente gran vulnerabilidad ante el fenómeno mencionado anteriormente.

Este estudio tiene como objetivo evaluar el nivel de riesgo ante tsunami al cual están sometidos los pobladores y visitantes del CCPP Meca en el distrito de Ite, Provincia de Jorge Basadre, Departamento de Tacna, con la finalidad de proponer acciones de reducción de la vulnerabilidad que beneficie a la población de la zona. Para ello se procederá a determinar un escenario de riesgo para tsunami que permitirá calcular el área inundable según la información histórica registrada, para posteriormente identificar el nivel de riesgo basado en la metodología planteada por el CENEPRED (2017). Conociendo el nivel de riesgo se procederá a identificar los aspectos más vulnerables de la población y teniendo en consideración dicha información se generará la propuesta de acciones de reducción de la vulnerabilidad en la zona.

## **1.1. Descripción y Formulación del Problema**

### ***1.1.1. Descripción del Problema***

Actualmente el distrito de Ite, más específicamente el CCPP Caleta Meca, cuenta con pocos estudios de evaluación de riesgo ante fenómenos naturales, tanto a nivel regional como local que permitan conocer y analizar el nivel de riesgo por tsunamis al que están expuestos los pobladores de la costa del distrito y a su vez que admita proponer acciones que conlleven a la reducción de la vulnerabilidad de la población y sus estructuras.

El desconocimiento del nivel de riesgo desfavorece la implementación de acciones que permitan reducir el nivel de vulnerabilidad de la población, convirtiendo a la zona de estudio (a priori) en un lugar altamente riesgoso ante un eventual tsunami.

### **1.1.2. Formulación del Problema**

#### **1.1.2.1. Problema General.**

¿En qué medida la evaluación del riesgo por tsunami contribuiría en la reducción de la vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna?

#### **1.1.2.2. Problemas Específicos.**

- ¿Cuál es el evento de tsunami más probable que podría darse cercano al CCPP Caleta Meca en Ite
- ¿Cuál es el nivel de peligro ante tsunamis que presenta el CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna?
- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad ante tsunamis en que se encuentra la población del CCPP Caleta Meca en Ite?
- ¿Cuál es el nivel de riesgo ante tsunamis en que se encuentran la población del CCPP Caleta Meca en Ite?
- ¿Cuáles son las medidas que permiten la reducción de la vulnerabilidad para el CCPP Caleta Meca en Ite?

### **1.2. Antecedentes**

La costa sur del Perú ha sido afectada por una gran cantidad de tsunamis a lo largo de la historia, razón por la cual se han desarrollado una serie de estudios que tienen como finalidad ahondar más sobre el fenómeno a fin de poder disminuir o mitigar los efectos de su aparición. A continuación, se mencionan estudios importantes que anteceden a la investigación que sirvieron como fuente bibliográfica importante:

### ***1.2.1. Estudios nacionales previos a la presente investigación***

Olcese (2004) realizó la investigación titulada *Estudio del origen y consecuencias del tsunami del 23 de junio del 2001 en la costa sur del Perú* cuyo objetivo principal fue determinar la causa que dio origen al tsunami del 2001 que afectó las localidades de Yauca, Chala, Atico, Ocoña, Camaná, Quilca y Matarani en la Región de Arequipa, y estudiar su propagación hacia la costa, además de realizar una evaluación de riesgo de generación de tsunamis para las localidades costeras, así como la elaboración del Plan de Evacuación para Camaná. El estudio concluye que el epicentro del sismo estuvo ubicado a 71.20 km al suroeste de la Ciudad de Camaná y a 56.90 km de la fosa, con una profundidad focal de 29 km. La columna de agua por encima de la zona de ruptura fue de 2250 m. aproximadamente, lo que conlleva a suponer que las características de los tsunamis en la zona de estudio están influidas en gran medida por la altura de agua en la zona de ruptura y la cercanía a la costa del epicentro. Se calculó además que para los tsunamis destructivos que se originen cerca de la costa (entre el litoral y la isóbata de los 2000 m.) el tiempo de arribo de la primera ola es de entre 10 a 20 minutos posterior al sismo. El material de las viviendas de muchas localidades estudiadas, así como la posición respecto al mar, determinan un alto riesgo de desastre ante la ocurrencia de sismos y tsunamis; lo que obliga a intensificar campañas de prevención. Para ello se recomienda la planificación de la zona costera a cargo de las autoridades locales conjuntamente con Defensa Civil apoyándose de campañas de educación sobre los tsunamis y sus efectos en la costa.

Mamani (2014) en su tesis de posgrado *Determinación de la vulnerabilidad social en la población costera de la ciudad de Ilo ante la ocurrencia de tsunami de origen cercano* realiza la estimación de la vulnerabilidad social en la población costera ante un posible tsunami de origen cercano analizando las variables de condiciones socioeconómicas de la población, capacidad y

respuesta de las autoridades y funcionarios locales, y la percepción de la población. Mediante herramientas de levantamiento y evaluación de información de campo aplicado a una muestra de 21 autoridades y funcionarios del gobierno local y a 196 viviendas asentadas en zonas inundables por tsunamis, así como la selección y evaluación de 23 indicadores socioeconómicos. El estudio identifica como resultado un grado de las condiciones socioeconómica muy altas; mientras que el grado de la capacidad de prevención y respuesta de las autoridades es media; así mismo, el grado de la percepción de la población ante el peligro de tsunami es alta. Todo ello conlleva a un nivel de vulnerabilidad social muy baja para la población de la ciudad de Ilo. Es importante mencionar que el estudio recomienda, entre otros, realizar estudios e investigaciones técnico-científico a detalle del peligro por Tsunami en el borde costero de Ilo, considerando un escenario extremo a fin de complementar los resultados obtenidos para la estimación del riesgo.

Ipanaque (2018) en su estudio *Reducción de la vulnerabilidad del P.J. Miramar Bajo-Chimbote, frente al riesgo de terremotos y tsunamis, para salvaguardar la vida de la población y sus medios de vida- 2017* tiene como objetivo principal identificar factores que favorezcan la reducción de la vulnerabilidad del CCPP en estudio, para reducir su exposición al riesgo ante terremotos y tsunamis. Para ello se evalúa el nivel de vulnerabilidad para sismo y tsunami para identificar las variables de reducción y así lograr que el Pueblo Joven pueda ser más resiliente y sostenible ante desastres. El estudio permite obtener información de la vulnerabilidad utilizando información tanto cualitativa como cuantitativa de la realidad, para ello aplica la metodología de observación y recopilación de datos por medio de fichas de observación y encuestas. La investigación concluye, entre otros, con la determinación de un nivel de vulnerabilidad alta en caso de un sismo, tanto a nivel urbano como arquitectónico; así como, un alto nivel de vulnerabilidad en caso de tsunami en los mismos niveles mencionados. Se concluye, también, que la población



presenta un nivel bajo de resiliencia debido a una mala gestión del riesgo en la planificación de la ciudad.

Garrido (2019) en su investigación *Implementación de un Plan de Contingencia ante sismo y tsunami en la Costa Verde para la gestión del riesgo de desastres en el distrito de San Isidro, Lima Perú-2019* propone como objetivo implementar un plan de contingencia ante fenómenos de origen geodinámico interno (sismo y tsunami) dando énfasis en la Costa Verde, del distrito San Isidro que evidencie una contribución a la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD). Para ello, propone medidas relacionadas al aspecto resiliente de la población y la observación y preparación de la población ante un eventual sismo tsunamigénico en el área de estudio. La investigación es de carácter aplicada, de diseño cuasi experimental. La muestra de estudio se realizó mediante el muestreo estratificado, estimando un total de 65 personas a las cuales mediante cuestionarios, encuestas o entrevistas se recogió la información relevante para el fin del estudio. Las conclusiones de la investigación señalan que es importante contar con un plan de contingencia debido al elevado nivel de exposición y riesgo del distrito ante este tipo de fenómenos. El sector de Costa Verde que corresponde al distrito San Isidro presenta un nivel de riesgo alto a la ocurrencia de deslizamientos, sismos y tsunamis, sin evidencias de un planeamiento para la gestión del riesgo. Así también, el estudio concluye que no se evidencia la participación de las autoridades locales en los simulacros programados a nivel nacional como tampoco existe un seguimiento o trabajos de preparación por parte de la Municipalidad Local. El estudio recomienda a las autoridades considerar el Plan de Contingencia desarrollada por el autor a fin de estar preparados ante la ocurrencia de algún evento tsunamigénico.

El *Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos y Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático* tiene por finalidad identificar peligros y vulnerabilidad para evaluar diversos

escenarios de riesgos a nivel regional para peligros de origen de geodinámica interna (sismos y tsunamis); así como externa (heladas o sequías). Para ello se basa en la recopilación de información a nivel regional a una escala de 1:50,000, para que aplicando la metodología del CENEPRED se trabaje dicha información en los Sistemas de información geográfico (SIG) y se cumpla con el objetivo principal de identificar los niveles de riesgo que afectan a los pobladores del departamento de Tacna y proponer medidas de prevención y mitigación que puedan ser adoptadas por el gobierno local. Para el fenómeno de tsunamis, el estudio determina niveles de peligro elevado para la zona costera de Tacna, Sama e Ite y una baja vulnerabilidad debido a los pocos componentes urbanos expuestas (Colegios, Centro de Salud, áreas agrícolas, etc.); resultando un nivel de riesgo Medio para el distrito de Ite (Gobierno Regional de Tacna, 2020).

*El Informe de Evaluación de Riesgo de Desastres por Tsunami en el AA.HH. Félix Moreno, distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, Región Callao* tiene el objetivo de determinar el nivel de riesgo originado por tsunami para recomendar la implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres; para ello, evalúa las características físicas de la zona como pendiente, geología y geomorfología; define un escenario sísmico de entre 8.5 y 9.0 Mw y un parámetro de evaluación como las áreas inundables basadas en las Cartas de Inundación por Tsunami elaborado por la Dirección de Hidrografía y Navegación (DIHIDRONAV) dando como resultado un nivel de peligro Alto. El nivel de vulnerabilidad resultante a nivel de lote es Alto, por ende, el asentamiento humano presenta un nivel Alto de riesgo ante tsunami, con una prioridad de atención de nivel II (Inaceptable) y un cálculo de daños estimado en S/4',709,342.40. las recomendaciones brindadas en el informe son principalmente de tipo arquitectónico, dándole más importancia a los materiales de construcción, normas vigentes y marcos normativos (Gobierno Regional del Callao, 2020)

Coatire (2020) en su estudio *Propuesta para la implementación de medidas de reducción del riesgo de desastres en el Pueblo Joven El Progreso del distrito de Carabayllo* tiene como objetivo principal, plantear medidas que permitan la reducción aplicando la metodología del CENEPRED, a través de la comparación de pares y la ponderación de los factores evaluados para obtener la estratificación del peligro, vulnerabilidad y riesgo, para posteriormente, ser cartografiado mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para el aspecto sísmico, se tomó en consideración variables como intensidad, magnitud y características geotécnicas del suelo; por otro lado, para evaluar el deslizamiento se analizaron características propias del suelo (textura y pendiente) y velocidad de desplazamiento. Por otro lado, para la caracterización de la vulnerabilidad se consideraron las dimensiones física, social, económica, cultural y ecológica. La tesis concluye determinando un elevado nivel de peligro y vulnerabilidad de la población en estudio, que conllevan a un nivel de riesgo Alto ante los fenómenos estudiados. Finalmente se establecen propuestas de reducción del riesgo acorde a la realidad y situación de la zona describiendo sus principales características, costos y unidades ejecutoras/reguladoras.

Pichilingue (2022) en su investigación *Estrategia de reducción del riesgo de desastre de la población flotante ante sismo tsunamigénico en la costa verde* propone el diseño de una estrategia capaz de reducir la cantidad de pérdidas humanas de la población flotante en la costa verde a través de la reducción del riesgo de desastre; para la metodología y cartografiado del área de estudio realiza tomas fotográficas aéreas aplicando el uso de aeronaves pilotadas remotamente (Dron), agilizando y mejorando la confiabilidad de toma de datos en campo. La investigación permitió identificar una estrategia para reducir el riesgo de desastre de la población flotante a través de la elaboración de instrumentos de gestión del riesgo de desastres, mejoramiento en el ordenamiento del territorio y uso de espacios, inversión en sistemas de alerta temprana y demás

aspectos que favorecen la capacidad de respuesta y preparación de la población ante eventos tsunamigénicos.

Panduro (2022) en el *Informe de Evaluación de Riesgo originado por tsunami en el área delimitada por el sector Huanchaquito Bajo, C.P. Huanchaquito, distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento de la Libertad* define como objetivo determinar los niveles de riesgo originado por tsunami y proponer medidas de mitigación a futuro con la finalidad de que el informe sea un instrumento importante de gestión local que aporte conocimiento y comprensión del riesgo existente en la zona hacia las autoridades y la población. Para determinar los niveles de peligro aplica la metodología del CENEPRED analizando los factores condicionantes (pendiente, geología y geomorfología) y desencadenantes (sismo en el mar 9.0 Mw), considerando a la altura de inundación como el parámetro a evaluar; resultando un nivel de peligro con predominancia de Medio y Bajo. Para la caracterización de la vulnerabilidad el autor evalúa las dimensiones social, económica y ambiental recopilando información en campo mediante encuestas y consultas directas a la población que, a través de la sistematización en un Sistema de Información Geográfico brinda resultados del nivel de vulnerabilidad a nivel de lote con 389 Medio, 389 Bajo y 162 Alto. Finalmente se identifican los niveles de riesgo con 186 lotes con riesgo Alto, 385 con riesgo Medio y 369 con riesgo Bajo y un monto de posibles pérdidas de aproximadamente S/.66'310,000.00. El estudio propone la reducción del nivel del riesgo basando principalmente en reducir las vulnerabilidades dentro y fuera de la zona de estudio.

### ***1.2.2. Estudios Internacionales previos a la investigación***

Sáenz de Viteri (2017) plantea en su estudio *Propuesta de acciones de reducción de riesgos frente a un tsunami en el malecón de Atacames a partir de un análisis de riesgo integral*, desarrollar una propuesta estratégica que permita reducir el riesgo frente a un evento de tsunami

en el malecón de Atacames valiéndose de una evaluación íntegra del riesgo; para ello, analiza la vulnerabilidad, identifica lineamientos estratégicos para reducir el riesgo estructural y no estructural; y diseña un modelo virtual del área de estudio donde se incorporan las acciones de reducción. La metodología aplicada por el autor para la obtención de información se basa principalmente en la observación en campo y el llenado de encuestas a una muestra determinada. La investigación concluye con las propuestas de acción tales como implementar la gestión en reducción de riesgos, fomentándola a través de ordenanzas e instrumentos que faciliten su aplicación, articulación de instituciones públicas y privadas para la investigación del tema, involucrando en las decisiones a la población mediante espacios y grupos de trabajo.

El *Plan institucional de preparación y respuesta frente a tsunamis* tiene por finalidad establecer un marco de acción general de preparación y respuesta frente a tsunamis para garantizar la seguridad de las personas, así como otorgar ayuda eficiente y oportuna a los usuarios institucionales. Para llevar a cabo el objetivo se realizó un diagnóstico situacional donde se identifican las áreas de mayor riesgo; así también se realizó un diagnóstico de la vulnerabilidad del inmueble mediante el uso de variables, considerando las características físicas del lugar, materiales de construcción del inmueble, el aforo de asistencia, señalización, entre otros. Finalmente se propone acciones a realizar por el nivel operativo, delegacional y central en sus tres fases: antes, durante y después (IMSS, 2018).

Aguirre et al. (2016) elaboran el artículo *Evaluación del riesgo por tsunami en zonas costeras y estratégicas de adaptación y mitigación*, el cual fue desarrollado en las costas de Omán y tiene por objetivo evaluar el riesgo por tsunami y la identificación, recomendación y priorización de medidas de riesgo, así mismo, integrar la información resultante en un sistema de alerta temprana multirriesgo. La metodología aplicada integra la estratificación y evaluación del riesgo,

considerando dos dimensiones: humana e infraestructura en dos escalas de estudio: escala nacional, que incluye toda la zona costera del país; y escala local, que comprende nueve ciudades costeras y una distancia mínima de 20 km a cada lado de la ciudad. Finalmente, se proponen un conjunto de estrategias, enfoques, medidas y objetivos específicos para reducir el riesgo por tsunamis basado en una metodología que consta de tres etapas como son la determinación de unidades de análisis específicas para delimitar áreas o zonas críticas, posteriormente se seleccionan las medidas preliminares recomendadas mediante una matriz de decisión y por último se realiza la priorización de las medidas seleccionadas basándose en requerimientos, conocimientos y preferencias de los diferentes gestores.

Cocuñame, y Salcedo (2017) elaboran la *Evaluación del riesgo de inundación ante tsunami local en la isla de Cascajal, Pacífico Colombiano* donde determinan escenarios de inundación por tsunami para evaluar la altura y el área cubierta por el nivel de las aguas en la Isla Cascajal, Colombia; considerando al escenario más crítico como un sismo de grado 8.8 Mw que da como consecuencia una altura de ola de 2.88 m y un área inundada de 3.32 km<sup>2</sup>. La metodología aplicada involucra el desarrollo de un cálculo probabilístico de la amenaza sísmica en la zona que permita caracterizar la vulnerabilidad para determinar y evaluar el nivel de riesgo. El estudio concluye con la identificación del riesgo (alto y medio) para la población y sus estructuras, además brinda recomendaciones a fin de mejorar los resultados obtenidos con información actualizada y a su vez, resalta la importancia del uso de *softwares* aplicados.

Jaque et al. (2012) en el artículo *Evaluación de Vulnerabilidad ante tsunami en Chile Central. Un factor para la gestión del riesgo local*, realizan la evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica, educativa y física ante tsunami de Tirúa, un centro urbano de la región de Biobío, debido que, en el sismo del 2010 más de 18 localidades costeras de la región fueron azotadas por

un tsunami de hasta 15 m. de altura. La metodología aplicada fue mediante el uso de encuestas y los sistemas de información geográfico para zonificar el área vulnerable en categorías de alta, media y baja. El artículo concluye con el cálculo de 41.6% de población afectada, de las cuales un 75% presenta alta vulnerabilidad socioeconómica, un 57% alta vulnerabilidad educativa y, para terminar, un 96% de la población presenta una alta vulnerabilidad física.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo General***

Determinar en qué medida la evaluación del riesgo por tsunami contribuiría en la reducción de la vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.

#### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- Identificar el escenario más probable de tsunami para el CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.
- Calcular el nivel de peligro ante tsunamis al que están expuestos los pobladores del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.
- Calcular el nivel de vulnerabilidad ante tsunamis al que están expuestos los pobladores del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.
- Determinar y analizar del nivel de riesgo del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.
- Determinar y proponer medidas de reducción de la vulnerabilidad en el CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.

### **1.4. Justificación**

Actualmente el distrito de Ite y más específicamente el CCPP Caleta Meca, no cuenta con estudios detallados a nivel local o regional que permitan conocer el nivel de riesgo al que están propensos los pobladores ante un evento de tsunami, así también, no cuentan con una Carta de

Inundación por Tsunami que permita identificar el área inundable posible ante un eventual tsunami. Es por ello, que el planteamiento de un escenario tsunamigénico probable, basado en los registros históricos, permitirá identificar las posibles áreas inundadas que contribuirán con los objetivos del estudio, apoyándose en la metodología del CENEPRED y del Manual N.º 49 de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) donde establece una guía para la preparación de las comunidades ante un eventual tsunami.

El área de estudio es la población asentada en la playa Meca - Tacna; fue considerado debido a su cercanía a la costa sobre las que están asentadas las viviendas que, en combinación con la dinámica sísmica del sur del Perú y las características físicas y sociales de la población y sus medios de vida, incrementan el nivel de riesgo al cual están sometidos los pobladores y sus visitantes ante la posible ocurrencia de un tsunami.

El estudio permitirá obtener información importante respecto a los niveles de peligro y vulnerabilidad ante tsunamis a los cuales están expuestos los pobladores para proponer acciones que favorezcan la reducción de la vulnerabilidad de la población en la zona.

Los resultados obtenidos serán un insumo importante para otros estudios en el marco de gestión de riesgo de desastres, planificación territorial, plan de desarrollo urbano, sistemas de alerta temprana y otros instrumentos de gestión del riesgo, para el CCPP y el distrito. Además de contribuir con información relevante para la toma de decisiones de las autoridades pertinentes en temas de reducción de la vulnerabilidad de la población ante tsunamis; que conllevara a mejorar las condiciones de vida de la población en riesgo



### **1.5. Hipótesis**

La evaluación del riesgo contribuye significativamente en la reducción de la vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Base Teórica sobre el tema de investigación

#### 2.1.1. Tsunamis históricos reportados en la costa Sur del Perú

El Perú es uno de los países con mayor actividad sísmica del mundo debido a la convergencia de los casquetes litosféricos de Nazca y Sudamérica (Jiménez, 2015), por lo que se tiene un registro amplio de terremotos que han ocasionado tsunamis apreciables en toda la extensión del país. En la tabla N°1 se menciona los eventos de tsunami más importantes registrados en la costa sur del Perú.

**Tabla 1**

*Tsunamis Históricos Reportados en la Costa Sur del Perú*

| N | Evento                          | Fecha      | Epicentro |          | Mw  | Altura de ola              | Comentario                                     | Fuentes |
|---|---------------------------------|------------|-----------|----------|-----|----------------------------|--|---------|
|   |                                 |            | Lat. °S   | Long. °O |     |                            |  |         |
| 1 | Sismo y tsunami en Arica Chile. | 24/11/1604 | 17.0      | 72.0     | 8.7 | Hasta 16 m en Arica        | Daños en Arica, Camaná y Pisco, 74 muertos     | 2       |
| 2 | Sismo y tsunami del Callao.     | 28/10/1746 | 12.0      | 77.0     | 9.0 | 10 - 12 m.                 | Alrededor de 5000 muertos y 200 sobrevivientes | 1, 2, 3 |
| 3 | Sismo y tsunami de Camaná.      | 13/05/1784 | 16.8      | 72.0     | 8.4 | 2 - 4 m desde Camaná a Ilo | Sin daños reportados                           | 1, 2    |
| 2 | Tsunami de Arica-Chile.         | 13/08/1868 | 18.6      | 71.0     | 9.0 | 15 - 18 m                  | Intensidad XI en Arica                         | 1, 2, 3 |

|    |                               |            |      |       |     |   |   |         |
|----|-------------------------------|------------|------|-------|-----|---|---|---------|
| 5  | Tsunami en Mollendo Arequipa. | 09/05/1877 | -    | -     | -   | Hasta 20 m.   | Dejó un saldo de 33 muertos. Intensidad VII en Arica. | 1       |
| 6  | Tsunami en Mollendo Arequipa  | 28/07/1913 | 17.0 | 74.0  | -   | 0.7 en Mollendo                                       | Sin daños reportados                                  | 2       |
| 7  | Tsunami en Lomas Arequipa     | 24/08/1942 | 15.0 | 76.0  | 8.2 | 2 en Lomas  | Inundación en Lomas                                   | 1, 2    |
| 8  | Sismo y Tsunami en el Callao  | 03/10/1974 | 12.3 | 77.8  | 7.9 | Olas de hasta 5 pies en el callao                     | Dejo 78 personas fallecidas                           | 1, 2, 3 |
| 9  | Sismo y tsunami de Camaná     | 23/06/2001 | 16.2 | 73.4  | 8.4 | 7.5 m. en Camaná                                      | 23 muertos en Camaná                                  | 2, 4    |
| 10 | Sismo y tsunami de Pisco      | 15/08/2007 | 13.7 | 76.7  | 8.0 | 10 m. en playa Yumaque                                | 3 muertos   | 2, 4    |
| 11 | Tsunami de Chile (Talcahuano) | 27/02/2010 | 35.8 | 72.7  | 8.8 | Hasta 1 m. en Perú                                    | 3 muertos y 13 desaparecidos en Chile                 | 4       |
| 12 | Tsunami de Japón (Honshu)     | 11/03/2011 | 38.3 | 142.3 | 9.0 | Hasta 10 m. en Japón y 1.75 m. en Perú                | 27,000 muertos en Japón                               | 4       |
| 13 | tsunami de Chile (Iquique)    | 01/04/2014 | 19.6 | 70.9  | 8.2 | 1.8 m. en Pisagua, 1.8 m. en Iquique y 1.05 m en Ilo. | -   | 4       |

|    |                             |            |      |      |     |                     |   |   |
|----|-----------------------------|------------|------|------|-----|---------------------|---|---|
| 14 | Tsunami de Chile (Coquimbo) | 16/09/2015 | 31.5 | 71.8 | 8.4 | 4.62 m. en Coquimbo | 11 fallecidos, 2,000 viviendas destruidas | 4 |
|----|-----------------------------|------------|------|------|-----|---------------------|---|---|

*Fuentes:* 1. (Silgado, 1978); 2. (Moggiano, 2013); 3. (Jiménez, 2015); 4. (DIHIDRONAV, 2023).

*Nota:* Adaptado de *Maremotos históricos que afectaron al Perú (1582-2012)* (p.66), por Moggiano, 2013, Modelado Numero del maremoto de Pisco 2007 (<https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/articulos/Tesis2013.Nabilt.Moggiano-FCF-UNMSM.pdf>)

### 2.1.2. Tsunamis

Respecto a los tsunamis Olcese (2004), indica:

Son una serie de ondas marinas generadas por una perturbación sísmica o una violenta alteración del fondo oceánico, dichas ondas no son percibidas en alta mar, pero al acercarse a la costa, las olas incrementan su altura. Los tsunamis son más peligrosos cuando se originan cerca de tierra firme, aunque siempre no sucede esto. (p. 34)

Por otro lado, Jiménez (2015), lo define como:

Un tren de ondas gravitacionales de período largo (con períodos en el rango de 10 a 60 minutos) que se propagan en la superficie de los océanos, producto de una perturbación en el fondo marino que desestabiliza la columna de agua. Las principales causas que originan un maremoto pueden ser: un sismo tectónico, una explosión volcánica submarina, un deslizamiento de tierra submarino y la caída de un meteorito en el océano (p. 20)

CENEPRED (2014), en el Manual para la elaboración de evaluación del riesgo originado por fenómenos naturales – 2da versión señala:

Fenómeno que ocurre en el mar, generado principalmente por un disturbio sísmico que impulsa y desplaza verticalmente la columna de agua originando un tren de ondas largas, con un periodo que va de varios minutos hasta una hora, que se propaga a gran velocidad

en todas direcciones desde la zona de origen, y cuyas olas al aproximarse a las costas alcanzan alturas de grandes proporciones, descargando su energía sobre ellas con gran poder, infligiendo una vasta destrucción e inundación. (p. 47)

Según DIHIDRONAV (2023):

Tsunami es una palabra de origen japones Tsu (puerto) y nami (ola), literalmente se traduce como “olas en el puerto” y se caracteriza por no causar daños en altamar, pero si en costas. “Se trata de una serie de olas que se producen al ser empujadas con violencia por una perturbación de la superficie oceánica con desplazamiento vertical, provocando el movimiento de una gran masa de agua que se propaga en todas las direcciones” (p. 17).

Se entiende entonces que, un tsunami son una serie de ondas oceánicas consecutivas que surgen como consecuencia de la perturbación o disturbio del fondo marino desestabilizando la columna de agua ubicada encima de está generando su desplazamiento horizontal a grandes velocidades con periodos de onda que va de minutos a horas y cuyos efectos en la costa suele ser devastadora.

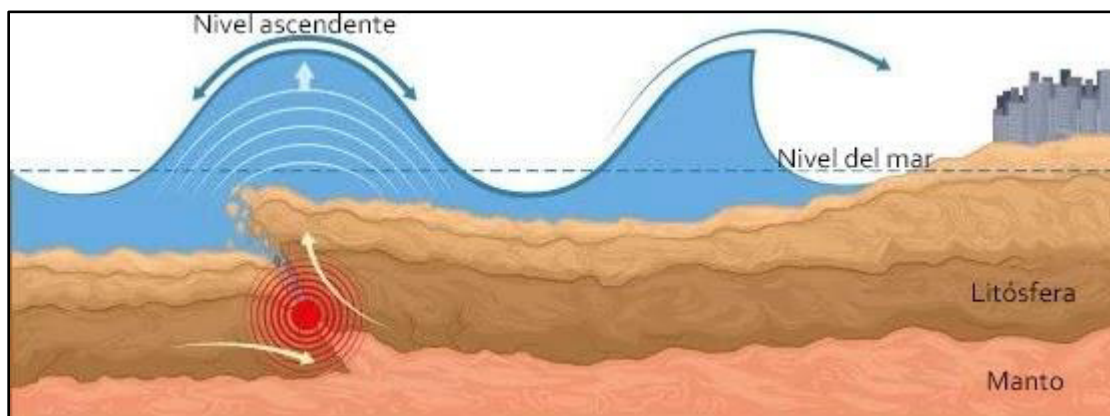
#### **2.1.2.1. Generación de los tsunamis.**

Los tsunamis pueden generarse por las siguientes causas:

*A. Sismos con epicentro en el océano.* Es la principal causa de la ocurrencia de tsunamis, se debe a la convergencia que existe entre las placas de Nazca y Sudamérica; su constante fricción genera acumulación de energía que luego de un periodo de tiempo se libera ocasionando el desplazamiento de la placa sudamericana sobre la de Nazca, generando la perturbación de la columna de agua por sobre esta y su desplazamiento hacia la costa. En el Perú el 90% de los tsunamis son de origen sísmico o también llamado tectónico (Jiménez, 2015, p. 20).

## Figura 1

### *Sismo con epicentro en el mar*

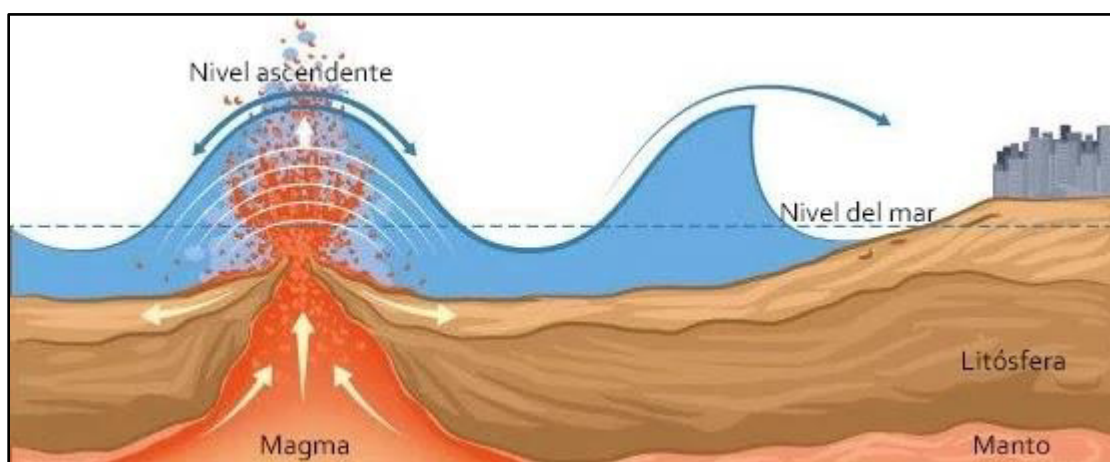


*Nota:* Adaptado de *Sismo con epicentro en el mar*, por DIHIDRONAV, 2023, Tsunamis en Perú. ([https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista\\_tsunami.pdf](https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista_tsunami.pdf))

**B. Erupción Volcánica Submarina.** Se debe a la erupción de volcanes dentro del océano; la liberación de magma y piroclastos generan gran energía que al ser transmitida a la columna de agua genera su perturbación. De los ejemplos más importantes se puede mencionar a Krakatoa en 1883 y HungaTonga en 2022 (Olcese, 2004).

## Figura 2

### *Erupción volcánica submarina*

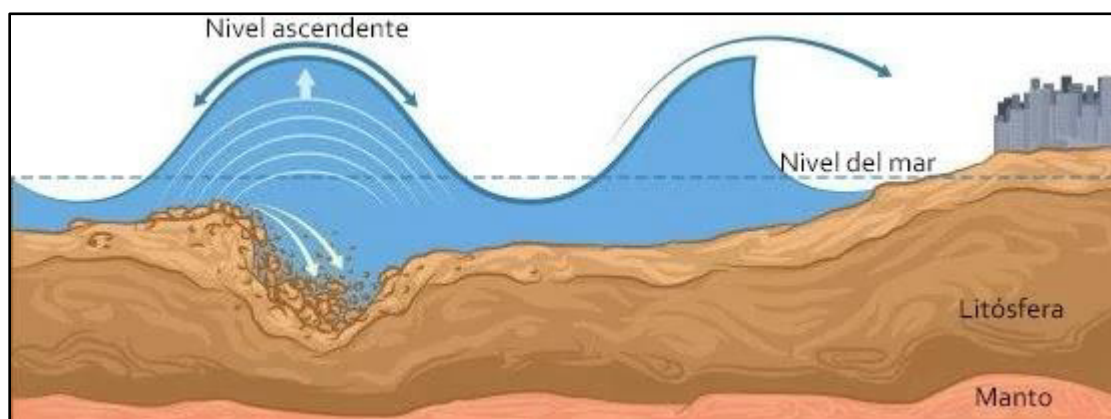


*Nota:* Tomado de *Erupción volcánica submarina*, por DIHIDRONAV, 2023, Tsunamis en Perú, ([https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista\\_tsunami.pdf](https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista_tsunami.pdf)).

**C. Deslizamiento Submarino.** Son desprendimientos grandes de sedimentos que caen hacia zonas más profundas que genera una violenta variación del fondo marino produciendo un tsunami. Solo el 3% de tsunamis se deben a esta causa (DIHIDRONAV, 2023).

### Figura 3

#### *Deslizamiento Submarino*

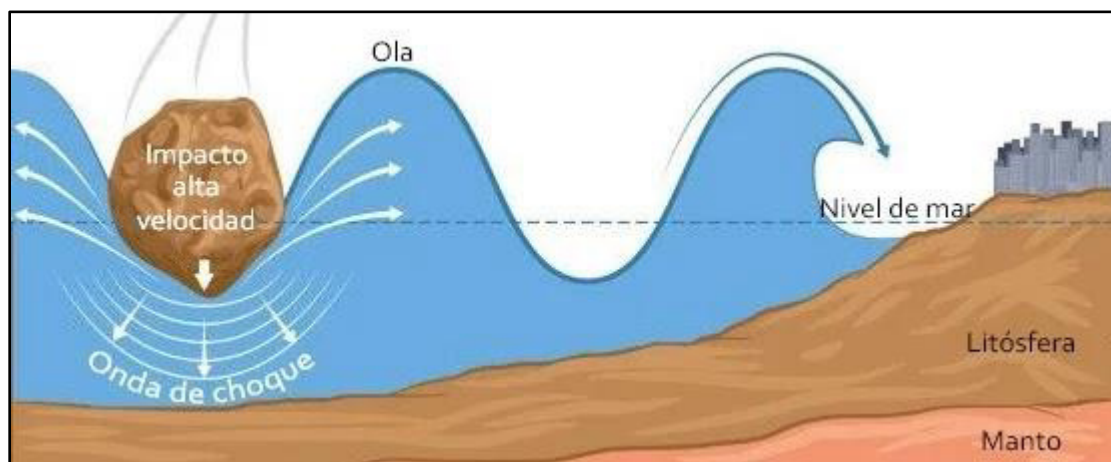


*Nota:* Tomado de *Deslizamiento submarino*, por DIHIDRONAV, 2023, Tsunamis en Perú, ([https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista\\_tsunami.pdf](https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista_tsunami.pdf)).

**D. Impacto de Meteoritos.** Cuando un meteorito de dimensiones considerables impacta directamente en el océano genera perturbación de la superficie del océano, sin embargo, este fenómeno es muy poco probable (DIHIDRONAV, 2023).

**Figura 4**

*Tsunami por impacto de meteoro*



*Nota:* Tomado de *Caída de asteroide o meteorito al océano*, por DIHIDRONAV, 2023, Tsunamis en Perú, ([https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista\\_tsunami.pdf](https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista_tsunami.pdf)).

#### **2.1.2.2. Tipos de Tsunamis según su distancia epicentral.**

**A. *Tsunami de origen cercano o local.*** Cuando el tiempo de arribo a costa es muy corto (a menos de una hora de viaje de las olas a la costa) o la distancia menor a 1000 km respecto del foco del epicentro.

**B. *Tsunami lejano o regional.*** Cuando el tiempo de arribo es largo (aproximadamente más de medio día de viaje de las ondas a la costa) o a más de 1000 km del foco del epicentro.

En el Perú los Tsunamis de origen cercano suelen ser los más severos y la primera ola puede llegar entre los 15 y 60 minutos posterior al movimiento sísmico. Datos importantes que se deben considerar para establecer medidas de respuesta (Jiménez, 2015).

#### **2.1.2.3. Condiciones necesarias para la ocurrencia de un tsunami.**

Las condiciones para que ocurra un tsunami son las siguientes (DIHIDRONAV, 2023):

- Terremoto de magnitud mayor a 7.0 Mw
- Epicentro sísmico en el mar o cercano a costa (hasta 60 km tierra adentro)



- Profundidad focal menor a 60 km

#### **2.1.2.4. Fases de un tsunami.**

Las fases de un tsunami están clasificadas principalmente para tsunamis de origen tectónico y estas son:

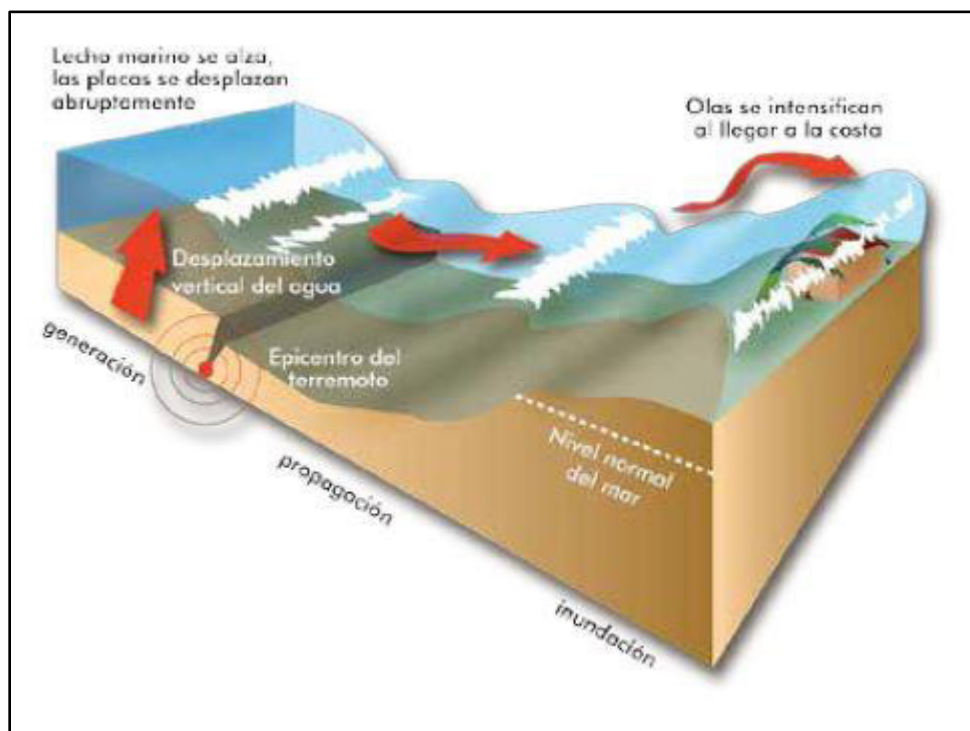
**A. Fase de Generación.** El evento sísmico genera la deformación del fondo oceánico empujando hacia arriba la columna de agua moviendo grandes volúmenes sobre la superficie.

**B. Fase de propagación.** La interacción de la fuerza de gravedad con la columna de agua contribuye la formación de ondas gravitacionales que se propagan en todas direcciones. La velocidad de propagación es directamente proporcional a la batimetría (profundidad) del océano. En mar abierto la profundidad es mayor por lo que la velocidad aumenta, cuando se va acercando a la costa pierde velocidad, pero aumenta la altura, lo que genera destrucción en la costa.

**C. Fase de Inundación.** Al aumentar la altura de la onda genera que vaya más allá del límite normal de costa, sin embargo, la medida en que se dará esta inmersión de olas depende de varios factores: características de las ondas, profundidad oceánica, topografía, pendiente, tipo de suelo, formaciones geomorfológicas, etc. El análisis de más variables propias del entorno de estudio permitirá una mejor estimación de la inundación por tsunami (DIHIDRONAV, 2013).

**Figura 5**

*Fases de un tsunami*



Nota: Tomado de *Fases de un tsunami: generación, propagación e inundación*, por DIHIDRONAV, 2023, Tsunamis en el Perú, ([https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista\\_tsunami.pdf](https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista_tsunami.pdf))

**2.1.2.5. Características físicas de los Tsunamis.** Los tsunamis son considerados ondas marinas grandes, por lo que las características físicas son principalmente (Olcese, 2014):

**A. Longitud de Onda.** Es la distancia recta entre dos crestas consecutivas de una onda. Inicialmente las longitudes de onda son grandes debido a que son casi del tamaño del eje mayor de la zona de disturbación, por lo que es para desapercibido en distancias muy alejadas de costa. El cálculo puede realizarse a través de la fórmula:

$$L = V \times T$$

Donde:

L: Longitud de onda (m)

V: Velocidad de propagación (m/s)

T: Periodo (s)

**B. Periodo de onda.** Es el tiempo que demora el paso de dos crestas sucesivas por un punto fijo. El periodo se ve afectado por las condiciones oceanográficas y la variación del relieve del fondo marino. Para el cálculo del mismo se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Log } T = 0.5M_w - 2.85 \text{ (Takahashi)}$$

Donde:

T: Periodo (minutos)

M<sub>w</sub>: Magnitud de momento del sismo (M<sub>w</sub>)

**C. Velocidad de propagación.** Es la propagación de las ondas de tsunami en el fondo marino y está en función de la profundidad (batimetría) del océano. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$v = \sqrt{g \times z}$$

V: Velocidad de propagación de onda (m/s)

G: Gravedad (m/s<sup>2</sup>)

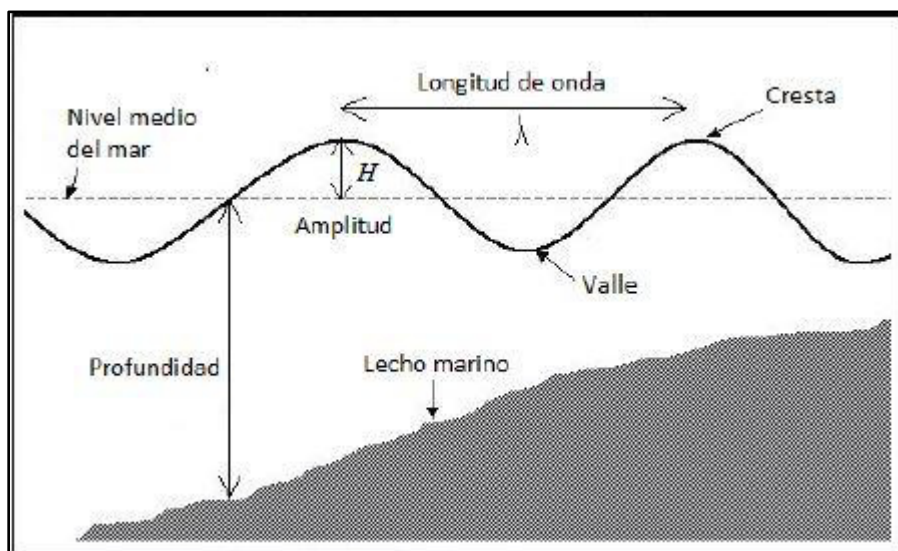
z: Profundidad del océano (m)

Es importante destacar que, a medida que la onda se acerca a la costa va perdiendo energía cinética (velocidad) pero gana energía potencial (altura) lo que causa mayor daño.

**D. Altura de Onda.** Es la medida de la distancia entre la cresta y el valle de una longitud de onda. En mar adentro es difícil percibir la altura de onda pues la longitud de onda es demasiado extensa; sin embargo, conforme se aproxima a costa puede apreciarse notoriamente ya que crece en altura y disminuye en longitud.

**Figura 6**

*Parámetros físicos de la onda de tsunami*



Nota: Tomado de *Parámetros de la onda del maremoto*, por Jiménez, 2015, El maremoto Notable de 1746 (<https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/articulos/Jimenez-El%20Maremoto%20Notable%20de%20201746%20Tesis%20UPG.pdf>).

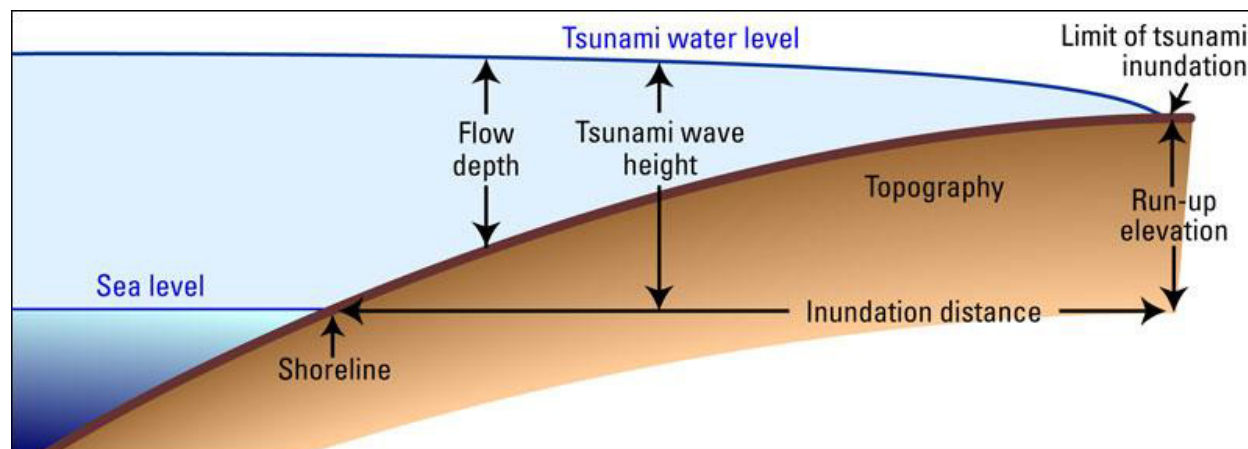
**2.1.2.6. Run up.** El run up es también conocida como altura del maremoto y viene a ser la altura alcanzada por el tsunami medido sobre el nivel medio del mar a una distancia específica. Es el resultante de la suma de la profundidad del agua y la cota topográfica local (Moggiano, 2013).

También se define al run up como la cota máxima en tierra que alcanza la inundación del tsunami. Diversos estudios han permitido relacionar el run up con la pendiente del terreno; cuando el área inundada es angosta, pero la pendiente es fuerte, el run up es más grande que la altura de la ola. Mientras que, cuando el terreno es plano la penetración de ola puede ser de muchos metros, pero la cota alcanzada es menor, en ese caso el run up es menor que la altura de la ola (Olcese, 2004).

Según las definiciones mencionadas, se puede entender el Run up de un tsunami, como la cota máxima de inundación medible en el terreno teniendo clara evidencia del hecho.

**Figura 7**

*Run-up de un tsunami*



*Nota:* Adaptado de *Tsunami terms*, por Servicio Geológico de los Estados Unidos, 2010., (<https://www.usgs.gov/media/images/tsunami-terms>).

**2.1.2.7. Magnitud de tsunami.** La identificación de la magnitud de un tsunami se basa en las manifestaciones cerca de la costa y las escalas más conocidas para medir su magnitud son dos (Olcese, 2004):

*A. Magnitud según Imamura (1949).* Determinó la magnitud relacionando la altura máxima de la ola y sus efectos en la costa.

**Tabla 2**

*Magnitud del tsunami según IMAMURA*

| MAGNITUD | ALTURA MAXIMA DE OLA (m) | DAÑOS  |
|----------|--------------------------|--|
| 0        | 1 - 2                    | No se producen   |
| 1        | 2 - 3                    | Se inundan casas. Las de madera sufren daños. Botes arrasados y/o destruidos |

|   |           |  |
|---|-----------|--|
| 2 | 4 - 6     | Edificaciones, embarcaciones y personas arrastradas  |
| 3 | 10 - 20   | Graves daños a lo largo de 400 km de la costa        |
| 4 | más de 30 | Graves daños a lo largo de más de 400 km de la costa |

---

*Nota:* alturas consideradas para bahías con formas de U, V, W. Adaptado de *Magnitud y Energía* (p.40), por Olcese, 2004, Estudio del origen y consecuencias del tsunami del 23 de junio del 2001 en la costa sur del Perú (<https://docplayer.es/69043033-Tesis-ingeniero-geologo-presentado-por-manuel-daniel-olcese-huerta.html>)

**B. Magnitud según LIDA (1963).** Se basa en la energía generada por el sismo y considera un incremento 0.5 nivel de magnitud por cada vez que se duplica la energía.

**Tabla 3**

*Relación entre el Run-up y la energía liberada por el sismo*

| <b>GRADO DEL TSUNAMI</b> | <b>ENERGIA (ergios)</b> | <b>MAXIMA ALTURA DEL RUN-UP (m)</b> |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| 5.0                      | 25.6 x 10 <sup>23</sup> | 32                                  |
| 4.5                      | 12.8                    | 24 – 32                             |
| 4.0                      | 6.4                     | 16 – 24                             |
| 3.5                      | 3.2                     | 12 – 16                             |
| 3.0                      | 1.6                     | 8 – 12                              |
| 2.5                      | 0.8                     | 6 – 8                               |
| 2.0                      | 0.4                     | 4 – 6                               |
| 1.5                      | 0.2                     | 3 – 4                               |
| 1.0                      | 0.1                     | 2 – 3                               |
| 0.5                      | 0.05                    | 1.5 – 2                             |
| 0.0                      | 0.025                   | 1 - 1.5                             |
| -0.5                     | 0.0125                  | 0.75 – 1                            |
| -1.0                     | 0.006                   | 0.5 - 0.75                          |
| -1.5                     | 0.003                   | 0.3 - 0.5                           |
| -2.0                     | 0.0015                  | 0.3                                 |

*Nota:* Adaptado de *Magnitud y Energía* (p.40), por Olcese, 2004, Estudio del origen y consecuencias del tsunami del 23 de junio del 2001 en la costa sur del Perú (Recuperado de: <https://docplayer.es/69043033-Tesis-ingeniero-geologo-presentado-por-manuel-daniel-olcese-huerta.html>)

### **2.1.3. Evaluación de Riesgo por tsunamis**

(CENEPRED, 2014) elaboró el *Manual para la Evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – versión 02* y también el *Manual para la evaluación de riesgos por tsunamis* en el año 2017 en los cuales, se indican procedimientos para la evaluación de riesgos a fin de establecer medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres naturales para favorecer la toma de decisiones por parte de las autoridades relacionadas a la Gestión del Riesgo.

En los manuales se analiza el riesgo de manera cualitativa y cuantitativa mediante la determinación de la peligrosidad y el análisis de la vulnerabilidad para finalmente, establecer medidas de control de riesgos.

Para caracterizar el fenómeno de tsunamis, los manuales proponen algunos parámetros de evaluación como la magnitud del sismo, intensidad, batimetría, probabilidad, profundidad y grado de tsunami; sin embargo, estos parámetros son netamente referenciales pues la evaluación varía en función a las características propias de la zona geográfica, del fenómeno y al criterio del profesional evaluador.

#### **2.1.3.1. Identificación del Peligro.**

*A. Análisis de la susceptibilidad.* Se define la susceptibilidad como la predisposición a que un evento ocurra en un lugar determinado. Si se cuenta con información de las características geográficas (clima, hidrología, geología, etc.) y, además, se cuenta con información de eventos históricos de la zona, entonces se puede determinar el nivel de susceptibilidad; por ende, depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno a evaluar (CENEPRED, 2014, p.106).

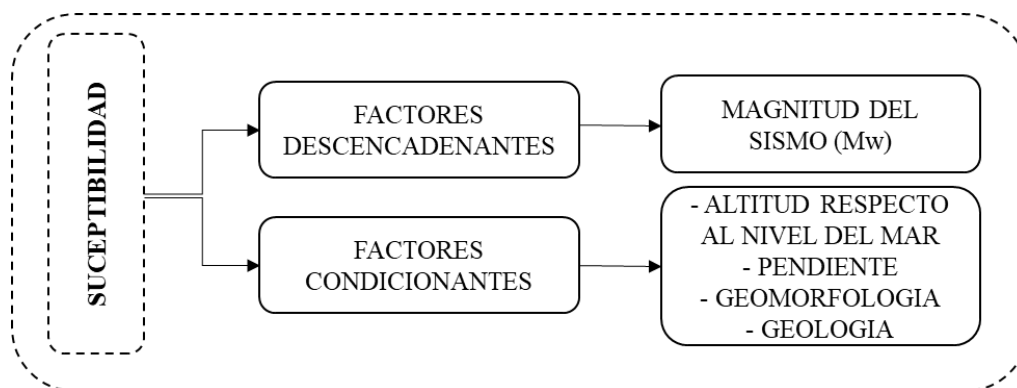
- Factores condicionantes. “Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural, así como su distribución espacial”

- Factores Desencadenantes. “Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico”



**Figura 8**

*Determinación de la susceptibilidad del territorio*

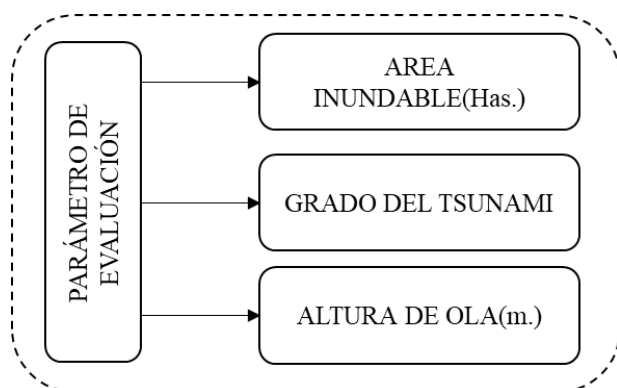


*Nota:* Adaptado de *Análisis de la susceptibilidad*, por CENEPRED, 2017. Manual para la evaluación de riesgo por tsunamis. ([https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/MANUAL%20DE%20TSUNAMIS.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/MANUAL%20DE%20TSUNAMIS.pdf)).

**B. Parámetro de evaluación.** Son las características o cualidades específicas del fenómeno a evaluar que ayudan a caracterizarlo y a través de su análisis permite determinar el peligro y facilita la estratificación del mismo.

**Figura 9**

*Parámetros de evaluación para el análisis del peligro ante tsunamis*



*Nota:* La cantidad de parámetros a evaluar es variable y depende del fenómeno en estudio y la información de la zona de estudio que se tenga disponible. Adaptado de *Parámetros de*

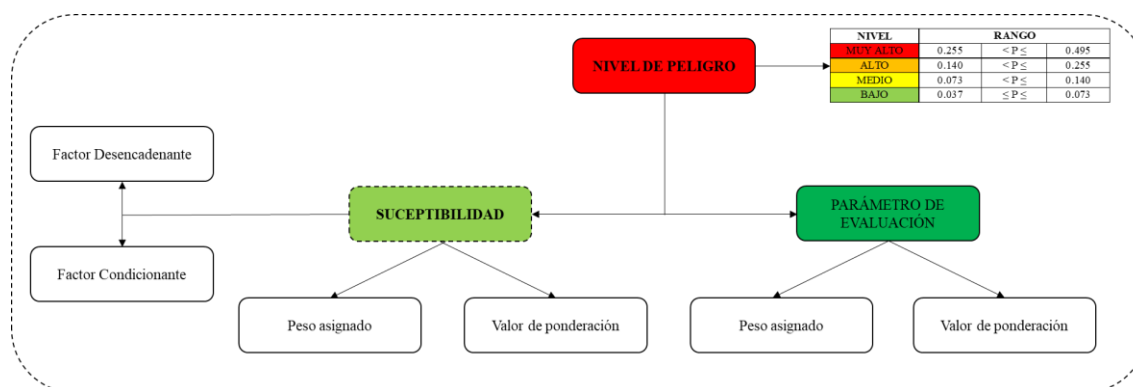
evaluación, por CENEPRED, 2017. Manual para la evaluación de riesgo por tsunamis.

([https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/MANUAL%20DE%20TSUNAMIS.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/MANUAL%20DE%20TSUNAMIS.pdf))

**C. Cálculo de los niveles de peligro.** Los niveles de peligro se calculan en factor del nivel de susceptibilidad calculado y los parámetros de evaluación establecidos.

### Figura 10

*Resumen metodológico para la determinación de los niveles de peligro*



*Nota:* Adaptado de *Diagrama para determinar el mapa de peligro*, por Panduro, E., 2017. Informe de evaluación de riesgo originado por tsunami en el área delimitada por el sector Huanchaquito Bajo, C.P. de Huanchaquito, distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad. (<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/14241>).

**D. Estratificación del Peligro.** El peligro puede estratificarse en cuatro niveles: Muy Alto, Alto, Medio y Bajo y cada nivel muestra características diferentes del peligro, determinados en base a la realidad observada, fuentes de información, registros históricos y sobre todo por el criterio establecido.

**Figura 11**

*Estratificación de los niveles de peligro*

| NIVEL            | DESCRIPCIÓN  | RANGO                  |
|------------------|--|------------------------|
| PELIGRO MUY ALTO | Tsunami: Grado = 4, magnitud del sismo mayor a 7, Intensidad desastroso. Zonas de pendiente menor a 5°, Zona de playa, margen litoral, depósitos eólicos. Planicie aluvial | $0.260 \leq R < 0.503$ |
| PELIGRO ALTO     | Tsunami: Grado = 3, magnitud del sismo 7, Intensidad muy grande. Pendiente 5° a 10°. Zonas de planicie aluvial o llanura aluvial. Laderas de colinas de poca altura.       | $0.134 \leq R < 0.260$ |
| PELIGRO MEDIO    | Tsunami: Grado = 2, magnitud del sismo 6.5, Intensidad grandes. Pendiente 10° a 15°, Zonas de estabilidad marginal, colinas de rocas sedimentarias.                        | $0.068 \leq R < 0.134$ |
| PELIGRO BAJO     | Tsunami: Grado = 0 o 1, magnitud del sismo menor a 6.5, Intensidad algo grandes y/o ligeras. Pendiente menor a 20°, montañas de rocas intrusivas.                          | $0.035 \leq R < 0.068$ |

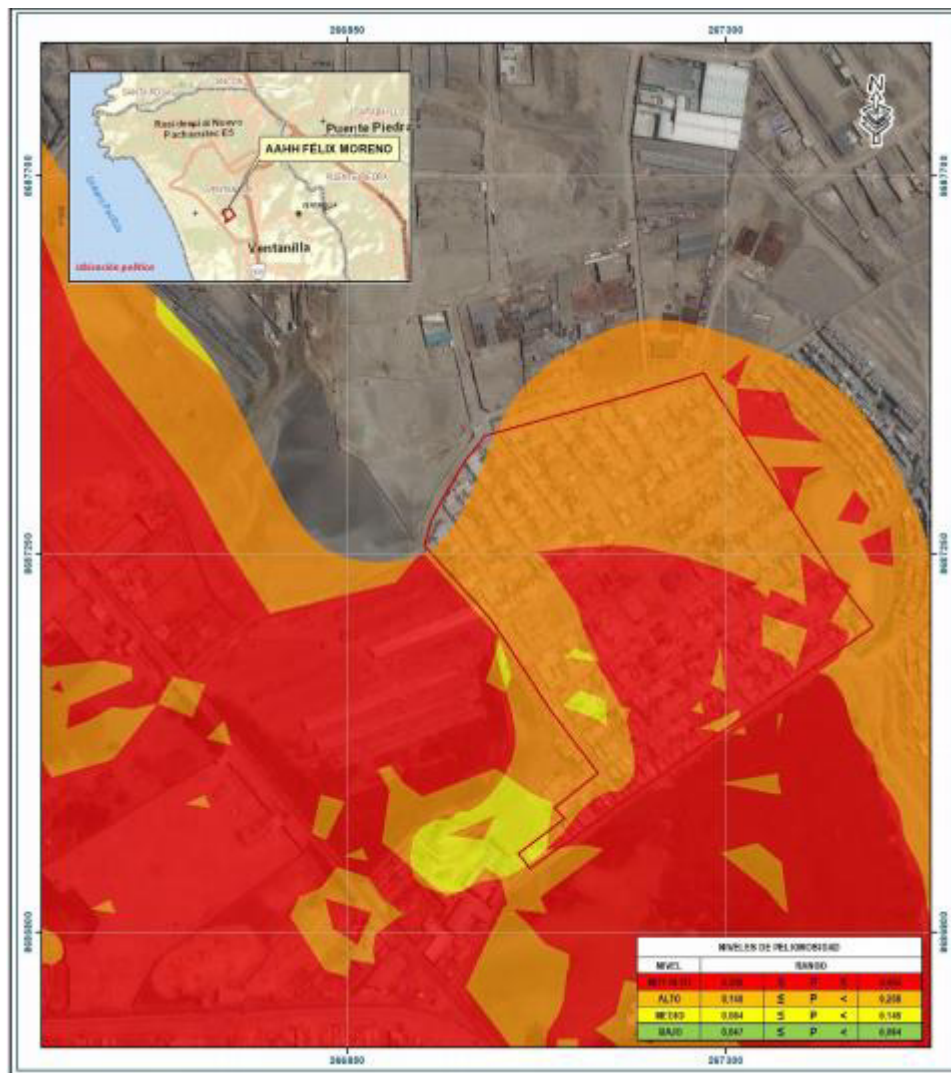
*Nota:* La descripción y los rangos mostrados son referenciales. Adaptado de *Estratificación del peligro*, por CENEPRED, 2017. Manual para la evaluación de riesgo por tsunamis.

([https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/MANUAL%20DE%20TSUNAMIS.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/MANUAL%20DE%20TSUNAMIS.pdf)).

**E. Mapa de peligro.** Los resultados obtenidos en la estratificación del peligro permitirán sistematizar la información en un Sistema de Información Geográfica (SIG), generando información vectorial resaltante del fenómeno en la zona de estudio.

**Figura 12**

*Ejemplo de mapa de peligro*



*Nota:* El mapa de peligro debe considerar el formato establecido por CENEPRED. Tomado de *Mapa de peligro*, por el Gobierno Regional del Callao (GORE CALLAO), 2020, Informe de Evaluación de Riesgo de Desastres por Tsunami en el AA.HH. Félix Moreno, distrito de Ventanilla,

Provincia constitucional del Callao, Región Callao, (<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/10092>).

**2.1.3.2. análisis de la vulnerabilidad.** para el análisis de la vulnerabilidad se debe trabajar desglosándolo en tres (3) factores: Exposición, fragilidad y resiliencia (CENEPRED, 2014).

- **Exposición.** Esta referida a la cuantificación y determinación de los elementos expuestos en zonas susceptibles, generada por una relación no apropiada con el ambiente debido a procesos no planificados y/o a políticas no sostenibles.

- **Fragilidad.** Relaciona la desventaja o debilidad relativa del ser humano y su entorno frente a un peligro, a mayor fragilidad existe mayor vulnerabilidad.

- **Resiliencia.** Está relacionada a la capacidad del ser humano y sus medios de vida para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y sobreponerse al impacto de un peligro, así como mejorar su capacidad de respuesta a futuro. A mayor resiliencia existe menor vulnerabilidad.

### Figura 13

*Factores de la vulnerabilidad*



*Nota:* Tomado de *Factores de la vulnerabilidad*, por CENEPRED, 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión,

([https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf))

**A. Dimensiones de la vulnerabilidad.** “La vulnerabilidad puede analizarse en cuatro (4) dimensiones: Dimensión física, social, económica y ambiental” (CENEPRED, 2017, p.53)

- Dimensión física: relaciona las condiciones de infraestructura y ubicación de las estructuras de la población que puedan sufrir daños por efecto de algún peligro.

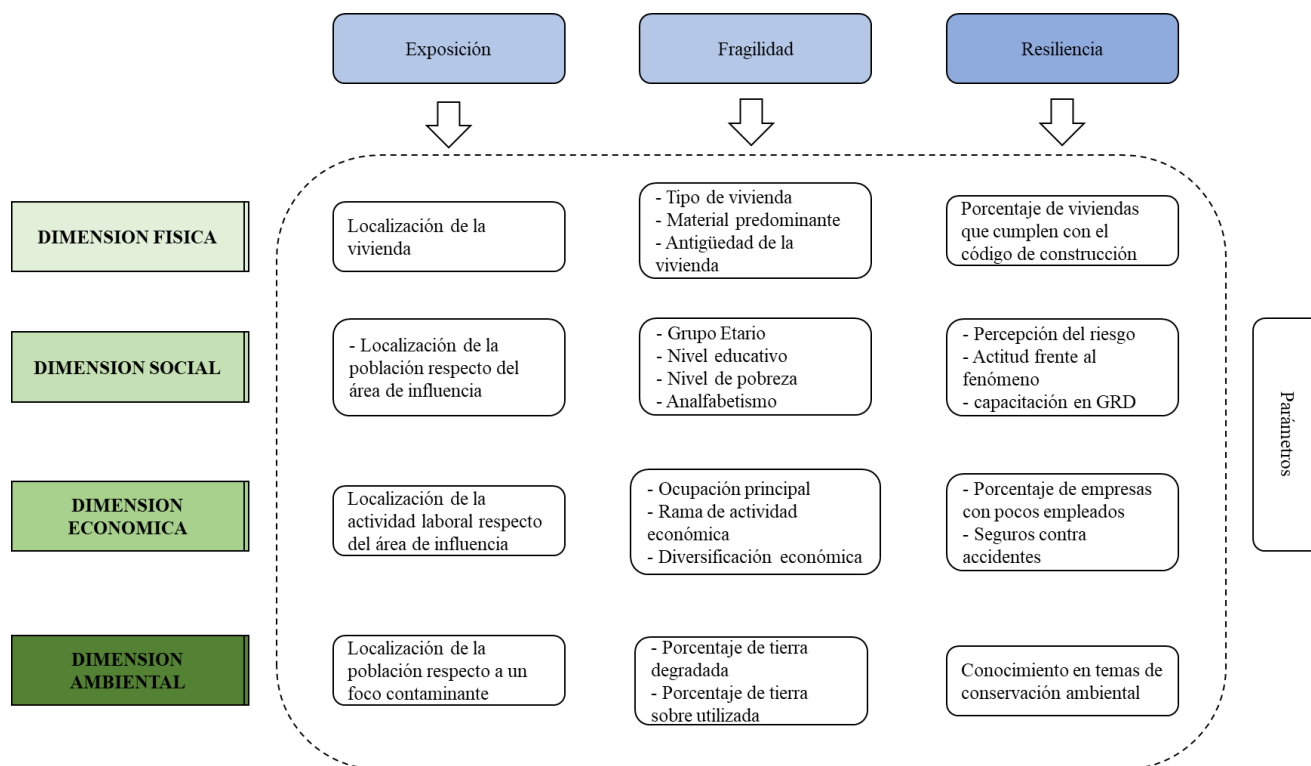
- Dimensión social: está relacionada a las características personales y actitudinales de la población, sus comportamientos, creencias y su manera de afrontar los efectos de algún peligro.

- Dimensión económica: relaciona la capacidad económica que tiene la población para disponer de una correcta gestión del riesgo.

- Dimensión ambiental: está relacionada a la capacidad de debilitar los ecosistemas por parte de la población y su manejo no sostenible de los recursos a su alrededor, siendo vulnerables ante la acción de algún peligro.

Figura 14

Diagrama de las dimensiones de la vulnerabilidad y sus parámetros



*Nota:* Los parámetros mencionados son referenciales y aplicados según el criterio y el tipo de fenómeno a evaluar. Adaptado de *Dimensiones de la vulnerabilidad*, por CENEPRED, 2017. Manual para la evaluación de riesgo por tsunamis ([https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/MANUAL%20DE%20TSUNAMIS.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/MANUAL%20DE%20TSUNAMIS.pdf)).

**B. Estratificación de la vulnerabilidad.** Se desarrolla a través de una matriz donde se muestra la descripción y los rangos de vulnerabilidad (Muy alto, Alto, Medio y Bajo); esto como resultado del análisis de sus parámetros y descriptores mediante el proceso de análisis jerárquico.

**Figura 15**

*Ejemplo de matriz de vulnerabilidad*

| NIVEL                   | DESCRIPCIÓN   | RANGO                  |
|-------------------------|---|------------------------|
| VULNERABILIDAD MUY ALTA | Grupo etario: de 0 a 5 años y mayor a 65 años. Servicios educativos expuestos: mayor a 75% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: mayor a 60% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: estera/cartón. Estado de conservación de la edificación: Muy mala. Topografía del terreno: $50\% \leq P \leq 80\%$ . Configuración de elevación de la edificación: 5 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: mayor a 80%. Localización de la edificación: Muy cerca 0 a 0.20km. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: mayor a 75%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: mayor a 75%. Servicio de empresas de transporte expuesto: mayor a 75%. Área agrícola: mayor a 75%. Servicios de telecomunicación: mayor a 75%. Antigüedad de construcción: de 40 a 50 años. PEA desocupada: escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Organización y capacitación institucional: presentan poca efectividad en su gestión, desprestigio y aprobación popular. Deforestación: áreas sin vegetación, terrenos eriazos. Flora y fauna: 76 a 100% expuesta. Pérdida de suelo: erosión provocada por lluvias. Pérdida de agua: demanda agrícola y pérdida por contaminación. | $0.260 \leq R < 0.503$ |
| VULNERABILIDAD ALTA     | Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 75% y mayor a 50% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 60% y mayor a 35% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: madera. Estado de conservación de la edificación: Malo. Topografía del terreno: $30\% \leq P \leq 50\%$ . Configuración de elevación de la edificación: 4. Actitud frente al riesgo: escasamente provisoria de la mayoría de la población. Localización de la edificación: cercana 0.20 a 1km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 75% y mayor a 50% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor a 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicio de empresas de transporte expuesto: menor o igual 75% y mayor a 50%. Servicios de telecomunicación: menor o igual 75% y mayor a 50%. Área agrícola: menor o igual 75% y mayor a 50%.   | $0.134 \leq R < 0.260$ |
| VULNERABILIDAD MEDIA    | Grupo etario: de 12 a 15 años y de 50 a 60 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 50% y mayor a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 35% y mayor a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: quincha (caña con barro). Estado de conservación de la edificación: Regular. Topografía del terreno: $20\% \leq P \leq 30\%$ . Actitud frente al riesgo: parcialmente provisoria de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo sin implementación de medidas para prevenir. Localización de la edificación: medianamente cerca 1 a 3km. Servicios de agua y desagüe: menor o igual 50% y mayor a 25% del servicio expuesto. Servicios de agua y desagüe: mayor a 75% del servicio expuesto. Servicio de empresas eléctricas expuestas: menor o igual a 25% y mayor a 10%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor o igual a 50% y mayor a 25%..   | $0.068 \leq R < 0.134$ |
| VULNERABILIDAD BAJA     | Grupo etario: de 15 a 50 años. Grupo etario: de 5 a 12 años y de 60 a 65 años. Servicios educativos expuestos: menor o igual a 25% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud terciarios expuestos: menor o igual a 20% del servicio de salud expuesto. Materia de construcción: ladrillo o bloque de cemento. Estado de conservación de la edificación: Bueno a muy bueno. Topografía del terreno: $P \leq 10\%$ . Configuración de elevación de la edificación: menos de 2 pisos. Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente: menor a 40%. Actitud frente al riesgo: parcial y/o provisoria de la mayoría o totalidad de la población, implementando medidas para prevenir el riesgo. Localización de la edificación: alejada a muy alejada mayor a 3km.   | $0.035 \leq R < 0.068$ |

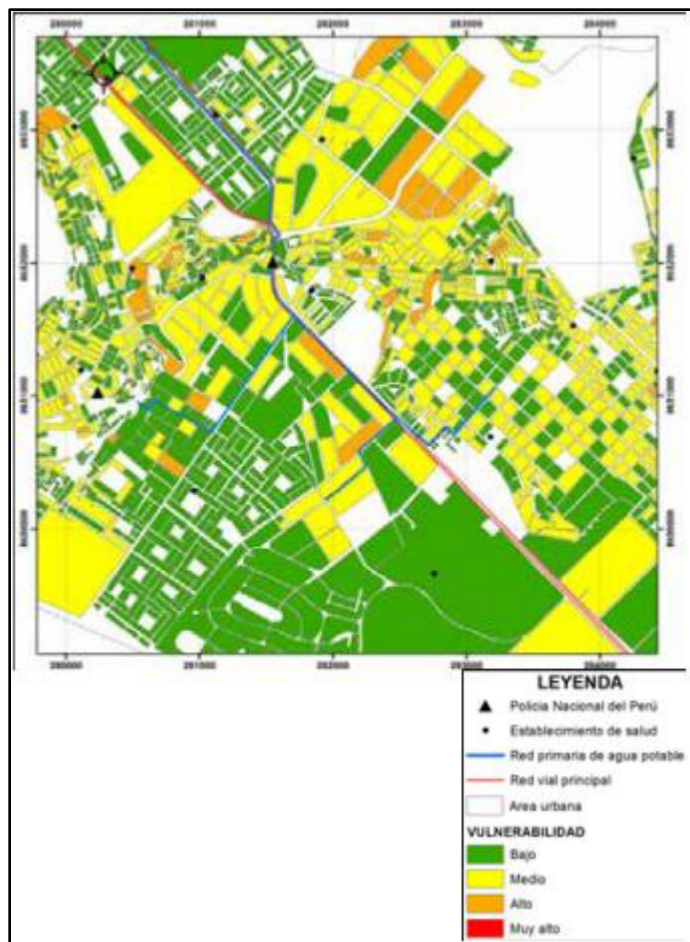
*Nota:* La descripción y los rangos mostrados son referenciales. Adaptado de *Determinación de los niveles de vulnerabilidad*, por CENEPRED, 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión, ([https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)).



**C. Mapa de vulnerabilidad.** Los resultados obtenidos en la estratificación de la vulnerabilidad permitirán sistematizar la información en un Sistema de Información Geográfica (SIG), generando información vectorial resaltante del CCPP en estudio.

### Figura 16

*Ejemplo de mapa de vulnerabilidad*



*Nota:* El mapa de vulnerabilidad debe considerar el formato establecido por CENEPRED (2014).

Tomado de *Elaboración del mapa de vulnerabilidad*, por CENEPRED, 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión, ([https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)).

**2.1.3.3. Cálculo del riesgo.** Según CENEPRED (2017) “Para el cálculo de los niveles de riesgo se aplica la metodología indicada en el Manual para la evaluación de tsunamis donde se expresa el riesgo en función del peligro y la vulnerabilidad”.

$$R_{ie}|_t = f(P_i, V_e)|_t$$

Donde:

R= Riesgo

$f$ = En función

$P_i$ = Peligro con la intensidad mayor o igual  $a_i$  durante un periodo de exposición  $t$

$V_e$  = Vulnerabilidad de un elemento expuesto

**A. *estratificación del riesgo.*** Se desarrolla a través de una matriz donde se muestra la descripción y los rangos de riesgo (Muy alto, Alto, Medio y Bajo) obtenido como resultado del análisis del peligro y vulnerabilidad.

Figura 17

## Ejemplo de matriz de riesgos

| Nivel de Riesgo | Descripción  | Rangos                    |
|-----------------|--|---------------------------|
| Riesgo Muy Alto | <p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 9.0 Mw, cuyas áreas inundables en el área de estudio superarían los 80 Has, predomina la unidad geomorfológica planicie marina, pendientes menores a 5.00° y la unidad geológica depósito marino (Q-ma).</p> <p>La cantidad de personas que viven en cada lote es superior a 20, pertenecen al grupo etario de menor de 1 año y mayor de 65 años, las personas no tienen reacción ni preparación ante una probable evacuación. Las viviendas tienen un área construida mayor a 200 m<sup>2</sup>, el material predominante de las paredes es de estera, madera o triplay, el material predominante de los techos es de plástico o cartón, las viviendas cuentan con 5 ó más niveles en la edificación, el estado de conservación de la vivienda es muy malo, no cuentan con acceso a servicios de agua potable, ni servicio de desagüe, ni servicio de energía eléctrica. El ingreso familiar promedio es igual o menor al sueldo mínimo y la ocupación del jefe de familia es trabajador familiar no remunerado.</p>  | $0.065 \leq R \leq 0.218$ |
| Riesgo Alto     | <p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 9.0 Mw, cuyas áreas inundables en el área de estudio comprenden entre 60 - 80 Has, predomina la unidad geomorfológica pantano, pendientes entre 5.00° - 15.00° y la unidad geológica depósito lacustre (Qh-la).</p> <p>La cantidad de personas que viven en cada lote es mayor a 15 y menor o igual a 20, pertenecen al grupo etario de 1 a 14 años, las personas tienen reacción y preparación pero desconocen las rutas de evacuación. Las viviendas tienen un área construida mayor a 150 y menor o igual a 200 m<sup>2</sup>, el material predominante de las paredes es de piedra con mortero, el material predominante de los techos es de estera ó etemit. La vivienda tiene 4 niveles en la edificación, el estado de conservación de la vivienda es malo, el servicio de agua potable es abastecido desde un río, acequia, manantial o similar, el servicio de desagüe se tiene a través de un río, canal o similar y el alumbrado de la vivienda es a través de una lámpara o similar. El ingreso familiar promedio esta entre más de 950 hasta 1500 soles y la ocupación del jefe de familia es obrero.</p>   | $0.022 \leq R < 0.065$    |
| Riesgo Medio    | <p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 9.0 Mw, cuyas áreas inundables en el área de estudio comprenden entre 40 - 60 Has, predomina la unidad geomorfológica pantano, pendientes entre 15.00° - 25.00° y la unidad geológica depósito antrópico (Qh-a).</p> <p>La cantidad de personas que viven en cada lote es mayor a 10 y menor o igual a 15, pertenecen al grupo etario de 45 a 64 años, las personas no tienen reacción pero si preparación y desconoce la ruta de evacuación. Las viviendas tienen un área construida mayor a 100 y menor o igual a 150 m<sup>2</sup>, el material predominante de las paredes es de adobe o tapia, el material predominante de los techos es de calamina. La vivienda tiene 3 niveles en la edificación, el estado de conservación de la vivienda es regular, el servicio de agua potable es abastecido desde un camión cisterna o similar, el servicio de desagüe se tiene a través de una letrina, pozo ciego o negro y cuenta con servicio de electricidad provisto por la red pública. El ingreso familiar promedio esta entre más de 1500 hasta 2000 soles y la ocupación del jefe de familia es empleado.</p>   | $0.007 \leq R < 0.022$    |
| Riesgo Bajo     | <p>Ocurrencia de sismo de magnitud de 9.0 Mw, cuyas áreas inundables en el área de estudio comprenden áreas menores a 40 Has, predominan las unidades geomorfológica terraza inclinada, loma, colina y acantilado, las pendientes son mayores a los 25.00° y la unidad geológica depósito antrópico (Qh-a).</p> <p>La cantidad de personas que viven en cada lote es menor a 10, pertenecen al grupo etario de 15 a 29 y 30 a 44 años, las personas tienen reacción y preparación ante el evento sísmico y conoce la ruta de evacuación. Las viviendas tienen un área construida menor o igual a 100 m<sup>2</sup>, el material predominante de las paredes es de ladrillo ó bloque de cemento ó concreto armado, el material predominante de los techos es de losa aligerada ó losa maciza. La vivienda tiene hasta 2 niveles en la edificación, el estado de conservación de la vivienda es bueno y muy bueno, el servicio de agua potable es abastecido de la red pública o pilón de uso público, el servicio de desagüe se tiene a través de un pozo séptico, tanque séptico o biodigestor o de la red pública y cuenta con servicio de electricidad provisto de panel solar o generador eléctrico. El ingreso familiar promedio es mayor a 2000 soles y la ocupación del jefe de familia es trabajador independiente o empleador.</p> | $0.002 \leq R < 0.007$    |

*Nota:* La descripción y los rangos mencionados son referenciales. Tomado de *Estratificación de niveles de riesgo*, por el GORE Callao, 2020, Informe de Evaluación de Riesgo de Desastres por

Tsunami en el AA.HH. Félix Moreno, distrito de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao, Región Callao, (<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/10092>).

**B. Matriz de riesgo.** Se calcula sobre la base del conocimiento del peligro y de las vulnerabilidades mediante un cuadro de doble entrada que multiplica los valores calculados.

### Figura 18

*Matriz metodológica para el cálculo de los niveles de riesgo*

|     |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| PMA | 0.503 | 0.034 | 0.067 | 0.131 | 0.253 |
| PA  | 0.260 | 0.018 | 0.035 | 0.068 | 0.131 |
| PM  | 0.134 | 0.009 | 0.018 | 0.035 | 0.067 |
| PB  | 0.068 | 0.005 | 0.009 | 0.018 | 0.034 |
|     |       | 0.068 | 0.134 | 0.260 | 0.503 |
|     |       | VB    | VM    | VA    | VMA   |

*Nota:* los valores mostrados son referenciales. Adaptado de *Matriz de riesgo*, por CENEPRED, 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión, ([https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)).

### Figura 19

*Rangos de riesgo establecidos mediante la matriz metodológica*

|                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| Riesgo Muy Alto | $0.068 \leq R < 0.253$ |
| Riesgo Alto     | $0.018 \leq R < 0.068$ |
| Riesgo Medio    | $0.005 \leq R < 0.018$ |
| Riesgo Bajo     | $0.001 \leq R < 0.005$ |

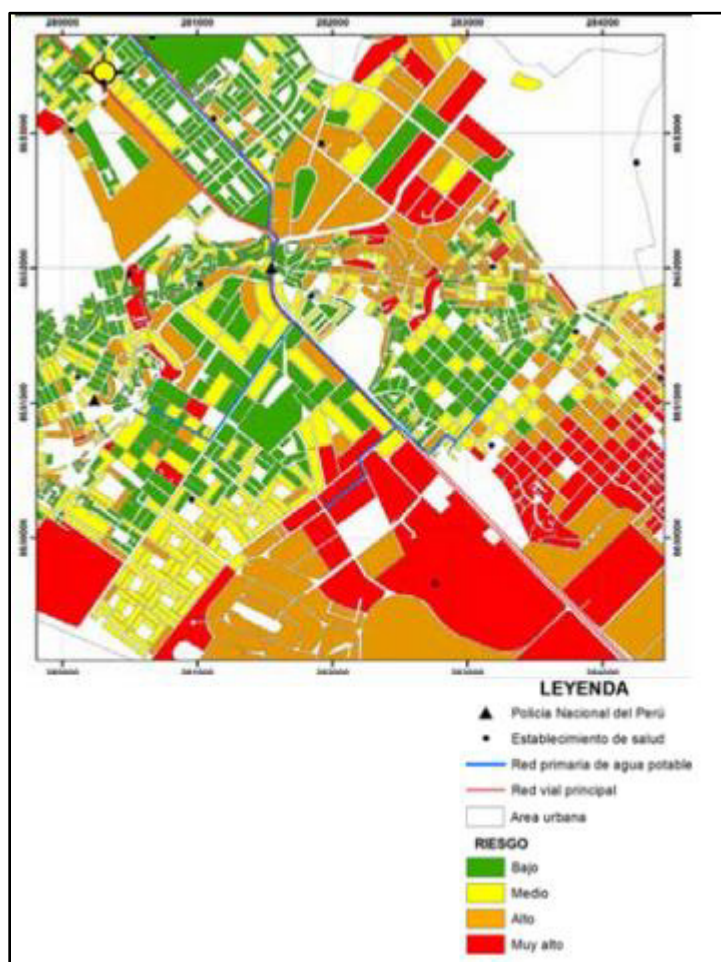
*Nota:* los valores mostrados son referenciales. Adaptado de *Matriz de riesgo*, por CENEPRED, 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales – 2da versión,

([https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)).

**C. Mapa de riesgo.** Los resultados obtenidos en la matriz y estratificación del riesgo permitirán sistematizar la información en un Sistema de Información Geográfica (SIG), generando el mapa de riesgo del área de estudio.

### Figura 20

*Ejemplo de mapa de riesgo*



*Nota:* El mapa de riesgo debe considerar el formato establecido por CENEPRED (2014). Tomado de *mapa de riesgo*, CENEPRED, 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por

fenómenos naturales – 2da versión, ([https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)).

#### **2.1.4. Análisis de escenarios sísmicos tsunamigénicos en la Costa Sur del Perú**

el Informe Técnico N.º 004-2020/IGP “Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú” indica los sismos más probables a ocurrir en la zona sur del Perú basándose en el análisis de las lagunas sísmicas y zonas de máximo acoplamiento (Instituto Geofísico del Perú [IGP], 2020).

**2.1.4.1. Lagunas sísmicas.** Este concepto supone que existe una acumulación de deformación en zonas de contacto entre placas tectónicas que no han presentado sismos durante mucho tiempo (más de 100 años). Según esto, en la región sur del Perú, el último sismo importante fue el registrado en 1868 generándose una laguna sísmica desde entonces. Sólo el sismo del año 2001 cuya magnitud fue de 8.2 Mw habría contribuido a la liberación de energía acumulada en esta región

**2.1.4.2. Zonas de máximo acoplamiento sísmico (ZMAS).** En el Perú se viene monitoreando el desplazamiento de la placa continental mediante los GPS desde el año 1995 en áreas muy específicas; sin embargo, en el año 2010 se adquieren toda una red de estaciones que permitieron un mejor seguimiento y análisis.

Mediante esta metodología, se logra recolectar datos importantes entre los años 1998 – 2005 con la intención de identificar las zonas de máximo acoplamiento asociadas a la placa de Nazca y Sudamericana, desde el centro del Perú hasta Antofagasta en Chile. El estudio dio como resultado la existencia de cuatro (04) zonas ZMAS (Chlieh et al., 2011):

- Región Central (A-1). esta área estaría acumulando energía desde el sismo importante en 1746 en el Callao.

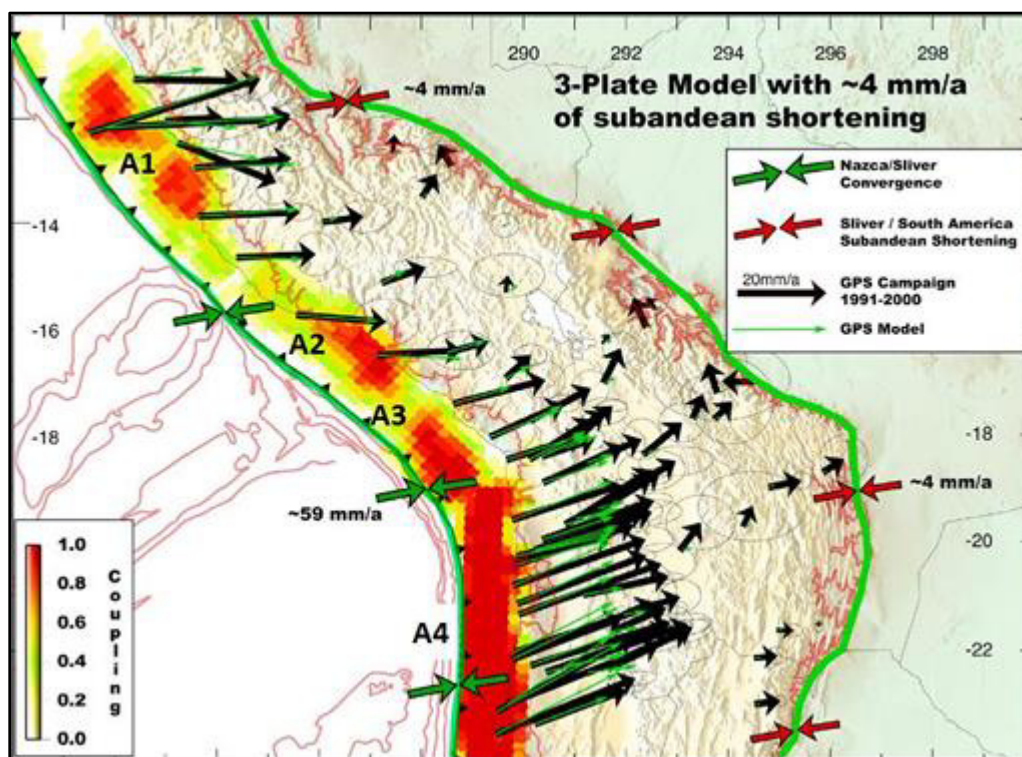
- Región Sur (A-2). Ubicada entre Nazca y Yauca. Estaría acumulado deformación desde el ultimo sismo importante registrado en el año 1913.

- Región Sur (A-3). Área ubicada frente a las costas de Moquegua y Tacna. Estaría acumulando deformación desde el ultimo sismo importante registrado el año 1868.

- Región Norte Chile (A-4). Ubicada desde la frontera de Perú y Chile hasta la ciudad de Antofagasta y estaría acumulando deformación desde el ultimo sismo importante registrado el año 1877.

### Figura 21

*Zonas de Máximo Acoplamiento Sísmico según Chlieh et al (2011)*



*Nota:* Adaptado de *Zonas de Máximo Acoplamiento Sísmico*, por IGP, 2020, Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú. Informe Técnico N.º 004-2020/IGP, (<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/11865>).

Villegas et al. (2016), aplicando la misma metodología, desarrolla un estudio del borde costero del Perú identificando la existencia de cuatro (04) zonas de máximo acoplamiento sísmico con diferentes áreas y geometrías.

- Región Norte (B-1). Existe una probabilidad muy baja de ocurrencia de un gran sismo, esto debido al mínimo acoplamiento evaluado entre las placas de Nazca y Sudamericana; sin embargo, se identificó una ZMAS que podría generar un sismo de magnitud 7.6 Mw, como el ocurrido en el año 1996, el cual conllevó al impacto de un tsunami.

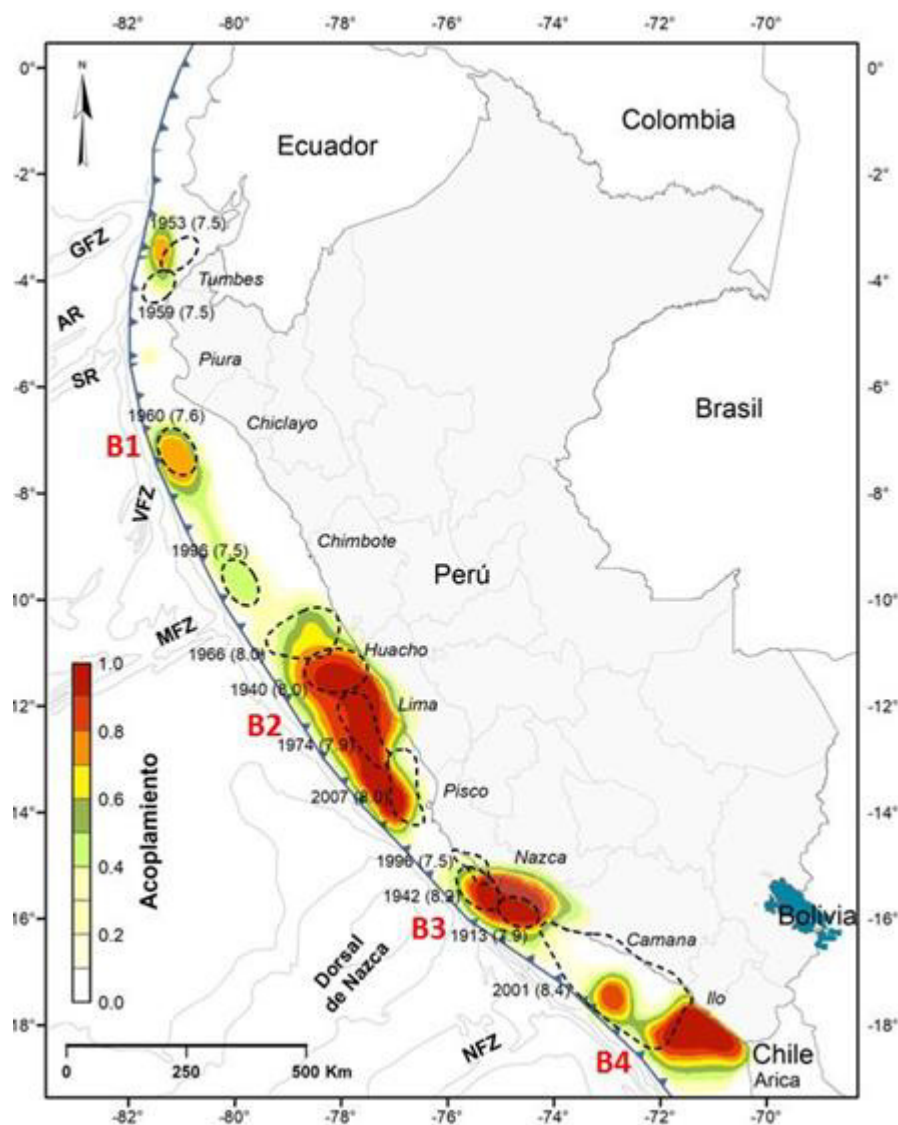
- Región Central (B-2). Se identificó la presencia de un ZMAS desde Huacho a Pisco, el cual podría producir un sismo importante similar al del año 1746 cuya magnitud fue de 8.8 Mw.

- Región Sur (B3-B4). La primera ZMAS se encuentra al sur de Ica y norte de Arequipa y estaría asociada al sismo del año 1913. La segunda ZMAS abarca desde la costa de Moquegua a Tacna y tendría relación con el último sismo tsunamigénico registrado en el año 1868 cuya magnitud fue de 8.8 Mw.



Figura 22

Zonas de máximo acoplamiento sísmico (ZMAS) según Villegas et al. (2016)



Nota: Adaptado de Zonas de Máximo Acoplamiento Sísmico, por IGP, 2020, Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú. Informe Técnico N.º 004-2020/IGP, (<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/11865>)

### 2.1.5. Plan de Contingencias ante Emergencia por Tsunami en la Provincia Jorge Basadre

el presente plan tiene el objetivo de establecer procedimientos, definir recursos y medios para hacer frente a la presencia de un tsunami, originado por un sismo de gran magnitud, cerca o

lejos de la provincia Jorge Basadre. Para ello, se proponen dos acciones: Establecer tareas y responsabilidades a las entidades involucradas en la ejecución del plan y definir los mecanismos de coordinación entre los distintos niveles de gobierno, en el contexto de emergencias y desastres naturales.

El plan involucra a todos los elementos en una Plataforma de Defensa Civil Provincial Jorge Basadre (PPDC-JB) y Grupo de Trabajo de Gestión del Riesgo de Desastres de la Municipalidad Provincial de Jorge Basadre (GTGRD-MPJB).

El plan menciona que no se han reportado antecedentes de tsunamis en las costas de la Provincia de Jorge Basadre, salvo oleajes anómalos; pero identifica a las playas Meca y Arena Blanca y a los Bofedales de Ite como zonas expuestas ante un posible tsunami, que para el presente plan se estima podría llegar a ser de 8.5 Mw o mayor.

Para mitigar la vulnerabilidad de la población, se propone señalar las rutas de evacuación y los límites de posible inundación, así como incrementar el conocimiento el riesgo existente. Además, menciona que el número de población a evacuar es relativo, pues depende del momento en que suceda el fenómeno, alcanzando un nivel elevado en la época de verano.

El Plan de contingencia define tareas y/o actividades tanto de preparación y respuesta como de rehabilitación en caso ocurra un tsunami definiendo acciones claves para cada grupo de trabajo involucrado (Municipalidad Provincial de Jorge Basadre [MPJB], 2017).

G1: Primera respuesta y rehabilitación

G2: Primera respuesta

G3: Asistencia humanitaria

G4: Rehabilitación

### ***2.1.6. Plan de Prevención y Reducción del riesgo de desastres de la provincia de Tacna 2023-2024***

En el Marco de la Ley 29664 Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, se elabora el presente plan con el fin de conocer los peligros existentes en las localidades e identificar las medidas, programas, actividades y proyectos que eliminen o reduzcan las condiciones existentes de riesgo de desastres. Para ello realiza la evaluación de los niveles de peligro, vulnerabilidad y consecuentemente el riesgo al que está asociada la población de Tacna.

Para tsunamis, se toma como referencia los tsunamis registrados en 1604 en Arequipa, Moquegua y Tacna y de 1868 en Arica; identificando el nivel de peligro como Muy Alto en la provincia de Tacna. Para el análisis de la vulnerabilidad se evaluó las dimensiones social, económica y ambiental en sus tres factores exposición, fragilidad y resiliencia concluyendo con un nivel Alto de vulnerabilidad para la región. Resultando, de esta forma, un nivel de riesgo Muy Alto para la provincia de Tacna.

El plan propone como estrategia, la implementación de medidas estructurales y no estructurales para reducir la vulnerabilidad de la población, siendo estas la Gestión para la instalación del Sistema de Alerta Temprana - SAT- ante el peligro de tsunamis, a lo largo del litoral tacneño. Mientras que, como medidas no estructurales, propone la capacitación permanente a la población del litoral tacneño, respecto a la conducta que debe asumirse ante un tsunami; así como, tener identificadas las zonas de refugio hacia donde debe desplazarse la población cuando se active la alarma de tsunami (Municipalidad Provincial de Tacna [MPT], 2023).

### **2.1.7. Reducción de la Vulnerabilidad ante desastres**

El Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente de los Estados Unidos (1991), en su libro “Desastres, planificación y desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para reducir daños” explica el marco de reducción de la vulnerabilidad de la siguiente forma:

#### **2.1.7.1 Naturaleza de los Eventos.**

**A. Eventos de gestación rápida vs Eventos de gestación lenta.** La naturaleza del fenómeno condiciona el periodo de alerta. Los terremotos a diferencia de los tsunamis no dan una señal de aviso, lo que conlleva a ser mucho más participativos en las acciones preventivas, sin embargo, los tsunamis al ser fenómenos que si dan señales de alerta muchas veces conlleva, erróneamente, a no enfocarse en mitigar sus efectos, ni prevenirlos, convirtiéndolo en uno de los fenómenos más destructivos.

**B. Eventos controlables vs Eventos Inmutables.** Existen eventos o fenómenos capaces de ser controlados por mecanismos de ingeniería, como, por ejemplo, el desborde de un río; mientras que hay otros eventos que no se pueden moderar como el caso de los sismos.

**C. Frecuencia vs Severidad.** El tipo de fenómeno condiciona, en ocasiones, a que los proyectos sean elaborados considerando ya ese factor de riesgo; por ejemplo, si un lugar es susceptible a inundaciones, los proyectos deben evaluar ese evento previamente para reducir sus riesgos; sin embargo, ante los tsunamis el caso es distinto, pues al ser un evento con ausencias prolongadas es más complicado tomar decisiones respecto a las medidas de mitigación o reducción de la vulnerabilidad a pesar que los daños sean catastróficos. “Los eventos severos de baja o escasa frecuencia son los más difíciles de mitigar y las medidas requeridas para reducir la vulnerabilidad pueden no ser justificables económicamente”.

***D. Medidas de mitigación para resistir el impacto vs para evitar el impacto.*** Una medida considerada para resistir el impacto de un fenómeno natural son las construcciones resistentes a terremotos o tsunamis, mientras que medidas como la zonificación del peligro, primas de seguros módicos o charlas a la población se enfocan más en la prevención del impacto.

**2.1.7.2 Características del área de estudio.** Adoptar medidas necesarias para la mitigación y/o reducción de la vulnerabilidad de los fenómenos naturales son más importantes en ciudades con alta densidad poblacional e infraestructuras costosas, pues son susceptibles al impacto de los eventos. Las zonas urbanas del mundo cuentan con mayor capacidad de manejar las amenazas por medio de acuerdos institucionales.

En las poblaciones menores, es probable, que las únicas medidas adoptadas sean de tipo no estructural (charlas, simulacros, áreas seguras, etc.); en este aspecto, es muy importante la organización local con la asistencia del gobierno pues permitirá manejar de forma óptima las amenazas y enfrentarse eficazmente a los fenómenos.

**2.1.7.3 Participantes en el drama.** dentro del proceso de manejo de amenazas están involucrados diferentes actores, los cuales tienen sus propios objetivos e intereses, por lo que, a veces suponen dificultades cuando se trata de planificar y ejecutar programas de manejo de riesgos. Estas serán agrupadas de la siguiente manera:

- Los organismos de planificación: no incorporan adecuadamente las medidas para el manejo de amenazas por su desconocimiento sobre amenazas naturales.

- Los Ministerios ejecutivos: no saben cómo adaptar el manejo de amenazas al desarrollo de los proyectos viales, enérgicos, telecomunicaciones, irrigación, entre otros.

- Centros de preparación para emergencias: se limitan a ser agentes exclusivamente para la preparación y reacción, dejando de lado la visión a futuro respecto a las amenazas y sus efectos.

Sumado a esto, son entidades muy vulnerables debido, a sus infraestructuras antiguas y descuidadas, lo que conlleva a que ante un fenómeno natural la población no tenga donde auxiliarse.

- Comunidad científica e ingeniería: presenta intereses meramente científicos, sin considerar la necesidad de tomar acción para reducir la vulnerabilidad. Muchos temas y ámbitos de estudios o investigaciones son elegidos por su valor científico más no por su relevancia en cuanto a reducir el impacto de los fenómenos se refiere.

- Comunidades locales: en el mayor de los casos se involucran poco en la preparación de proyectos de desarrollo y menos aún en establecer medidas preventivas ante amenazas naturales.

- Organismos de cooperación técnica: los proyectos desarrollados carecen de medidas de reducción de vulnerabilidad, por lo que analizan el impacto luego de la realización del proyecto dándole poca relevancia a la prevención.

- Entidades de financiamiento para el desarrollo: participan activamente en la reconstrucción posterior al evento, mas no muestran interés en la inclusión de evaluaciones de amenazas o estudios previos respecto a la prevención o mitigación.

Es importante distribuir la responsabilidad a cada entidad involucrada, para que la evaluación de amenazas sea parte fundamental al momento de formular sus objetivos o planes de desarrollo. A nivel de proyecto, mitigar el impacto de los fenómenos naturales es un trabajo compartido, una responsabilidad global de los elementos involucrados.

### ***2.1.8. Guía informativa para los planificadores especializados en medidas de contingencia ante catástrofes: Preparación para casos de tsunamis.***

COI (2008) elaboró el Manual y Guía N°49 sobre la base del documento titulado *Guidebook for Tsunami Preparedness in Local Hazard Mitigation Planning* redactado en marzo de 1998 por el Gobierno de Japón y apoyada por otras entidades de ese país.

En el manual se proponen planes de acción en un marco general para mitigar los daños producidos por tsunamis en las zonas costeras. Se describen líneas básicas para la construcción de estructuras que reduzcan el impacto del fenómeno, así también, se plantea opciones de mejora en temas de prevención y respuesta mediante la investigación de eventos ocurridos anteriormente.

Se establecen bases para la preparación de un plan de mitigación en caso de tsunamis, la cual se aborde tocando cinco (05) puntos importantes:

**2.1.8.1. Estudio de antecedentes.** Se debe comprender las particularidades de cada zona de estudio por lo que se recomienda realizar una investigación más detallada respecto a los aspectos esenciales como son:

**A. Factores socioeconómicos.** Los daños causados por los tsunamis en zonas costeras dependen directamente de las características y distribución de su población, uso y desarrollo urbano, por lo que, el estudio debe incluir la variación costera e incorporar los usos deseados del suelo, así como la cantidad de población vulnerable (adultos mayores) y sus actitudes respecto a preparación para casos de tsunamis.

**B. Efectos de la topografía.** El estudio de la configuración de la línea de costa, topografía y batimétrica de la región tienen gran incidencia en los efectos generados por los tsunamis. Algunas configuraciones topográficas actúan como barrera natural frente al avance de las olas de un

tsunami, mientras otras solo acrecientan el avance y por ende la magnificación del impacto del fenómeno.

**C. Evaluación de los daños causados por tsunamis anteriores.** Comprender los efectos producidos y sus causas en la población y sus estructuras por los terremotos y tsunamis anteriores permite tener una base para el diseño de un tsunami hipotético que permita evaluar los daños y así compararlos.

**D. Revisión de los planes de preparación para casos de Tsunami.** Se deberá revisar toda documentación existente que involucre planes de seguridad ante fenómenos naturales. Se recomienda una visita al sitio para recoger registros y testimonios de la población y poder visualizar la distribución in situ de las estructuras y así proponer estructuras de protección y rutas de escape.

**E. Evaluación de las zonas costeras.** Para una eficiente evaluación del peligro recomienda examinar tres aspectos importantes de la zona costera y el interior: el entorno natural, la estructura socioeconómica y el patrón del uso de tierras.

**2.1.8.2 Diseño de un tsunami hipotético.** Para la proyección de un tsunami hipotético se recomienda utilizar dos fuentes principales: datos del mayor tsunami registrado y datos de eventos sísmicos tsunamigénicos recientes.

**2.1.8.3 Estimación de los daños.** Para adoptar medidas de protección primero se debe calcular el nivel y escala de daños producto de la simulación del evento. Los métodos matemáticos permitirán calcular el área de inundación y mediante la comparación de la altura máxima con la topografía de la zona será posible identificar los daños.



En este punto y con la estimación de daños realizada se plantea la viabilidad de una ruta de evacuación (horizontal o vertical) y zona de refugio tomando en consideración el tiempo de llegada de la ola y el límite máximo de inundación.

**2.1.8.4. Tareas de preparación.** Se explican dos (02) medidas de protección que deben prepararse: el planeamiento urbano en función de la preparación para casos de tsunami y el sistema de organización de respuesta ante frente al siniestro.

**2.1.8.5. Establecimiento de un plan de mitigación de riesgos vinculados a los tsunamis.** El establecimiento de planes de preparación, respuesta o mitigación es responsabilidad de las autoridades locales; así como el contenido, la organización, los lineamientos, etc.; sin embargo, en la guía se detalla un método efectivo que permitirá adoptar acciones en función de la preparación y puedan ser adoptados por las autoridades pertinentes.

## **2.2. Marco Conceptual**

### ***2.2.1. Prevención y reducción del riesgo***

El Instituto Nacional de Defensa Civil (2020) lo define como “Comprende las acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad y a reducir las vulnerabilidades y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible” (p.380).

### ***2.2.2. Preparación***

El Instituto Nacional de Defensa Civil (2020) señala:

Conjunto de acciones de planeamiento, de desarrollo de capacidades, organización de la sociedad, operación eficiente de las instituciones regionales y locales encargadas de la atención y socorro, establecimiento y operación de la red nacional de alerta temprana y de gestión de recursos, entre otros, para anticiparse y responder en forma eficiente y eficaz,

en caso de desastre o de situación de peligro inminente, a fin de procurar una óptima respuesta en todos los niveles de gobierno y de la sociedad. (p.380)

### **2.2.3. Respuesta**

El Instituto Nacional de Defensa Civil (2020) lo define como el “Conjunto de acciones y actividades, que se ejecutan ante una emergencia o desastre, inmediatamente de ocurrido éste, así como ante la inminencia del mismo”. (p.381)

### **2.2.4. Batimetría**

La batimetría es semejante a un levantamiento topográfico del relieve de superficies cuyo terreno ha sido cubierto por el agua, es decir, en el fondo del mar o lecho de ríos, ciénagas, humedales, lagos, embalses, toda cartografía de los fondos de los diferentes cuerpos de agua. Es el equivalente submarino de una altimetría. (Global Geosystems, 2022)

### **2.2.5. Dron R.P.A. (Aeronave Pilotado Remotamente)**

Es una aeronave pilotada por un “piloto remoto”, quien monitorea la aeronave en todo momento y tiene responsabilidad directa de la conducción segura de la aeronave durante todo el vuelo (Reglamento de Ley N° 30740, 2020).

### **2.2.6. GPS (Sistema de Posicionamiento Global)**

Es un sistema de navegación global por satélite que proporciona información relativa a ubicación, velocidad y sincronización horaria (Jhon, K., 2024).

### **2.2.7. Peligro**

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014) lo define como “la probabilidad de que un fenómeno potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos”. (p. 20)

### **2.2.8. Desastre**

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014) lo define como:

Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana. (p. 189)

### **2.2.9. Evaluación de Riesgos**

La evaluación de riesgos se define como el “Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, el cual permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgos”. (CENEPRED, 2014, p.190)

### **2.2.10. Riesgo de desastre**

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014) lo define como “la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro” (p.194).

### **2.2.11. Rutas de Evacuación**

INDECI – DIHIDRONAV (2017) lo definen como “los caminos debidamente señalizados que se definen para garantizar la rápida evacuación de zonas de peligro y que conducen hacia zonas seguras” (p.5).

### **2.2.12. Evacuación Vertical**

Carranza (2021) define como “la acción de ascender hacia el nivel seguro de una edificación a través de rampas y/o escaleras, a fin de refugiarse de manera temporal ante el efecto de un tsunami”.

#### **2.2.13. Zona de Refugio**

Se entiende como el “lugar que se encuentra fuera del área de peligro y donde la población se puede refugiar de manera temporal hasta que las autoridades indiquen que ha pasado el peligro o hasta la movilización hacia los albergues temporales” (INDECI-DIHIDRONAV, 2017, p.5).

#### **2.2.14. Mapa de Inundación**

INDECI – DIHIDRONAV (2017) lo definen como la “Representación gráfica que define, de manera referencial, la zona y los límites de inundación ante un escenario de tsunami” (p.5).

#### **2.2.15. Mapa de Evacuación**

INDECI – DIHIDRONAV (2017) lo definen como la “Representación gráfica que señala las rutas de evacuación en dirección de las zonas seguras. Herramienta necesaria para asegurar la evacuación eficiente de las personas desde la zona inundable por tsunami hasta las zonas seguras preestablecidas” (p.5).

#### **2.2.16. Medidas Estructurales**

“Cualquier construcción física para reducir o evitar los riesgos o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a los peligros” (CENEPRED, 2014, p. 192).

#### **2.2.17. Medidas No Estructurales**

CENEPRED (2014) lo define como:

Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para prevenir o reducir el riesgo y sus impactos,

especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación. (p. 192)

### **2.2.18. Sistemas de Información Geográfico (GIS)**

National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA, 1990, como se citó en Castillejo et al., 2020) lo define como "Un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión".

### **2.3. Marco Legal**

Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). Título I, Título II, Título III; Capítulo V.

Ley N°29869: Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de muy alto riesgo no Mitigable, que declara de necesidad pública e interés nacional el reasentamiento poblacional de las personas ubicadas en zonas de muy alto riesgo no mitigable dentro del territorio nacional.

Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29664. Títulos: I, II, III, IV, V.

Decreto Supremo N°111-2012-PCM, Artículo 1°. – Aprobación de Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres; Artículo 2. Incorporación de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como Política Nacional de Obligatorio Cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional; Artículo 5. Supervisión del cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Decreto Supremo N°034-2014-PCM, que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014-2021. Artículos 1-5.

Decreto Supremo N°018-2017-PCM, que aprueba medidas para fortalecer la planificación y operatividad del SINAGERD mediante la adscripción y transferencia de funciones al Ministerio de Defensa a través del INDECI y otras disposiciones.

Decreto Supremo N°038-2021-PCM, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050. Capítulo II. Objetivos prioritarios y lineamientos.

Resolución Ministerial N°334-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres. Numeral 6. Lineamientos técnicos del proceso de estimación del riesgo de desastres; 6.2. Procedimientos técnicos y administrativos para el análisis de riesgos; 6.2.2. Del Procedimiento técnico: Análisis de riesgos.

Resolución Ministerial N°220-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres; 7. Lineamientos técnicos del proceso de reducción del riesgo de desastres; 7.2.- Disposiciones técnico administrativas para el proceso de reducción del riesgo de desastres; 7.2.3.- De la elaboración del plan de prevención y reducción del riesgo de desastres.

Resolución Ministerial N°185-2015-PCM, que aprueba los Lineamientos para la Implementación de los Procesos de la Gestión Reactiva. Capítulo VI. Disposiciones específicas; 6.1 Consideraciones para la implementación de los procesos.

Resolución Ministerial N°276-2012-PCM, que aprueba los Lineamientos para la constitución y funcionamiento de los Grupos de trabajo de la Gestión de Riesgo de Desastres en los Tres niveles de Gobierno.

Resolución Ministerial N°046-2013-PCM, que aprueba los Lineamientos que definen el marco de responsabilidades en Gestión de Riesgo de Desastres en las entidades del estado en los tres niveles de gobierno.

Resolución Ministerial N°172-2015-PCM, que aprueba los Lineamientos para la implementación del Servicio de Alerta Permanente -SAP, en las entidades que integran el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre - SINAGERD.

Resolución Ministerial N°185-2015-PCM, que aprueba los Lineamientos para la implementación de los Procesos de la Gestión Reactiva.

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo De Investigación

Según su objetivo, el tipo de investigación es de carácter *aplicada*, pues utiliza los conocimientos existentes para aplicarlos en bien de la sociedad (Universidad Nacional de Santiago del Estero [UNSE], 2008).

Según su finalidad, es de carácter *descriptivo* porque busca describir un determinado fenómeno identificando las características y la manifestación de un fenómeno basándose en la medición de sus atributos, así mismo acude a técnicas de recolección de información como la observación, entrevistas y cuestionarios (UNSE, 2008).

Según el periodo de tiempo es de tipo transversal, ya que, recolectan datos una vez durante una cantidad de tiempo limitada para describir variables, estudiar su incidencia e interrelación en un momento específico en el tiempo.

Según los datos empleados, el estudio viene a ser de tipo *cuantitativo* pues desarrolla y aplica modelos matemáticos, estadísticos, teorías y/o hipótesis relacionadas al fenómeno (Robles, F. s.f.).

Además, el estudio es de tipo no experimental pues busca establecer relaciones de causa efecto para hechos ocurridos sin tener manipulación de las variables independientes (UNSE, 2008).

#### 3.2. Ámbito Espacial Y Temporal

##### 3.2.1. Temporal

El inicio de la investigación se llevó a cabo con la recopilación de información secundaria y su análisis a mediados del año 2023.



El presente estudio se realiza en función al escenario más crítico por ello se plantea la recopilación de información primaria in situ para la temporada de verano del 2024.

### **3.2.2. Espacial**

**3.2.2.1. Ubicación Geográfica.** el área de estudio está referida estrictamente al CCPP Caleta Meca ubicada en el distrito de Ite, provincia de Jorge Basadre y departamento de Tacna.

Las coordenadas de ubicación son las siguientes:

- Latitud Sur: 17°56'49.41"S

Longitud Oeste: 70°54'26.33"O

El ámbito de estudio se encuentra a 95 km de la ciudad de Tacna y a 50 km antes de llegar al Puerto de Ilo.

### **Figura 23**

*Ingreso al CCPP Caleta Meca en Ite*



*Nota:* fotografía de la vía de ingreso al CPP tomada en la inspección de campo

**3.2.2.2 . Límites Geográficos.** El área de estudio presenta los siguientes límites:

- Norte: Humedales de Ite
- Sur: Caleta Puerto Grau
- Este: Cerro Punta Serafín
- Oeste: Océano Pacífico

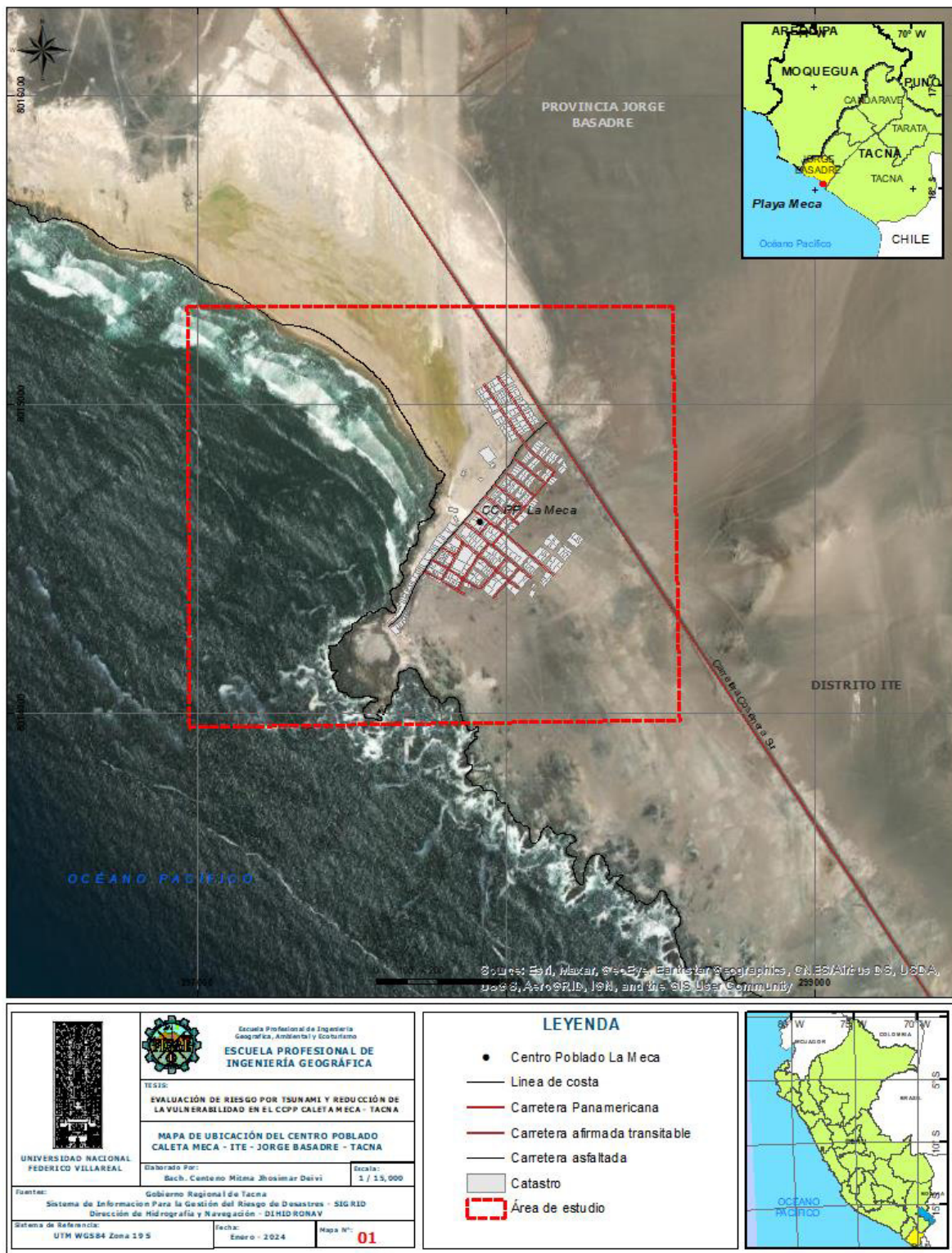
**Tabla 4**

*Coordenadas de los vértices del área de estudio*

| VÉRTICE | COORDENADAS GEOGRÁFICAS<br>WGS84 |             | COORDENADAS UTM Z19S |           |
|---------|----------------------------------|-------------|----------------------|-----------|
|         | LATITUD                          | LONGITUD    | NORTE                | ESTE      |
| A       | -17.942292°                      | -70.913217° | 8015156.56           | 297365.34 |
| B       | -17.942313°                      | -70.903279° | 8015162.21           | 298423.76 |
| C       | -17.953138°                      | -70.903171° | 8013969.59           | 298438.6  |
| D       | -17.953177°                      | -70.913212° | 8013950.96           | 297377.61 |

Figura 24

Mapa de ubicación del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.



### 3.2.2.3. Accesibilidad.

- **Sistema Vial.** La interconexión del distrito con las macro ciudades del sur se realiza por medio de vías definidas como la Carretera Costanera y Panamericana.

La carretera Panamericana tiene una extensión de 125.8 km a lo largo de todo el territorio de la Tacneño, mientras que la carretera Costanera Sur presenta una longitud de 151 km., esta vía articula la parte interior de la región proporcionando una salida al mar. Ambas carreteras se encuentran asfaltadas y en buen estado de conservación.

Respecto a la vía de acceso, la playa Meca cuenta con la Carretera Locumba – Ilabaya – Curibaya – Aricota, considerada ruta departamental y vecinal y tiene una extensión de 103.6 km. Esta vía inicia en el puente Camiara y termina en el anexo de Aricota distrito de Quilahuani integrando las localidades de la Provincia Jorge Basadre y Candarave desde el CCPP Curibaya; además, de ser la única vía de acceso hacia las playas del distrito de Ite. Actualmente se encuentra asfaltado hasta el CCPP de Locumba (Gobierno Regional de Tacna [GORE Tacna], 2016).

#### Tabla 5

*Rutas de acceso hacia la playa Meca – Tacna*

| ORIENTACION                               | CODIGO RUTA          | LONGITUD (km) |
|---|----------------------|---------------|
| Desde Lima – Ite (Tacna) – Tacna (ciudad) | Emp. PE-1S (Dv. Ite) | 295           |
| De Locumba (Camiara) – Ite                | TA-101               | 30.44         |

*Nota:* la Tabla 3 menciona las vías de acceso hacia la playa Meca, ya sea tomando el punto de partida desde lima, desde la ciudad de Tacna o desde el interior (Locumba). Adaptado de *Estado actual del sistema red vial – Región Tacna* (p. 22), por Gobierno Regional de Tacna, 2016, Plan de Desarrollo Regional Concertado TACNA hacia el 2021, (<http://www.egedur.com.pe/Documents/PTE/Plan%20de%20Desarrollo%20Regional%20Concertado%202021.pdf>).

**Figura 25**

*Vía de ingreso al CCPP Caleta Meca en Ite*

**3.3. Variables**

La presente investigación desarrolla y trabaja con variables relacionadas a la Evaluación de Riesgo, así como la propuesta de acciones para reducir la vulnerabilidad de la población del CCPP caleta Meca en Ite.

**Tabla 6***Variable Dependiente*

| <b>VARIABLES</b>   | <b>TIPO DE VARIABLE</b> | <b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>   | <b>DIMENSIONES</b>                    | <b>INDICADORES</b>       | <b>INSTRUMENTOS</b>                      |
|--|-------------------------|---|---------------------------------------|--------------------------|--|
| <b>Variable Dependiente:</b><br>Reducción de la vulnerabilidad | Cualitativa             | Esta variable está basada en estudios referentes a la implementación de infraestructura resiliente, sensibilización a la población, recuperación y adaptación y conocimiento sobre la Gestión del Riesgo de la población ante tsunamis. | Determinación de medidas y/o acciones | Medidas estructurales    | Sistemas de Información Geográfico (SIG) |
|  |                         |   |                                       | Medidas no estructurales | Fichas de observación<br><br>Encuestas   |

Tabla 7

Variable Independiente

| VARIABLES  | TIPO DE VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | DIMENSIONES  | INDICADORES  | INSTRUMENTOS                             | UNIDAD DE MEDIDA   |
|--|------------------|--|---|--|--|--|--|
| <b>Variable Independiente:</b><br>Evaluación de riesgo | No experimental  | Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, el cual permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgos (CENEPRED, 2017). Es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan “in situ”, a fin de levantar la información sobre la identificación de los peligros, el análisis de las condiciones de vulnerabilidad y cálculo del riesgo (probabilidad de daños: pérdidas de vidas e infraestructura); con la finalidad de recomendar las medidas de prevención (INDECI, 2006). | Es el procedimiento en el cual, mediante recopilación y análisis de información, se establecen acciones para identificar los niveles de peligro y vulnerabilidad a fin de calcular el riesgo y de proponer o recomendar medidas que favorezcan a la prevención o reducción del mismo. | Recopilación y sistematización de información alfanumérica y grafica | Magnitud del sismo desencadenante  | Estudios existentes                      | Recurrencia/probabilidad                                 |
|  |                  |  |   | Identificación del peligro y análisis de la vulnerabilidad           | Run-up del tsunami<br>Área inundable<br>Cantidad de habitantes<br>Grupo etario susceptible<br>Percepción y actitud frente al riesgo<br>Capacitaciones de la población en GRD<br>Localización y material predominante de viviendas<br>Ocupación principal y su localización respecto al mar<br>Ingreso familiar promedio mensual<br>Niveles de peligro ante tsunami de la playa Meca - Tacna. | Encuesta                                 | Valores de importancia                                   |
|  |                  |  |   | Análisis del riesgo  | Niveles de vulnerabilidad ante tsunami de la población de la playa Meca - Tacna.<br><br>Niveles de riesgo existente en la playa Meca - Tacna.  | Sistemas de Información Geográfico (SIG) | Estratificación de niveles: Muy alto, Alto, Medio y Bajo |

### 3.4. Población Y Muestra

#### 3.4.1. Población

La población considerada en el presente estudio del CCPP Caleta Meca en Ite es representada por la cantidad encuestada los días del trabajo de campo, siendo 114 habitantes y 387 viviendas. Es importante mencionar que gran cantidad de viviendas se encontraron desocupadas o deshabitadas, por lo que la información brindada por los vecinos cercanos fue de vital importancia para cumplir los objetivos del estudio.

**Tabla 8**

*Cantidad de población encuestada en el CCPP Caleta Meca - Ite*

| CCPP | POBLACION ENCUESTADA |            | VIVIENDAS PARTICULARES |              |
|------|----------------------|------------|------------------------|--------------|
|      | Caleta Meca - Ite    | Habitantes | 114                    | Ocupadas     |
|      |                      |            | Desocupadas            | 277 (71.21%) |

#### 3.4.2. Muestra

El método de muestreo aplicado es el “muestreo por conveniencia”; es una técnica no probabilístico y no aleatorio, utilizado para crear muestras de acuerdo a la facilidad de acceso, la disponibilidad de las personas de formar parte de la muestra, en un intervalo de tiempo establecido o cualquier otra especificación practica de un elemento particular; es decir, los sujetos son seleccionados dada la conveniente accesibilidad y proximidad para el estudio. Según esto, se consideraron el total de habitantes encuestados (114) los días de trabajo de campo como muestra por conveniencia del presente estudio.



Figura 26

Encuesta aplicada a los pobladores del CCPP. Caleta Meca en Ite

| FORMATO DE ENCUESTA  |   |   |   |           |
|--|---|---|---|-----------|
| CENTRO POBLADO CALETA MECA - DISTRITO ITE - PROVINCIA JORGE BASADRE - DEPARTAMENTO TACNA |   |   |   |           |
| MANZANA  |   | DIRECCION   |   |           |
| LOTE   |   |   |   |           |
| DIMENSION  | FACTOR  | PARAMETRO   | DESCRIPTORES  | MARCA (X) |
| DIMENSION SOCIAL   | EXPOSICION SOCIAL                                     | N° DE HABITANTES POR VIVIENDA   | >5 hab.   |           |
|  |   |   | de 4 a 5 hab.   |           |
|  |   |   | de 2 a 3 hab.   |           |
|  |   |   | Persona sola  |           |
|  |   |   | Desocupado  |           |
|  | FRAGILIDAD SOCIAL                                     | GRUPO ETARIO SUCEPTIBLE   | De 0 a 5 años y mayor a 70  |           |
|  |   |   | De 6 a 10 años y de 60 a 69   |           |
|  |   |   | De 11 a 15 años y de 45 a 59  |           |
|  |   |   | De 16 a 44 años   |           |
|  |   |   | Desocupado  |           |
|  | RESILIENCIA SOCIAL                                    | PERCEPCION DEL RIESGO   | desconoce los peligros y no percibe el riesgo                               |           |
|  |   |   | conoce los peligros pero no percibe el riesgo                               |           |
|  |   |   | conoce los peligros existentes y percibe el riesgo                          |           |
|  |   |   | conoce los peligros y se siente segura ante el impacto del riesgo existente |           |
|  |   |   | se siente protegida y responde al impacto de los peligros existentes        |           |
| RESILIENCIA SOCIAL   | ACTITUD DE LA POBLACION                               | Actitud conformista con desidia y/o fatalista                               |   |           |
|  |   | Actitud escasamente previsoras  |   |           |
|  |   | Actitud parcialmente previsoras, sin implementacion de acciones preventivas |   |           |
|  |   | Actitud regularmente previsoras, implementa acciones preventivas            |   |           |
|  |   | Actitud previsoras  |   |           |
| RESILIENCIA SOCIAL   | CAPACITACION EN GRD                                   | No recibe capacitaciones  |   |           |
|  |   | Escasa  |   |           |
|  |   | Regular   |   |           |
|  |   | Continua  |   |           |
|  |   | capacitacion activa y constante   |   |           |
| DIMENSION FISICA   | EXPOSICION FISICA                                     | LOCALIZACION DE LAS VIVIENDAS   | Muy cercana 0.2 km a 0  |           |
|  |   |   | Cercana 0.2 km - 1 km   |           |
|  |   |   | Medianamente alejada 1 km - 3 km  |           |
|  |   |   | Alejada 3 km - 5 km   |           |
|  |   |   | Muy alejada > 5 km  |           |
|  | FRAGILIDAD FISICA                                     | MATERIAL PREDOMINANTE   | Estera  |           |
|  |   |   | madera y/o triplex  |           |
|  |   |   | Adobe   |           |
|  |   |   | Piedra y/o ladrillo con cemento   |           |
| RESILIENCIA FISICA   | PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DEL CODIGO DE CONSTRUCCION | V < 20%   |   |           |
|  |   | 30% < V < 20%   |   |           |
|  |   | 50% < V < 30%   |   |           |
|  |   | 70% < V < 50%   |   |           |
|  |   | V > 70%   |   |           |
| DIMENSION ECONOMICA  | EXPOSICION ECONOMICA                                  | LOCALIZACION DE LA ACTIVIDAD LABORAL  | Muy cercana 0.2 km a 0  |           |
|  |   |   | Cercana 0.2 km - 1 km   |           |
|  |   |   | Medianamente alejada 1 km - 3 km  |           |
|  |   |   | Alejada 3 km - 5 km   |           |
|  |   |   | Muy alejada > 5 km  |           |
|  | FRAGILIDAD ECONOMICA                                  | OCUPACION PRINCIPAL   | pescador y/o jubilado   |           |
|  |   |   | artesano y/o comerciante  |           |
|  |   |   | Trabaja en construccion   |           |
|  |   |   | Empleado publico o independiente  |           |
| RESILIENCIA ECONOMICA  | INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL                     | Lote o vivienda desocupado  |   |           |
|  |   | > 3000  |   |           |
|  |   | > 1200 - <= 3000  |   |           |
|  |   | > 264 <= 1200   |   |           |
|  |   | > 149 - <= 264  |   |           |
|  |   | <= 149  |   |           |

*Nota:* Adaptado de *Anexo 01. Formato de encuesta – Sector Huanchaquito Bajo*, por Panduro E., 2022, <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/14241>.

### **Figura 27**

*Vista general del CCPP Caleta Meca en el distrito de Ite, provincia Jorge Basadre, departamento Tacna. Fecha: enero 2024*



### **3.5. Instrumentos**

Para el desarrollo del presente estudio se tomó como principal instrumento la encuesta realizada en enero 2024, en la cual se recopiló información importante respecto a la vulnerabilidad que presenta el CCPP Caleta Meca en Ite.

#### **3.5.1. Equipos**

- Un (1) Dron DJI mini 3 para levantamiento de información.
- Una (1) Tablet HP para controlar el Dron
- Dispositivo móvil para la colecta de datos en campo.
- GPS navegador (Global Positioning System) para la obtención de coordenadas de ubicación.

- Laptop Acer, para recopilar, procesar y elaborar el informe de estudio.
- Movilidad vehicular, que fue necesaria para poder acceder de manera eficaz y segura a la zona de estudio, además de optimizar el tiempo.

### ***3.5.2. Software de Procesamiento***

- Sistemas de Información Geográfica (Arcgis, Qgis y Global Mapper) para la edición, llenado de base datos y elaboración de mapas temáticos de estudio; así como el trabajo de imágenes satelitales y generación de DEM.
- Software SAS Planet, para la descarga de imágenes satelitales
- Microsoft Excel 2022, para cálculo de los niveles de Peligro y Vulnerabilidad.
- Microsoft Word 2022, para elaboración del informe y documentos extras del estudio.
- Microsoft Power Point 2022, para la elaboración de los diagramas metodológicos de peligro, vulnerabilidad y riesgo.
- Google Earth Pro, para visualización de calles y áreas de interés para el estudio.

### ***3.5.3. Herramientas***

- Manual para la evaluación de riesgos originado por fenómenos naturales - versión 02, brindara la metodología para el cálculo de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo.
- Manual para la evaluación de riesgos por tsunamis, brindara la metodología y menciona una serie de parámetros y descriptores que pueden ser aplicados para una correcta evaluación.
- Plan de Contingencias ante emergencias por tsunami en la provincia Jorge Basadre, brindara información importante sobre el área de estudio y sus antecedentes.

#### ***3.5.4. Información cartográfica***

- Shapefile de geología (Mamani et al.,2021)
- Shapefile de geomorfología (Mamani et al.,2021)

#### ***3.5.5. Información Satelital***

- Ortofotos del CCPP Caleta Meca (E:1/500)
- Imagen Satelital de SAS Planet (E:1/8,000)
- DEM descargado de ALOS PALSAR de resolución 12.5m/pixel
- DEM descargado de Sentinel-2 a través del portal de Landviewer de 5m/pixel

#### ***3.5.6. Materiales***

- Útiles de escritorio
- Libreta de campo
- Fichas de encuesta

### **3.6. Procedimientos**

#### ***3.6.1. Etapa Pre Campo***

El presente estudio inicia con la recopilación de información secundaria que, a través de su análisis, permite identificar el escenario más probable de tsunami cercano a la zona de estudio. luego, mediante procesamiento y sistematización de los datos alfanuméricos y gráficos calcular el nivel de peligro ante tsunami al que están expuestos los pobladores y sus viviendas del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.

Para la etapa de pre campo se recopiló información secundaria de páginas web confiables pertenecientes a entidades públicas como IGP, INDECI, Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos (RENATI), INEI, DIHIDRONAV, GORE TACNA; y para la

información digital de shapefiles o capas vectoriales de información se utilizaron portales gratuitos como son Google Earth, ESRI, ALOS PALSAR, Landviewer satélite, entre otros.

### ***3.6.2. Etapa de Campo***

La etapa de campo se llevó a cabo los días 19 y 20 de enero del 2024 y fue dividido en dos partes:

**3.6.2.1. Reconocimiento y toma de fotografías.** Se realizó durante el primer día de campo (19 de enero del 2024) y consistió en el reconocimiento del área de estudio y sus características físicas básicas de geología, geomorfología y pendiente; además, se realizó las entrevistas y encuestas a la población presente y los datos de las características de sus viviendas. Finalmente se realizó la toma de fotografías del CCPP y algunas características resaltantes.

### **Figura 28**

*Reconocimiento de campo y toma de fotografías del CCPP. Caleta Meca*



**3.6.2.2. Toma de imágenes aéreas.** Se realizó durante el segundo día de campo (20 de enero del 2024) y consistió en la toma de fotografías aéreas mediante el vuelo de dron de todo el CCPP Caleta Meca y sus alrededores. Así mismo, se realizó el registro y georreferenciación de los componentes urbanos como capillas, local comunal, servicios higiénicos, estacionamientos y campo deportivo.

### **Figura 29**

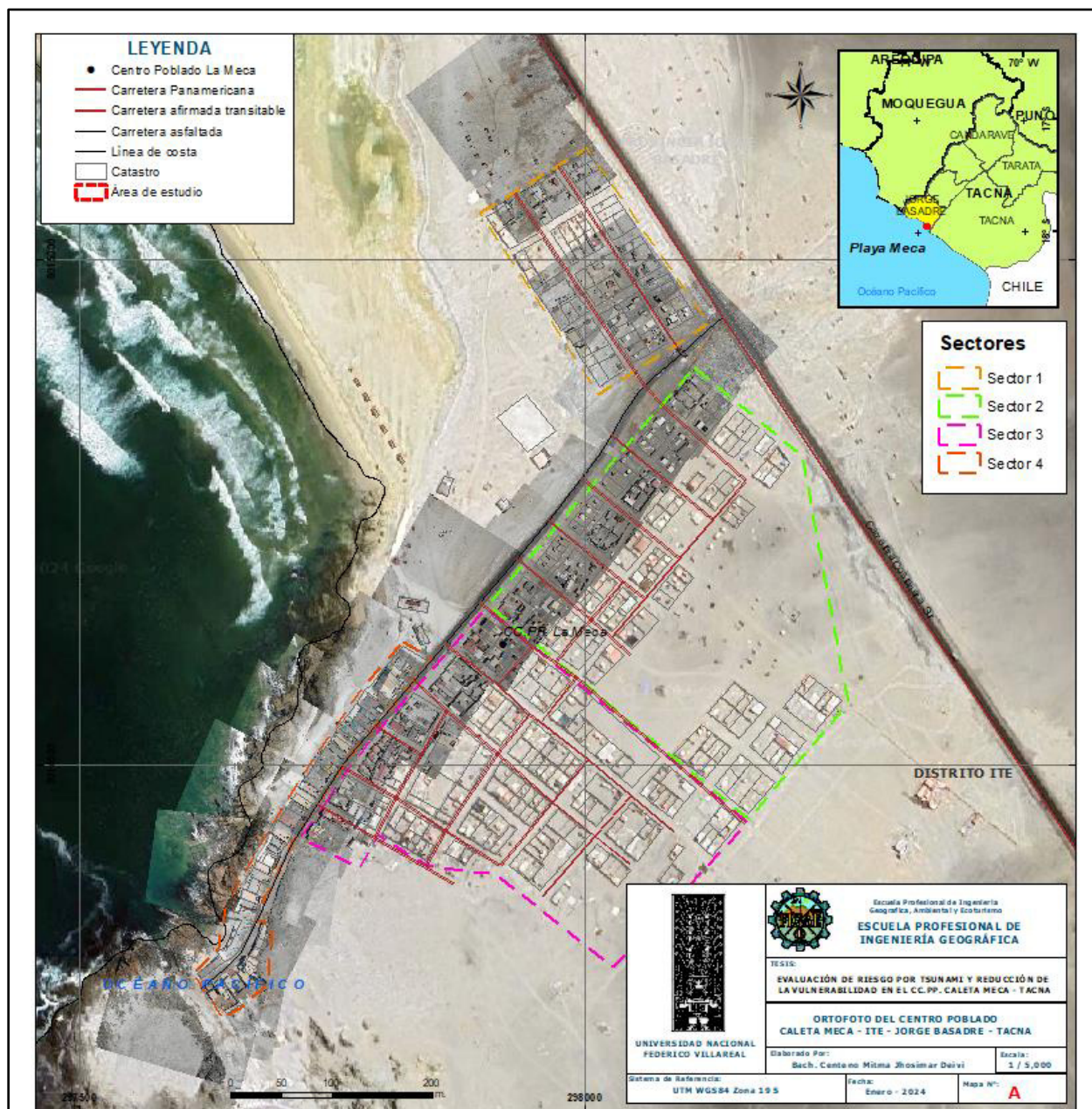
*Levantamiento de imágenes aéreas mediante el vuelo de dron*



La información obtenida permitió completar la base de datos necesaria para el cálculo de los niveles de peligro, vulnerabilidad y posteriormente mediante el tratamiento de estos, identificar y analizar los niveles de riesgos.

Figura 30

Ortofotos del CCPP Caleta Meca en Ite



Nota: La figura muestra la georreferenciación de las ortofotos tomadas del CCPP Caleta Meca mediante el vuelo de dron en enero del 2024.

### ***3.6.3. Etapa Post Campo***

Esta etapa consistió en la elaboración de la base de datos con la información recogida de las etapas anteriores y se procedió a realizar la sistematización de la información utilizando Qgis, Arcgis, Excel, y fotografías en formato PNG.

### ***3.6.4. Análisis de la situación del CCPP Caleta Meca frente al riesgo por tsunami***

El fenómeno mediante el cual se realiza la evaluación es el tsunami, sin embargo, según la Dirección de Hidrografía y Navegación [DIHIDRONAV] (2023), la ocurrencia de dicho evento viene precedido de un episodio sísmico de magnitud mayor a 7.0 Mw, con epicentro en el mar y distancia hipocentral menor a 60 km.

Considerando estas características, los sismos pueden producir desplazamiento del fondo marino, impulsando las masas de agua hacia las costas, generando olas de gran tamaño y velocidad, causando destrucción al arribar a terrenos asentados por la población.

Según estudios realizados por el IGP y usando los datos registrados en sus estaciones de monitoreo instaladas a lo largo de la costa, se han logrado registrar con mayor exactitud los desplazamientos entre las placas de Nazca y Sudamericana que se ubican frente a las costas del Perú.

Anualmente hay un movimiento milimétrico entre ambas placas (la sudamericana se desplaza hacia el mar por encima de la placa de Nazca), las cuales van liberando energía, sin embargo, se han ubicado zonas donde existen acumulación de deformación y esfuerzos, los cuales serán liberados al sobrepasar los límites de resistencia entre las placas, estas también llamadas “zonas de acoplamiento máximo” (IGP, 2020).

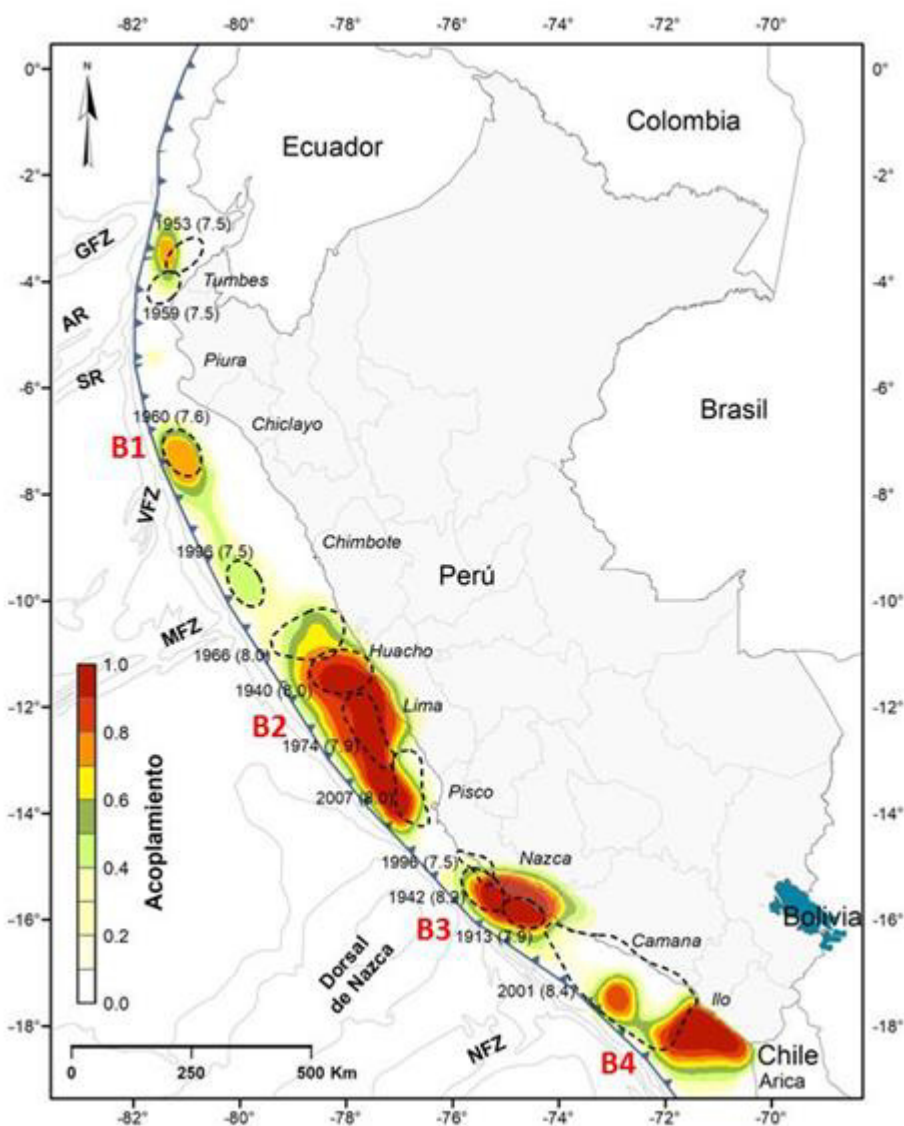
En el borde occidental del Perú se han determinado tres zonas importantes de evaluación mencionados en el capítulo II del presente informe.



Para la presente investigación se tomó en consideración la segunda zona de acoplamiento correspondiente a la Región Sur (B4) debido a que la zona de estudio se encuentra inmersa en dicha área y cuenta con antecedentes de los sismos de 1604 y 1868, cuyo epicentro fue en el sur, cercano a las costas de Tacna.

**Figura 31**

*Mapa de Zonas de Máximo Acoplamiento Sísmico del Perú*



*Nota:* Adaptado de *Zonas de Máximo Acoplamiento Sísmico*, (p.45), por Instituto Geofísico del Perú, Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenario sísmico en el borde occidental del Perú. Informe técnico N° 004-2020/IGP.

Por otro lado, del análisis de los estudios elaborados por la Municipalidad Provincial de Tacna, Municipalidad Provincial de Jorge Basadre y el Gobierno Regional de Tacna se llegó a la conclusión que la magnitud del sismo sobre los cuales abordan el tema y elaboran su investigación son los sismos mayores de 8.0 Mw; es decir, se considera dicha magnitud como la más probable para la Región Tacna, siendo ese el escenario sobre el cual se desarrolla el presente estudio.

### **Tabla 9**

*Escenarios sísmicos consideradas en los estudios elaborados por el Gobierno Regional y Local de Tacna*

| <b>Estudio/ Informe</b>   | <b>Entidad</b>  | <b>Magnitud de escenario</b> |
|---|---|------------------------------|
| Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres de la Provincia de Tacna 2023-2024 | Municipalidad Provincial de Tacna (MPT).                            | >8.0 Mw                      |
| Plan de Contingencias ante Emergencias por Tsunami en la Provincia Jorge Basadre          | Municipalidad Provincial de Jorge Basadre (MPJB), INDECI, CENEPRED. | >=8.5 Mw                     |
| Plan de Contingencias ante sismo de alta intensidad en la provincia Jorge Basadre         | Municipalidad Provincial de Jorge Basadre (MPJB), INDECI, CENEPRED. | >8.0 Mw                      |

|   |  |         |
|---|--|---------|
| Plan de Operaciones de Emergencia de la Región Tacna  | Gobierno Regional de Tacna (GORE TACNA). | =8.5 Mw |
| Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos y Desastres y Vulnerabilidad al cambio climático (versión al 2021) | Gobierno Regional de Tacna (GORE TACNA). | =8.2 Mw |

### 3.6.5. Descripción del Medio Físico del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.

La descripción de las principales características del medio físico del área de estudio permitirá identificar los niveles de peligro al que está expuesta la población y sus viviendas. Para ello, se tomará en cuenta la información obtenida de fuentes secundarias confiables y observadas en campo.

**3.6.5.1. Geología.** Según el Mapa geológico del Cuadrángulo de Locumba 36u3 (Mamani et al., 2021), el área de estudio comprende unidades geológicas sedimentarias y volcánicas, así como unidades intrusivas que se explican a continuación:

#### **A. Unidades Sedimentarias:**

- *Depósito aluvial (Q-al):* Depósito de arenas y gravas polimicticas, subredondeados. Acumulación de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición. Estos depósitos cubren grandes extensiones en la región y consisten en gravas subredondeadas, semiconsolidadas y heterogéneas menores a 25cm de diámetro intercalado de

arena gruesa y arcilla estratificados sub horizontalmente. El grosor de estos depósitos puede llegar a ser hasta más de 50m y se da como transporte de materiales desde las partes altas de los flancos andinos depositados en forma de abanicos aluviales. (Chire, 2016).

- *Deposito biogénico (Q-bi)*: Depósitos de humedades que cubren zonas dejadas por el retiro del mar. (Mamani et al., 2021)

### ***B. Unidades Volcánicas***

- *Formación Chocolate (Ji-cho)*: Lavas andesíticas y dacíticas afiricas con niveles de aglomerados. Ubicado al norte y este del cerro Meca Grande intruidos por plutones tonalíticos de la unidad Ilo generando metamorfismo de grado bajo en las rocas volcánicas con desarrollo de epidota y fuerte silicificación (Chire, 2016).

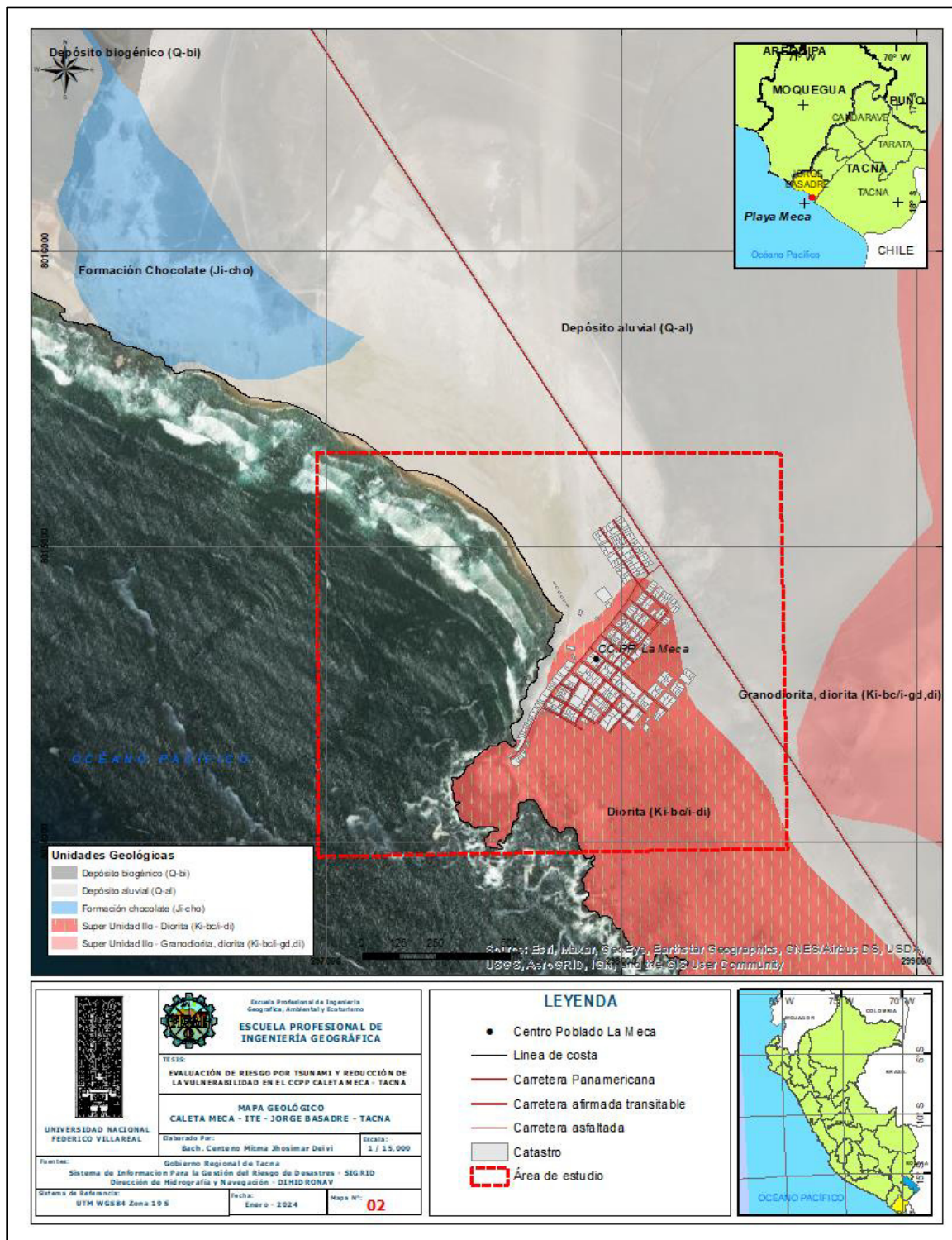
### ***C. Unidades Intrusivas: Super Unidad Ilo***

- *Diorita (Ki-bc/i-di)*: aflora exactamente en la zona de estudio (playa Meca). Ubicados al extremo oeste del cerro Meca Grande, Morrito, Cascoso. Son rocas con textura fanerítica, granular hipidiomorfa de grano medio a fino.

- *Granodiorita, diorita (Ki-bc/i-gd,di)*: aflora en el sector noreste del área de estudio.

Figura 32

Mapa de Geología en el CCPP Caleta Meca en Ite



**3.6.5.2. Geomorfología.** Según el Gobierno Regional de Tacna ([GORE] (2020), en la playa Meca se logran identificar tres clasificaciones geomorfológicas:

**A. Geoformas de carácter deposicional y agradacional.** son resultados de procesos geomorfológicos constructivos determinados por agentes móviles como agua de escorrentía y vientos, los cuales tienden a generar nuevas capas de tierra mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

- *Cordón litoral (C-l)*: constituida por depósitos de materiales detríticos marinos y aluviales, de perfil arqueado a recto y de forma alargada; conformada principalmente por partículas de arena expuesto a la acción del oleaje. Esta unidad geomorfológica generalmente se encuentra al mismo nivel del mar y recibe influencia directa de los procesos de sedimentación costera.

- *Delta (De)*: Geoforma originada por la desembocadura de un río en el mar en el cual los sedimentos adoptan formas de abanicos de sedimentación cuya pendiente es menor a 2% con tendencia a relieve plano. Esta unidad es observable en la bahía de Ite y presenta vegetación típica de suelos con características hidromórficas para el tipo de clima o zona de vida.

- *Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)*: unidad geomorfológica asociada a procesos de deposición de flujos de detritos de tipo excepcional (Huaycos) y pendiente menor a 5°.

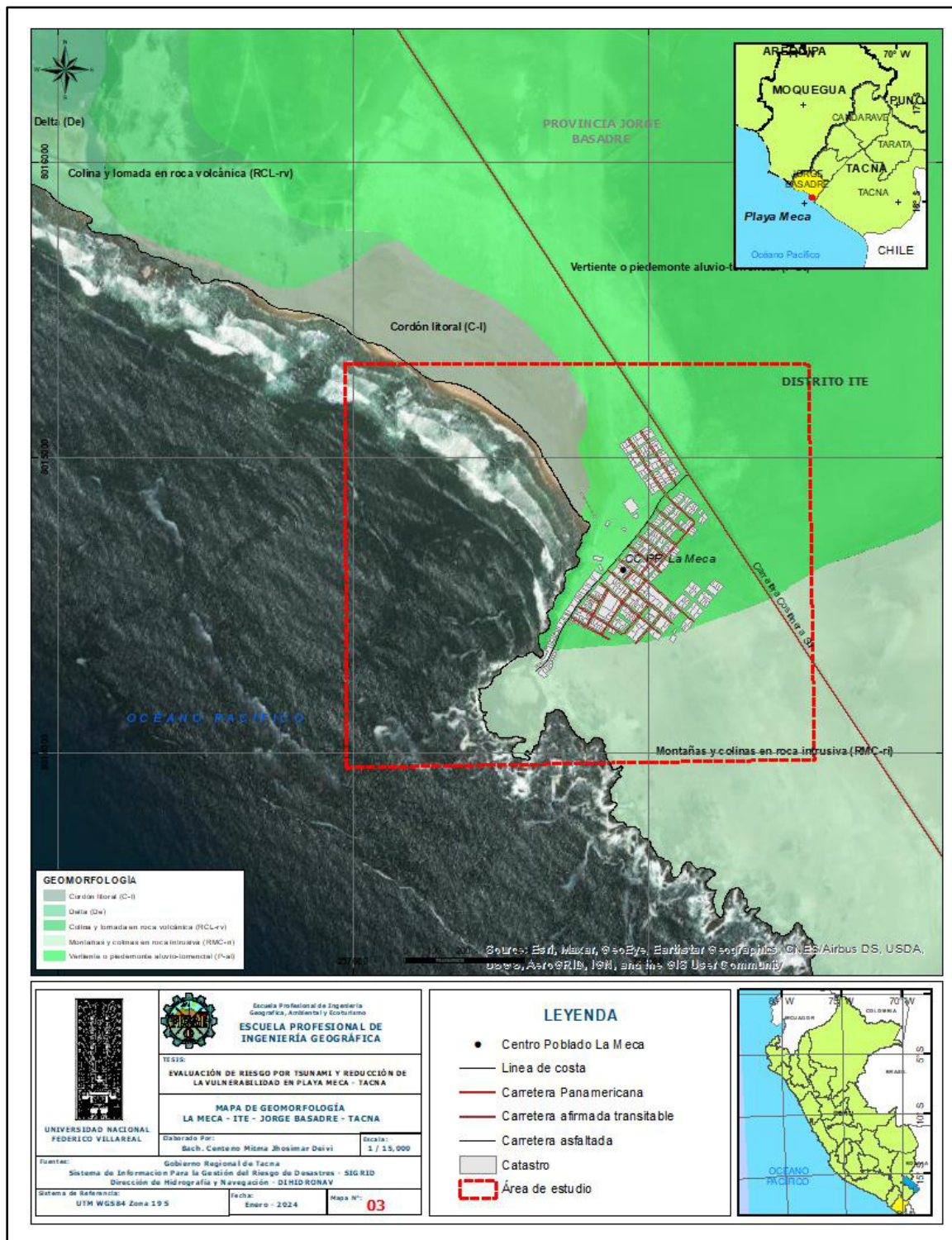
**B. Geoforma de carácter tectónico degradacional y erosional.** son geoformas que se dan como resultado del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves formados por la tectónica produciendo modificación parcial o total del mismo a través del tiempo y bajo condiciones climáticas cambiantes.

- *Colina y lomada en roca volcánica (RCL-rv)*: este relieve está compuesto litológicamente de rocas volcánicas reducidos por procesos denudativos caracterizadas por presencia de laderas disectadas y pendientes menores (moderada a baja).

- *Montañas y colinas en roca intrusiva (RMC-ri)*: corresponden a geoformas originadas por afloramiento de rocas intrusivas reducidos por procesos denudativos conformando estructuras alargadas y de pendiente moderada alta.

Figura 33

Mapa de Geomorfología en el CCPP Caleta Meca en Ite





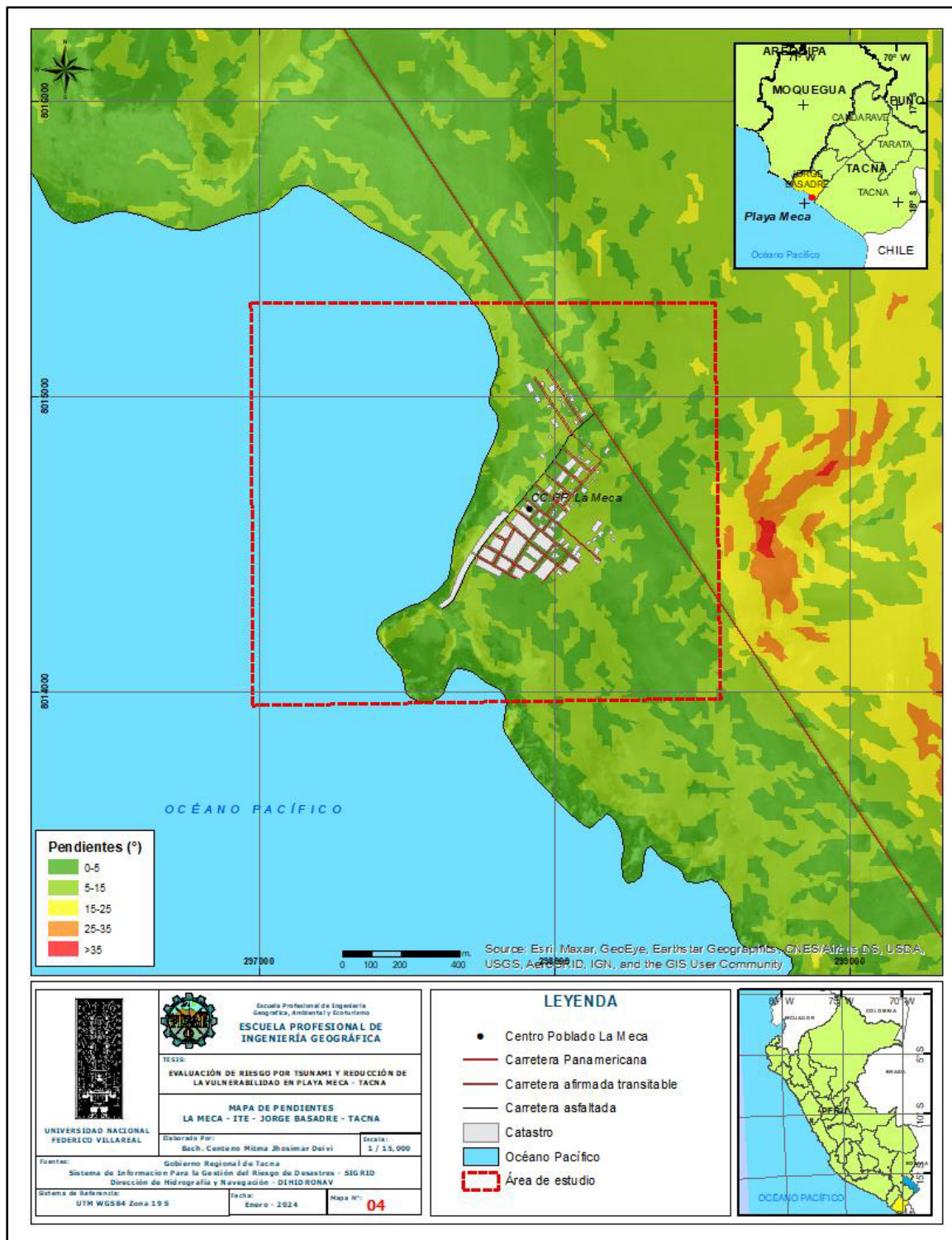
**3.6.5.3. Pendiente.** Según el Gobierno Regional del Callao (2020), se trata del ángulo de inclinación del terreno expresada en grados o porcentajes que influye en el factor de inundación de un área. A menor pendiente, la predisposición de inundarse es mayor, considerando la velocidad y fuerza con la que arriban las olas de un tsuanmi.

Para la elaboración de pendientes se utilizaron imágenes satelitales de Landviewer que permite la descarga de imágenes de hasta 5 m de resolución por pixel del satélite Sentinel-2. Mediante el uso de herramientas de geoprocreso en los sistemas de información geográfica (GIS) se categorizan las pendientes para obtener una capa que muestra gráficamente los ángulos de inclinación del terreno.

La playa Meca debido a su cercanía a costa presenta el 62.13% del área asentada principalmente sobre un terreno llano con pendientes menores a 5°, principalmente por el lado de la playa; mientras que en la parte suroeste del CCPP el 25.57% presenta una pendiente entre 5-15° por la presencia de acantilados. La pendiente aumenta pasando la carretera costanera sur hacia el noreste con pendientes mayores a 25°. Cabe mencionar que solo el 0.32% del área de estudio se ubica por encima de los 35° de pendiente.

Figura 34

Mapa de Pendientes en el CCPP Caleta Meca en Ite.

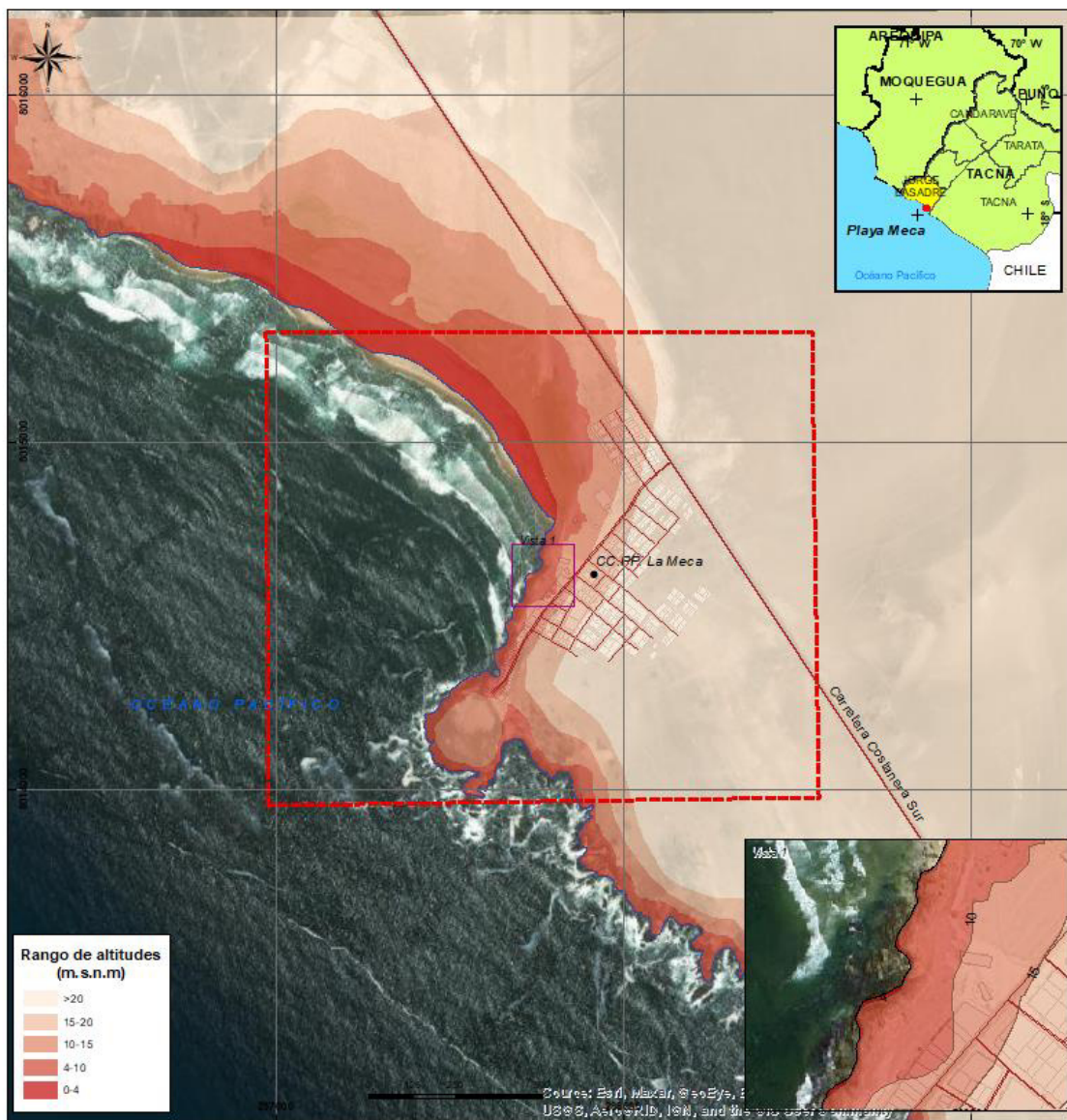


**3.6.5.4. Altitud respecto al nivel del mar.** Para conocer la altitud a la que se encuentra el CCPP respecto al nivel del mar se utilizaron imágenes satelitales ALOS PALSAR que, a través de su geoprocesamiento por medio de los SIG, se obtuvieron las cotas de diferentes puntos de la zona de estudio.

Las viviendas del CCPP Caleta Meca en mayor porcentaje (77.15%) se encuentran ubicado por encima de los 20msnm.; mientras que el 1.77% se ubica en cotas menores a 4msnm, así como el 7.69% está entre los 4-10msnm convirtiendo a estos dos grupos de viviendas en las más vulnerables ante un eventual tsunami.

Figura 35

Mapa de altitudes respecto al nivel del mar del CCPP Caleta Meca en Ite



|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <br>UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL           | <br>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA | TESIS:<br>EVALUACIÓN DE RIESGO POR TSUNAMI Y REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EL CCPP CALETA MECA - TACNA |  |
|   |   | MAPA DE ALTITUDES<br>CALETA MECA - ITE - JORGE BASADRE - TACNA   |  |
| Fuente:<br>Sistema de Información Para la Gestión del Riesgo de Desastres - SIG RID<br>Dirección de Hidrografía y Navegación - DIHIDRONAV | Elaborado Por:<br>Bach. Centeno Mima Jhosimar Dalvi   | Escala:<br>1 / 15,000  |  |
| Sistema de Referencia:<br>UTM WGS84 Zona 19 S   | Fecha:<br>Enero - 2024  | Mapa N°:<br>05   |  |

| LEYENDA |                                |
|---------|--------------------------------|
|         | Centro Poblado La Meca         |
|         | Curvas de nivel                |
|         | Línea de costa                 |
|         | Carretera Panamericana         |
|         | Carretera afirmada transitable |
|         | Carretera asfaltada            |
|         | Área de estudio                |
|         | Catastro                       |

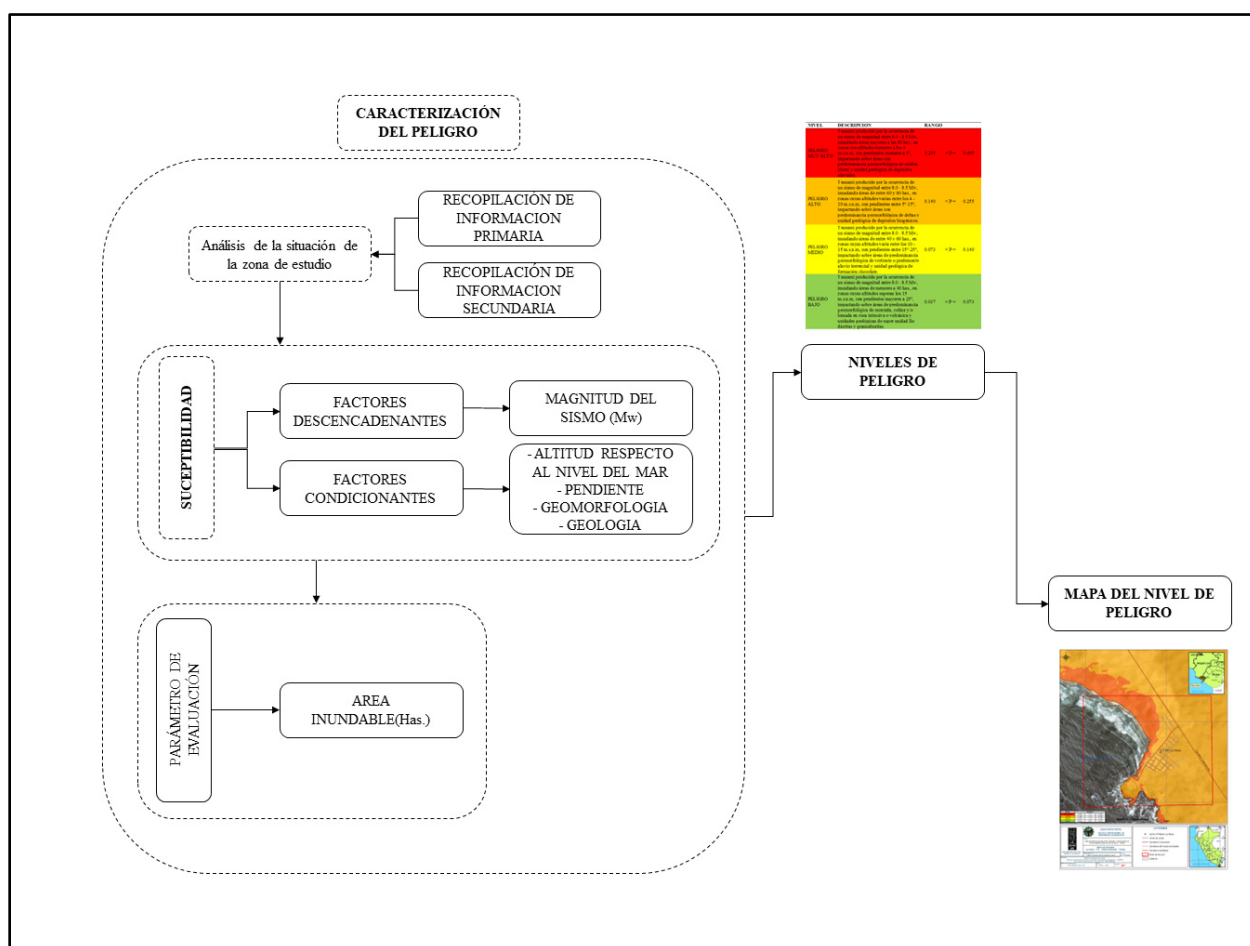
|   |
|---|
|  |
|---|

### 3.6.6. Cálculo del nivel de peligro

Para determinar los niveles de peligro al cual está expuesto el CCPP Caleta Meca se consideró la metodología Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014) *Manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión* y *Manual para la evaluación del riesgo por tsunami* (2017), definiendo el diseño metodológico como indica la figura 35:

**Figura 36**

*Diagrama metodológico para determinar los niveles de peligro*



*Nota:* Adaptado de *Diagrama para determinar el mapa de peligro*, por Panduro E., 2022, <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/14241>.

**3.6.6.1. Susceptibilidad del CCPP Caleta Meca.** Para determinar el nivel de susceptibilidad del área de estudio se considera dos factores:

**A. Factores Condicionantes.** Para el presente estudio se consideran como factores condicionantes los más relevantes respecto a las características físicas del medio como son:

- *Geología*
- *Geomorfología*
- *Pendiente*
- *Altitud respecto al nivel del mar*

**B. Factor Desencadenante.** Para el presente estudio se considera como factor desencadenante a la magnitud del sismo, el cual sería de entre 8.0 a 8.5 Mw debido que; según estudios elaborados por entidades públicas de Tacna, es el escenario más probable de sismo en la región.

**3.6.6.2. Ponderación de los factores de la susceptibilidad.** Para la ponderación de los factores de la susceptibilidad se realizará el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty; donde CENEPRED (2017) indica que “se permite combinar lo objetivo, lo tangible, y racional de la ciencia con lo subjetivo, intangible y emocional del comportamiento humano” (p. 206).

**Tabla 10***Factores evaluados en el presente estudio*

| <b>Factores Condicionantes</b>    | <b>Factores Desencadenantes</b> |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Altitud respecto al nivel del mar |                                 |
| Pendiente                         |                                 |
| Geomorfología                     | Magnitud del sismo (Mw)         |
| Geología                          |                                 |

*A. Factores Condicionantes.* Cálculo de los valores de importancia de los factores condicionantes mediante la matriz de comparación de pares de Saaty.

Matriz de comparación de pares – Factores Condicionantes

| <b>PARÁMETRO</b>                  | Altitud respecto al nivel del mar | Pendiente | Geomorfología | Geología |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------|----------|
| Altitud respecto al nivel del mar | 1                                 | 3         | 5             | 6        |
| Pendiente                         | 0.333                             | 1         | 2             | 4        |
| Geomorfología                     | 0.200                             | 0.500     | 1             | 3        |
| Geología                          | 0.167                             | 0.200     | 0.333         | 1        |
| suma                              | 1.700                             | 4.700     | 8.333         | 14       |
| =1/SUMA                           | 0.588                             | 0.213     | 0.120         | 0.071    |

Matriz de normalización – Factores Condicionantes

| <b>PARÁMETRO</b>                  | Altitud respecto al nivel del mar | Pendiente | Geomorfología | Geología | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN</b> |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------|----------|-------------------------------|
| Altitud respecto al nivel del mar | 0.588                             | 0.638     | 0.600         | 0.429    | 0.564                         |
| Pendiente                         | 0.196                             | 0.213     | 0.240         | 0.286    | 0.234                         |
| Geomorfología                     | 0.118                             | 0.106     | 0.120         | 0.214    | 0.140                         |
| Geología                          | 0.098                             | 0.043     | 0.040         | 0.071    | 0.063                         |
| Total                             | 1.000                             | 1.000     | 1.000         | 1.000    | 1.000                         |

Cálculo de la Relación de Consistencia (R/C)

| Operaciones de las matrices |       |       |       | VECTOR SUMA<br>PONDERADA |
|-----------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|
| 0.564                       | 0.701 | 0.698 | 0.378 | 2.341                    |
| 0.188                       | 0.234 | 0.279 | 0.252 | 0.953                    |
| 0.113                       | 0.117 | 0.140 | 0.189 | 0.558                    |
| 0.094                       | 0.047 | 0.047 | 0.063 | 0.250                    |

Calculando  $\lambda$  máx.

| VECTOR SUMA<br>PONDERADA (VSP) | VECTOR DE<br>PRIORIZACIÓN (VP) | $\lambda$ máx. (VSP/VP) |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| 2.341                          | 0.564                          | 4.152                   |
| 0.953                          | 0.234                          | 4.078                   |
| 0.558                          | 0.140                          | 3.999                   |
| 0.250                          | 0.063                          | 3.971                   |
| Promedio                       |                                | 4.050                   |

Cálculo de la Relación de Consistencia (RC): IC/IA

Donde:

IC: Índice de compacidad

$$\frac{\text{valor promedio} - \#\text{parametros}}{\#\text{parametros} - 1} = \frac{4.050 - 4}{4 - 1} = 0.017$$

IA: Índice aleatorio

Los valores del IA fueron realizados mediante la simulación de 100,000 matrices para diferentes “n” (cantidad de parámetros) según Aguaron y Moreno (2003).

Valores del Índice Aleatorio

| n  | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | ... |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| IA | 0.525 | 0.882 | 1.115 | 1.252 | 1.341 | 1.404 | 1.452 | 1.484 | ... |

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0.017}{0.882} = 0.019$$



## Resultados IC y RC

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Índice de Consistencia (IC)         | 0.017 |
| Relación de Consistencia (RC) < 0.1 | 0.019 |

El valor del RC resultó 0.013 (menor a 0.1); lo que confirma que la los criterios usados en la comparación de pares es la más adecuada.

**Tabla 11**

*Cuadro resumen de ponderación – Factores condicionantes*

| FACTORES CONDICIONANTES |                                   | PESO PONDERADO: 0.4 |       |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------|
| Parámetros              | Altitud respecto al nivel del mar | ALT                 | 0.564 |
|                         | Pendiente                         | PEND                | 0.234 |
|                         | Geomorfología                     | GEOM                | 0.140 |
|                         | Geología                          | GEO                 | 0.063 |

*A.1 Ponderación de los parámetros y descriptores de cada uno de los factores condicionantes.* Se procedió con el análisis de los valores de importancia (pesos ponderados) para los descriptores de los factores condicionantes como son la altitud respecto al nivel del mar, pendiente, geomorfología y geología aplicando la comparación de pares de Saaty.

**Altitud respecto al nivel del mar****Tabla 12**

*Cuadro resumen de ponderación - Altitud respecto al nivel del mar*

| Parámetro:   | Altitud |       | Peso Ponderado: 0.546 |       |
|--------------|---------|-------|-----------------------|-------|
| Descriptores | ALT1    | 0-4   | PALT1                 | 0.459 |
|              | ALT2    | 4-10  | PALT2                 | 0.286 |
|              | ALT3    | 10-15 | PALT3                 | 0.145 |
|              | ALT4    | 15-20 | PALT4                 | 0.073 |
|              | ALT5    | >20   | PALT5                 | 0.038 |

## Pendiente

**Tabla 13**

*Cuadro resumen de ponderación - Pendiente*

| <b>Parámetro:</b>   | <b>Pendiente</b> |       | <b>Peso Ponderado: 0.234</b> |       |
|---------------------|------------------|-------|------------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | PEND1            | <5    | PPEND1                       | 0.448 |
|                     | PEND2            | 5-15  | PPEND2                       | 0.291 |
|                     | PEND3            | 15-25 | PPEND3                       | 0.149 |
|                     | PEND4            | 25-35 | PPEND4                       | 0.074 |
|                     | PEND5            | >35   | PPEND5                       | 0.039 |

## Geomorfología

**Tabla 14**

*Cuadro resumen de ponderación - Geomorfología*

| <b>Parámetro</b>    | <b>Geomorfología</b> |  | <b>Peso Ponderado: 0.140</b> |       |
|---------------------|----------------------|--|------------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | GEOM1                | Cordón litoral                           | PGEOM1                       | 0.411 |
|                     | GEOM2                | Delta                                    | PGEOM2                       | 0.311 |
|                     | GEOM3                | Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial | PGEOM3                       | 0.161 |
|                     | GEOM4                | Colina y lomada en roca volcánica        | PGEOM4                       | 0.078 |
|                     | GEOM5                | Montañas y colinas en roca intrusiva     | PGEOM5                       | 0.040 |

## Geología

**Tabla 15**

*Cuadro resumen de ponderación - Geología*

| <b>Parámetro:</b>   | <b>Geología</b> |  | <b>Peso Ponderado: 0.063</b> |       |
|---------------------|-----------------|--|------------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | GEO1            | Deposito aluvial                         | PGEO1                        | 0.503 |
|                     | GEO2            | Deposito biogénico                       | PGEO2                        | 0.260 |
|                     | GEO3            | Formación chocolate                      | PGEO3                        | 0.134 |
|                     | GEO4            | Super unidad Ilo - Diorita               | PGEO4                        | 0.068 |
|                     | GEO5            | Super unidad Ilo - Granodiorita, diorita | PGEO5                        | 0.035 |

**B. Factores Desencadenantes.** Cálculo de los valores de importancia (pesos ponderados)

de los factores desencadenantes mediante la matriz de comparación de pares de Saaty.

**Magnitud del sismo**

Matriz de comparación de pares – Magnitud del sismo

| MAGNITUD (Mw) | >8.5  | 8.0-8.5 | 7.5-8.0 | 7.0-7.5 | <7.0   |
|---------------|-------|---------|---------|---------|--------|
| >8.5          | 1     | 3       | 4       | 5       | 7      |
| 8.0-8.5       | 0.333 | 1       | 2       | 3       | 6      |
| 7.5-8.0       | 0.250 | 0.500   | 1       | 2       | 5      |
| 7.0-7.5       | 0.200 | 0.250   | 0.500   | 1       | 3      |
| <7.0          | 0.143 | 0.200   | 0.250   | 0.333   | 1      |
| suma          | 1.926 | 4.950   | 7.750   | 11.333  | 22.000 |
| =1/SUMA       | 0.519 | 0.202   | 0.129   | 0.088   | 0.045  |

Matriz de normalización – Magnitud del sismo

| MAGNITUD (Mw) | >8.5  | 8.0-8.5 | 7.5-8.0 | 7.0-7.5 | <7.0  | VECTOR DE PRIORIZACIÓN |
|---------------|-------|---------|---------|---------|-------|------------------------|
| >8.5          | 0.519 | 0.606   | 0.516   | 0.441   | 0.318 | 0.480                  |
| 8.0-8.5       | 0.173 | 0.202   | 0.258   | 0.265   | 0.273 | 0.234                  |
| 7.5-8.0       | 0.130 | 0.101   | 0.129   | 0.176   | 0.227 | 0.153                  |
| 7.0-7.5       | 0.104 | 0.051   | 0.065   | 0.088   | 0.136 | 0.089                  |
| <7.0          | 0.074 | 0.040   | 0.032   | 0.029   | 0.045 | 0.044                  |

Cálculo de la Relación de Consistencia (R/C)

| Resultados de las operaciones de matrices |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|
| 0.480                                     | 0.702 | 0.611 | 0.443 | 0.310 |
| 0.160                                     | 0.234 | 0.305 | 0.266 | 0.266 |
| 0.120                                     | 0.117 | 0.153 | 0.177 | 0.222 |
| 0.096                                     | 0.059 | 0.076 | 0.089 | 0.133 |
| 0.069                                     | 0.047 | 0.038 | 0.030 | 0.044 |

Calculando  $\lambda$  máx.

| VECTOR SUMA<br>PONDERADA | VECTOR DE<br>PRIORIZACIÓN | $\lambda$ máx. |
|--------------------------|---------------------------|----------------|
| 2.547                    | 0.480                     | 5.305          |
| 1.232                    | 0.234                     | 5.261          |
| 0.789                    | 0.153                     | 5.166          |
| 0.453                    | 0.089                     | 5.103          |
| 0.227                    | 0.044                     | 5.131          |
| Promedio                 |                           | 5.193          |

Resultados IC y RC

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Índice de Consistencia (IC)         | 0.048 |
| Relación de Consistencia (RC) < 0.1 | 0.043 |

**Tabla 16**

*Cuadro resumen de ponderación – Magnitud del sismo*

| Parámetro           | Magnitud Del Sismo (Mw) |         | Peso Ponderado: 0.6 |       |
|---------------------|-------------------------|---------|---------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | MS1                     | >8.5    | PMS1                | 0.480 |
|                     | MS2                     | 8.0-8.5 | PMS2                | 0.234 |
|                     | MS3                     | 7.5-8.0 | PMS3                | 0.153 |
|                     | MS4                     | 7.0-7.5 | PMS4                | 0.089 |
|                     | MS5                     | <7.0    | PMS5                | 0.044 |

**3.6.6.3. Cálculo de la susceptibilidad.** La susceptibilidad esta cuantificada en relación a los factores condicionantes y desencadenantes y sus respectivos valores ponderados.

**Tabla 17**

*Matriz resumen de los factores condicionantes*

| FACTOR CONDICIONANTE (FC) |       |           |       |               |       |          |       |          |
|---------------------------|-------|-----------|-------|---------------|-------|----------|-------|----------|
| ALTITUD                   |       | PENDIENTE |       | GEOMORFOLOGÍA |       | GEOLOGIA |       | VALOR FC |
| Par.                      | Des.  | Par.      | Des.  | Par.          | Des.  | Par.     | Des.  |          |
|                           | 0.503 |           | 0.490 |               | 0.411 |          | 0.503 | 0.486    |
|                           | 0.260 |           | 0.259 |               | 0.311 |          | 0.260 | 0.268    |
| 0.546                     | 0.134 | 0.240     | 0.140 | 0.150         | 0.161 | 0.064    | 0.134 | 0.140    |
|                           | 0.068 |           | 0.073 |               | 0.078 |          | 0.068 | 0.071    |
|                           | 0.035 |           | 0.038 |               | 0.040 |          | 0.035 | 0.036    |

**Tabla 18**

*Matriz resumen del factor desencadenante*

| FACTOR DESCENDENANTE (FD) |            |          |
|---------------------------|------------|----------|
| MAGNITUD DEL SISMO        |            | VALOR FD |
| parámetro                 | descriptor |          |
|                           | 0.480      | 0.480    |
|                           | 0.234      | 0.234    |
| 1                         | 0.153      | 0.153    |
|                           | 0.089      | 0.089    |
|                           | 0.044      | 0.044    |

La multiplicación de los valores obtenidos de los factores por sus respectivos pesos asignados da como resultado el valor de susceptibilidad del área de estudio.

**Tabla 19**

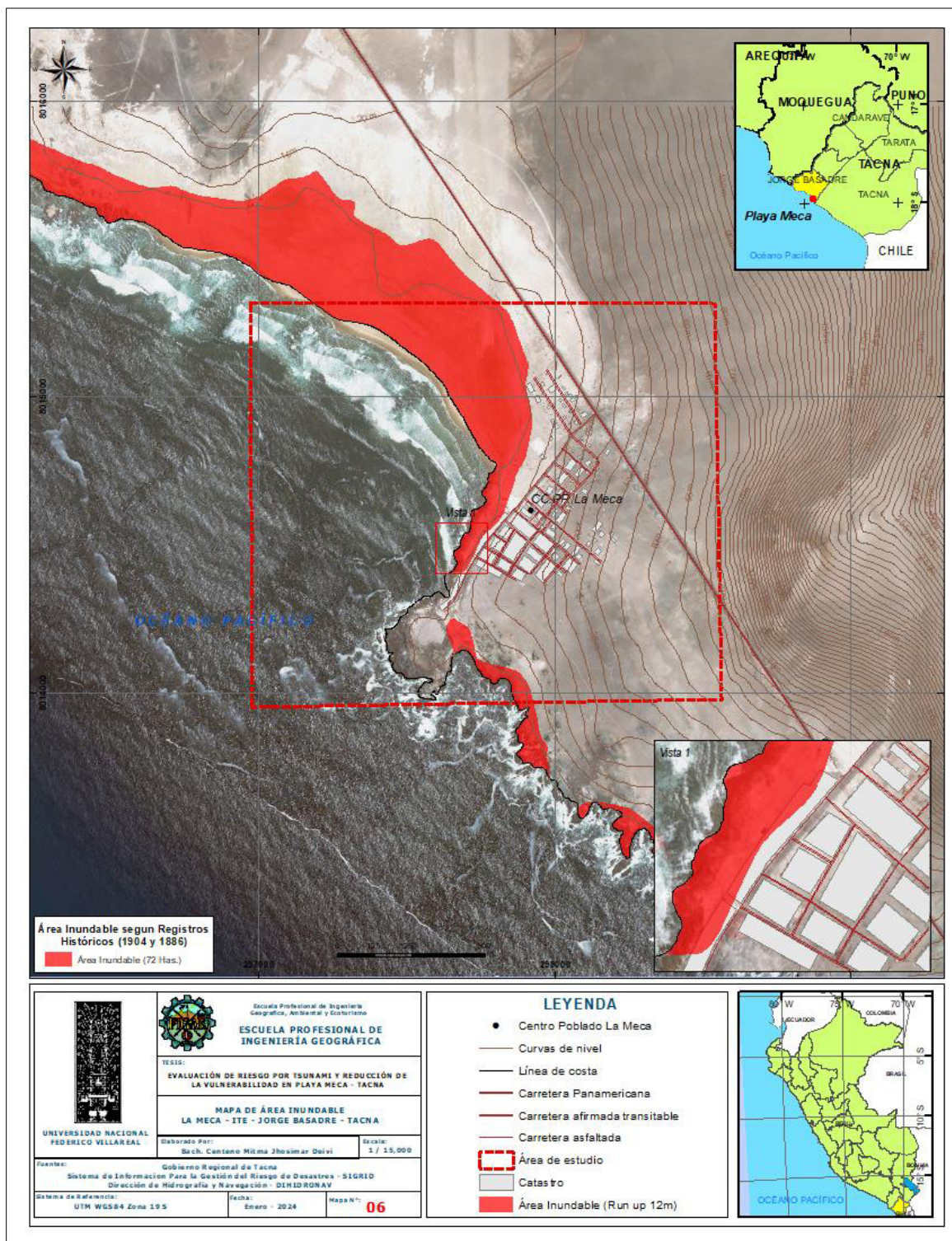
*Cálculo de los valores de susceptibilidad*

| SUCEPTIBILIDAD       |            |                      |            |              |
|----------------------|------------|----------------------|------------|--------------|
| FACTOR CONDICIONANTE |            | FACTOR DESCENDENANTE |            | VALOR        |
| Peso                 | Descriptor | Peso                 | Descriptor |              |
|                      | 0.486      |                      | 0.480      | <b>0.483</b> |
|                      | 0.268      |                      | 0.234      | <b>0.247</b> |
| 0.4                  | 0.140      | 0.6                  | 0.153      | <b>0.147</b> |
|                      | 0.071      |                      | 0.089      | <b>0.082</b> |
|                      | 0.036      |                      | 0.044      | <b>0.041</b> |

**3.6.6.4. Parámetro de evaluación.** Se consideró como parámetro de evaluación, el área inundable generada como consecuencia de un evento sísmico de 8.0 a 8.5 Mw. según los registros históricos, los tsunamis registrados en el área de estudio (1604 y 1868) han generado run up mínimo de 12 m. por lo que, para la generación de esta capa se ha considerado toda cota menor de 12 metros como área inundable, resultando así una extensión de 72 Has. Aproximadamente.

Figura 37

Mapa de área inundable en el CCPP Caleta Meca en Ite.



El cálculo de los valores de importancia (pesos ponderados) del parámetro se llevó a cabo mediante la comparación de pares de Saaty. Resultando un valor de priorización de 0.260 para el descriptor considerado.

**Tabla 20**

*Matriz resumen del parámetro de evaluación*

| PARÁMETRO    | AREA INUNDABLE (Ha) |       | PESO PONDERADO: 0.5 |       |
|--------------|---------------------|-------|---------------------|-------|
| Descriptores | AINU1               | >80   | PAINU1              | 0.503 |
|              | AINU2               | 60-80 | PAINU2              | 0.260 |
|              | AINU3               | 40-60 | PAINU3              | 0.134 |
|              | AINU4               | 25-40 | PAINU4              | 0.068 |
|              | AINU5               | <25   | PAINU5              | 0.035 |

**3.6.6.5. Definición de escenario.** Tomando como principal fuente técnico-científico las investigaciones realizadas por las entidades públicas de Tacna sobre Gestión de Riesgos ante tsunamis (Ver tabla 9); se ha elegido como escenario más probable, un sismo de 8.0 a 8.5 Mw, generando como consecuencia un tsunami cuyas olas inundarían áreas entre 60 y 80 has (3.6.6.4) del CCPP Caleta Meca en Ite.

**3.6.6.6. Niveles de peligro.** La determinación de los niveles de peligro resulta del producto de los valores de pesos ponderados del parámetro de evaluación y la susceptibilidad del área de estudio.



**Tabla 21***Matriz de los valores de peligrosidad*

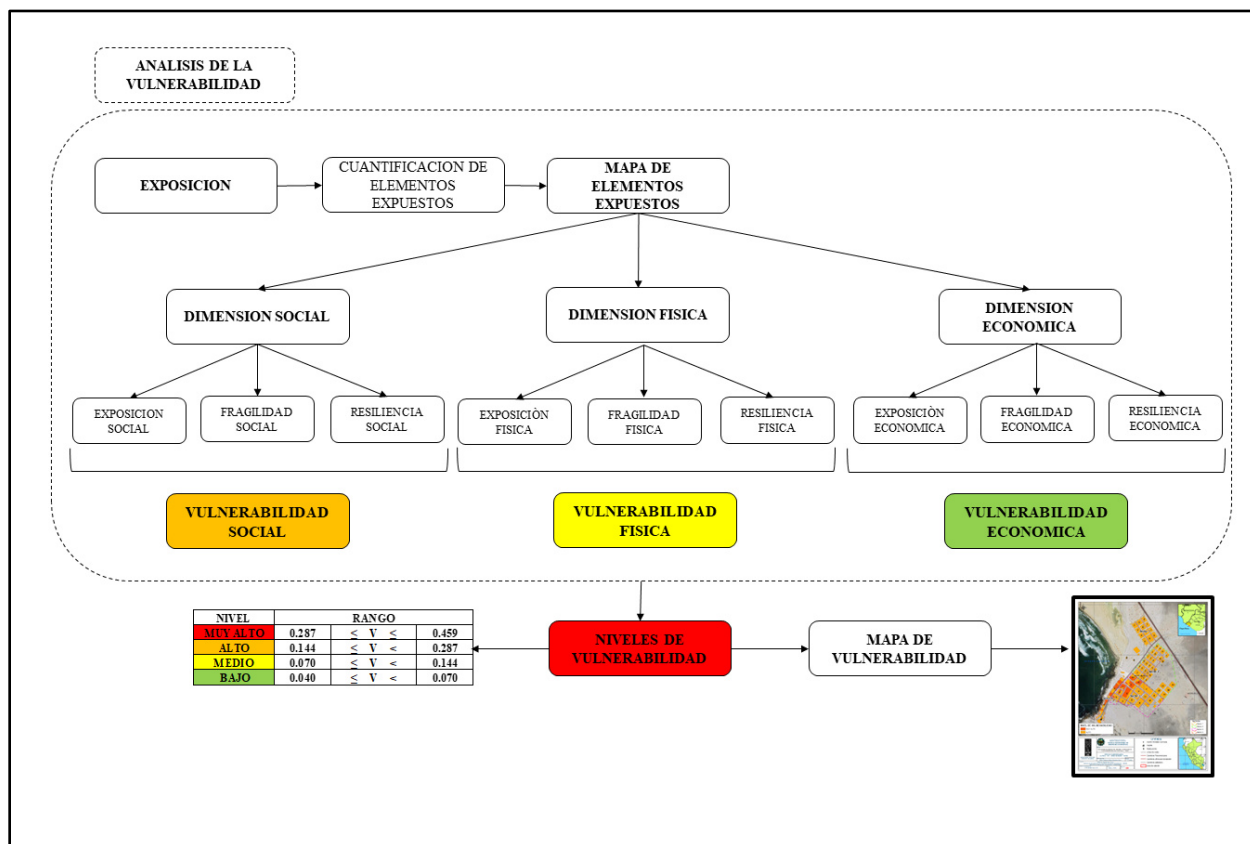
| <b>PELIGROSIDAD</b>            |             |                       |             |              |
|--------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------------|
| <b>PARÁMETRO DE EVALUACION</b> |             | <b>SUCEPTIBILIDAD</b> |             | <b>VALOR</b> |
| <b>VALOR</b>                   | <b>PESO</b> | <b>VALOR</b>          | <b>PESO</b> |              |
|                                | 0.503       | 0.4                   | 0.482       | <b>0.495</b> |
|                                | 0.260       |                       | 0.248       | <b>0.255</b> |
| 0.6                            | 0.134       |                       | 0.147       | <b>0.140</b> |
|                                | 0.068       |                       | 0.081       | <b>0.073</b> |
|                                | 0.035       |                       | 0.041       | <b>0.037</b> |

**3.6.7. Caracterización de la vulnerabilidad**

Para caracterizar la vulnerabilidad que presentan los pobladores del CCPP Caleta Meca se aplicó la metodología del CENEPRED (2017) especificado en el *Manual para la Evaluación de Riesgo por tsunami*; la cual fue estructurada de la forma descrita en la figura 38.

Figura 38

Diagrama metodológico para determinar los niveles de vulnerabilidad



Nota: Adaptado de *Diagrama para el análisis de la vulnerabilidad*, por Panduro E., 2022, (<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/14241>).

**3.6.7.1. Ponderación de las dimensiones de la vulnerabilidad.** Para la ponderación de las dimensiones de la vulnerabilidad, se realizará mediante la comparación de pares del Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) de Saaty.

Matriz de comparación de pares – Dimensiones de la vulnerabilidad

| VULNERABILIDAD | Física | Social | Económica |
|----------------|--------|--------|-----------|
| Física         | 1      | 3      | 5         |
| Social         | 0.333  | 1      | 3         |

|           |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|
| Económica | 0.200 | 0.333 | 1     |
| suma      | 1.533 | 4.333 | 9.000 |
| =1/SUMA   | 0.652 | 0.231 | 0.111 |

Matriz de normalización – Dimensiones de la vulnerabilidad

| <b>VULNERABILIDAD</b> | Física | Social | Económica | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN</b> |
|-----------------------|--------|--------|-----------|-------------------------------|
| Física                | 0.652  | 0.692  | 0.556     | 0.633                         |
| Social                | 0.217  | 0.231  | 0.333     | 0.260                         |
| Económica             | 0.130  | 0.077  | 0.111     | 0.106                         |
| Total                 | 1.000  | 1.000  | 1.000     | 1.000                         |

Cálculo de la Relación de Consistencia (R/C)

| Operaciones de las matrices |       |       | <b>VECTOR SUMA PONDERADA</b> |
|-----------------------------|-------|-------|------------------------------|
| 0.633                       | 0.781 | 0.531 | 1.946                        |
| 0.211                       | 0.260 | 0.318 | 0.790                        |
| 0.127                       | 0.087 | 0.106 | 0.320                        |

Calculando  $\lambda$  máx.

| <b>VECTOR SUMA PONDERADA (VSP)</b> | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP)</b> | $\lambda$ máx. (VSP/VP) |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 1.946                              | 0.633                              | 3.072                   |
| 0.790                              | 0.260                              | 3.033                   |
| 0.320                              | 0.106                              | 3.011                   |
| Promedio                           |                                    | 3.039                   |

Cálculo de la Relación de Consistencia (RC): IC/IA

Donde:

IC: Índice de compacidad

$$\frac{\text{valor promedio} - \#\text{parametros}}{\#\text{parametros} - 1} = \frac{3.039 - 3}{3 - 1} = 0.019$$

IA: Índice aleatorio

Los valores del IA son fueron realizados mediante la simulación de 100,000 matrices para diferentes “n” (cantidad de parámetros) (Aguaron Y Moreno – Jimenes, 2003).

Valores del Índice Aleatorio

|           |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| <b>n</b>  | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | ... |
| <b>IA</b> | 0.525 | 0.882 | 1.115 | 1.252 | 1.341 | 1.404 | 1.452 | 1.484 | ... |

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0.019}{0.525} = 0.037$$

Resultados IC y RC

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Índice de Consistencia (IC)         | 0.019 |
| Relación de Consistencia (RC) < 0.1 | 0.037 |

El valor del RC resultó 0.037 (menor a 0.1); lo que confirma que los criterios usados en la comparación de pares es la más adecuada.

**Tabla 22**

*Cuadro resumen de ponderación – Dimensiones de la vulnerabilidad*

|                    | <b>VULNERABILIDAD</b> | <b>PESO PONDERADO</b> |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>Dimensiones</b> | Físico                | 0.633                 |
|                    | Social                | 0.260                 |
|                    | Económico             | 0.106                 |

**3.6.7.2. Análisis de la dimensión social de la vulnerabilidad.** Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se determinó el valor de importancia de cada factor mediante la comparación de pares.

Matriz de ponderación de factores – dimensión social

| <b>Factores de la Dimensión Social</b> | Exposición social | Fragilidad social | Resiliencia social |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|
| Exposición social                      | 1                 | 3                 | 5                  |
| Fragilidad social                      | 0.333             | 1                 | 3                  |
| Resiliencia social                     | 0.200             | 0.333             | 1                  |
| suma                                   | 1.533             | 4.333             | 9.000              |
| =1/SUMA                                | 0.652             | 0.231             | 0.111              |

Matriz de normalización – dimensión social

| <b>Factores de la Dimensión Social</b> | Exposición social | Fragilidad social | Resiliencia social | <b>Vector de priorización</b> |
|--|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------|
| Exposición social                      | 0.652             | 0.692             | 0.556              | <b>0.633</b>                  |
| Fragilidad social                      | 0.217             | 0.231             | 0.333              | <b>0.260</b>                  |
| Resiliencia social                     | 0.130             | 0.077             | 0.111              | <b>0.106</b>                  |

Cálculo de la Relación de Consistencia (R/C)

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 0.633 | 0.781 | 0.531 |
| 0.211 | 0.260 | 0.318 |
| 0.127 | 0.087 | 0.106 |

Calculando  $\lambda$  máx.

| <b>VECTOR SUMA PONDERADA</b> | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN</b> | <b><math>\lambda</math> máx.</b> |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 1.946                        | 0.633                         | 3.072                            |
| 0.790                        | 0.260                         | 3.033                            |
| 0.320                        | 0.106                         | 3.011                            |
| Promedio                     |                               | 3.039                            |

Cálculo de la Relación de Consistencia (RC): IC/IA

Donde:

IC: Índice de compacidad

$$\frac{\text{valor promedio} - \#\text{parametros}}{\#\text{parametros} - 1} = \frac{3.039 - 3}{3 - 1} = 0.019$$

IA: Índice aleatorio

Los valores del IA son fueron realizados mediante la simulación de 100,000 matrices para diferentes “n” (cantidad de parámetros) según Aguaron Y Moreno (2003).

Valores del Índice Aleatorio

|           |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| <b>n</b>  | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | ... |
| <b>IA</b> | 0.525 | 0.882 | 1.115 | 1.252 | 1.341 | 1.404 | 1.452 | 1.484 | ... |

Resultados IC y RC

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Índice de Consistencia (IC)         | 0.019 |
| Relación de Consistencia (RC) < 0.1 | 0.037 |

**Tabla 23**

*Cuadro de resumen de ponderación – Dimensión social*

| <b>DIMENSION</b> | <b>FACTORES</b>        | <b>PESO PONDERADO</b> |
|------------------|------------------------|-----------------------|
| <b>Social</b>    | ES: Exposición social  | 0.633                 |
|                  | FS: Fragilidad social  | 0.260                 |
|                  | RS: Resiliencia social | 0.106                 |

***A. Análisis del factor exposición social.***

- Número de habitantes por vivienda. Se considero el número de habitantes por vivienda encuestados en los días de trabajo de campo, considerando que el CCPP caleta Meca tiene poca cantidad de residentes pues por lo general las personas solo van a ver el estado de su terreno y/o vivienda y luego se retiran.

**Tabla 24**

*Cuadro de resumen – Número de habitantes por vivienda*

| <b>PARÁMETRO:</b>   | <b>N.º DE HABITANTES<br/>POR VIVIENDA</b> |               | <b>PESO PONDERADO: 0.633</b> |       |
|---------------------|---|---------------|------------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | NHV1                                      | >5 hab.       | PNHV1                        | 0.503 |
|                     | NHV2                                      | de 4 a 5 hab. | PNHV2                        | 0.260 |
|                     | NHV3                                      | de 2 a 3 hab. | PNHV3                        | 0.134 |
|                     | NHV4                                      | Persona sola  | PNHV4                        | 0.068 |
|                     | NHV5                                      | Desocupado    | PNHV5                        | 0.035 |

***B. Análisis del factor fragilidad social.***

- Grupo etario susceptible. Se considero los rangos de edades más propensos a presentar dificultades al momento de adoptar las acciones de preparación y/o respuesta ante la ocurrencia del evento.

**Tabla 25**

*Cuadro de resumen – Grupo etario susceptible*

| <b>PARÁMETRO:</b>   | <b>GRUPO ETARIO SUSCEPTIBLE</b> |                              | <b>PESO PONDERADO: 0.260</b> |       |
|---------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | GE1                             | De 0 a 5 años y mayor a 70   | PGE1                         | 0.449 |
|                     | GE2                             | De 6 a 10 años y de 60 a 69  | PGE2                         | 0.294 |
|                     | GE3                             | De 11 a 15 años y de 45 a 59 | PGE3                         | 0.145 |
|                     | GE4                             | De 16 a 44 años              | PGE4                         | 0.075 |
|                     | GE5                             | Desocupado                   | PGE5                         | 0.038 |

**C. Análisis del factor resiliencia social.** Para el análisis de la resiliencia social se realizaron encuestas propias donde se consideró evaluar la percepción del riesgo, actitud de cada individuo frente al peligro de tsunamis y la capacitación recibida referente a temas de riesgos por tsunami; esto debido a que dichas características y/o actitudes de la población, permitirán evaluar su capacidad para prevenir, responder, afrontar y reponerse a las consecuencias que traerían consigo la ocurrencia del fenómeno en estudio y reponerse a ellas.

Matriz de comparación de pares – parámetros de la resiliencia social

| <b>RESILIENCIA SOCIAL</b>                  | Capacitación referente a temas de GRD | Actitud frente a la ocurrencia de tsunamis | Percepción del riesgo |
|--|---------------------------------------|--|-----------------------|
| Capacitación referente a temas de GRD      | 1                                     | 3  | 5                     |
| Actitud frente a la ocurrencia de tsunamis | 0.333                                 | 1  | 3                     |
| Percepción del riesgo                      | 0.200                                 | 0.333                                      | 1                     |
| suma                                       | 1.533                                 | 4.333                                      | 9.000                 |
| =1/SUMA                                    | 0.652                                 | 0.231                                      | 0.111                 |

Matriz de normalización – parámetros de la resiliencia social

| <b>RESILIENCIA SOCIAL</b>                  | Percepción del riesgo | Actitud frente a la ocurrencia de tsunamis | Capacitación referente a temas de GRD |
|--|-----------------------|--|---------------------------------------|
| Capacitación referente a temas de GRD      | 0.652                 | 0.692                                      | 0.556                                 |
| Actitud frente a la ocurrencia de tsunamis | 0.217                 | 0.231                                      | 0.333                                 |
| Percepción del riesgo                      | 0.130                 | 0.077                                      | 0.111                                 |

Cálculo de la Relación de Consistencia (R/C)

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 0.633 | 0.781 | 0.531 |
| 0.211 | 0.260 | 0.318 |



|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 0.127 | 0.087 | 0.106 |
|-------|-------|-------|

Calculando  $\lambda$  máx.

| VECTOR SUMA<br>PONDERADA | VECTOR DE<br>PRIORIZACIÓN | $\lambda$ máx. |
|--------------------------|---------------------------|----------------|
| 1.946                    | 0.633                     | 3.072          |
| 0.790                    | 0.260                     | 3.033          |
| 0.320                    | 0.106                     | 3.011          |
| Promedio                 |                           | 3.039          |

Resultados IC y RC

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Índice de Consistencia (IC)         | 0.019 |
| Relación de Consistencia (RC) < 0.1 | 0.037 |

**Tabla 26**

*Cuadro de resumen – parámetros de la resiliencia social*

| FACTOR            | RESILIENCIA SOCIAL                              | PESO PONDERADO |
|-------------------|---|----------------|
| <b>Parámetros</b> | RS1: Capacitación referente a temas de GRD      | 0.633          |
|                   | RS2: Actitud frente a la ocurrencia de tsunamis | 0.260          |
|                   | RS3: Percepción del riesgo                      | 0.106          |

- Capacitación referente a temas de GRD. La capacitación constante de la población en temas de Gestión de riesgo de desastres (GRD) permite tomar mejores decisiones para prevenir, responder o planificar sus acciones ante algún evento de tsunami.

**Tabla 27**

*Cuadro de resumen – Capacitación en GRD*

|                   |                     |                              |
|-------------------|---------------------|------------------------------|
| <b>PARÁMETRO:</b> | CAPACITACION EN GRD | <b>PESO PONDERADO: 0.633</b> |
|-------------------|---------------------|------------------------------|

|                     |       |                                 |        |       |
|---------------------|-------|---------------------------------|--------|-------|
| <b>Descriptores</b> | CGRD1 | No recibe capacitaciones        | PCGRD1 | 0.458 |
|                     | CGRD2 | Escasa                          | PCGRD2 | 0.291 |
|                     | CGRD3 | Regular                         | PCGRD3 | 0.143 |
|                     | CGRD4 | Continua                        | PCGRD4 | 0.072 |
|                     | CGRD5 | Capacitación activa y constante | PCGRD5 | 0.037 |

- Actitud frente a la ocurrencia de tsunamis. La actitud de la población del CCPP Caleta Meca permite conocer la importancia que le dan a la ocurrencia del peligro y a la susceptibilidad a la cual están expuestas. La buena predisposición para informarse respecto a los tsunamis influye de forma directa con el nivel de resiliencia de las personas.

**Tabla 28**

*Cuadro de resumen – Actitud frente a la ocurrencia de tsunamis*

| <b>PARÁMETRO:</b>   | <b>ACTITUD FRENTE A LA OCURRENCIA DE TSUNAMIS</b> |   | <b>PESO PONDERADO: 0.260</b> |       |
|---------------------|---|---|------------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | ACT1  | Actitud conformista con desidia y/o fatalista                               | PACT1                        | 0.503 |
|                     | ACT2  | Actitud escasamente previsoras  | PACT2                        | 0.260 |
|                     | ACT3  | Actitud parcialmente previsoras, sin implementación de acciones preventivas | PACT3                        | 0.134 |
|                     | ACT4  | Actitud regularmente previsoras, implementa acciones preventivas            | PACT4                        | 0.068 |
|                     | ACT5  | Actitud previsoras  | PACT5                        | 0.035 |

- Percepción del riesgo. La percepción del riesgo frente a tsunamis permite evaluar el nivel de concientización que presenta la población respecto a su capacidad de reconocer los peligros y riesgos ante el fenómeno de tsunamis.

Tabla 29

Cuadro de resumen – percepción del riesgo

| PARÁMETRO:   | PRECEPCION DEL RIESGO | PESO PONDERADO:<br>0.106   |      |       |
|--------------|-----------------------|--|------|-------|
| Descriptores | PR1                   | La totalidad de la población desconoce los peligros y no percibe el riesgo               | PPR1 | 0.508 |
|              | PR2                   | La mayoría de la población conoce los peligros, pero no percibe el riesgo                | PPR2 | 0.264 |
|              | PR3                   | La población conoce los peligros existentes y percibe el riesgo                          | PPR3 | 0.129 |
|              | PR4                   | la población conoce los peligros y se siente segura ante el impacto del riesgo existente | PPR4 | 0.061 |
|              | PR5                   | La población está protegida y responde al impacto de los peligros existentes             | PPR5 | 0.037 |

**3.6.7.3. Análisis de la dimensión física de la vulnerabilidad.** Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión física, se determinará el valor de importancia de cada factor mediante la comparación de pares.

Matriz de ponderación de factores – dimensión física

| Factores de la Dimensión Física | Exposición física | Fragilidad física | Resiliencia física |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Exposición física               | 1                 | 3                 | 6                  |
| Fragilidad física               | 0.333             | 1                 | 3                  |
| Resiliencia física              | 0.167             | 0.333             | 1                  |
| suma                            | 1.500             | 4.333             | 10.000             |
| =1/SUMA                         | 0.667             | 0.231             | 0.100              |

Matriz de normalización – Dimensión Física

| Factores de la Dimensión Física | Exposición física | Fragilidad física | Resiliencia física | Vector de Priorización |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------|
| Exposición física               | 0.667             | 0.692             | 0.600              | <b>0.653</b>           |

|                    |       |       |       |              |
|--------------------|-------|-------|-------|--------------|
| Fragilidad física  | 0.222 | 0.231 | 0.300 | <b>0.251</b> |
| Resiliencia física | 0.111 | 0.077 | 0.100 | <b>0.096</b> |

Cálculo de la Relación de Consistencia (R/C)

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 0.653 | 0.753 | 0.576 |
| 0.218 | 0.251 | 0.288 |
| 0.109 | 0.084 | 0.096 |

Calculando  $\lambda$  máx.

| VECTOR SUMA<br>PONDERADA | VECTOR DE<br>PRIORIZACIÓN | $\lambda$ máx. |
|--------------------------|---------------------------|----------------|
| 1.982                    | 0.653                     | 3.035          |
| 0.757                    | 0.251                     | 3.015          |
| 0.289                    | 0.096                     | 3.005          |
| Promedio                 |                           | 3.039          |

Resultados IC y RC

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Índice de Consistencia (IC)         | 0.009 |
| Relación de Consistencia (RC) < 0.1 | 0.017 |

**Tabla 30**

Cuadro de resumen de ponderación – Dimensión física

| DIMENSION     | FACTORES               | PESO PONDERADO |
|---------------|------------------------|----------------|
| <b>Física</b> | EF: Exposición física  | 0.653          |
|               | FF: Fragilidad física  | 0.251          |
|               | RF: Resiliencia física | 0.096          |

***A. Análisis del factor exposición física.***

- Localización de la construcción. Se consideró la distancia de cada estructura respecto a la línea de costa; a más cercanía a la costa mayor es la exposición del elemento.

**Tabla 31**

Cuadro de resumen – Localización de la construcción

| <b>PARÁMETRO:</b>   | <b>LOCALIZACION DE LA CONSTRUCCIÓN</b> |                                  | <b>PESO PONDERADO: 0.653</b> |       |
|---------------------|--|----------------------------------|------------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | LC1                                    | Muy cercana 0.2 km a 0           | PLC1                         | 0.438 |
|                     | LC2                                    | Cercana 0.2 km - 1 km            | PLC2                         | 0.300 |
|                     | LC3                                    | Medianamente alejada 1 km - 3 km | PLC3                         | 0.150 |
|                     | LC4                                    | Alejada 3 km - 5 km              | PLC4                         | 0.068 |
|                     | LC5                                    | Muy alejada > 5 km               | PLC5                         | 0.044 |

***B. Análisis del factor fragilidad física.***

- Material predominante. Se considero evaluar el material predominante de las construcciones pues influye directamente en la resistencia del mismo frente al impacto del tsunami. A mejores materiales en la construcción existe mayor resistencia al impacto del fenómeno.

**Tabla 32**

Cuadro de resumen – Material predominante

| <b>PARÁMETRO:</b>   | <b>MATERIAL PREDOMINANTE</b> |                                 | <b>PESO PONDERADO: 0.251</b> |       |
|---------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | MP1                          | Estera                          | PMP1                         | 0.449 |
|                     | MP2                          | madera y/o triplay              | PMP2                         | 0.294 |
|                     | MP3                          | Adobe                           | PMP3                         | 0.145 |
|                     | MP4                          | Piedra y/o ladrillo con cemento | PMP4                         | 0.075 |
|                     | MP5                          | No construido                   | PMP5                         | 0.038 |

***C. Análisis del factor resiliencia física.***

- Estado de conservación. Se consideró evaluar el estado de conservación que presenta la vivienda. La resiliencia es mayor conforme la estructura se encuentre en mejor estado de conservación, pues ofrecerá una mayor resistencia ante el impacto del peligro.

**Tabla 33**

Cuadro de resumen – Estado de conservación

| <b>PARÁMETRO:</b>   | <b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b> |           | <b>PESO PONDERADO: 0.6</b> |       |
|---------------------|-------------------------------|-----------|----------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | CCC1                          | Muy mala  | PCCC1                      | 0.503 |
|                     | CCC2                          | Mala      | PCCC2                      | 0.260 |
|                     | CCC3                          | Regular   | PCCC3                      | 0.134 |
|                     | CCC4                          | Buena     | PCCC4                      | 0.068 |
|                     | CCC5                          | Muy buena | PCCC5                      | 0.035 |

**3.6.7.4. Análisis de la dimensión económica de la vulnerabilidad.** Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión económica, se determinará el valor de importancia de cada factor mediante la comparación de pares.

Ponderación de factores – Dimensión Económica

| <b>Factores de la Dimensión Económica</b> | Exposición económica | Fragilidad económica | Resiliencia económica |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Exposición económica                      | 1                    | 3                    | 5                     |
| Fragilidad económica                      | 0.333                | 1                    | 3                     |
| Resiliencia económica                     | 0.200                | 0.333                | 1                     |
| suma                                      | 1.533                | 4.333                | 9.000                 |
| =1/SUMA                                   | 0.652                | 0.231                | 0.111                 |

Matriz de normalización de factores – Dimensión Económica

| <b>Factores de la Dimensión Económica</b> | Exposición económica | Fragilidad económica | Resiliencia económica | <b>Vector de priorización</b> |
|---|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Exposición económica                      | 0.652                | 0.692                | 0.556                 | <b>0.653</b>                  |
| Fragilidad económica                      | 0.217                | 0.231                | 0.333                 | <b>0.251</b>                  |
| Resiliencia económica                     | 0.130                | 0.077                | 0.111                 | <b>0.096</b>                  |

Cálculo de la Relación de Consistencia (R/C)

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 0.633 | 0.781 | 0.531 |
| 0.211 | 0.260 | 0.318 |
| 0.127 | 0.087 | 0.106 |

Calculando  $\lambda$  máx.

| VECTOR SUMA<br>PONDERADA | VECTOR DE<br>PRIORIZACIÓN | $\lambda$ máx. |
|--------------------------|---------------------------|----------------|
| 1.946                    | 3.072                     | 3.072          |
| 0.790                    | 3.033                     | 3.033          |
| 0.320                    | 3.011                     | 3.011          |
| Promedio                 |                           | 3.039          |

Resultados IC y RC

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Índice de Consistencia (IC)         | 0.019 |
| Relación de Consistencia (RC) < 0.1 | 0.037 |

**Tabla 34**

*Cuadro de resumen de ponderación – Dimensión económica*

| DIMENSION        | FACTORES                  | PESO PONDERADO |
|------------------|---------------------------|----------------|
| <b>Económica</b> | EE: Exposición económica  | 0.633          |
|                  | FE: Fragilidad económica  | 0.260          |
|                  | RE: Resiliencia económica | 0.106          |

***A. Análisis del factor exposición económica.***

- Localización de la actividad económica. Se considero evaluar la ubicación de las actividades laborales de la población respecto a la línea de costa. A más cercanía a la costa mayor es la exposición.

**Tabla 35**

*Cuadro de resumen – localización de la actividad económica*

| <b>PARÁMETRO:</b>   |      | <b>LOCALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD ECONOMICA</b> | <b>PESO PONDERADO: 0.633</b> |       |
|---------------------|------|---|------------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | LAE1 | Muy cercana 0.2 km a 0                        | PLAE1                        | 0.443 |
|                     | LAE2 | Cercana 0.2 km - 1 km                         | PLAE2                        | 0.296 |
|                     | LAE3 | Medianamente alejada 1 km - 3 km              | PLAE3                        | 0.146 |
|                     | LAE4 | Alejada 3 km - 5 km                           | PLAE4                        | 0.075 |
|                     | LAE5 | Muy alejada > 5 km                            | PLAE5                        | 0.040 |

***B. Análisis del factor fragilidad económica.***

- Ocupación principal. Se analizó la ocupación principal de la población, pues brinda información importante respecto a la situación laboral actual y el entorno donde lo desarrolla. Si la actividad laboral está dentro del área de influencia, la fragilidad viene a ser mayor.

**Tabla 36**

*Cuadro de resumen – Ocupación principal*

| <b>PARÁMETRO:</b>   |     | <b>OCUPACIÓN PRINCIPAL</b>       | <b>PESO PONDERADO: 0.260</b> |       |
|---------------------|-----|----------------------------------|------------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | OC1 | pescador y/o jubilado            | POC1                         | 0.503 |
|                     | OC2 | artesano y/o comerciante         | POC2                         | 0.260 |
|                     | OC3 | Trabaja en construcción          | POC3                         | 0.134 |
|                     | OC4 | Empleado público o independiente | POC4                         | 0.068 |
|                     | OC5 | Lote o vivienda desocupado       | POC5                         | 0.035 |

***C. Análisis de la resiliencia económica.***

- Ingreso familiar promedio mensual. Para el análisis de la resiliencia económica se consideró el nivel de ingreso promedio mensual de cada familia. A mayor ingreso económico presenta una mayor resiliencia.



**Tabla 37**

*Cuadro de resumen – Ingreso familiar promedio mensual.*

| <b>PARÁMETRO:</b>   | <b>INGRESO FAMILIAR<br/>PROMEDIO MENSUAL</b> |                  | <b>PESO PONDERADO: 0.106</b> |       |
|---------------------|--|------------------|------------------------------|-------|
| <b>Descriptores</b> | IFM1   | > 3000           | PIFM1                        | 0.507 |
|                     | IFM2   | > 1200 - <= 3000 | PIFM2                        | 0.281 |
|                     | IFM3   | > 264 <= 1200    | PIFM3                        | 0.119 |
|                     | IFM4   | > 149 - <= 264   | PIFM4                        | 0.060 |
|                     | IFM5   | <=149            | PIFM5                        | 0.033 |

**3.6.7.5. Niveles de vulnerabilidad.** La determinación de los niveles de vulnerabilidad resulta del producto del valor ponderado final de cada factor por su peso asignado, esto previa evaluación de sus parámetros y descriptores involucrados. Los resultados se detallan en el Capítulo IV.

**Tabla 38**

*Valores finales de la dimensión física*

| <b>DIMENSIÓN FÍSICA</b>      |                              |                               |                               |                               |                               | <b>VALOR<br/>DIMENSIÓN<br/>FÍSICA</b> | <b>PESO<br/>DIMENSIÓN<br/>FÍSICA</b> |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>FACTOR<br/>EXPOSICIÓN</b> | <b>FACTOR<br/>FRAGILIDAD</b> | <b>FACTOR<br/>RESILIENCIA</b> | <b>FACTOR<br/>RESILIENCIA</b> | <b>FACTOR<br/>RESILIENCIA</b> | <b>FACTOR<br/>RESILIENCIA</b> |                                       |                                      |
|                              | 0.438                        | 0.449                         |                               | 0.503                         |                               | <b>0.447</b>                          |                                      |
|                              | 0.300                        | 0.294                         |                               | 0.260                         |                               | <b>0.295</b>                          |                                      |
| 0.653                        | 0.150                        | 0.251                         | 0.145                         | 0.096                         | 0.134                         | <b>0.147</b>                          | <b>0.633</b>                         |
|                              | 0.068                        | 0.075                         |                               | 0.068                         |                               | <b>0.070</b>                          |                                      |
|                              | 0.044                        | 0.038                         |                               | 0.035                         |                               | <b>0.042</b>                          |                                      |

**Tabla 39***Valores finales de la dimensión social*

| <b>DIMENSIÓN SOCIAL</b> |                   |       |                    |       |                        |                       |
|-------------------------|-------------------|-------|--------------------|-------|------------------------|-----------------------|
| FACTOR EXPOSICIÓN       | FACTOR FRAGILIDAD |       | FACTOR RESILIENCIA |       | VALOR DIMENSIÓN SOCIAL | PESO DIMENSIÓN SOCIAL |
|                         | 0.503             |       | 0.449              |       | 0.475                  | <b>0.486</b>          |
|                         | 0.260             |       | 0.294              |       | 0.280                  | <b>0.271</b>          |
| 0.633                   | 0.134             | 0.260 | 0.145              | 0.106 | 0.139                  | <b>0.138</b>          |
|                         | 0.068             |       | 0.075              |       | 0.069                  | <b>0.070</b>          |
|                         | 0.035             |       | 0.038              |       | 0.036                  | <b>0.036</b>          |

**Tabla 40***Valores finales de la dimensión económica*

| <b>DIMENSIÓN ECONÓMICA</b> |                   |       |                    |       |                           |                          |
|----------------------------|-------------------|-------|--------------------|-------|---------------------------|--------------------------|
| FACTOR EXPOSICIÓN          | FACTOR FRAGILIDAD |       | FACTOR RESILIENCIA |       | VALOR DIMENSIÓN ECONÓMICA | PESO DIMENSIÓN ECONÓMICA |
|                            | 0.443             |       | 0.503              |       | 0.507                     | <b>0.465</b>             |
|                            | 0.296             |       | 0.260              |       | 0.281                     | <b>0.285</b>             |
| 0.633                      | 0.146             | 0.260 | 0.134              | 0.106 | 0.119                     | <b>0.140</b>             |
|                            | 0.075             | 0     | 0.068              |       | 0.060                     | <b>0.072</b>             |
|                            | 0.040             |       | 0.035              |       | 0.033                     | <b>0.038</b>             |

**Tabla 41***Cálculo de los rangos del nivel de vulnerabilidad*

| DIMENSIÓN FÍSICA |       | DIMENSIÓN SOCIAL |       | DIMENSIÓN ECONÓMICA |       | VULNERABILIDAD |
|------------------|-------|------------------|-------|---------------------|-------|----------------|
| Valor            | Peso  | Valor            | Peso  | Valor               | Peso  |                |
| 0.447            |       | 0.486            |       | 0.465               |       | <b>0.459</b>   |
| 0.295            |       | 0.271            |       | 0.285               |       | <b>0.287</b>   |
| 0.147            | 0.633 | 0.138            | 0.260 | 0.140               | 0.106 | <b>0.144</b>   |
| 0.070            |       | 0.070            |       | 0.072               |       | <b>0.070</b>   |
| 0.042            |       | 0.036            |       | 0.038               |       | <b>0.040</b>   |

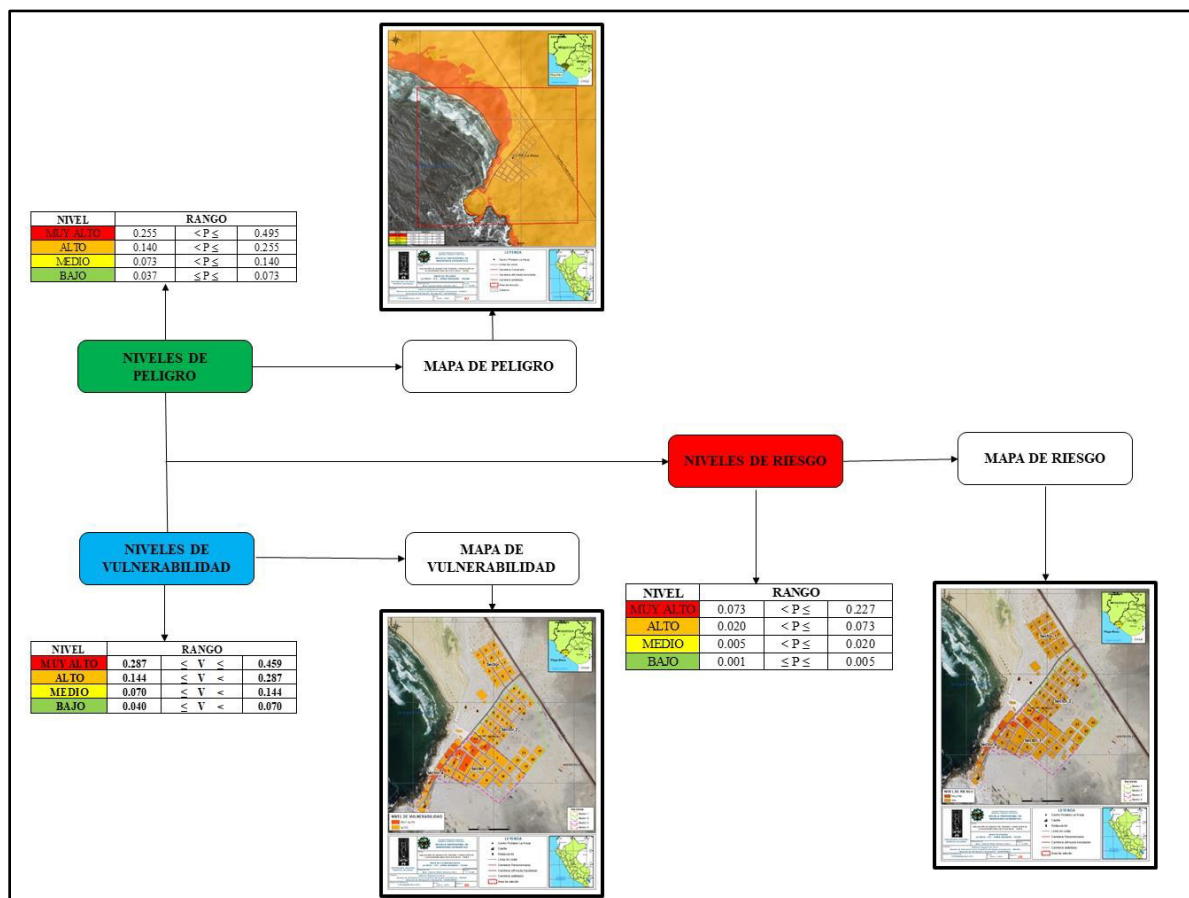
*Nota:* los valores de vulnerabilidad resultan de la suma de los productos de los valores de cada dimensión por su respectivo peso asignado.

### ***3.6.8. Cálculo del riesgo***

Con la multiplicación de las matrices obtenidas de los niveles de peligro y vulnerabilidad se calcula el nivel del riesgo en el área de estudio. Los resultados se muestran en el Capítulo IV.

Figura 39

Metodología para la determinación de los niveles de riesgo del CCPP Caleta Meca en Ite.



Nota: Adaptado de Diagrama para calcular el riesgo, por Panduro E., 2022,

(<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/14241>).

### 3.7. Análisis De Datos

El análisis de datos se llevó a cabo en las etapas de pre y post campo, mediante la recopilación y análisis de información para posteriormente aplicar la metodología planteada por el CENEPRED (2014) en el Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da versión. Además, se tomó en cuenta lo planteado por la COI (2008) sobre medidas de contingencia ante tsunamis. Para esto se utilizaron herramientas como Word, Excel y Sistemas

de información geográfica (Arcgis, Qgis, Global Mapper, etc.), que permitieron una mejor evaluación de datos y su sistematización para la obtención de resultados verídicos.

### **3.8. Consideraciones Éticas**

El presente estudio fue desarrollado teniendo todas las consideraciones éticas y morales. La información secundaria cuenta con su respectiva referencia bibliográfica y se indica la metodología del desarrollo de la información primaria.

Se cumplen todas las normas establecidas en el Reglamento General de Grados y Títulos y sus modificatorias (a diciembre de 2019) de la Universidad Nacional Federico Villareal; así como, las normas APA séptima edición.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Determinación del nivel del riesgo del CCPP Caleta Meca, distrito de Ite, Provincia

#### Jorge Basadre, departamento de Tacna.

##### 4.1.1. Determinación del peligro

Aplicando la metodología planteada en el acápite (3.6.6) se logró determinar los niveles de peligro y estratificarlos en rangos para describir cada nivel y finalmente elaborar el mapa de peligro del CCPP Caleta Meca en Ite, provincia Jorge Basadre, departamento de Tacna.

**4.1.1.1. Niveles de peligro.** En la tabla 41 se muestran los rangos de los niveles de peligro obtenidos para el CCPP Caleta Meca en Ite.

**Tabla 42**

*Niveles de Peligro - Rangos*

| <b>NIVEL DE PELIGRO</b> | <b>RANGO</b> |       |       |
|-------------------------|--------------|-------|-------|
| <b>MUY ALTO</b>         | 0.255        | < P ≤ | 0.495 |
| <b>ALTO</b>             | 0.140        | < P ≤ | 0.255 |
| <b>MEDIO</b>            | 0.073        | < P ≤ | 0.140 |
| <b>BAJO</b>             | 0.037        | ≤ P ≤ | 0.073 |

##### 4.1.1.2. Estratificación del Peligro.

Tabla 43

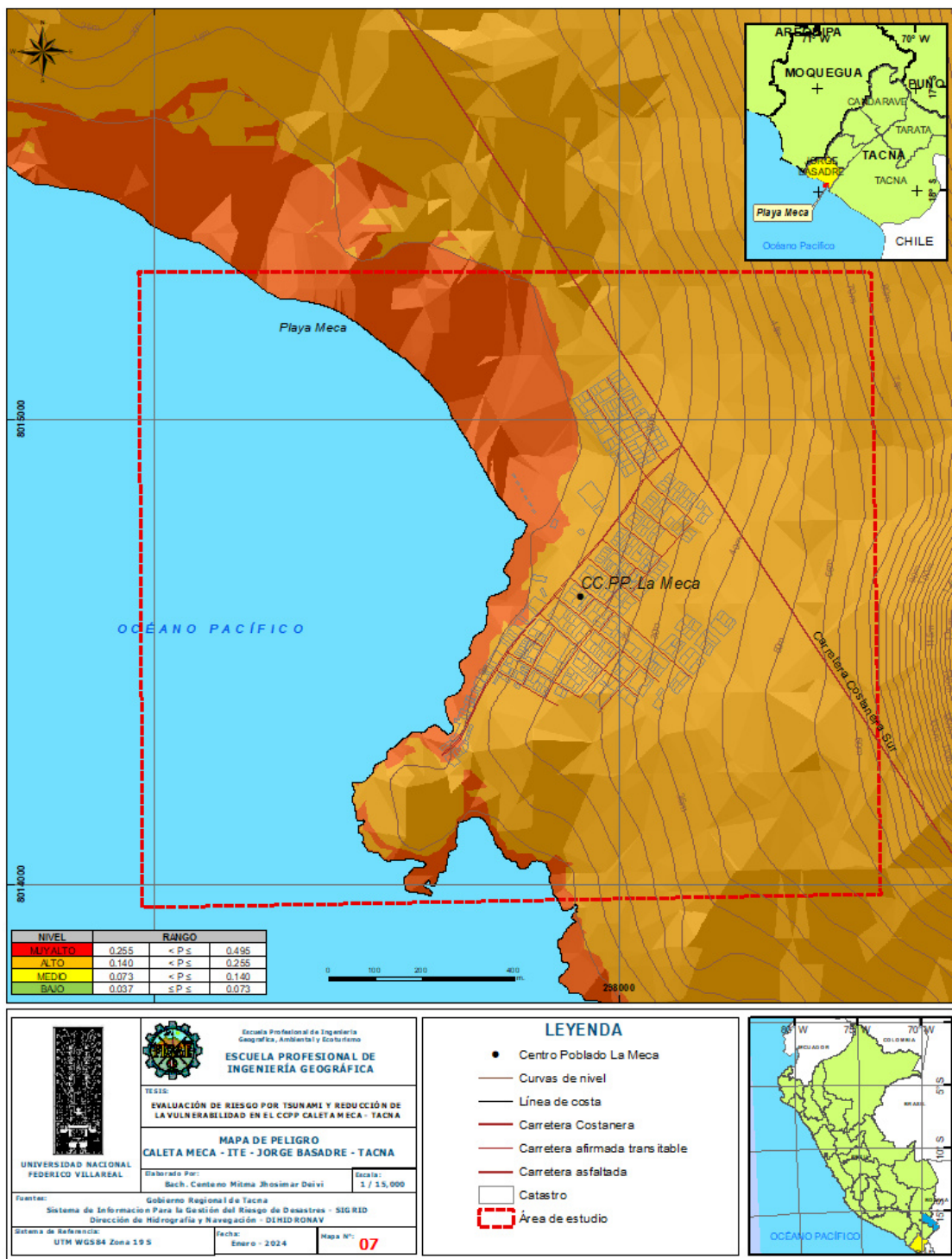
*Estratificación de los niveles de peligro por tsunami para el CCPP Caleta Meca*

| NIVEL            | DESCRIPCION   | RANGO             |
|------------------|---|-------------------|
| PELIGRO MUY ALTO | Tsunami producido por la ocurrencia de un sismo de magnitud entre 8.0 - 8.5 Mw, inundando áreas mayores a 80 has., en zonas con altitudes menores a los 4 msnm, con pendientes menores a 5°; impactando sobre áreas con predominancia geomorfológica de cordón litoral y unidad geológica de depósitos aluviales.   | 0.255 < P ≤ 0.495 |
| PELIGRO ALTO     | Tsunami producido por la ocurrencia de un sismo de magnitud entre 8.0 - 8.5 Mw, inundando áreas de entre 60 y 80 has., en zonas cuyas altitudes varían entre los 4 - 10 msnm, con pendientes entre 5°-15°; impactando sobre áreas con predominancia geomorfológica de deltas y unidad geológica de depósitos biogénicos.  | 0.140 < P ≤ 0.255 |
| PELIGRO MEDIO    | Tsunami producido por la ocurrencia de un sismo de magnitud entre 8.0 - 8.5 Mw, inundando áreas de entre 40 y 60 has., en zonas cuyas altitudes varían entre los 10 - 15 msnm, con pendientes entre 15°-25°, impactando sobre áreas de predominancia geomorfológica de vertiente o piedemonte aluvio torrencial y unidad geológica de formación chocolate.                                | 0.073 < P ≤ 0.140 |
| PELIGRO BAJO     | Tsunami producido por la ocurrencia de un sismo de magnitud entre 8.0 - 8.5 Mw, inundando áreas de menores a 40 has., en zonas cuyas altitudes superan los 15 msnm, con pendientes mayores a 25°, impactando sobre áreas de predominancia geomorfológica de montaña, colina y/o lomada en roca intrusiva o volcánica y unidades geológicas de super unidad Ilo dioritas y graniodioritas. | 0.037 ≤ P ≤ 0.073 |

#### 4.1.1.3. Mapa de Peligro por tsunami.

Figura 40

Mapa de peligro por tsunami en el CCPP Caleta Meca en Ite.





#### ***4.1.2. Cuantificación y análisis de elementos expuestos frente a tsunamis en el CCPP Caleta***

##### ***Meca***

Los elementos expuestos considerados en el CCPP Caleta Meca son todos aquellos elementos que se involucran en la interacción socioeconómica y cultural de las personas, tales como la población, sus viviendas, recursos y servicios, los cuales debido a su ubicación geográfica presentan un nivel alto de peligro ante tsunamis.

La cuantificación de elementos expuestos se llevó a cabo mediante la observación, las encuestas, fotografías y el vuelo de dron el día de la inspección de campo, registrando así todos los datos en una base de datos GIS que permitieron sistematizar la información y georreferenciarla.

Para una mejor evaluación de los elementos se realizó la clasificación según sus dimensiones:

**4.1.2.1. Dimensión Social.** Según la información recopilada en campo, la población que se encuentra expuesta a un posible tsunami en el CCPP Caleta Meca asciende a 114 personas residentes en la temporada de verano, esto varía en temporada de invierno debido a que la población solo viene a vacacionar y posteriormente retoman sus labores en otros centros poblados o distritos cercanos.

**Tabla 44**

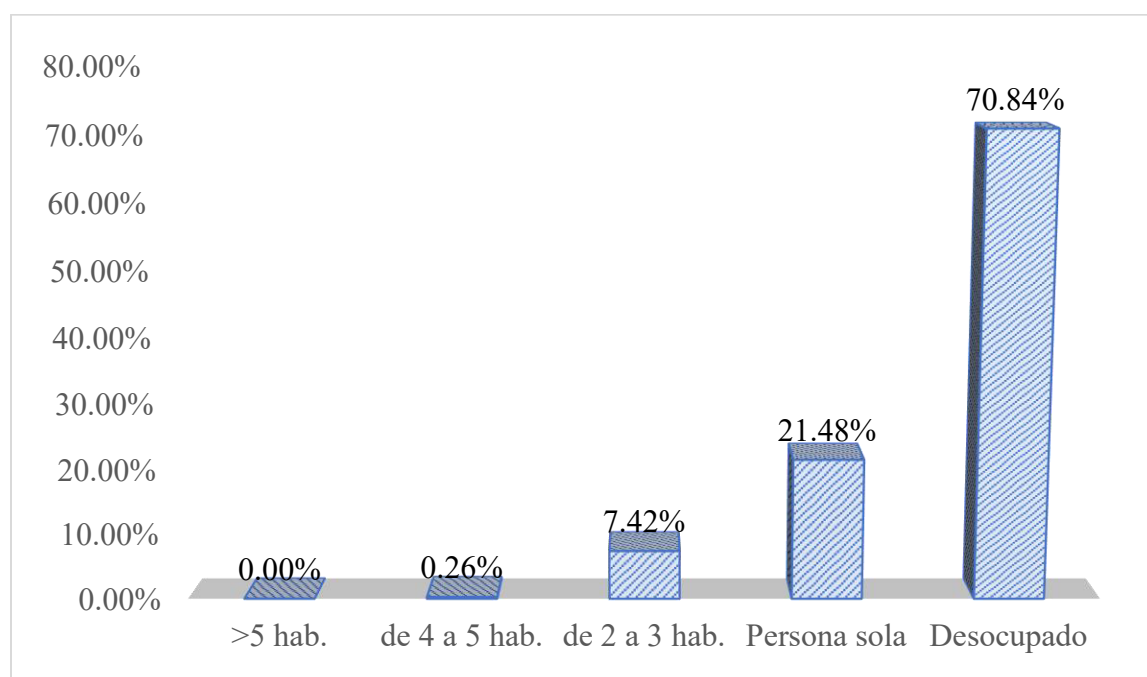
*Cuantificación de elementos expuestos en la dimensión social*

| <b>Elementos expuestos</b> | <b>Cantidad</b> |
|----------------------------|-----------------|
| Personas residentes        | 114             |

**A. Exposición social de la población.** Para determinar la exposición social se procesó la información recopilada en campo a través de las encuestas, registrando la cantidad de personas que habitan por vivienda. Este resultado permite entender la cantidad de población que se encuentra susceptible al impacto de un posible tsunami.

**Figura 41**

*Número de habitantes por vivienda en el CCPP Caleta Meca en Ite*

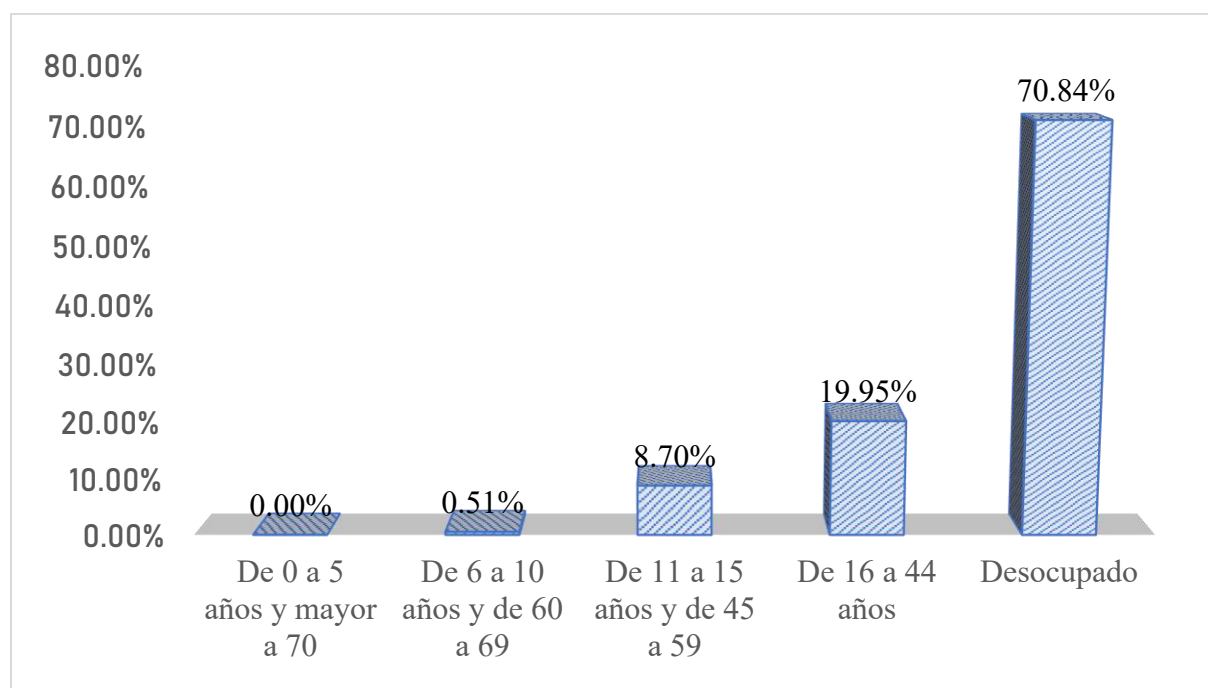


*Nota:* se puede apreciar que la mayor cantidad de viviendas se encuentran en estado de desocupación, mientras que un menor porcentaje solo presenta una persona como residente.

**B. Fragilidad social de la población.** El análisis de la fragilidad social se llevó a cabo recopilando la información de grupo etario susceptible al peligro en el área de estudio, esto debido a que las edades cumplen un rol importante en cuanto a respuestas a emergencias se refiere. La vitalidad de las personas jóvenes permite que las acciones de respuesta sean más rápidas y efectivas, mientras que las personas muy mayores o recién nacidos requieren de ayuda para responder.

**Figura 42**

*Grupos etarios susceptibles en el CCPP Caleta Meca en Ite*



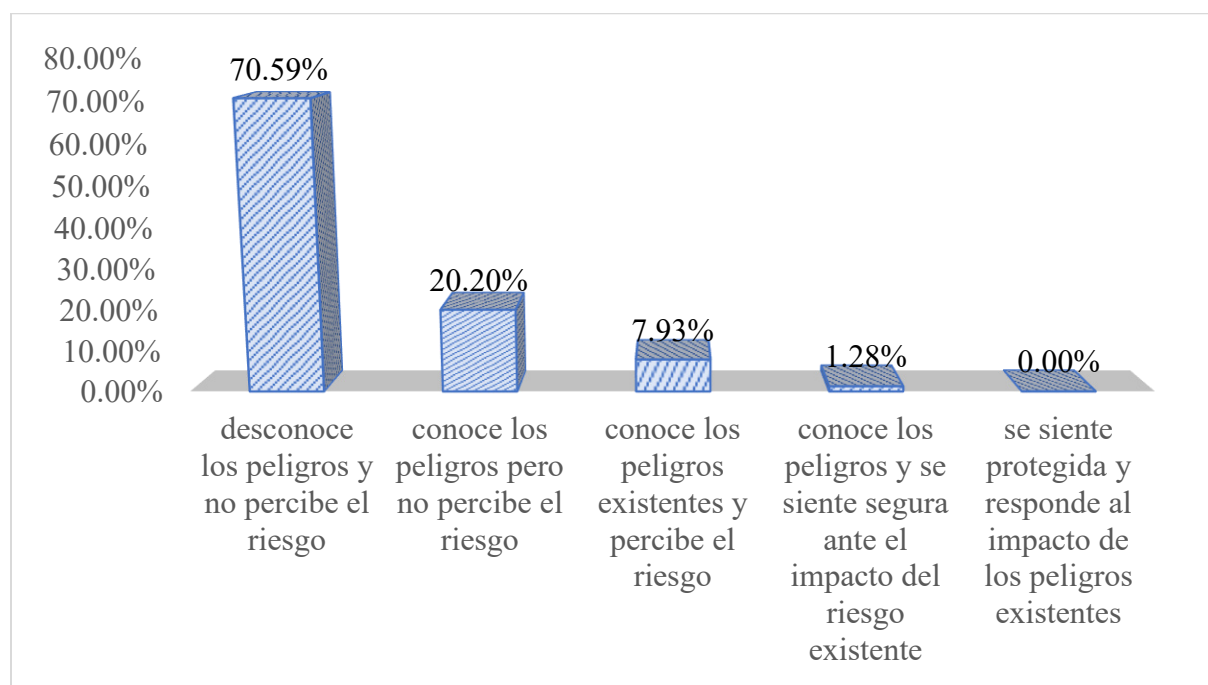
*Nota:* se puede apreciar que no existen habitantes menores de 5 años y mayores de 70; la mayor cantidad de población se encuentra en un rango de edad de 16 a 44 años (19.95%).

**C. Resiliencia social de la población.** Para el análisis de la resiliencia social de la población se ponderaron tres características importantes de la población respecto a actitudes e importancia que estos le dan al tema de riesgos por tsunamis.

- **Percepción del riesgo.** La población del CCPP Caleta Meca percibe el riesgo según muestra la figura 43:

**Figura 43**

*Nivel de percepción del riesgo de la población del CCPP Caleta Meca*

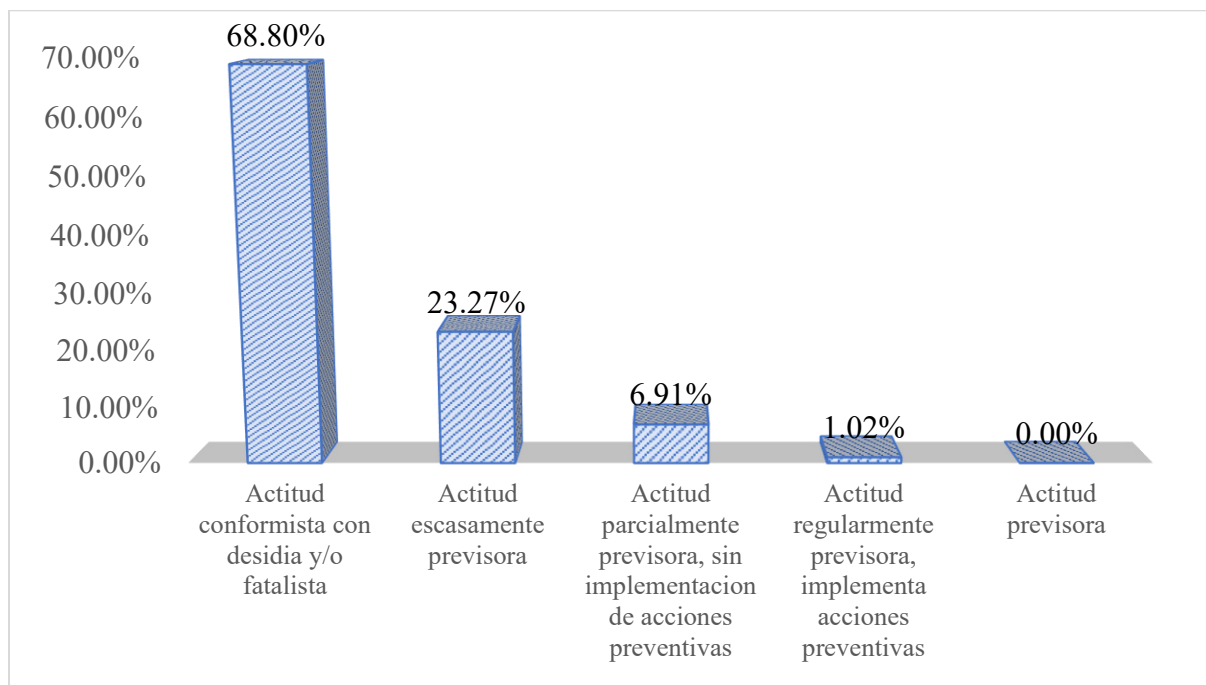


*Nota:* se aprecia que el mayor porcentaje de personas (70.59%) desconoce los peligros y no percibe el riesgo, mientras que un mínimo porcentaje (1.28%) conoce y se siente seguro ante el impacto del riesgo.

- **Actitud frente a la ocurrencia de tsunamis.** La población del CCPP Caleta Meca presenta una actitud ante la ocurrencia de tsunamis, según se muestra en la figura 44.

**Figura 44**

*Actitud de la población del CCPP Caleta Meca*

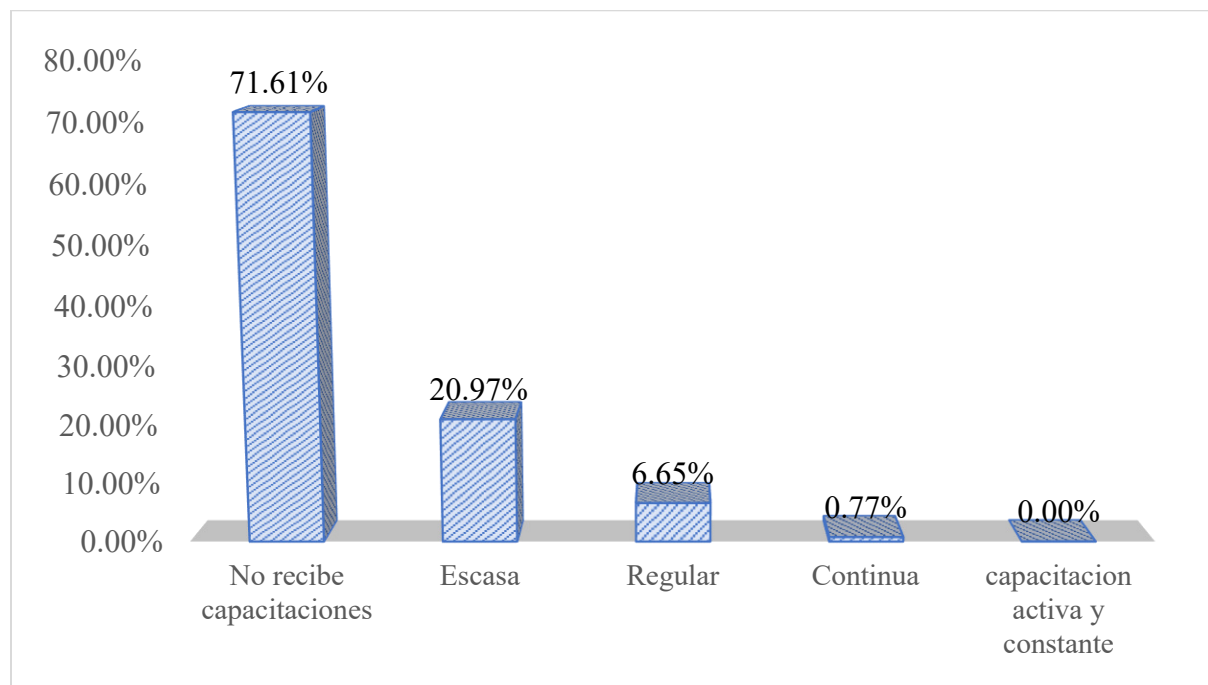


*Nota:* el mayor porcentaje de personas (68.80%) tiene una actitud conformista, con desidia y/o fatalista; mientras que solo el 1.02% es previsor e implementa acciones.

- **Capacitación en GRD.** El nivel de capacitación en temas de GRD que presenta la población del CCPP Caleta Meca en Ite se muestra en la figura 45.

**Figura 45**

*Nivel de Capacitación de la población del CCPP Caleta Meca*



*Nota:* Nótese que el 71.61% de personas no recibe capacitaciones, seguido de un 20.97% que presenta escaso nivel de capacitación y solo el 0.77% recibe capacitación continuamente.

**4.1.2.2. Dimensión física.** Según la información recopilada en campo, se han identificado múltiples estructuras, pertenecientes al CCPP Caleta Meca que, podrían sufrir afectación ante un tsunami.

**Tabla 45**

*Cuantificación de elementos expuestos en la dimensión física*

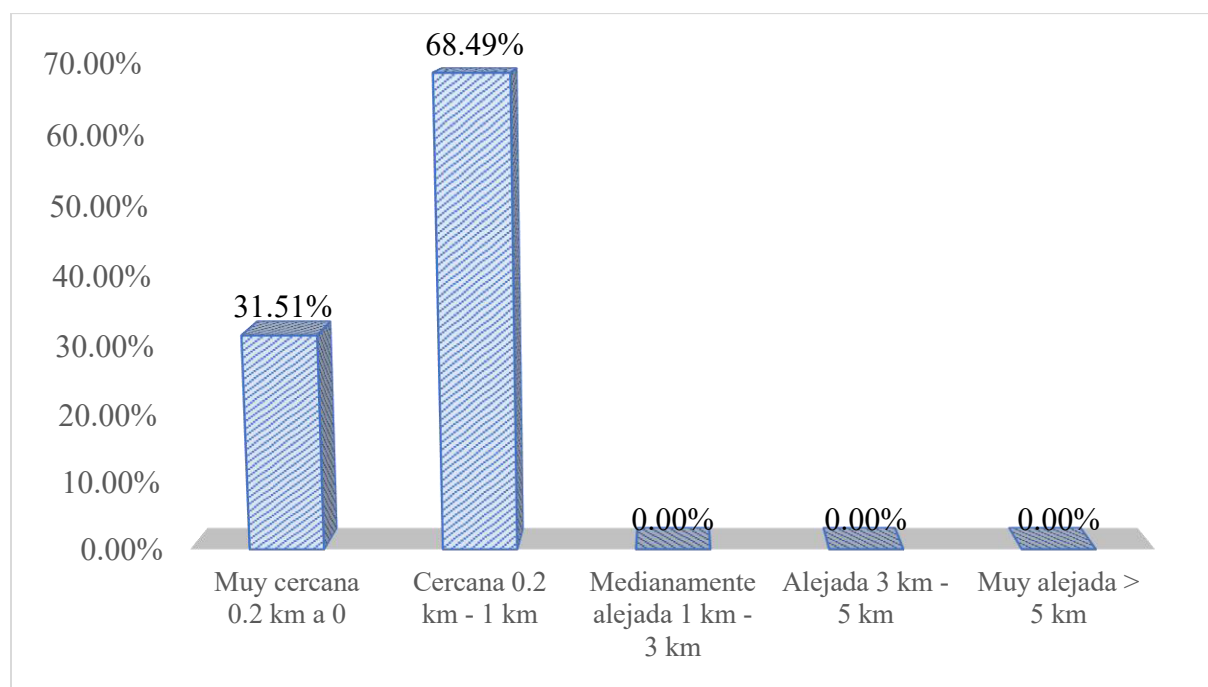
| <b>Elementos Expuestos</b>    | <b>Cantidad</b> |
|-------------------------------|-----------------|
| Viviendas                     | 388             |
| Servicios Higiénicos públicos | 1               |
| Local comunal                 | 1               |
| Plaza/mirador                 | 3               |
| Campo deportivo               | 1               |
| Iglesias/Capilla              | 1               |

|              |            |
|--------------|------------|
| Restaurantes | 2          |
| Zona camping | 6          |
| <b>Total</b> | <b>403</b> |

**A. Exposición física.** Para el análisis de la exposición física se desarrolló la observación en el campo, mostrando el resultado en la figura 46 para el CCPP Caleta Meca

**Figura 46**

*Ubicación de las construcciones del CCPP Caleta Meca*

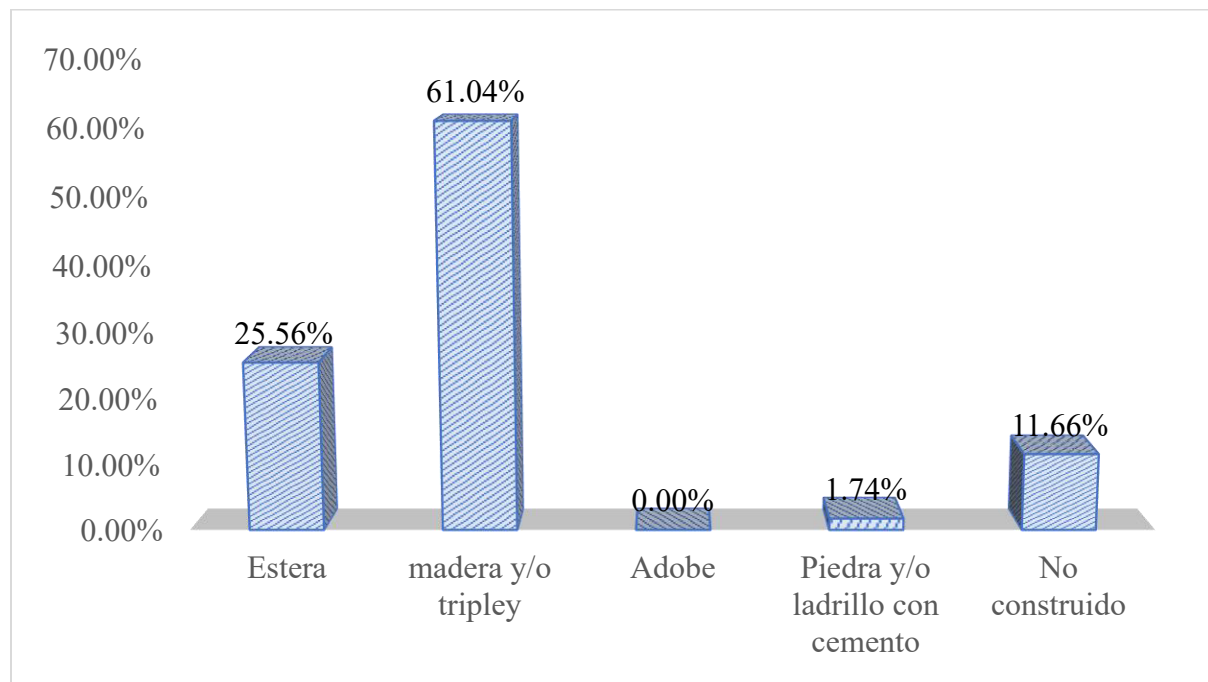


*Nota:* El total de edificaciones se encuentran a menos de 1 km de la playa Meca, encontrándose dentro del área de influencia del posible tsunami.

**B. Fragilidad física.** El análisis de la fragilidad física se desarrolló mediante la observación en campo, obteniendo los resultados mostrados en la figura 47.

**Figura 47**

*Materiales predominantes en las construcciones del CCPP Caleta Meca*



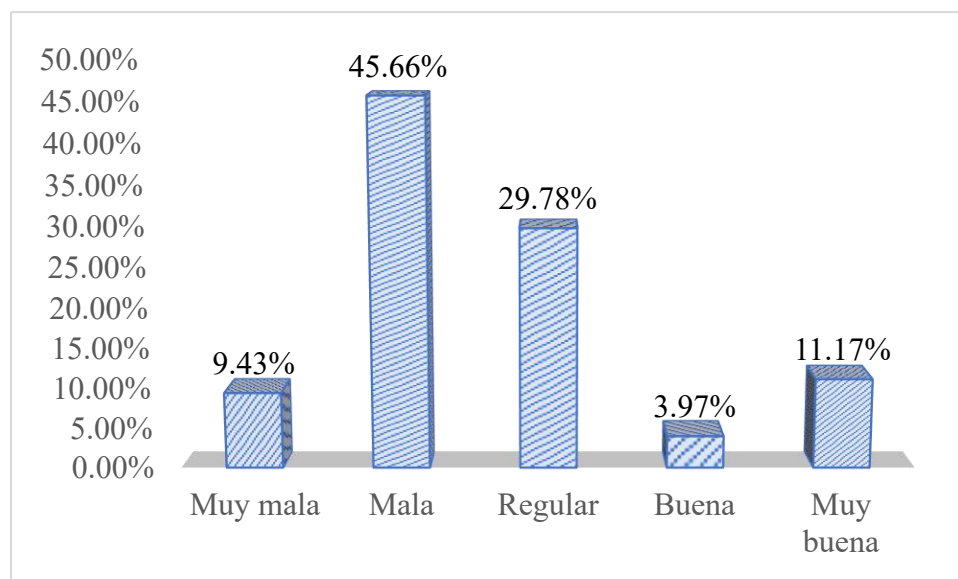
*Nota:* La mayor cantidad de construcciones (viviendas, restaurantes, capilla, etc.) (61.04%) son de madera y/o triplay, mientras que solo el 1.74% es de piedra y/o ladrillo con cemento (miradores, plaza/parque, SS. HH); así mismo, un porcentaje considerable (11.66%) está aun sin construir.



**C. Resiliencia física.** Para el análisis de la resiliencia física se tomó en cuenta el estado de conservación de las estructuras del CCPP Caleta Meca. A través de la observación en campo se pudo obtener los resultados mostrados en la figura 48.

**Figura 48**

*Estado de conservación de las construcciones del CCPP Caleta Meca*



*Nota:* El mayor porcentaje de las estructuras (45.66%) se encuentran en mal estado de conservación, seguido de un 29.78% cuyo estado es regular; mientras que el menor porcentaje (3.97%) presenta un buen estado de conservación. Así también, el 11.17% se encuentran en muy buen estado de conservación y el 9.43% se conserva en un estado muy malo.

**4.1.2.3. Dimensión Económica.** Según la información recopilada en campo, la principal actividad económica a la cual se dedica la población encuestada es de tipo independiente con 75 personas dedicándose al rubro (65.78%), seguido de artesanos y comerciantes con 25 personas (21.92%), pescador y/o jubilado con 13 personas (11.40%) y finalmente en el rubro de

construcción solo 1 persona (0.87%), esto último debido a que la mano de obra, por lo general, lo traen de distritos aledaños.

**Tabla 46**

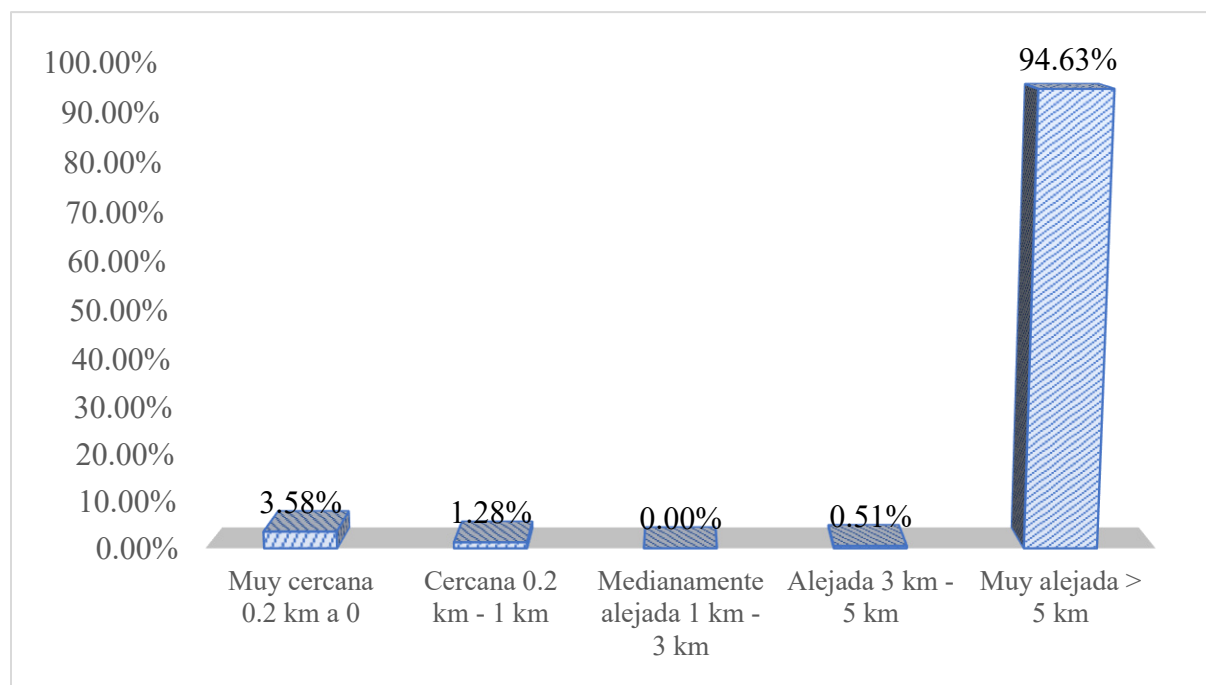
*Cuantificación de elementos expuestos en la dimensión económica*

| <b>Elementos Expuestos<br/>(actividades económicas)</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Porcentaje</b> |
|---|-----------------|-------------------|
| Independiente   | 75              | 65.78%            |
| Artesano y comerciante                                  | 25              | 21.92%            |
| Construcción  | 1               | 0.87%             |
| Pescador y/o jubilado                                   | 13              | 11.40%            |
| Total   | 114             | 100%              |

**A. Exposición económica.** Para el análisis de la exposición económica se revisaron los resultados obtenidos en las encuestas de la población del CCPP Caleta Meca, dando los resultados mostrados en la figura 49.

**Figura 49**

*Localización de la actividad económica de los pobladores del CCPP Caleta Meca*

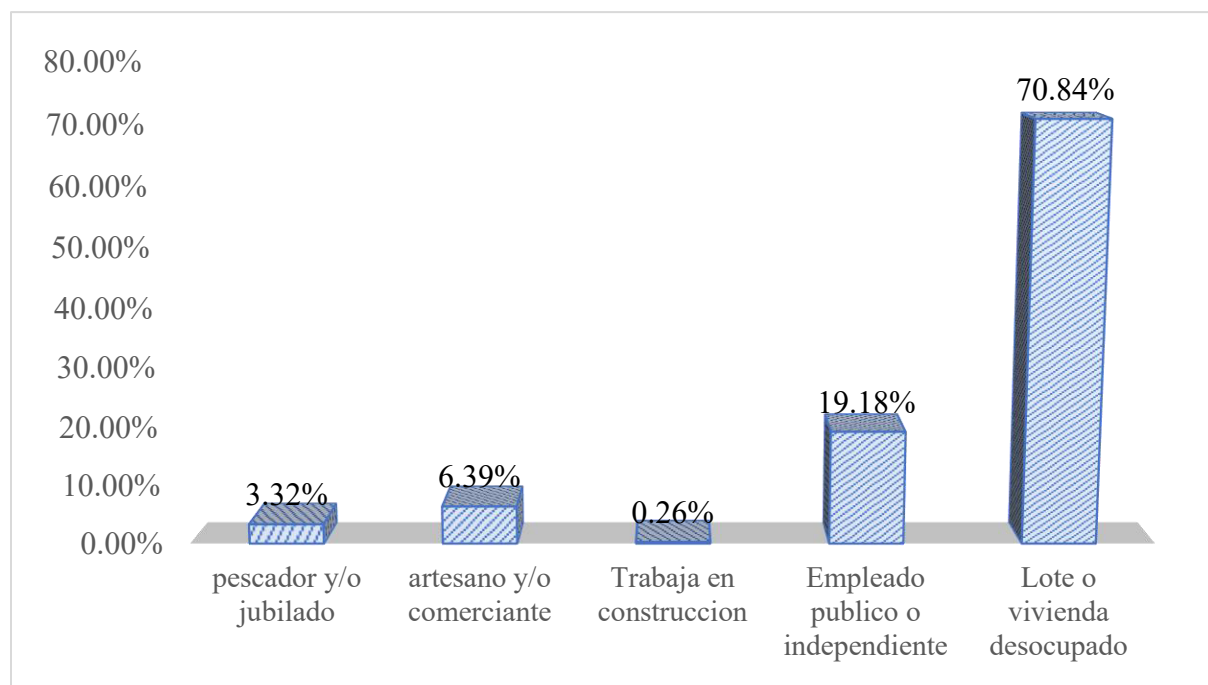


*Nota:* el mayor porcentaje de la población (94.63%) trabaja fuera del CCPP. Solo el 3.58% presenta una actividad dentro del CCPP Caleta Meca, es decir cerca a la playa.

**B. Fragilidad económica.** El análisis de la fragilidad económica se generó en base a los resultados de las encuestas realizadas a la población respecto a la ocupación principal que desarrolla. Los resultados se muestran en la figura 50.

**Figura 50**

*Ocupación principal de los pobladores del CCPP Caleta Meca*

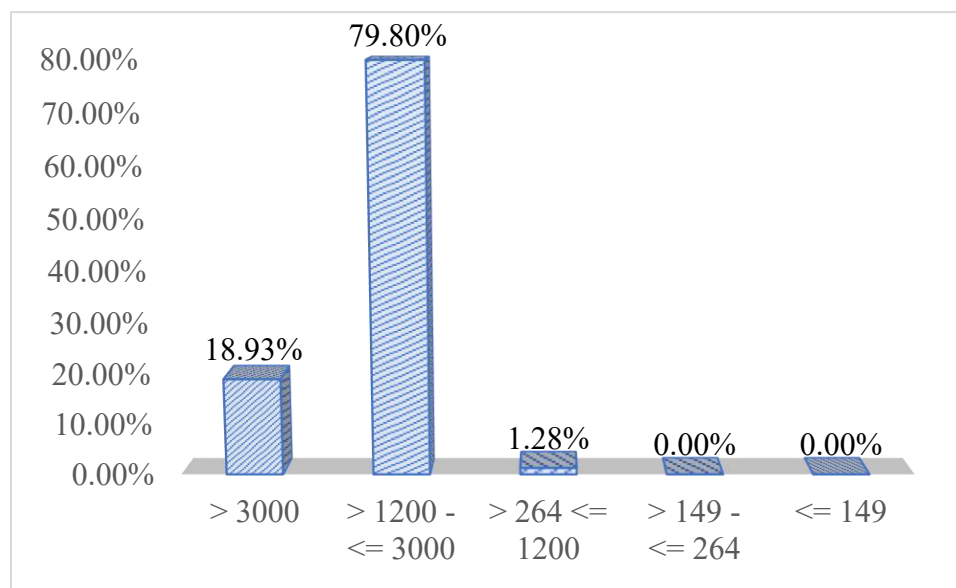


*Nota:* el mayor porcentaje de personas (19.18%) son empleados públicos o independientes laborando en distritos aledaños al CCPP Caleta Meca; mientras que solo el 3.32% son pescadores y/o jubilados. El 6.39% se dedican al rubro del comercio y/o artesano; mientras que solo el 0.26% a la construcción.

**C. Resiliencia económica.** Para el análisis de la resiliencia económica se revisaron los resultados de las encuestas respecto al ingreso familiar promedio mensual de los pobladores, mostrando los resultados en la figura 51.

**Figura 51**

*Ingreso familiar promedio mensual de la población del CCPP Caleta Meca*

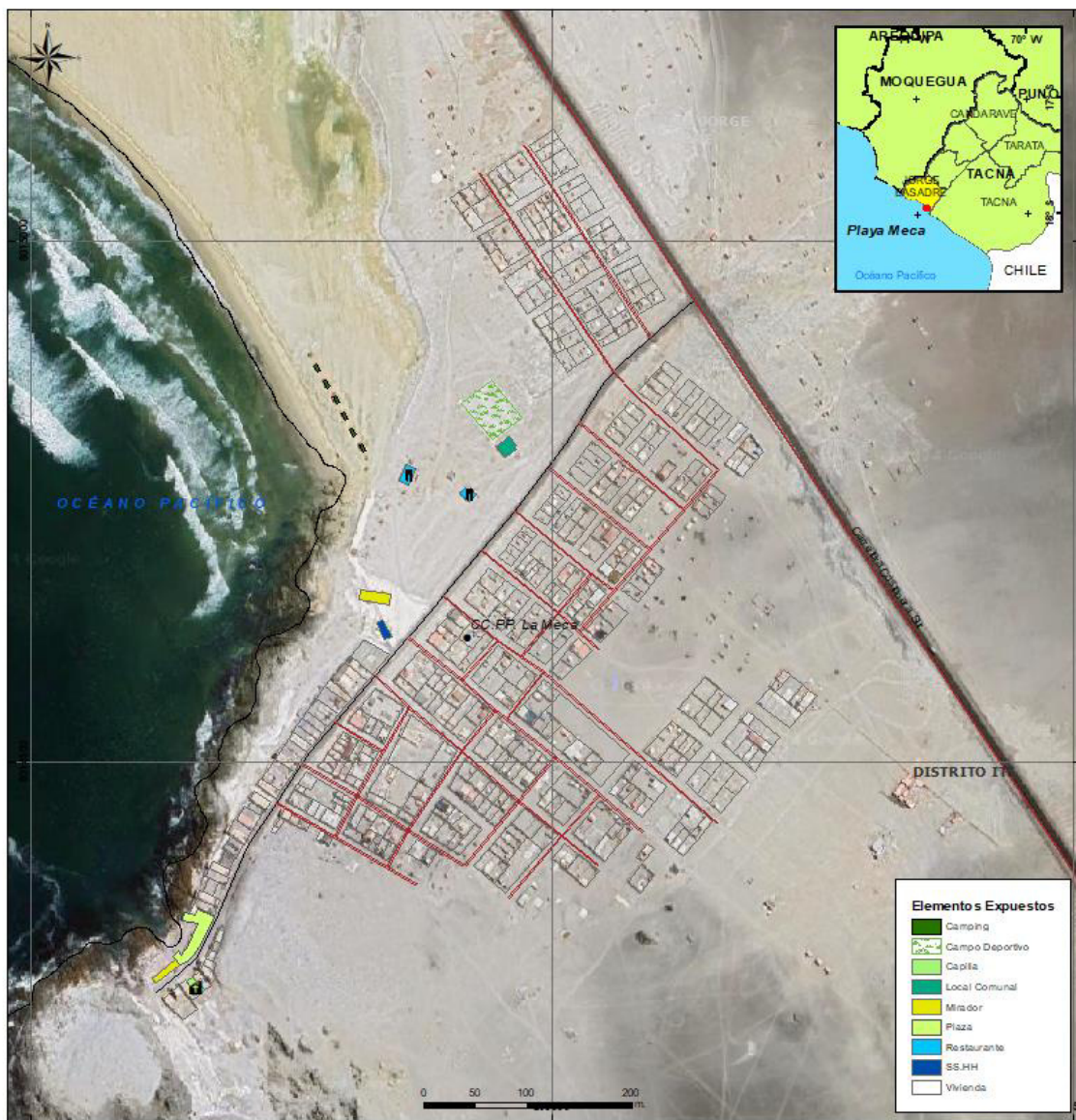


*Nota:* El mayor porcentaje de población (79.80%) percibe un ingreso promedio mayor de S/.1,200.00 y menor de S/.3,000.00 soles, mientras que solo el 18.97% percibe más de S/.3,000.00 soles. Solo el 1.28% registra ingresos mensuales menores de S/.1,200.00 y mayores de S./ 264.00.

#### 4.1.2.4. Mapa de Elementos expuestos.

Figura 52

Mapa de elementos expuestos en el CCPP Caleta Meca en Ite



|  |   |  |  |   |
|--|---|--|--|---|
| <br>UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL   | <br>Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecosistemas<br><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA</b> | <b>LEYENDA</b>   |  |  |
|  | TESIS:<br>EVALUACIÓN DE RIESGO POR TSUNAMI Y REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EL CCPP CALETA MECA - TACNA  | Capilla<br>Restaurante<br>Centro Poblado La Meca<br>Línea de costa<br>Carretera Panamericana<br>Carretera afirmada transitable<br>Carretera asfaltada<br>Área de estudio |  |   |
|  | MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS<br>CALETA MECA - ITE - JORGE BASADRE - TACNA  |  |  |   |
|  | Elaborado Por:<br>Bach. Centeno Mima Jhosimar Dalvi   | Escala:<br>1 / 5,000   |  |   |
| Fuentes:<br>Gobierno Regional de Tacna<br>Sistema de Información Para la Gestión del Riesgo de Desastres - SIG RID<br>Dirección de Hidrografía y Navegación - DIHIDRONAV | Fecha:<br>Enero - 2024  | Mapa N°:<br><b>08</b>  |  |   |

### 4.1.3. Determinación de la vulnerabilidad

**4.1.3.1. Niveles de vulnerabilidad.** Aplicando la metodología planteada en el acápite (3.6.7) se logró determinar los niveles de vulnerabilidad y estratificarlos en rangos para describir cada nivel y finalmente elaborar el mapa de vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca en Ite, provincia Jorge Basadre, departamento de Tacna.

**Tabla 47**

*Niveles de vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.*

| NIVEL    |       | RANGO         |       |
|----------|-------|---------------|-------|
| MUY ALTO | 0.287 | $\leq V \leq$ | 0.459 |
| ALTO     | 0.144 | $\leq V <$    | 0.287 |
| MEDIO    | 0.070 | $\leq V <$    | 0.144 |
| BAJO     | 0.040 | $\leq V <$    | 0.070 |

**4.1.3.2. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad.** Del análisis de los niveles de vulnerabilidad mostrados en el acápite 4.3.1, se desarrolló la estratificación de la vulnerabilidad para el CCPP Caleta Meca en Ite.

**Tabla 48**

*Estratificación de los niveles de vulnerabilidad por tsunami del CCPP Caleta Meca en el distrito de Ite, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna.*

| Nivel de vulnerabilidad | Descripción   | Rango                     |
|-------------------------|---|---------------------------|
| Muy Alto                | <p>La cantidad de personas en cada vivienda es mayor a 5 habitantes; cuyo grupo etario es de 0 a 5 años y mayor a 70 años; las personas no reciben capacitaciones en temas de GRD, presentan actitud conformista con desidia y/o fatalista frente a la ocurrencia de tsunamis y desconoce los peligros y no percibe el riesgo involucrado a tsunamis. Las construcciones se ubican muy cercanas a la línea de costa (0 - 0.2 km), siendo la estera su principal material predominante y con muy mal estado de conservación de la vivienda. La actividad laboral se ubica muy cercana a la línea de costa (0 - 0.2 km), con actividad principal de pescador y/o jubilado y el ingreso familiar promedio mensual inferior o igual a los 149 soles.</p>  | $0.287 \leq V \leq 0.459$ |
| Alto                    | <p>La cantidad de personas en cada vivienda es de 4 a 5 habitantes; cuyo grupo etario es de 6 a 10 años y de 60 a 69 años; las personas reciben escasa capacitación en temas de GRD, presentan actitud escasamente previsoras frente a la ocurrencia de tsunamis y conoce los peligros, pero no percibe el riesgo involucrado a tsunamis. Las construcciones se ubican cercano a la línea de costa (0.2 km - 1 km), siendo la madera y/o triplay su principal material predominante y un estado de conservación mala de la vivienda. La actividad laboral se ubica muy cercana a la línea de costa (0.2 km - 1 km), con actividad principal de artesano y/o comerciante y el ingreso familiar promedio mensual entre los 149 y 264 soles.</p>         | $0.144 \leq V < 0.287$    |
| Medio                   | <p>La cantidad de personas en cada vivienda es de 2 a 3 habitantes; cuyo grupo etario es de 11 a 15 años y de 45 a 59 años; las personas reciben regular capacitación en temas de GRD, presentan actitud parcialmente previsoras, sin implementación de acciones preventivas frente a la ocurrencia de tsunamis y conoce los peligros existentes y percibe el riesgo involucrado a tsunamis. Las construcciones se ubican medianamente alejada (1 km - 3 km), siendo el adobe su principal material predominante y un estado de conservación regular de la vivienda. La actividad laboral se ubica medianamente alejada (1 km - 3 km), con actividad principal en construcción y el ingreso familiar promedio mensual entre los 264 y 1200 soles.</p> | $0.070 \leq V < 0.144$    |

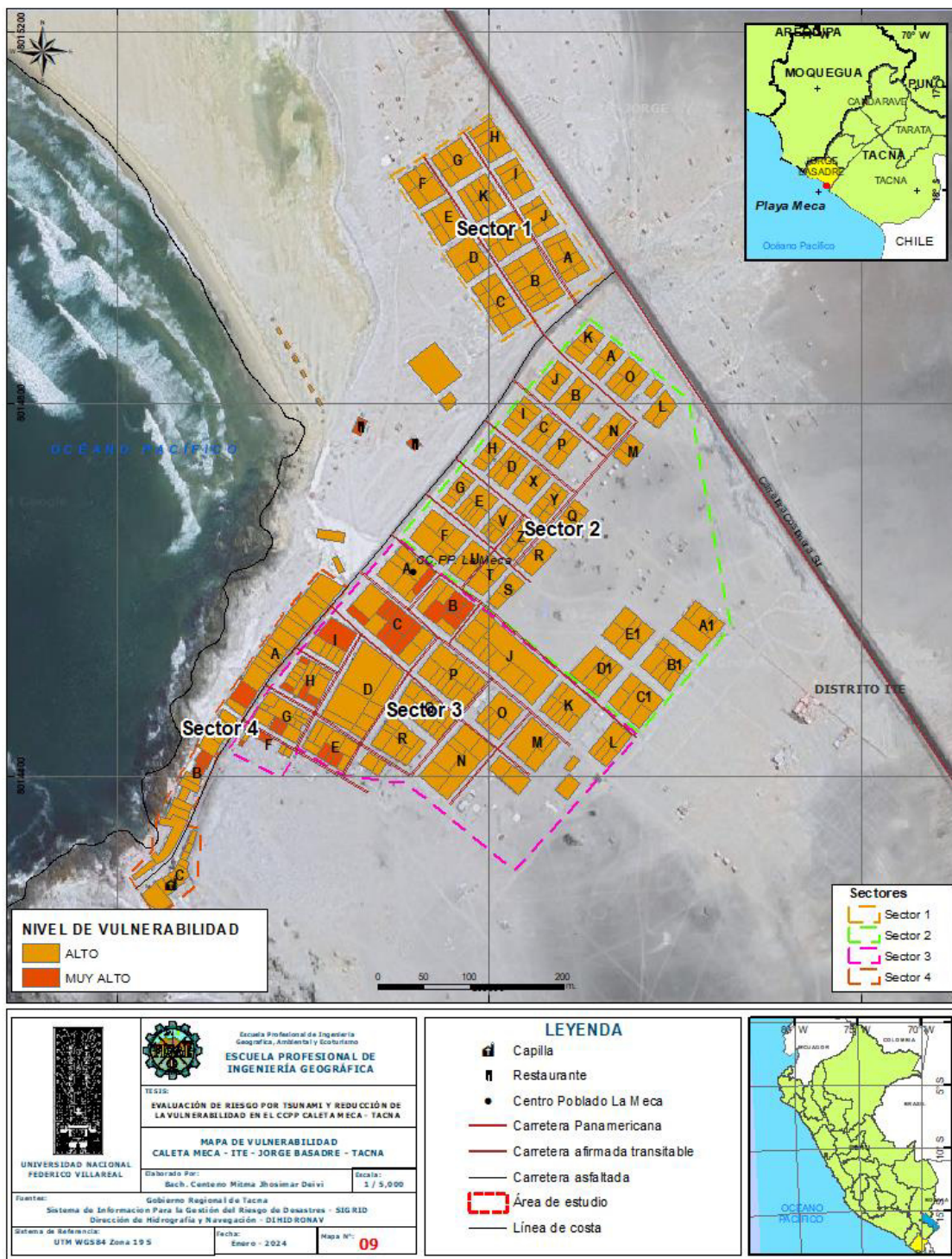


|      |   |                        |
|------|---|------------------------|
| Bajo | <p>La vivienda presenta solo 1 habitante o se encuentra desocupado; cuyo grupo etario es de 16 a 44 años o desocupado; las personas reciben continua y/o activa y constante capacitación en temas de GRD, presentan actitud regularmente previsoras que implementa acciones preventivas y/o actitud bastante previsoras, conoce los peligros y se siente segura ante el impacto del riesgo existente y/o se siente protegida y responde al impacto de los peligros existentes frente a la ocurrencia de tsunamis y conoce los peligros existentes y percibe el riesgo involucrado a tsunamis. Las construcciones se ubican alejada (3 km - 5 km) y/o muy alejada (&gt; 5 km), siendo el principal material predominante piedra y/o ladrillo con cemento y/o terreno no construido; y un estado de conservación de buena o muy buena para las viviendas. La actividad laboral se ubica alejada (3 km - 5 km) y/o muy alejada (&gt; 5 km), con actividad principal empleado público y/o independiente o terreno desocupado y el ingreso familiar promedio mensual mayor a 1200 soles.</p> | $0.040 \leq V < 0.070$ |
|------|---|------------------------|

**4.1.3.3. Mapa de vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca.** El mapa de vulnerabilidad se desarrolló utilizando los Sistemas de Información Geográfica (Qgis y ArcGIS), analizando cada elemento expuesto en su dimensión social, física y económica a partir de la información recabada en campo en el área de estudio.

Figura 53

Mapa de vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.



*Nota:* El CCPP Caleta Meca presenta, en mayor porcentaje, un nivel Alto de vulnerabilidad. Asimismo, algunas de las viviendas de los sectores 3 y 4 presentan un nivel de vulnerabilidad Muy alto debido principalmente a su proximidad a la playa (exposición) y al tipo de materiales empleados en su construcción (fragilidad).

#### **4.1.4. Determinación de los niveles de riesgo.**

**4.1.4.1. Niveles de riesgo.** Los valores de riesgo obtenidos, para el peligro de tsunami en el CCPP Caleta Meca, distrito de Ite, provincia de Jorge Basadre y departamento Tacna se muestran en la tabla 49.

**Tabla 49**

*Niveles de riesgo del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.*

| <b>NIVEL DE RIESGO</b> | <b>RANGO</b>      |
|------------------------|-------------------|
| MUY ALTO               | 0.073 < P ≤ 0.227 |
| ALTO                   | 0.020 < P ≤ 0.073 |
| MEDIO                  | 0.005 < P ≤ 0.020 |
| BAJO                   | 0.001 ≤ P ≤ 0.005 |

#### **4.1.4.2. Estratificación de los niveles de riesgo.**

**Tabla 50**

*Estratificación de los niveles de riesgo del CCPP Caleta Meca en el distrito de Ite, Provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna.*

| Nivel de vulnerabilidad | Descripción   | Rango             |
|-------------------------|---|-------------------|
| Muy Alto                | <p>Tsunami producido por la ocurrencia de un sismo de magnitud entre 8.0 - 8.5 Mw, inundando áreas mayores a las 80 has., en zonas con altitudes menores a los 4 msnm, con pendientes menores a 5°; impactando sobre áreas con predominancia geomorfológica de cordón litoral y unidad geológica de depósitos aluviales. La cantidad de personas en cada vivienda es mayor a 5 habitantes; cuyo grupo etario es de 0 a 5 años y mayor a 70; las personas no reciben capacitaciones en temas de GRD, presentan actitud conformista con desidia y/o fatalista frente a la ocurrencia de tsunamis y desconoce los peligros y no percibe el riesgo involucrado a tsunamis. Las construcciones se ubican muy cercanas a la línea de costa (0 - 0.2 km), siendo la estera su principal material predominante y con muy mal estado de conservación de la vivienda. La actividad laboral se ubica muy cercana a la línea de costa (0 - 0.2 km), con actividad principal de pescador y/o jubilado y el ingreso familiar promedio mensual superior a los 3000 soles.</p>      | 0.073 < P ≤ 0.227 |
| Alto                    | <p>Tsunami producido por la ocurrencia de un sismo de magnitud entre 8.0 - 8.5 Mw, inundando áreas de entre 60 y 80 has., en zonas cuyas altitudes varían entre los 4 - 10 msnm, con pendientes entre 5°-15°; impactando sobre áreas con predominancia geomorfológica de deltas y unidad geológica de depósitos biogénicos. La cantidad de personas en cada vivienda es de 4 a 5 habitantes; cuyo grupo etario es de 6 a 10 años y de 60 a 69; las personas reciben escasa capacitación en temas de GRD, presentan actitud escasamente previsoras frente a la ocurrencia de tsunamis y conoce los peligros, pero no percibe el riesgo involucrado a tsunamis. Las construcciones se ubican cercano a la línea de costa (0.2 km - 1 km), siendo la madera y/o triplay su principal material predominante y un estado de conservación mala de la vivienda. La actividad laboral se ubica muy cercana a la línea de costa (0.2 km - 1 km), con actividad principal de artesano y/o comerciante y el ingreso familiar promedio mensual entre los 1200 y 3000 soles.</p> | 0.020 < P ≤ 0.073 |

Medio

Tsunami producido por la ocurrencia de un sismo de magnitud entre 8.0 - 8.5 Mw, inundando áreas de entre 40 y 60 has., en zonas cuyas altitudes varía entre los 10 - 15 msnm, con pendientes entre 15°-25°, impactando sobre áreas de predominancia geomorfológica de vertiente o piedemonte aluvio torrencial y unidad geológica de formación chocolate. La cantidad de personas en cada vivienda es de 2 a 3 habitantes; cuyo grupo etario es de 11 a 15 años y de 45 a 59; las personas reciben regular capacitación en temas de GRD, presentan actitud parcialmente previsoras, sin implementación de acciones preventivas frente a la ocurrencia de tsunamis y conoce los peligros existentes y percibe el riesgo involucrado a tsunamis. Las construcciones se ubican medianamente alejada (1 km - 3 km), siendo el adobe su principal material predominante y un estado de conservación regular de la vivienda. La actividad laboral se ubica medianamente alejada (1 km - 3 km), con actividad principal en construcción y el ingreso familiar promedio mensual entre los 264 y 1200 soles.

0.005 &lt; P ≤ 0.020

Bajo

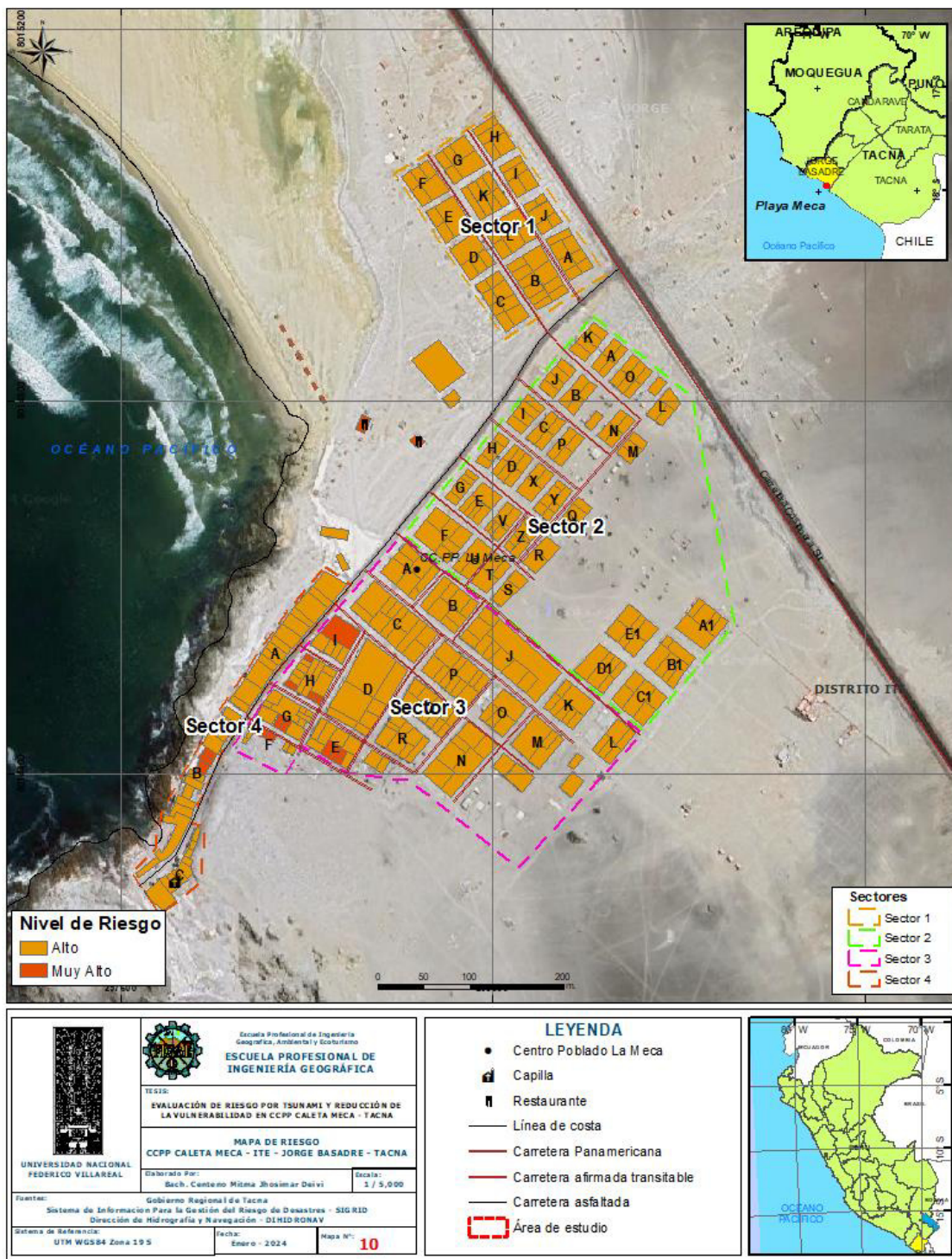
Tsunami producido por la ocurrencia de un sismo de magnitud entre 8.0 - 8.5 Mw, inundando áreas de menores a 40 has., en zonas cuyas altitudes superan los 15 msnm, con pendientes mayores a 25°, arribando sobre áreas de predominancia geomorfológica de montaña, colina y/o lomada en roca intrusiva o volcánica y unidades geológicas de super unidad Ilo dioritas y granodioritas. La vivienda presenta solo 1 habitante o se encuentra desocupado; cuyo grupo etario es de 16 a 44 años o desocupado; las personas reciben continua y/o activa y constante capacitación en temas de GRD, presentan actitud regularmente previsoras que implementa acciones preventivas y/o actitud bastante previsoras, conoce los peligros y se siente segura ante el impacto del riesgo existente y/o se siente protegida y responde al impacto de los peligros existentes frente a la ocurrencia de tsunamis y conoce los peligros existentes y percibe el riesgo involucrado a tsunamis. Las construcciones se ubican alejada (3 km - 5 km) y/o muy alejada (> 5 km), siendo el principal material predominante piedra y/o ladrillo con cemento y/o terreno no construido; y un estado de conservación de buena o muy buena para las viviendas. La actividad laboral se ubica alejada (3 km - 5 km) y/o muy alejada (> 5 km), con actividad principal empleado público y/o independiente o terreno desocupado y el ingreso familiar promedio mensual menor a 264 soles.

0.001 ≤ P ≤ 0.005

**4.1.4.3. Mapa de riesgo.** A continuación, en la figura 54, se muestra el mapa de riesgo ante tsunami del CCPP Caleta Meca en Ite, que resultó del análisis del peligro y vulnerabilidad.

Figura 54

Mapa de riesgo ante tsunamis del CCPP Caleta Meca.



*Nota:* El nivel de riesgo muy alto comprende principalmente a tres (03) viviendas del sector 4 y trece (13) viviendas del sector 3 y a los componentes urbanos más cercanos a la playa (zonas de camping y restaurantes) debido principalmente, a su proximidad a esta (peligro muy alto) y la situación precaria de su construcción (vulnerabilidad muy alta); además de las características de la población que, denota un gran desinterés en temas referentes a riesgos.

#### **4.2. Reducción de la Vulnerabilidad en el CCPP Caleta Meca, distrito de Ite, Provincia**

##### **Jorge Basadre, departamento de Tacna.**

Los resultados de la evaluación del riesgo ante tsunami mostrados en el Capítulo 4.1 permitió determinar los niveles de riesgo que presenta la población y sus viviendas del CCPP Caleta Meca identificando así, 24 estructuras (viviendas y componentes urbanos) cuyo nivel de riesgo es “Muy Alto” (13 del sector 3, 3 del sector 4, 2 restaurantes y todas las estructuras de la zona de camping); mientras que las 379 estructuras restantes obtuvieron un nivel de riesgo “Alto”.

Analizando los datos recopilados mediante encuestas y observaciones en campo, y a través de todo el trabajo post campo realizado, se pudo diferenciar los más importantes y principales factores y parámetros que aumentan el nivel de vulnerabilidad del CCPP, siendo estos los siguientes:

- la fragilidad de las estructuras y el estado de conservación de las mismas, en la dimensión física.
- el comportamiento y conocimiento de la población respecto a los riesgos ante fenómenos naturales, correspondiente a la resiliencia de la dimensión social.
- el adecuado manejo de la capacidad económica de la población correspondiente a la resiliencia económica.

En lo referente a la preparación ante tsunamis, la COI (2008) menciona que:



Cuando azota un tsunami, la respuesta de una comunidad ante la emergencia será confusa e incierta si no existe una política de preparación claramente definida. La combinación de una planificación y una campaña exhaustiva para que las personas adquieran conciencia del peligro vinculado a los tsunamis puede proteger a nuestras comunidades.

Muchas veces no somos capaces de aprender las lecciones de lo acontecido en áreas costeras vulnerables a los azotes reiterados de tsunamis. El hecho de que los tsunamis no se den con mucha frecuencia contribuye aún más a la indiferencia de nuestra sociedad ante estos fenómenos.

Para poder implementar las medidas de preparación, es necesario que los residentes, los usuarios de las zonas costeras, las empresas privadas y los gobiernos lleguen a un entendimiento común. Frente a una amenaza de tsunami, las personas deben saber cómo protegerse. Las comunidades deben ser responsables de su propia protección. (p. 4)

Es por ello, que en el acápite (4.2) se proponen medidas y/o acciones que permitan o faciliten la reducción de la vulnerabilidad de la población y sus viviendas del CCPP Caleta Meca desde el enfoque de la prevención y preparación; siendo escogidas sobre la base de criterios prácticos ajustados a la realidad y con la intención de complementar las medidas establecidas en el Plan de Contingencias ante Emergencia por Tsunami en la Provincia de Jorge Basadre elaborado por la Municipalidad Provincial de Jorge Basadre (2017).

#### ***4.2.1. Medidas Estructurales***

**4.2.1.1. Propuesta 1.- Implementación de alarmas sonoras a nivel comunitario.** los tsunamis son eventos que pueden tener origen cercano o lejano; cuando el sismo es percibido por los pobladores de la costa, es sencillo y común relacionarlo con un posible tsunami; sin embargo,

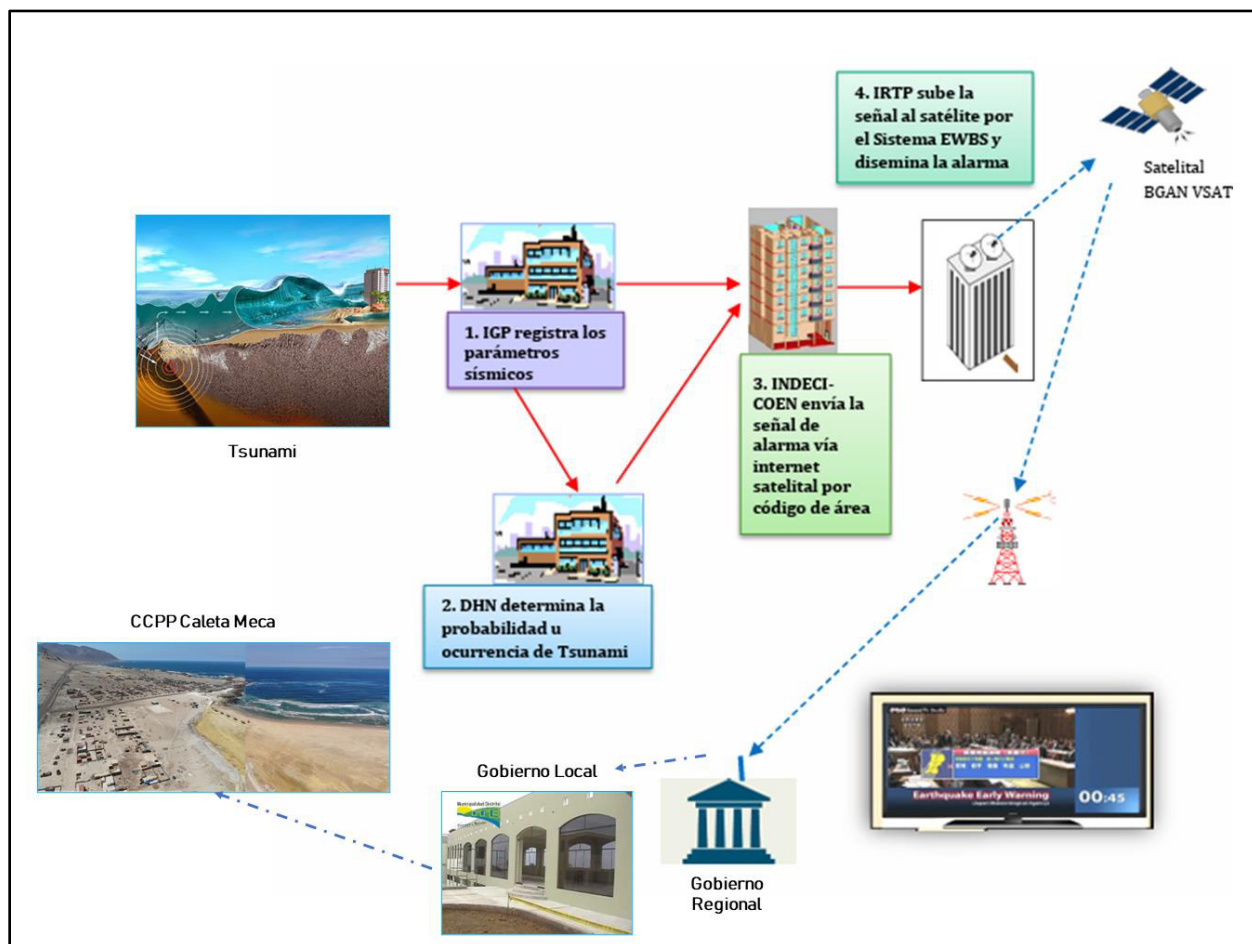
si el sismo se da en el otro lado del continente y no hay un movimiento percibido, es casi imposible percatarnos del tsunami con un tiempo prudente que permita la evacuación.

La implementación de unas alarmas sonoras en el CCPP Caleta Meca permitirá una mejora sustancial en la difusión de la emergencia en toda la playa, estableciendo un nexo entre el encargado de activar la alerta (residente del CCPP) con las autoridades locales encargadas del monitoreo de las condiciones del océano.

La alarma deberá considerar la emisión de un sonido identificable por toda la población en caso de emergencia, definido previas reuniones con las autoridades competentes; así mismo, se debe considerar la zona estratégica donde implementarlo y su resguardo, y también, teniendo en cuenta las condiciones del servicio eléctrico en la zona se podría optar por un tipo de alarma que no requiera de energía.

Figura 55

Estructura general de difusión de la alerta o alarma



Nota: Adaptado de *Difusión y comunicación* (p. 18), por INDECI, 2017. Guía para la implementación de SAT-tsunami a nivel distrital y comunitario, (<https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201804031548581-1.pdf>).

#### Características generales:

- Monto estimado de la implementación: \$. 70,000.00
- Tiempo estimado de la implementación: 3 meses

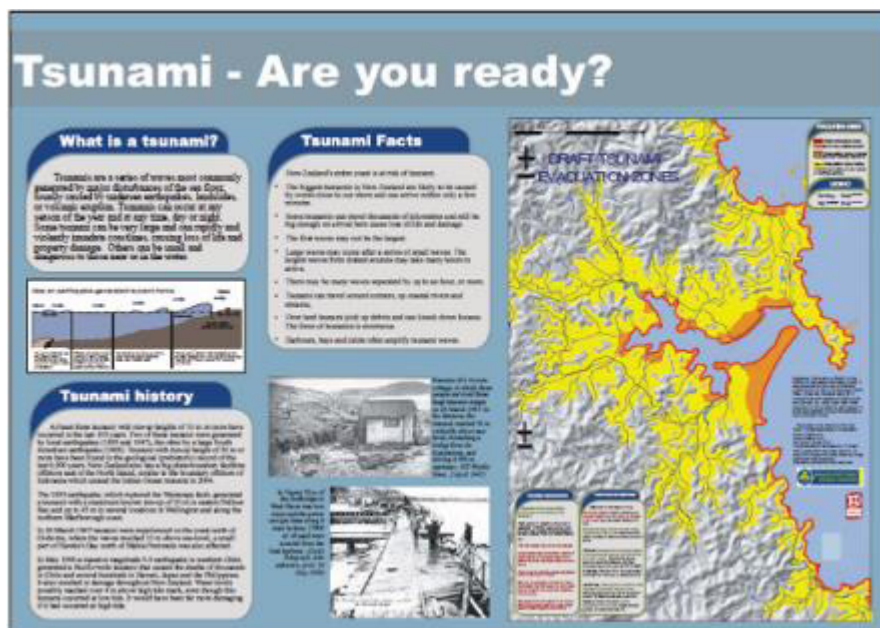
- Encargado de la instalación y mantenimiento: Gobierno Local (Municipalidad Distrital de Ite) / Personal designado del CCPP Caleta Meca.

Los montos y tiempos fueron estimados según la información de los países que sí cuentan con sirenas de alarma ante tsunamis como son Chile, Ecuador y Costa Rica.

**4.2.1.2. Propuesta 2.- Implementación y/o mejora de la señalética.** Según la COI (2013), la señalización de tsunamis debe involucrar no solo las señales de evacuación, sino también los paneles informativos, que proporcionaran información importante sobre las características del tsunami y sobre la respuesta que deben dar los pobladores. La señalización sirve para entender el riesgo y dar una respuesta efectiva a las alertas de tsunami.

**Figura 56**

*Ejemplo de Panel informativo sobre tsunamis*



*Nota:* Tomado de *Panel de información de tsunamis de la Comisión de señalización nacional de tsunamis de Nueva Zelanda* (2007), por COI, 2013, ([https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000220802\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000220802_spa)).

### Figura 57

*Tipos de señales sugeridas en caso de tsunamis*



*Nota:* Adaptado de *Capacidad y respuesta* (p. 23), por INDECI, 2017. Guía para la implementación de SAT-tsunami a nivel distrital y comentario, (<https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201804031548581-1.pdf>).

En la inspección en campo se pudo verificar la escasa señalización de las rutas de evacuación y zona de refugio en el CCPP Caleta Meca y el pésimo estado en el que estas se encuentran, lo cual evidencia la reducida preparación e interés de las autoridades y, por ende, el desconocimiento de la población al respecto de los lugares de evacuación.

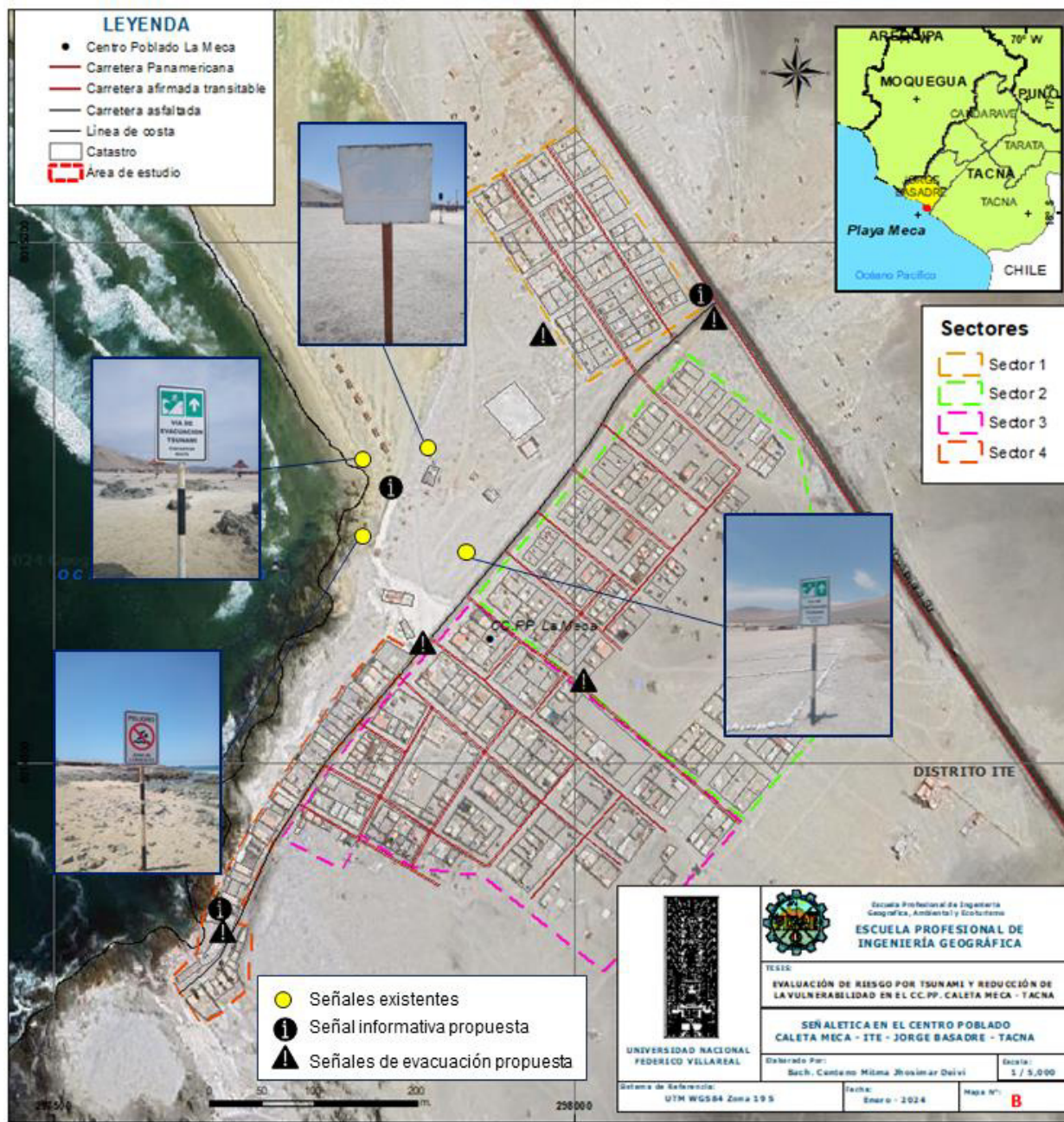
Debido a esto, es necesario contar con buena señalética a lo largo de toda la playa y las principales calles, para captar la atención de los residentes y visitantes e informar los lugares hacia y por donde deben evacuar ante un eventual tsunami.

La propuesta plantea la instalación de 8 nuevas señales (3 de advertencia y 5 de evacuación) distribuidos alrededor de los sectores del CCPP, y la mejora y mantenimiento de las señales existentes; basándonos en las especificaciones técnicas de la “Guía técnica para la estandarización de señales de seguridad en caso de tsunami: costa peruana” (INDECI - DIHIDRONAV, 2017).

El costo unitario por la instalación de las señales nuevas según Coatire (2020), es de S/.150.00 y el mantenimiento se calculó un valor de S/.100.00 aproximado, generando así un costo total de S/.1,800.00.

Figura 58

Mapa de señalización propuesta en el CCPP Caleta Meca



**Características generales:**

- Monto estimado de la implementación/mantenimiento: S/.1,800.00

- Tiempo estimado:1 mes

- Encargado de la instalación y/o mantenimiento de las señales informativas: Gobierno

Local (Municipalidad Distrital de Ite)

**4.2.1.3. Propuesta 3.- construcción y/o mejora de un muro de contención.** Los muros de contención son estructuras de protección cuya finalidad es disminuir el impacto de las olas del tsunami y son efectivas en cuanto el tamaño de las olas sean menores de 4 metros (COI, 2008); sin embargo, es una obra de ingeniería de costo muy elevado y con múltiples estudios previos, por lo que para el presente estudio se propone el reforzamiento o construcción de muros rústicos, que pueden realizarse con poco presupuesto y con el apoyo de la población y autoridades locales.

En el CCPP Caleta Meca se pudo verificar la existencia de un muro de contención de gaviones de 50 cm de alto, 50 m de largo y 50 cm de espesor (12.5m<sup>3</sup>); lo que evidencia el interés de las autoridades y/o pobladores por prepararse (aunque de modo bastante precario) ante un eventual tsunami.



**Figura 59**

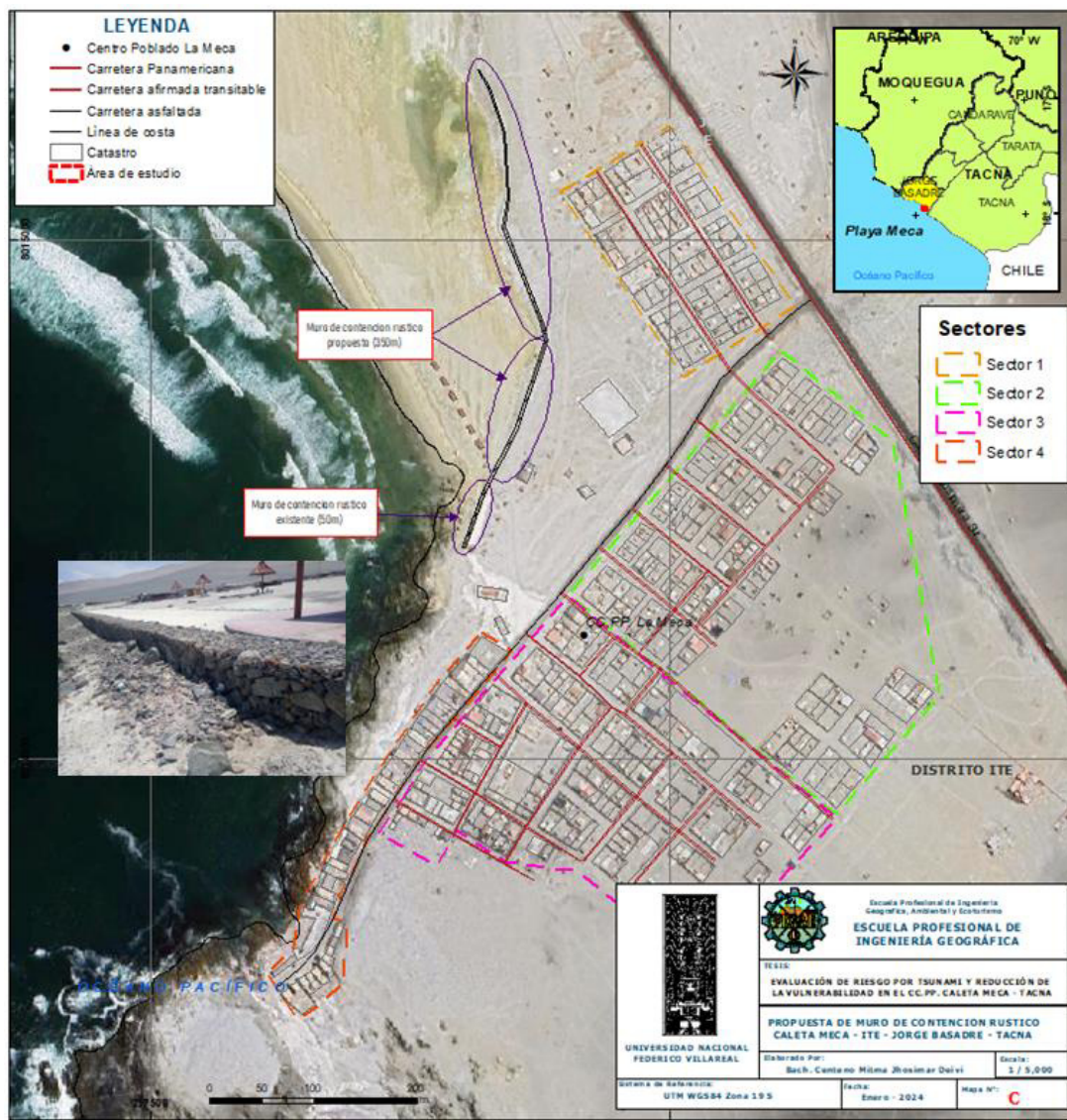
*Muro de contención rustico del CCPP Caleta Meca*



La propuesta radica en aumentar 350 m<sup>3</sup> (350m de largo, 1m de alto, 1m de espesor) de un nuevo muro gaviones de tipo saco, desde el final del muro existente hasta la parte límite entre la zona de playa y la urbana; así mismo, aumentar hasta los 25m<sup>3</sup> (50m de largo, 0.50m de alto, 0.50m de espesor) el muro de contención existente, aprovechando las rocas y cantos rodados del río Locumba ubicado pocos kilómetros arriba, haciendo un total de 375 m<sup>3</sup> de muro de contención. Según Piñar (2008), el costo del m<sup>3</sup> de un muro de contención de gaviones es de 83.00 USD por m<sup>3</sup>, dando un resultado total aproximado de 30,100.00 USD.

Figura 60

Mapa de propuesta de la creación del muro de contención en el CCPP Caleta Meca en Ite



### Características generales:

- Tipo: muro de contención de gaviones
- Monto estimado de la implementación: \$. 29,050.00 (tramo nuevo) + \$. 1,050.00 (tramo mejorado) = \$.30,100.00
- Tiempo estimado: 3 meses

- Encargado de la instalación y/o mantenimiento de las señales informativas: Gobierno Local (Municipalidad Distrital de Ite)

- Materiales: Roca, alambre y cemento.

**4.2.1.4. Propuesta 4.- Instalación de un módulo o paneles informativos permanente sobre tsunamis.** Es importante sensibilizar a la población costera sobre los tsunamis, pues, aunque el fenómeno sea poco frecuente, cuando se producen causan daños cuantiosos en términos sociales, económicos, ambientales, etc.

Se debe proporcionar información sobre tsunamis de forma frecuente y regular; así también se puede concienciar a la población mediante medios de comunicación, expresiones artísticas o la instalación de módulos permanentes o móviles que capaciten respecto a la preparación y sensibilización a toda la población, mostrando información sobre los periodos de retorno, la altura de ola estimada, rutas de evacuación, mapas de inundación y los Planes de contingencia adoptados por parte del Gobierno Local (COI, 2013)

En el CCPP Caleta Meca no existe la sensibilización pública. Durante la inspección de campo se pudo evidenciar la inexistencia de información referente a los tsunamis por lo que es natural que la población presente poco conocimiento en temas de riesgo frente a los tsunamis; por esta razón se propone la instalación de un módulo o dos paneles informativos en el ingreso y final del centro poblado, así como en el ingreso a la zona de playa , donde la población (residente y visitante) pueda informarse sobre las acciones a tomar en cuenta en caso ocurriese un tsunami. El módulo debe contar con el mapa de inundación visible, folletos, posters y todo material audiovisual relevante. La expectativa de un resultado positivo puede ser una razón importante para que la población se motive a capacitarse y estar mejor preparados ante eventos de esta naturaleza.

Según Coatire (2020) el costo de instalación de cada panel informativo es de S/.300.00 por lo que el monto total de la instalación de 3 paneles a lo largo del CCPP Caleta Meca es de S/.900.00.

**Figura 61**

*Ejemplo de panel informativo*



**Figura 62 – 63**

*Ejemplos de modulo informativo*



**Características generales:**

- Monto estimado de la implementación: S./900.00

- Tiempo estimado: 1 mes

- Encargado de la instalación y mantenimiento: Gobierno Local (Municipalidad Distrital de Ite) /Dirección de Hidrografía y Navegación (DIHIDRONAV)

**4.2.2. Medidas No Estructurales**

**4.2.2.1. Propuesta 5.- Elaboración del mapa de inundación de la playa Meca.** Un mapa de inundación es una representación gráfica de las principales zonas de peligro de los cuales la población debe ser evacuada con el objetivo de salvaguardar sus vidas. Estos mapas

muestran tres (03) características esenciales como son las rutas de evacuación, zonas de evacuación y áreas de seguridad.

Las rutas de evacuación aseguran el movimiento eficaz de la población hacia los refugios; mientras que las zonas de evacuación son zonas que deben ser evacuadas ante un tsunami pues tienen una elevada probabilidad de ser inundadas y son definidas teniendo en cuenta el peor escenario posible. Las zonas seguras por su parte son los lugares donde la población puede refugiarse mientras pasa el evento o llega la ayuda correspondiente (COI, 2008).

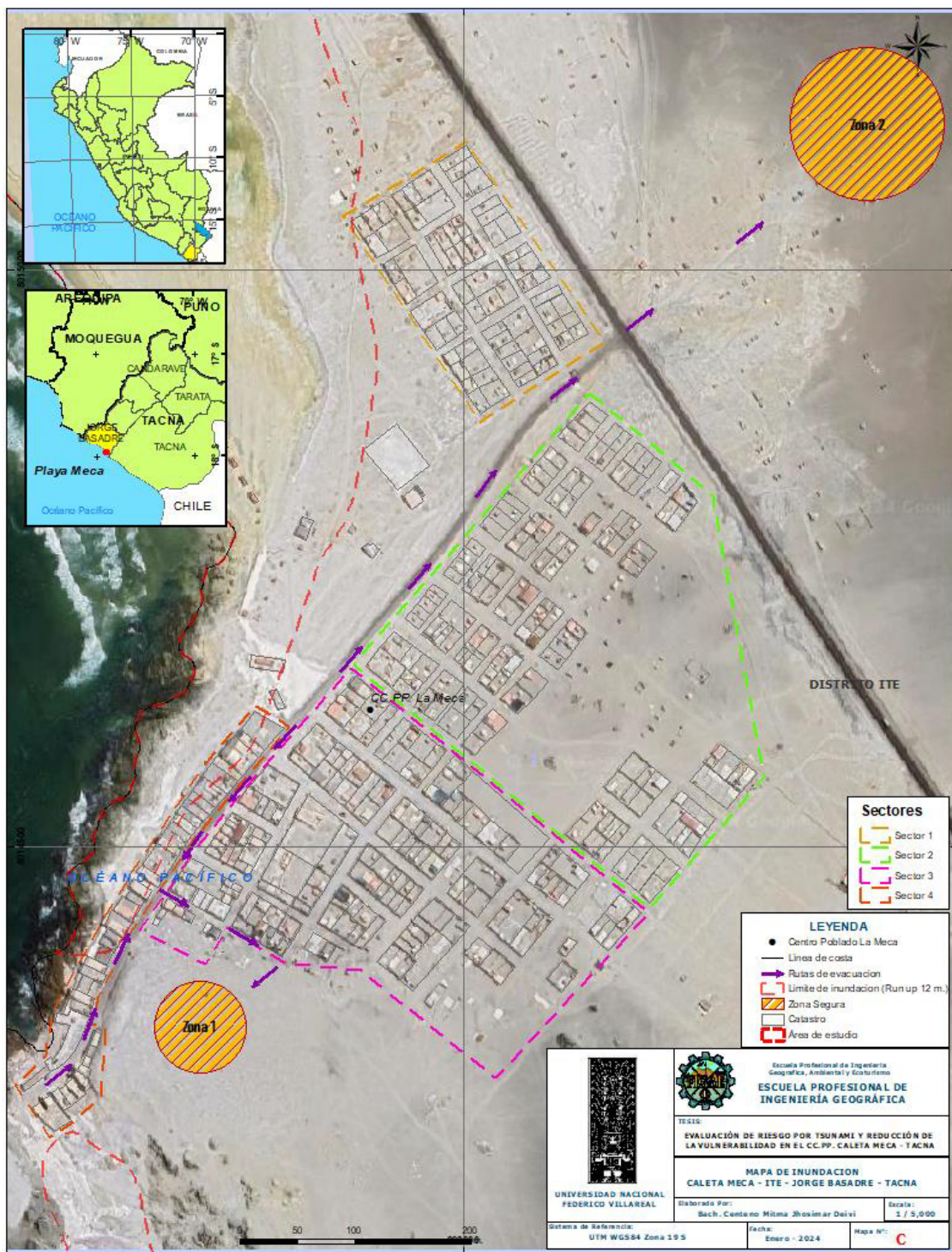
El CCPP Caleta Meca no cuenta con un mapa de inundación (o algo similar) hasta el momento, por lo que es preciso recomendar las acciones pertinentes para que se lleve a cabo la elaboración de este instrumento de preparación tan importante.

La elaboración del mapa de inundación debe planificarse con apoyo de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DIHIDRONAV) de la Marina de Guerra del Perú (MGP), el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y las autoridades locales, para realizar el levantamiento y sistematización de la información.

En la Figura 63 se muestra el mapa de inundación tomando como referencia las fuentes recopiladas en el estudio y complementada con la información de campo para la propuesta de zonas seguras y rutas de evacuación.

Figura 64

Mapa de propuesta de zonas seguras y rutas de evacuación



*Nota:* La zona 1 de refugio esta sobre los 20msnm y es principalmente para la evacuación de la población de los sectores aleñados (3 y 4) con un tiempo de evacuación comprobado de 6 min; mientras que la zona 2 de refugio está por encima de los 40msnm y es para la población de los sectores 1 y 2 con un tiempo de evacuación de 8 min.

**4.2.2.2. Propuesta 6.- Charlas para fomentar la mejora de las construcciones.** En el CCPP Caleta Meca el 87% de construcciones son de madera, triplay y/o estera lo cual, según las experiencias del Gran terremoto del océano indico del 2004 y el tsunami de Tohoku, son muy vulnerables frente a tsunamis y son arrancadas de sus bases desde su cimentación y arrastradas tierra adentro; así mismo, según experiencias de tsunamis anteriores investigados por la universidad de Tohoku, olas menores a 2.5 bastan para destruir las viviendas de madera. Es por ello, que se propone la prohibición de construcción de edificaciones de madera y otros materiales ligeros debido a su poca resistencia lateral frente a la presión de las olas, convirtiéndolas en proyectiles flotantes aumentando los daños (Kuroiwa, s.f.).



**Figura 65**

*Vista aérea de las construcciones en el CCPP Caleta Meca*



Es importante programar charlas de concienciación hacia la población, sobre los estudios relacionados a la situación de vulnerabilidad de las ciudades costeras cuyas construcciones eran en mayor porcentaje de madera y materiales ligeros, para así incentivar la mejora de las estructuras mediante donaciones, trabajo comunitario y/o inversión pública o privada.

**Características generales:**

- Monto estimado de la implementación: sin costo
- Requerimiento: 1 charla al mes (verano) y 1 charla trimestral (invierno)
- Encargado de la gestión: Gobierno Local (Municipalidad Distrital de Ite)
- Encargado de las charlas: Profesional Ing. Civil con especialidad en Gestión de riesgo de desastres.

**Tabla 51**

*Resumen de las medidas propuestas para la reducción de la vulnerabilidad en el CCPP Caleta*

*Meca*

| <b>Estrategia</b>  | <b>Medida</b>  | <b>Enfoque</b>            | <b>Monto total estimado</b> | <b>Encargado de gestión e implementación</b>                               | <b>Dimensión y factor Intervenido</b>                          |
|--------------------|--|---------------------------|-----------------------------|--|--|
| <b>Preventivo</b>  | 1. Implementación de alarmas sonoras a nivel comunitario                                 | Preventivo estructural    | 70,000.00 USD               | Gobierno Regional y Local, INDECI, dirigentes vecinales                    | Dimensión social<br>Resiliencia social                         |
|                    | 2. Implementación y/o mejora de la señalética  | Preventivo estructural    | S/.1,800.00                 |  |  |
|                    | 3. Instalación de un módulo o dos paneles informativos rustico permanente sobre tsunamis | Preventivo estructural    | S/. 900.00                  | Gobierno Local y Regional, DIHIDRONAV y juntas vecinales                   |  |
|                    | 4. Elaboración del mapa de inundación de la playa Meca.                                  | Preventivo No estructural | --                          |  |  |
| <b>Mitigación</b>  | 5. Construcción y/o mejora de muro de contención   | Preventivo estructural    | 30,100.00 USD               | Gobierno Local, INDECI, DIHIDRONAV   | Dimensión física<br>Exposición<br>Fragilidad física            |
| <b>Preparación</b> | 6. Charlas para fomentar la mejora de las construcciones                                 | Preventivo No estructural | --                          | Gobierno Local, Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento, INDECI | Dimensión física y económica<br>Resiliencia física y económica |

Nota: Adaptado de “Evaluación de Riesgo por Tsunami en Zonas Costeras y Estrategias de Adaptación y Mitigación”, por Revista de las Ciencias Geomáticas (2016). *TOPCART XI Congreso Internacional de Geomática y Ciencias de la Tierra, Riesgos Naturales. 172. (34).*

### **4.3. Contribución de la evaluación del riesgo por tsunami en la reducción de la vulnerabilidad en el CCPP Caleta Meca.**

La Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD, 2007) menciona que, para reducir la vulnerabilidad frente a amenazas naturales, la sociedad expuesta debe conocer el riesgo a través de inversión en capacidades científicas, técnicas e institucionales y adoptar medidas basadas en dicho conocimiento. En ese sentido, la información estadística sobre los desastres, los mapas de riesgos y los indicadores de vulnerabilidad y riesgo son cruciales. A través de la estratificación del riesgo y su difusión hacia la población expuesta, es que se pueden tomar medidas que disminuyan su vulnerabilidad y motivar a la acción de los mismos.

La acumulación del riesgo se da, principalmente, por la degradación de ecosistemas, la pobreza de la población y un nivel de gestión y ordenamiento territorial paupérrimo, por lo tanto, es indispensable identificar las áreas expuestas a sufrir daños ante eventos naturales, para posteriormente evaluar la vulnerabilidad y gestionar de manera más adecuada el riesgo a través del fortalecimiento de las vulnerabilidades más altas (EIRD/ONU, 2011 como se citó en Jaque, 2013).

La reducción de la vulnerabilidad es la manera más eficaz de **prevenir** el riesgo de un desastre natural y se logra a través de la acción sobre la exposición, protección, reacción inmediata, recuperación básica de las actividades y servicios esenciales, y la reconstrucción del ecosistema afectado. El objetivo principal es que no haya desastres minimizando la vulnerabilidad, por ello es que los mayores esfuerzos de prevención se realizan en el campo de la reducción de la vulnerabilidad. *“para reducir la vulnerabilidad es esencial el conocimiento del riesgo específico”* (Enrique, 2002).

Como mencionan diversos autores, para la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones y sus medios de vida es esencial conocer y evaluar los riesgos, a fin de generar herramientas que permitan la difusión y concienciación sobre el riesgo al que están expuestos y así proponer optimas medidas basados en dicho conocimiento, evidenciando así una relación directa y hasta de dependencia entre la evaluación del riesgo y la reducción de la vulnerabilidad.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presenta la discusión de los resultados obtenidos en el presente estudio, con algunos antecedentes citados en el Capítulo I.

### **Informe de Evaluación de Riesgo de Desastres por Tsunami en el AA.HH. Félix Moreno, distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, Región Callao – Gobierno Regional del Callao (2020)**

En la evaluación, el Gore Callao determinó el nivel de peligro, considerando características físicas de la zona como pendiente, geomorfología y geología como factores condicionantes; mientras que el factor desencadenante es el sismo de grado 9.0 Mw basado en estudios del IGP. El parámetro de evaluación fueron las áreas inundables generados en base a las Cartas de Inundación elaborados por DIHIDRONAV. Dando como resultado un nivel de peligro **Alto** ante la ocurrencia de tsunamis para el Asentamiento Humano.

El presente estudio considera los mismos factores condicionantes, sin embargo, añade uno adicional, la altitud respecto al nivel del mar; mientras que las áreas inundables (consideradas el parámetro de evaluación del estudio) se generaron a partir de la información histórica registrada, pues la zona aun no cuenta con una Carta de Inundación oficial. Con todo esto, el resultado es un nivel de peligro **Alto** para el CCPP Caleta Meca, coincidiendo con el estudio elaborado por el Gore Callao, debido a su similitud de proximidad a costa y a la baja pendiente de ambas zonas estudiadas. Por otro lado, es importante resaltar que el escenario del evento fue definido según el análisis de los informes y estudios elaborados por el Gobierno Regional y entidades públicas, donde consideran al sismo de magnitud mayor de 8.0Mw como el más probable y sobre las cuales se desarrollan las acciones de respuesta, diferenciándose del estudio elaborado por el GORE Callao

pues definen el escenario más crítico mientras que el presente estudio evalúa el peligro con el escenario más esperado, probable y/o considerado por parte de las autoridades.

**Informe de Evaluación de Riesgo originado por tsunami en el área delimitada por el sector Huanchaquito Bajo, C.P. Huanchaquito, distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad/ - Panduro (2022)**

El autor del presente informe aplica el método de encuestas para recopilar datos de la población y poder analizar la vulnerabilidad del CCPP Huanchaquito; registrando información básica e importante de las dimensiones sociales, económicas y ambientales en sus factores exposición, fragilidad y resiliencia, para así mediante la comparación de pares (metodología de Saaty) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) determinar el nivel de vulnerabilidad de cada lote. Los resultados muestran que más del 80% de la población y sus viviendas presentan un nivel entre medio y bajo de vulnerabilidad, mientras que solo el 17% presenta un nivel alto o muy alto.

En el presente estudio se tomó en consideración un tipo de encuesta muy similar al aplicado por Panduro (2022) para poder evaluar los niveles de vulnerabilidad de la población del CCPP Caleta Meca, considerando las dimensión social, física y económica y sus factores correspondientes de exposición, fragilidad y resiliencia; obteniendo como resultados un 8% de lotes con vulnerabilidad **muy alta** y un 92% con vulnerabilidad **alta**.

Este tipo de resultado obtenido del nivel de vulnerabilidad se debe principalmente al elevado nivel de exposición y fragilidad física; pues el 100% de las construcciones se encuentran muy cercanos a la línea de costa (menor a 2km) y más del 85% de las construcciones son de estera, madera y/o triplay. Según Kuroiwa (s.f.) es importante prohibir la construcción de edificaciones

de madera y otros materiales ligeros debido a su poca resistencia lateral frente a la presión de las olas, convirtiéndolas en proyectiles flotantes aumentando los daños.

### **Propuesta para la implementación de las medidas de reducción del riesgo de desastres en el pueblo joven El Progreso del distrito de Carabaylo – Coatire (2020)**

El estudio tiene como objetivo plantear medidas de prevención de riesgo de desastres en el Pueblo Joven El Progreso AA.HH. Ampliación Keiko Sofia Fujimori ante fenómenos de sismo y deslizamientos; mediante la metodología aplicada por el CENEPRED (2014) logra determinar y analizar los niveles de peligro y vulnerabilidad al cual está sometida la población y sus viviendas.

Mediante la comparación de las variables como aceleración natural del suelo, intensidad y magnitud del sismo se determinó el nivel de peligro para sismo como **Muy Alto**; mientras que para los deslizamientos se consideraron parámetros como velocidad de desplazamiento, textura del suelo y pendiente, resultando con un nivel de peligro **Muy Alto**. Por otro lado, para la evaluación de la vulnerabilidad, analiza principalmente la dimensión física, dándole un peso ponderado de 0.5, igual que al análisis en conjunto de las otras dimensiones analizadas (social, económica, cultural y ecológica), evaluando cada factor involucrado y apoyándose en la recopilación de datos mediante la observación en campo, las encuestas hacia la población y la tabulación de datos en un Sistema de Información Geográfico (SIG) es que se determina un nivel de vulnerabilidad general **Alta**.

Como resultado del análisis del peligro y vulnerabilidad mencionados, es que se determinó un nivel de riesgo **Muy Alto** ante sismos y deslizamientos, para el área de estudio; razón por lo cual, se proponen medidas de prevención estructurales y no estructurales; con la intención de reducir o evitar probables impactos del fenómeno evaluado.

#### Medidas de prevención estructural:

- Construcción de Muros de contención
- Construcción de accesos (pistas)
- Construcción de accesos (veredas)

Medidas de prevención no estructural:

- Evaluación y Análisis de Riesgo (EVAR) del AAHH Ampliación Keiko Sofia Fujimori.
- Estudio ambiental de principales focos infecciosos, en el AAHH Ampliación Keiko Sofia Fujimori.
- Señalización urbana con direcciones y mensajes para ponerse a buen recaudo en casos de siniestros.
- Identificación de espacios para reuniones durante y después de los siniestros.
- Reuniones periódicas para fortalecer la plataforma comunitaria en gestión del riesgo de desastres.

El análisis del peligro en la presenta investigación, también se realizó mediante revisión de datos históricos y estudios de fenómenos pasados; ponderando mediante la matriz de Saaty, las variables más importantes o influyentes de acuerdo al fenómeno de tsunami; así mismo, para el análisis de la vulnerabilidad se consideró, coincidentemente, evaluar más exhaustivamente la dimensión física, pues según lo inspeccionado en campo, es la dimensión más influyente en la determinación de los niveles de vulnerabilidad en el CCPP Caleta Meca, resultando un nivel de vulnerabilidad general **Alta**.

Así mismo, este estudio busca reducir los niveles de vulnerabilidad determinados en la Evaluación de Riesgo por tsunami, proponiendo medidas estructurales y no estructurales escogidas sobre la base de criterios prácticos ajustados a la realidad y con la intención de complementar los estudios y/o planes elaborados por las entidades públicas de la región; tomando como referencia



algunas propuestas planteadas por Coatire (2020) y adaptadas a la necesidad y realidad de la zona de estudio. Estas propuestas se enfocan en reducir principalmente la fragilidad física y aumentar la resiliencia de la población del CCPP Caleta Meca.

### **Estudio Especializado de Evaluación de Riesgos y Desastres y Vulnerabilidad al Cambio Climático – Gobierno Regional de Tacna (2020)**

El GORE Tacna realiza el estudio con la finalidad de conocer los peligros y amenazas presentes en el departamento de Tacna, para analizar la vulnerabilidad y obtener los niveles de riesgo al cual están expuestos, para incorporarlas al proceso de ordenamiento territorial y, mediante programas y proyectos, poder tomar decisiones dirigidos a la reducción del riesgo de desastres.

Para el análisis de los tsunamis, el estudio indica, mediante la investigación de datos históricos, que existieron dos (02) eventos muy marcados como el tsunami de 1604 y 1868, cuya magnitud fue de 8.5Mw; el primero fue reportado en la ciudad de Ilo y el segundo en la ciudad de Islay, alcanzando un run up mínimo de 12m. en ambos.

Así mismo, el estudio menciona que el tiempo de evacuación estimado para la playa Boca del Rio es de 6 min., estimando una cota promedio de 20msnm. La zona segura se encuentra ubicada en la parte de atrás de la carretera costanera y las viviendas afectadas podrían ser 354 aproximadamente.

En el presente estudio se consideró los datos históricos registrados en el estudio anteriormente mencionado, considerando una magnitud de 8.5 Mw como escenario de sismo tsunamigénico más probable y un run up de 12m para el tsunami, convirtiendo toda área por debajo de esta cota como área inundable, que es el parámetro de evaluación tomado en cuenta para el análisis del peligro en el CCPP Caleta Meca.

Así mismo, se propone dos (02) zonas de refugio que, tomando como referencia el estudio del GORE Tacna, tienen como cota mínima 20 msnm; ubicando una de ellas en la parte posterior de la carretera costanera y la otra en el cerro cercano al Sector 3 del centro poblado.

La evaluación de riesgo elaborado por el Gore Tacna determina un nivel de riesgo **Medio** para el distrito de Ite, representando solo un 15.35% de superficie expuesta ante el peligro de tsunami respecto al departamento de Tacna; dicho resultado difiere del obtenido en la presente investigación para el CCPP Caleta Meca ubicado en el distrito de Ite, debiéndose principalmente a que los datos tomados por el Gore Tacna son basados únicamente en recopilación de información disponible a nivel distrital (Escala 1:50,000), omitiendo el trabajo de campo que resulta de vital importancia al momento de evaluar un riesgo pues permite observar in situ la situación del área en estudio y considerar variables más precisas para el análisis.

### **Reducción de la vulnerabilidad del P.J. Miramar Bajo-Chimbote, frente al riesgo de terremotos y tsunamis, para salvaguardar la vida de la población y sus medios de vida- 2017-Ipanaque (2018)**

El autor de la investigación realiza el estudio basado principalmente en la observación y recopilación de datos a través de encuestas para la población y fichas para evaluar las viviendas y construcciones en todas sus variables como exposición, fragilidad y resiliencia, tanto para el fenómeno de sismo como para tsunamis, trabajándolo posteriormente mediante tablas dinámicas y gráficos que permiten la mejor interpretación de datos.

El estudio diagnostica y evalúa la vulnerabilidad a través de la exposición de las viviendas, la arquitectura de sus construcciones y a la educación respecto a temas de gestión de riesgos, dando como conclusiones un nivel **Alto** de vulnerabilidad del CCPP Miramar Bajo en caso de tsunami, debido a la exposición directa al mar ya que se encuentra 100% en una zona inundable; a nivel

arquitectónico se evidencia un mal estado de conservación de viviendas y la mala calidad de los materiales en la construcción. Por otro lado, el nivel de conocimiento y preparación de la población respecto a temas de tsunamis es escaso pues, aunque tienen las intenciones de evacuar, desconocen las rutas de evacuación y refugio en caso de emergencia.

El autor realiza una propuesta arquitectónica basado principalmente en el ordenamiento territorial del Centro poblado, planteando acciones como reubicación de viviendas, dotación de espacios públicos, culturales y económicos, así como la construcción de nuevas viviendas y la mejora de las más expuestas.

El presente estudio también evalúa la vulnerabilidad en función a encuestas y observación en campo, considerando al igual que Ipanaque (2018), variables como la cercanía de las viviendas respecto al nivel del mar, el tipo de construcciones, los materiales utilizados y su estado de conservación; así como, el conocimiento e interés de la población respecto a los riesgos ante tsunamis, pues esta información es la más confiable para diagnosticar de forma detallada los niveles de vulnerabilidad de la población que resultó como Alto para el CCPP Caleta Meca. Por otro lado, la presente investigación no considera viable la opción de una reestructuración del territorio debido a que, en la realidad actual, es complejo convencer a la población a que su reubicación es necesaria, sobre todo cuando no se tiene un conocimiento del peligro y no se ha trabajado en ello. Sin embargo, sí se considera importante tener en cuenta a futuro que, una adecuada administración del territorio beneficiaría enormemente a las poblaciones, al reducir sus niveles vulnerabilidad ante cualquier fenómeno, en este caso específico, los tsunamis.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1.** El CCPP Caleta Meca, esta propenso a la ocurrencia de un sismo tsunamigénico de grado 8.0 – 8.5 Mw, esto debido a que se encuentra en la zona de acoplamiento máximo catalogado como B4, el cual cuenta con dos antecedentes importantes como son los tsunamis de 1604 y 1868 (IGP, 2020); así mismo, se llegó a identificar que el run up de las olas llegarían como mínimo a la cota de 12msnm (GORE Tacna, 2021); inundando así áreas de entre 60 y 80 has, en la zona de estudio.
- 6.2.** Se logró calcular el nivel de peligro que presenta el CCPP Caleta Meca a partir de la evaluación la susceptibilidad, que involucra el análisis de los factores condicionantes como la altitud respecto al nivel del mar, pendiente, geología y geomorfología, y el factor desencadenante como la magnitud del sismo (8.0-0.5 Mw); así también, el parámetro de evaluación considerado es el área inundable por tsunami, siendo de entre 60-80 has para la zona de estudio. Mediante la metodología aplicada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2017) se logró determinar los valores de importancia de cada parámetro de evaluación dando como resultado, un valor ALTO de peligro ante tsunamis para el centro poblado y las personas residentes.
- 6.3.** Respecto a la vulnerabilidad, se calcularon los niveles para el CCPP Caleta Meca en sus dimensiones social, física y económica; analizando los factores de exposición, fragilidad y resiliencia, así como los parámetros y descriptores involucrados en cada uno de ellos. Mediante la aplicación de encuestas y la observación en campo se pudo recoger información primaria actualizada, para luego analizarla mediante la matriz de comparación de pares de Saaty utilizada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2017), relacionando lo objetivo de la ciencia con lo subjetivo del

comportamiento humano; para integrarla mediante el uso de los Sistemas de información geográfica (SIG), resultando, en promedio, con un valor ALTO de vulnerabilidad.

- 6.4.** El escenario de riesgo ante tsunami establecido, permitió la evaluación de los niveles de riesgo del CCPP Caleta Meca, a través del cálculo y análisis de los niveles de peligro y vulnerabilidad, dando como resultado, en promedio, un nivel ALTO de riesgo para el centro poblado.
- 6.5.** El estudio logró determinar las variables que influyen en la reducción de la vulnerabilidad, estableciendo propuestas de medidas estructurales y no estructurales, que favorecen al fortalecimiento de la resiliencia social y a la reducción de la fragilidad física a través de acciones de preparación y mitigación del riesgo ante tsunamis.
- 6.6.** Se ha determinado, en función de la información histórica y estadística, la existencia de una relación directa (dependencia) entre la comprensión, determinación y evaluación del riesgo, y la toma de medidas en base a tal conocimiento para reducir las vulnerabilidades mediante el desarrollo de herramientas, acciones y estrategias en las políticas y planificación de todos los niveles de gobierno. Reducir la vulnerabilidad o la amenaza significa reducir el riesgo; y reducir el riesgo significa reducir la posibilidad de futuros desastres.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Se recomienda a las autoridades locales y regionales de la provincia Jorge Basadre efectuar convenios con universidades nacionales y/o instituciones privadas científicas a fin de realizar estudios detallados sobre el peligro de Tsunamis en la costa del CCPP Caleta Meca en el distrito de Ite, considerando un escenario extremo y evaluando los posibles daños.
- 7.2. Se recomienda a la Municipalidad distrital de Ite, solicitar la elaboración de la Carta de Inundación por Tsunami de la playa Meca, con el fin de obtener la simulación de áreas inundables ante posibles tsunamis originados por sismos de 8.5 y 9.0 Mw y en base a dicho instrumento poder gestionar ante el Instituto Nacional de Defensa Civil, la elaboración definitiva del estudio de la propuesta de las rutas de evaluación y zonas de refugio y su respectiva señalización en el CCPP Caleta Meca.
- 7.3. Diseñar e implementar estrategias que permitan la reducción de la vulnerabilidad social y física e incorporarlos en planes de acción y prevención por parte del gobierno local y Defensa Civil. Principalmente dándole énfasis en mejorar la resiliencia social de la población y la exposición y fragilidad física de las construcciones del CCPP Caleta Meca.
- 7.4. Realizar investigaciones técnico-científicas en forma conjunta entre la Municipalidad Distrital de Ite, Municipalidad Provincial de Jorge Basadre, Instituto Geofísico del Perú, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres y la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú y empresas privadas, a fin de complementar y mejorar los resultados obtenidos en el presente estudio para la evaluación del riesgo en la playa Meca.
- 7.5. Se recomienda a los gobiernos locales y regionales implementen las medidas propuestas para reducir la vulnerabilidad en el CCPP Caleta Meca, que fueron establecidas sobre la

base de criterios prácticos ajustados a la realidad y con la intención de complementar las medidas establecidas en el Plan de Contingencias ante Emergencia por Tsunami en la Provincia de Jorge Basadre. El CCPP Caleta Meca muestra un gran potencial y expansión urbana, por lo que reforzar las medidas actualmente propuestas y buscar reducir la vulnerabilidad ante un fenómeno de gran impacto como son los tsunamis, es de vital importancia para la proyección a futuro de la población y sus medios de vida.

## VIII. REFERENCIAS

- Castillejo, G., y Espinoza, L. (2015). *Simulación de tsunami para la generación de mapas de inundación y daño en el distrito de Ancón*. [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional URP. Sitio web <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2232>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales - 2da versión*. Lima, Perú. Obtenido de [https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos\\_v2.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf)
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2017). *Manual para la evaluación de riesgos por Tsunamis*. Lima, Perú. Obtenido de [https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia\\_Manuales/MANUAL%20DE%20TSUNAMIS.pdf](https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/MANUAL%20DE%20TSUNAMIS.pdf)
- Chire, J. (2016). *Geología y estimación de recursos y reservas de yacimiento de hierro, mina Morritos, provincia de Tacna, departamento de Tacna. Arequipa, Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio UNSA. Obtenido de <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/TE0382.pdf>
- Coitare, J. (2020). *Propuesta para la implementación de las medidas de reducción del riesgo de desastres en el pueblo joven El Progreso del distrito de Carabayllo*. Lima, Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. Obtenido de



<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/144/browse?type=author&value=Cocuarite+Choquehuanca%2C+Jaime>

Cocuñame, D. y Salcedo, E. (2017). *Evaluación del riesgo de inundación ante tsunami local en la isla Cascajal, Pacífico Colombiano*. Santiago, Chile. Revista de Geografía Norte Grande (Santiago), 68, 185-219. Sitio web <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022017000300185>

Comisión Oceanográfica Intergubernamental (2008). *Preparación para casos de Tsunami-Guía Informativa para los planificadores especializados en medidas de contingencia ante catástrofes*. Manual y guías de la COI N°49. Obtenido de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000160002\\_spa?posInSet=1&queryId=176806fa-3882-4e34-b50f-8313056b57b4](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000160002_spa?posInSet=1&queryId=176806fa-3882-4e34-b50f-8313056b57b4)

Comisión Oceanográfica Intergubernamental (2013). *Preparación para casos de tsunami: protección civil – Guía de buenas prácticas*. Manuales y Guías de la COI N.º 65. París, UNESCO. (IOC/2013/MG/65). Obtenido de [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000220802\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000220802_spa)

Dirección de Hidrografía y Navegación (2023). *Tsunamis en Perú*. (3ª ed.). Obtenido de [https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista\\_tsunami.pdf](https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/revista_tsunami.pdf)

Enrique, V. (2002). *Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales*. Sitio web [https://core.ac.uk/display/38672979?utm\\_source=pdf&utm\\_medium=banner&utm\\_campaign=pdf-decoration-v1](https://core.ac.uk/display/38672979?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1).

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. (2007). *Marco de Acción de Hyogo 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres*. Sitio

web <https://www.preventionweb.net/publication/hyogo-framework-action-2005-2015-building-resilience-nations-and-communities-disasters>.

Garrido, N. (2019). *Implementación de un Plan de Contingencia ante sismo y tsunami en la Costa Verde para la gestión del riesgo de desastres en el distrito San Isidro, Lima-Perú 2019*. [Tesis de maestría. Universidad Continental]. Repositorio Institucional UC. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7157>

Global Geosystems. (19 de octubre del 2022). *¿Qué es una batimetría?* Sitio web <https://global-geosystems.com/que-es-una-batimetria/>

Gobierno Regional del Callao (2020). *Informe de Evaluación de Riesgo de Desastres por Tsunami en el AA.HH. Félix Moreno, distrito de Ventanilla, Provincia constitucional del Callao, Región Callao*. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/10092>.

Gobierno Regional de Tacna (2016). *Plan de Desarrollo Local Concertado TACNA hacia el 2021. Tacna, Perú*. Obtenido de <https://www.munitacna.gob.pe/pagina/sf/informacion/plan-dlc>

Gobierno Regional de Tacna (2019). *Plan de operaciones de emergencia de la Región Tacna*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/regiontacna/normas-legales/5609392-591-2019-gr-gob-reg-tacna>

Gobierno Regional de Tacna (2020). *Estudio especializado de Evaluación de riesgos, desastres y vulnerabilidad al cambio climático, versión al 2021*. Obtenido de [https://geotakana.regiontacna.gob.pe/pagefiles/pdf/est\\_esp\\_eval\\_ries\\_desas\\_vcclim.pdf](https://geotakana.regiontacna.gob.pe/pagefiles/pdf/est_esp_eval_ries_desas_vcclim.pdf)

Instituto Geofísico del Perú (2020). *Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú*. Informe Técnico N°. 004-2020/IGP. Lima, Perú. Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/11865>.

Instituto Nacional de Defensa Civil y Dirección de Hidrografía y Navegación (2017). *Guía Técnica para la Estandarización de Señales de Seguridad en caso de Tsunami: Costa Peruana*. Lima, Perú. Obtenido de [https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/GUIA\\_TECNICA\\_SE%C3%91ALES\\_TSUNAMIS\\_2017\\_version\\_final.pdf](https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/otros/GUIA_TECNICA_SE%C3%91ALES_TSUNAMIS_2017_version_final.pdf)

Instituto Nacional de Defensa Civil (2017). *Guía para la Implementación de SAT- Tsunami a nivel distrital y comunitario*. Lima, Perú. Obtenido de <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201804031548581-1.pdf>

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2020). Compendio Estadístico 2020, en la Preparación, Respuesta y Rehabilitación de la GRD. VII Glosario de términos y siglas utilizadas. Lima, Perú. Sitio web <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2021/02/CAPITULO-VIII-Glosario-de-T%C3%A9rminos.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados, Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Tomo 4. Sitio web [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1541/index.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm)

Instituto Mexicano del Seguro Social (2018). *Plan Institucional de Preparación y Respuesta frente a Tsunamis*. Obtenido de <https://cvoed.imss.gob.mx/wp-content/uploads/2015/02/Plan-tsunami-IMSS.pdf>

Ipanaque, Y. (2018). *Reducción de la vulnerabilidad del P.J. Miramar Bajo-Chimbote, frente al riesgo de terremotos y tsunamis, para salvaguardar la vida de la población y sus medios*

- de vida – 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27243>
- Jaque Castillo, E., Contreras, A., Ríos, R., y Quezada Flory, J. (2013). Evaluación de vulnerabilidad ante tsunami en Chile Central. Un factor para la gestión local del riesgo. *Revista Geográfica Venezolana*, 54(1), 47-65. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3477/347730394004.pdf>
- Jhon, K. (22 de mayo de 2022). *¿Qué significa GPS?* Sitio web <https://www.geotab.com/es-latam/blog/qu%C3%A9-significa-gps/>
- Jiménez, C. (2015). *El maremoto Notable de 1746*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Lima, Perú. Obtenido de <https://www.dhn.mil.pe/files/cnat/pdf/articulos/Jimenez-El%20Maremoto%20Notable%20de%201746%20Tesis%20UPG.pdf>
- Kuroiwa, J. (s.f.). *Guía práctica para la reducción del riesgo catastrófico por tsunami en el Perú*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4768982/Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20la%20reducci%C3%B3n%20del%20riesgo%20catastr%C3%B3fico%20por%20tsunami%20en%20el%20Per%C3%BA.pdf?v=1687890048>
- Mamani, G. (2014). *Determinación de la vulnerabilidad social en la población costera de la ciudad de Ilo ante la ocurrencia de un tsunami de origen cercano*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Tacna, Perú. Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/IGPR\\_379f1dcc974c703c596bfd40df26441e/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/IGPR_379f1dcc974c703c596bfd40df26441e/Details).

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Edificaciones para evacuación vertical ante tsunamis*. [Diapositiva]. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2141323/9.%20Lineamientos%20para%20el%20dise%C3%B1o%20de%20edificaciones%20para%20evacuaci%C3%B3n%20vertical%20frente%20a%20tsunamis.pdf.pdf>
- Moggiano, N. (2013). *Modelado Numérico del Maremoto de Pisco 2007*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Lima, Perú. Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS\\_2bd7ad719967c70eb02149ac6fa8096c](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS_2bd7ad719967c70eb02149ac6fa8096c)
- Municipalidad Provincial Jorge Basadre (2017). *Plan de contingencias ante emergencia por tsunami en la provincia Jorge Basadre*. Obtenido de [http://www.munijorgebasadre.gob.pe/pagina/web\\_siprogerd/archivos/planescon/plan\\_de\\_contingencias\\_ante\\_emergencia\\_por\\_tsunami.pdf](http://www.munijorgebasadre.gob.pe/pagina/web_siprogerd/archivos/planescon/plan_de_contingencias_ante_emergencia_por_tsunami.pdf)
- Municipalidad Provincial Jorge Basadre (2017). *Plan de contingencias ante sismo de alta intensidad en la provincia Jorge Basadre*. Obtenido de [http://www.munijorgebasadre.gob.pe/pagina/web\\_siprogerd/archivos/planescon/plan\\_de\\_contingencias\\_ante\\_sismo\\_de\\_alta\\_intensidad.pdf](http://www.munijorgebasadre.gob.pe/pagina/web_siprogerd/archivos/planescon/plan_de_contingencias_ante_sismo_de_alta_intensidad.pdf)
- Municipalidad Provincial de Tacna (2023). *Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres de la provincia de Tacna 2023-2024*. Obtenido de <https://www.munitacna.gob.pe/archivo/download/31737/show/plan-de-prevencion-del-riesgo->
- Olcese, M. (2004). *Estudio del origen y consecuencias del tsunami del 23 de junio del 2001 en la costa sur del Perú*. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional de ingeniería]. Lima, Perú.

Obtenido de

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_c8b6d347ef779cd347d9ab686e2193](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_c8b6d347ef779cd347d9ab686e2193)

[91](#)

Organización de los Estados Americanos (1991). *Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños*. Sitio web

<https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/oea57s.pdf>

Panduro, E. (2017). *Informe de Evaluación de Riesgo originado por tsunami en el área delimitada por el Sector Huanchaquito Bajo, C.P. Huanchaquito, distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento de la Libertad*. Obtenido de

<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/14241>.

Pichilingue, C. (2022). *Estrategia de Reducción del Riesgo de Desastre de la Población flotante ante Sismo Tsunamigénico en la Costa Verde*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal]. Lima, Perú. Obtenido de

<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/1848230>

Piñar, R. (2008). *Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m3*. [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio Institucional TEC. Obtenido de

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Reglamento de Ley N° 30740, Ley que Regula el uso y las operaciones de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia [RPAS]. (09 de julio del 2020). Congreso de la Republica del Perú. Sitio web

[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/987193/Proyecto\\_de\\_Decreto\\_Supremo.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/987193/Proyecto_de_Decreto_Supremo.pdf)

Revista de las Ciencias Geomáticas. (2016). Evaluación de Riesgo por Tsunami en Zonas Costeras y Estrategias de Adaptación y Mitigación. TOPCART XI Congreso Internacional de Geomática y Ciencias de la Tierra, Riesgos Naturales. 34 (172), p.41-48. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7446499>.

Robles Francia (s.f.). *Los 15 Tipos de Investigación Científica y sus Características*. Sitio web <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-mayor-de-san-andres/historia-universal/robles-francia-tipos-de-investigacion-cientifica-y-sus-caracteristicas/55181053>

Sáenz de Viteri, B. (2017). *Propuesta de acciones de reducción de riesgo frente a un tsunami en el Malecón de Atacames a partir de un análisis de riesgo integral*. Quito, Ecuador. [Tesis de pregrado, Universidad Internacional del Ecuador]. Repositorio Institucional UIDE. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1747/1/T-UIDE-1143.pdf>

Sánchez, E.; Benites, A.; Trinidad, I. y Alván, A. (2021) - Geología del cuadrángulo de Locumba (hojas 36u1, 36u2, 36u3, 36u4). INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000), 25, 36 p., 4 mapas. Obtenido de <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3164>.

Servicio Geológico de los Estados Unidos (6 de setiembre de 2023). *Tsunami Terms*. Sitio web <https://www.usgs.gov/media/images/tsunami-terms>

Silgado, E. (1978). Historia de los Sismos más Notables Ocurridos en el Perú (1513–1974). Instituto de Geología y Minería, Boletín N.º 3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica p. 130. Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/251>

Universidad Nacional de Santiago del Estero. (2008). *Metodología de la Investigación I*. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas. Edunse Editorial Universitaria. Argentina. Obtenido

de

<https://fce.unse.edu.ar/sites/default/files/RESOLUCIONES/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20I%20-%20LSI%20-%202023.pdf>

Valeriano, R. (2016). *La Actividad Turística Sostenible en el Diseño de un Complejo Turístico en la Playa Meca – Ite Tacna en el 2014*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJB\\_a9f861595ea7c2268e7c8e5083aff51e/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNJB_a9f861595ea7c2268e7c8e5083aff51e/Details)



## IX. ANEXOS

### Anexo A: Panel Fotográfico

#### Figura 66

*Señalización informativa en la Caleta Meca en el distrito de Ite. Año 2024.*



**Figura 67**

*Letrero al ingreso de la Caleta Meca, distrito de Ite, departamento Tacna. Año 2024.*



**Figura 68**

*Campo deportivo del CCPP Caleta Meca, distrito Ite, departamento Tacna. Año 2024.*



**Figura 69**

*Malecón de la Caleta Meca, distrito Ite, departamento de Tacna. Año 2024.*

**Figura 70**

*Servicios Higiénicos de la Municipalidad en el CCPP Caleta Meca. Año 2024.*



**Figura 71**

*Capilla del CCPP Caleta Meca. Año 2024.*



**Figura 72**

*Local Comunal del CCPP Caleta Meca. Año 2024.*

**Figura 73**

*Zona de camping para visitantes en la playa Meca. Año 2024.*



**Figura 74**

*Restaurante en el CCPP Caleta Meca. Año 2024.*

**Figura 75**

*Vista general del tipo de viviendas existentes en el CCPP Caleta Meca. Año 2024.*



**Figura 76**

*Vista general del CCPP Caleta Meca. Año 2024.*





**Figura 77**

*Entrevista a poblador del CCPP Caleta Meca. Año 2024.*



## Anexo B: Matrices de comparación de pares de parámetros del peligro y vulnerabilidad

### Factores condicionantes

- *Altitud respecto al nivel del mar*

| <b>Matriz de comparación de pares</b> |       |       |       |        |        |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| <b>ALTITUD (msnm)</b>                 | 0-4   | 4-10  | 10-15 | 15-20  | >20    |
| 0-4                                   | 1     | 2     | 4     | 6      | 8      |
| 4-10                                  | 0.333 | 1     | 3     | 5      | 7      |
| 10-15                                 | 0.200 | 0.333 | 1     | 3      | 5      |
| 15-20                                 | 0.143 | 0.200 | 0.333 | 1      | 3      |
| >20                                   | 0.111 | 0.143 | 0.200 | 0.333  | 1      |
| suma                                  | 1.787 | 3.676 | 8.533 | 15.333 | 24.000 |
| =1/SUMA                               | 0.560 | 0.272 | 0.117 | 0.065  | 0.042  |

| <b>Matriz de Normalización</b> |       |       |       |       |       | <b>VECTOR DE<br/>PRIORIZACIÓN<br/>(VP)</b> |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| <b>ALTITUD (m.s.n.m)</b>       | 0-4   | 4-10  | 10-15 | 15-20 | >20   |  |
| 0-4                            | 0.560 | 0.544 | 0.469 | 0.391 | 0.333 | 0.459                                      |
| 4-10                           | 0.187 | 0.272 | 0.352 | 0.326 | 0.292 | 0.286                                      |
| 10-15                          | 0.112 | 0.091 | 0.117 | 0.196 | 0.208 | 0.145                                      |
| 15-20                          | 0.080 | 0.054 | 0.039 | 0.065 | 0.125 | 0.073                                      |
| >20                            | 0.062 | 0.039 | 0.023 | 0.022 | 0.042 | 0.038                                      |

| <b>Cálculo de la relación de consistencia (RC)</b> |       |       |       |       | <b>VECTOR SUMA<br/>PONDERADA (VSP)</b> |
|--|-------|-------|-------|-------|--|
| Resultados de la operación de matrices             |       |       |       |       |  |
| 0.459  | 0.571 | 0.579 | 0.436 | 0.301 | 2.346                                  |
| 0.153  | 0.286 | 0.434 | 0.364 | 0.263 | 1.500                                  |
| 0.092  | 0.095 | 0.145 | 0.218 | 0.188 | 0.738                                  |
| 0.066  | 0.057 | 0.048 | 0.073 | 0.113 | 0.356                                  |
| 0.051  | 0.041 | 0.029 | 0.024 | 0.038 | 0.183                                  |

| <b>Calculando <math>\lambda</math> máximo</b> |           |  |
|---|-----------|--|
| <b>VSP</b>                                    | <b>VP</b> | <b><math>\lambda</math> máx. (VSP/VP).</b> |
| 2.346   | 0.459     | 5.108                                      |
| 1.500   | 0.286     | 5.251                                      |
| 0.738   | 0.145     | 5.097                                      |
| 0.356   | 0.073     | 4.901                                      |
| 0.183   | 0.038     | 4.860                                      |
| <b>Suma</b>                                   |           | <b>25.218</b>                              |
| <b>Promedio</b>                               |           | <b>5.044</b>                               |

| <b>Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)</b> |       |
|--|-------|
| IC (Índice de Consistencia)                        | 0.011 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1)                | 0.010 |

- *Pendiente*

| <b>Matriz de comparación de pares</b> |       |       |       |        |        |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| <b>PENDIENTE</b>                      | <5    | 5-15  | 15-25 | 25-35  | >35    |
| <5                                    | 1     | 2     | 4     | 6      | 8      |
| 5-15                                  | 0.500 | 1     | 3     | 5      | 6      |
| 15-25                                 | 0.250 | 0.333 | 1     | 3      | 5      |
| 25-35                                 | 0.167 | 0.200 | 0.333 | 1      | 3      |
| >35                                   | 0.125 | 0.167 | 0.200 | 0.333  | 1      |
| suma                                  | 2.042 | 3.700 | 8.533 | 15.333 | 23.000 |
| =1/SUMA                               | 0.490 | 0.270 | 0.117 | 0.065  | 0.043  |

| <b>Matriz de Normalización</b> |       |       |       |       |       | <b>VECTOR DE<br/>PRIORIZACIÓN<br/>(VP)</b> |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| <b>PENDIENTE</b>               | <5    | 5-15  | 15-25 | 25-35 | >35   |  |
| <5                             | 0.490 | 0.541 | 0.469 | 0.391 | 0.348 | 0.448                                      |
| 5-15                           | 0.245 | 0.270 | 0.352 | 0.326 | 0.261 | 0.291                                      |
| 15-25                          | 0.122 | 0.090 | 0.117 | 0.196 | 0.217 | 0.149                                      |
| 25-35                          | 0.082 | 0.054 | 0.039 | 0.065 | 0.130 | 0.074                                      |
| >35                            | 0.061 | 0.045 | 0.023 | 0.022 | 0.043 | 0.039                                      |

| <b>Cálculo de la relación de consistencia (RC)</b> |       |       |       |       |  |
|--|-------|-------|-------|-------|--|
| Resultados de la operación de matrices             |       |       |       |       | <b>VECTOR SUMA<br/>PONDERADA (VSP)</b> |
| 0.448  | 0.581 | 0.594 | 0.444 | 0.312 | 2.380                                  |
| 0.224  | 0.291 | 0.446 | 0.370 | 0.234 | 1.565                                  |
| 0.112  | 0.097 | 0.149 | 0.222 | 0.195 | 0.775                                  |
| 0.075  | 0.058 | 0.050 | 0.074 | 0.117 | 0.373                                  |
| 0.056  | 0.048 | 0.030 | 0.025 | 0.039 | 0.198                                  |

| <b>Calculando <math>\lambda</math> máximo</b> |           |  |
|---|-----------|--|
| <b>VSP</b>                                    | <b>VP</b> | <b><math>\lambda</math> máx. (VSP/VP).</b> |
| 2.380   | 0.448     | 5.316                                      |
| 1.565   | 0.291     | 5.381                                      |
| 0.775   | 0.149     | 5.214                                      |
| 0.373   | 0.074     | 5.039                                      |
| 0.198   | 0.039     | 5.074                                      |
| <b>Suma</b>                                   |           | <b>26.024</b>                              |
| <b>Promedio</b>                               |           | <b>5.205</b>                               |

| <b>Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)</b> |       |
|--|-------|
| IC (Índice de Consistencia)                        | 0.051 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1)                | 0.046 |

- Geología

| <b>Matriz de comparación de pares</b>    |                  |                    |                     |                            |  |
|--|------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|--|
| <b>GEOLOGIA</b>                          | Deposito aluvial | Deposito biogénico | Formación chocolate | Super unidad Ilo - Diorita | Super unidad Ilo - Granodiorita, diorita |
| Deposito aluvial                         | 1                | 3                  | 5                   | 7                          | 9  |
| Deposito biogénico                       | 0.333333333      | 1                  | 3                   | 5                          | 7  |
| Formación chocolate                      | 0.200            | 0.333              | 1                   | 3                          | 5  |
| Super unidad Ilo - Diorita               | 0.143            | 0.200              | 0.333333333         | 1                          | 3  |
| Super unidad Ilo - Granodiorita, diorita | 0.111            | 0.143              | 0.200               | 0.333333333                | 1  |
| suma                                     | 1.787            | 4.676              | 9.533               | 16.333                     | 25.000                                   |

| =1/SUMA  | 0.560            | 0.214                                      | 0.105               | 0.061                      | 0.040                                    |                                    |
|--|------------------|--|---------------------|----------------------------|--|------------------------------------|
| <b>Matriz de Normalización</b>                     |                  |  |                     |                            |  |                                    |
| <b>GEOLOGIA</b>                                    | Deposito aluvial | Deposito biogénico                         | Formación chocolate | Super unidad Ilo - Diorita | Super unidad Ilo - Granodiorita, diorita | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP)</b> |
| Deposito aluvial                                   | 0.560            | 0.642                                      | 0.524               | 0.429                      | 0.360                                    | 0.503                              |
| Deposito biogénico                                 | 0.187            | 0.214                                      | 0.315               | 0.306                      | 0.280                                    | 0.260                              |
| Formación chocolate                                | 0.112            | 0.071                                      | 0.105               | 0.184                      | 0.200                                    | 0.134                              |
| Super unidad Ilo - Diorita                         | 0.080            | 0.043                                      | 0.035               | 0.061                      | 0.120                                    | 0.068                              |
| Super unidad Ilo - Granodiorita, diorita           | 0.062            | 0.031                                      | 0.021               | 0.020                      | 0.040                                    | 0.035                              |
| <b>Cálculo de la relación de consistencia (RC)</b> |                  |  |                     |                            |  |                                    |
| Resultados de la operación de matrices             |                  |  |                     |                            | <b>VECTOR SUMA PONDERADA (VSP)</b>       |                                    |
| 0.503  | 0.781            | 0.672                                      | 0.474               | 0.313                      | 2.743                                    |                                    |
| 0.168  | 0.260            | 0.403                                      | 0.339               | 0.244                      | 1.414                                    |                                    |
| 0.101  | 0.087            | 0.134                                      | 0.203               | 0.174                      | 0.699                                    |                                    |
| 0.072  | 0.052            | 0.045                                      | 0.068               | 0.104                      | 0.341                                    |                                    |
| 0.056  | 0.037            | 0.027                                      | 0.023               | 0.035                      | 0.177                                    |                                    |
| <b>Calculando <math>\lambda</math> máximo</b>      |                  |  |                     |                            |  |                                    |
| <b>VSP</b>   | <b>VP</b>        | <b><math>\lambda</math> máx. (VSP/VP).</b> |                     |                            |  |                                    |
| 2.743  | 0.503            | 5.455                                      |                     |                            |  |                                    |
| 1.414  | 0.260            | 5.432                                      |                     |                            |  |                                    |
| 0.699  | 0.134            | 5.204                                      |                     |                            |  |                                    |
| 0.341  | 0.068            | 5.030                                      |                     |                            |  |                                    |
| 0.177  | 0.035            | 5.093                                      |                     |                            |  |                                    |
| <b>Suma</b>  |                  | <b>26.213</b>                              |                     |                            |  |                                    |
| <b>Promedio</b>                                    |                  | <b>5.243</b>                               |                     |                            |  |                                    |
| <b>Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)</b> |                  |  |                     |                            |  |                                    |
| IC (Índice de Consistencia)                        |                  |  | 0.061               |                            |  |                                    |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1)                |                  |  | 0.054               |                            |  |                                    |

## - Geomorfología

| <b>Matriz de comparación de pares</b>    |                |       |  |                                   |                                      |
|--|----------------|-------|--|-----------------------------------|--------------------------------------|
| <b>GEOMORFOLOGÍA</b>                     | Cordón litoral | Delta | Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial | Colina y lomada en roca volcánica | Montañas y colinas en roca intrusiva |
| Cordón litoral                           | 1              | 2     | 3  | 5                                 | 7                                    |
| Delta                                    | 0.5            | 1     | 3  | 5                                 | 7                                    |
| Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial | 0.333          | 0.333 | 1  | 3                                 | 5                                    |
| Colina y lomada en roca volcánica        | 0.200          | 0.200 | 0.333333333                              | 1                                 | 3                                    |
| Montañas y colinas en roca intrusiva     | 0.143          | 0.143 | 0.200                                    | 0.333333333                       | 1                                    |
| suma                                     | 2.176          | 3.676 | 7.533                                    | 14.333                            | 23.000                               |
| =1/SUMA                                  | 0.460          | 0.272 | 0.133                                    | 0.070                             | 0.043                                |

| <b>Matriz de Normalización</b>           |                |       |  |                                   |                                      |                                    |
|--|----------------|-------|--|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| <b>GEOMORFOLOGÍA</b>                     | Cordón litoral | Delta | Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial | Colina y lomada en roca volcánica | Montañas y colinas en roca intrusiva | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP)</b> |
| Cordón litoral                           | 0.460          | 0.544 | 0.398                                    | 0.349                             | 0.304                                | 0.411                              |
| Delta                                    | 0.230          | 0.272 | 0.398                                    | 0.349                             | 0.304                                | 0.311                              |
| Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial | 0.153          | 0.091 | 0.133                                    | 0.209                             | 0.217                                | 0.161                              |
| Colina y lomada en roca volcánica        | 0.092          | 0.054 | 0.044                                    | 0.070                             | 0.130                                | 0.078                              |
| Montañas y colinas en roca intrusiva     | 0.066          | 0.039 | 0.027                                    | 0.023                             | 0.043                                | 0.040                              |

| <b>Cálculo de la relación de consistencia (RC)</b> |       |       |       |       |                                    |
|--|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|
| Resultados de la operación de matrices             |       |       |       |       | <b>VECTOR SUMA PONDERADA (VSP)</b> |
| 0.411  | 0.621 | 0.482 | 0.391 | 0.277 | 2.182                              |
| 0.205  | 0.311 | 0.482 | 0.391 | 0.277 | 1.666                              |
| 0.137  | 0.104 | 0.161 | 0.234 | 0.198 | 0.833                              |
| 0.082  | 0.062 | 0.054 | 0.078 | 0.119 | 0.395                              |

|   |           |  |       |       |       |
|---|-----------|--|-------|-------|-------|
| 0.059   | 0.044     | 0.032                                      | 0.026 | 0.040 | 0.201 |
| <b>Calculando <math>\lambda</math> máximo</b> |           |  |       |       |       |
| <b>VSP</b>                                    | <b>VP</b> | <b><math>\lambda</math> máx. (VSP/VP).</b> |       |       |       |
| 2.182   | 0.411     | 5.309                                      |       |       |       |
| 1.666   | 0.311     | 5.362                                      |       |       |       |
| 0.833   | 0.161     | 5.188                                      |       |       |       |
| 0.395   | 0.078     | 5.050                                      |       |       |       |
| 0.201   | 0.040     | 5.077                                      |       |       |       |
| <b>Suma</b>                                   |           | <b>25.986</b>                              |       |       |       |
| <b>Promedio</b>                               |           | <b>5.197</b>                               |       |       |       |

|  |       |
|--|-------|
| <b>Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)</b> |       |
| IC (Índice de Consistencia)                        | 0.049 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1)                | 0.044 |

#### Parámetro de Evaluación

|                                       |       |       |       |        |        |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| <b>Matriz de comparación de pares</b> |       |       |       |        |        |
| <b>AREA INUNDABLE (Ha)</b>            | >80   | 60-80 | 40-60 | 25-40  | <25    |
| >80                                   | 1     | 3     | 5     | 7      | 9      |
| 60-80                                 | 0.333 | 1     | 3     | 5      | 7      |
| 40-60                                 | 0.200 | 0.333 | 1     | 3      | 5      |
| 25-40                                 | 0.143 | 0.200 | 0.333 | 1      | 3      |
| <25                                   | 0.111 | 0.143 | 0.200 | 0.333  | 1      |
| suma                                  | 1.787 | 4.676 | 9.533 | 16.333 | 25.000 |
| =1/SUMA                               | 0.560 | 0.214 | 0.105 | 0.061  | 0.040  |

|                                |       |       |       |       |       |                     |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| <b>Matriz de Normalización</b> |       |       |       |       |       | <b>VECTOR DE</b>    |
| <b>AREA INUNDABLE (Ha)</b>     | >80   | 60-80 | 40-60 | 25-40 | <25   | <b>PRIORIZACIÓN</b> |
|                                |       |       |       |       |       | <b>(VP)</b>         |
| >80                            | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.429 | 0.360 | 0.503               |
| 60-80                          | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.306 | 0.280 | 0.260               |
| 40-60                          | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.184 | 0.200 | 0.134               |
| 25-40                          | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.120 | 0.068               |
| <25                            | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.020 | 0.040 | 0.035               |

---

**Cálculo de la relación de consistencia (RC)**


---

| Resultados de la operación de matrices |       |       |       |       | VECTOR SUMA<br>PONDERADA (VSP) |
|--|-------|-------|-------|-------|--------------------------------|
| 0.503                                  | 0.781 | 0.672 | 0.474 | 0.313 | 2.743                          |
| 0.168                                  | 0.260 | 0.403 | 0.339 | 0.244 | 1.414                          |
| 0.101                                  | 0.087 | 0.134 | 0.203 | 0.174 | 0.699                          |
| 0.072                                  | 0.052 | 0.045 | 0.068 | 0.104 | 0.341                          |
| 0.056                                  | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.035 | 0.177                          |

---



---

**Calculando  $\lambda$  máximo**


---

| VSP             | VP    | $\lambda$ máx. (VSP/VP). |
|-----------------|-------|--------------------------|
| 2.743           | 0.503 | 5.455                    |
| 1.414           | 0.260 | 5.432                    |
| 0.699           | 0.134 | 5.204                    |
| 0.341           | 0.068 | 5.030                    |
| 0.177           | 0.035 | 5.093                    |
| <b>Suma</b>     |       | <b>26.213</b>            |
| <b>Promedio</b> |       | <b>5.243</b>             |

---



---

**Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)**


---

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| IC (Índice de Consistencia)         | 0.061 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1) | 0.054 |

---

**Dimensión Social - Exposición Social**

- Número de habitantes por vivienda

---

**Matriz de comparación de pares**


---

| N.º DE HABITANTES<br>POR VIVIENDA | >5 hab. | de 4 a 5<br>hab. | de 2 a 3 hab. | Persona sola | Desocupado |
|-----------------------------------|---------|------------------|---------------|--------------|------------|
| >5 hab.                           | 1       | 3                | 5             | 7            | 9          |
| de 4 a 5 hab.                     | 0.333   | 1                | 3             | 5            | 7          |
| de 2 a 3 hab.                     | 0.200   | 0.333            | 1             | 3            | 5          |
| Persona sola                      | 0.143   | 0.200            | 0.333         | 1            | 3          |
| Desocupado                        | 0.111   | 0.143            | 0.200         | 0.333        | 1          |
| suma                              | 1.787   | 4.676            | 9.533         | 16.333       | 25.000     |
| =1/SUMA                           | 0.560   | 0.214            | 0.105         | 0.061        | 0.040      |

---



| <b>Matriz de Normalización</b>        |                   |                      |                      |                     |                   |                                    |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------|------------------------------------|
| <b>N.º DE HABITANTES POR VIVIENDA</b> | <b>&gt;5 hab.</b> | <b>de 4 a 5 hab.</b> | <b>de 2 a 3 hab.</b> | <b>Persona sola</b> | <b>Desocupado</b> | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP)</b> |
| >5 hab.                               | 0.560             | 0.642                | 0.524                | 0.429               | 0.360             | 0.503                              |
| de 4 a 5 hab.                         | 0.187             | 0.214                | 0.315                | 0.306               | 0.280             | 0.260                              |
| de 2 a 3 hab.                         | 0.112             | 0.071                | 0.105                | 0.184               | 0.200             | 0.134                              |
| Persona sola                          | 0.080             | 0.043                | 0.035                | 0.061               | 0.120             | 0.068                              |
| Desocupado                            | 0.062             | 0.031                | 0.021                | 0.020               | 0.040             | 0.035                              |

| <b>Cálculo de la relación de consistencia (RC)</b> |   |       |       |       |                                    |
|--|---|-------|-------|-------|------------------------------------|
|  | <b>Resultados de la operación de matrices</b> |       |       |       | <b>VECTOR SUMA PONDERADA (VSP)</b> |
| 0.503  | 0.781   | 0.672 | 0.474 | 0.313 | 2.743                              |
| 0.168  | 0.260   | 0.403 | 0.339 | 0.244 | 1.414                              |
| 0.101  | 0.087   | 0.134 | 0.203 | 0.174 | 0.699                              |
| 0.072  | 0.052   | 0.045 | 0.068 | 0.104 | 0.341                              |
| 0.056  | 0.037   | 0.027 | 0.023 | 0.035 | 0.177                              |

| <b>Calculando <math>\lambda</math> máximo</b> |           |  |
|---|-----------|--|
| <b>VSP</b>                                    | <b>VP</b> | <b><math>\lambda</math> máx. (VSP/VP).</b> |
| 2.743   | 0.503     | 5.455                                      |
| 1.414   | 0.260     | 5.432                                      |
| 0.699   | 0.134     | 5.204                                      |
| 0.341   | 0.068     | 5.030                                      |
| 0.177   | 0.035     | 5.093                                      |
| <b>Suma</b>                                   |           | <b>26.213</b>                              |
| <b>Promedio</b>                               |           | <b>5.243</b>                               |

| <b>Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)</b> |       |
|--|-------|
| IC (Índice de Consistencia)                        | 0.061 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1)                | 0.054 |

## Dimensión Social - Fragilidad Social

- Grupo Etario

| <b>Matriz de comparación de pares</b> |                            |                             |                              |                 |            |
|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|------------|
| <b>GRUPO ETARIO SUCEPTIBLE</b>        | De 0 a 5 años y mayor a 70 | De 6 a 10 años y de 60 a 69 | De 11 a 15 años y de 45 a 59 | De 16 a 44 años | Desocupado |
| De 0 a 5 años y mayor a 70            | 1                          | 2                           | 4                            | 6               | 9          |
| De 6 a 10 años y de 60 a 69           | 0.500                      | 1                           | 3                            | 5               | 7          |
| De 11 a 15 años y de 45 a 59          | 0.250                      | 0.333                       | 1                            | 3               | 5          |
| De 16 a 44 años                       | 0.167                      | 0.250                       | 0.333                        | 1               | 3          |
| Desocupado                            | 0.111                      | 0.167                       | 0.250                        | 0.333           | 1          |
| suma                                  | 2.028                      | 3.750                       | 8.583                        | 15.333          | 25.000     |
| =1/SUMA                               | 0.493                      | 0.267                       | 0.117                        | 0.065           | 0.040      |

| <b>Matriz de normalización</b> |         |               |               |              |            |                                    |
|--------------------------------|---------|---------------|---------------|--------------|------------|------------------------------------|
| <b>GRUPO ETARIO SUCEPTIBLE</b> | >5 hab. | de 4 a 5 hab. | de 2 a 3 hab. | Persona sola | Desocupado | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP)</b> |
| De 0 a 5 años y mayor a 70     | 0.493   | 0.533         | 0.466         | 0.391        | 0.360      | 0.449                              |
| De 6 a 10 años y de 60 a 69    | 0.247   | 0.267         | 0.350         | 0.326        | 0.280      | 0.294                              |
| De 11 a 15 años y de 45 a 59   | 0.123   | 0.089         | 0.117         | 0.196        | 0.200      | 0.145                              |
| De 16 a 44 años                | 0.082   | 0.067         | 0.039         | 0.065        | 0.120      | 0.075                              |
| Desocupado                     | 0.055   | 0.044         | 0.029         | 0.022        | 0.040      | 0.038                              |

| <b>Cálculo de la relación de consistencia (RC)</b> |       |       |       |       |                                    |
|--|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|
| Resultados de la operación de matrices             |       |       |       |       | <b>VECTOR SUMA PONDERADA (VSP)</b> |
| 0.449  | 0.588 | 0.579 | 0.447 | 0.342 | 2.405                              |
| 0.224  | 0.294 | 0.435 | 0.373 | 0.266 | 1.592                              |
| 0.112  | 0.098 | 0.145 | 0.224 | 0.190 | 0.769                              |
| 0.075  | 0.073 | 0.048 | 0.075 | 0.114 | 0.385                              |

| 0.050                                       | 0.049 | 0.036                    | 0.025 | 0.038 | 0.198 |
|---|-------|--------------------------|-------|-------|-------|
| Calculando $\lambda$ máximo                 |       |                          |       |       |       |
| VSP   | VP    | $\lambda$ máx. (VSP/VP). |       |       |       |
| 2.405                                       | 0.449 | 5.360                    |       |       |       |
| 1.592                                       | 0.294 | 5.419                    |       |       |       |
| 0.769                                       | 0.145 | 5.307                    |       |       |       |
| 0.385                                       | 0.075 | 5.164                    |       |       |       |
| 0.198                                       | 0.038 | 5.206                    |       |       |       |
| Suma  |       | 26.456                   |       |       |       |
| Promedio                                    |       | 5.291                    |       |       |       |
| Cálculo de la Relación de Consistencia (RC) |       |                          |       |       |       |
| IC (Índice de Consistencia)                 |       | 0.073                    |       |       |       |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1)         |       | 0.065                    |       |       |       |

### Dimensión Social - Resiliencia Social

- Percepción del Riesgo

| Matriz de comparación de pares                          |   |   |  |  |   |                     |
|---|---|---|--|--|---|---------------------|
| PRECEPCION DEL RIESGO                                   | desconoce los peligros y no percibe el riesgo | conoce los peligros, pero percibe el riesgo | los conoce los peligros no existentes el percibe el riesgo | los conoce los peligros y siente ante el impacto del existente | los se protege y responde al impacto de los peligros existentes | siente y al riesgos |
| PR1: desconoce los peligros y no percibe el riesgo      | 1   | 3   | 5  | 7  | 9   |                     |
| PR2: conoce los peligros, pero no percibe el riesgo     | 0.333   | 1   | 3  | 5  | 7   |                     |
| PR3: conoce los peligros existentes y percibe el riesgo | 0.200   | 0.333                                       | 1  | 3  | 4   |                     |
| PR4: conoce los peligros y se siente segura ante el     | 0.143   | 0.200                                       | 0.333  | 1  | 2   |                     |

impacto del riesgo existente

PR5: se siente protegida y responde al impacto de los peligros existentes

|         |       |       |       |        |        |
|---------|-------|-------|-------|--------|--------|
|         | 0.111 | 0.143 | 0.200 | 0.500  | 1      |
| suma    | 1.787 | 4.676 | 9.533 | 16.500 | 23.000 |
| =1/SUMA | 0.560 | 0.214 | 0.105 | 0.061  | 0.043  |

### Matriz de normalización

| PRECEPCION DEL RIESGO | PR1   | PR2   | PR3   | PR4   | PR5   | VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP) |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| PR1                   | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.424 | 0.391 | 0.508                       |
| PR2                   | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.303 | 0.304 | 0.264                       |
| PR3                   | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.182 | 0.174 | 0.129                       |
| PR4                   | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.087 | 0.061                       |
| PR5                   | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.030 | 0.043 | 0.037                       |

### Cálculo de la relación de consistencia (RC)

| Resultados de la operación de matrices |       |       |       |       | VECTOR SUMA PONDERADA (VSP) |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| 0.508                                  | 0.793 | 0.644 | 0.427 | 0.337 | 2.710                       |
| 0.169                                  | 0.264 | 0.386 | 0.305 | 0.262 | 1.388                       |
| 0.102                                  | 0.088 | 0.129 | 0.183 | 0.150 | 0.652                       |
| 0.073                                  | 0.053 | 0.043 | 0.061 | 0.075 | 0.304                       |
| 0.056                                  | 0.038 | 0.026 | 0.031 | 0.037 | 0.188                       |

### Calculando $\lambda$ máximo

| VSP      | VP    | $\lambda$ máx. (VSP/VP). |
|----------|-------|--------------------------|
| 2.710    | 0.508 | 5.333                    |
| 1.388    | 0.264 | 5.247                    |
| 0.652    | 0.129 | 5.061                    |
| 0.304    | 0.061 | 4.987                    |
| 0.188    | 0.037 | 5.015                    |
| Suma     |       | 26.643                   |
| Promedio |       | 5.129                    |

### Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| IC (Índice de Consistencia) | 0.032 |
|-----------------------------|-------|

RC (Relación de Consistencia < 0.1) 0.029

- *Actitud frente a la ocurrencia de tsunamis*

| <b>Matriz de comparación de pares</b>   |   |                                |   |  |                    |
|---|---|--------------------------------|---|--|--------------------|
| <b>ACTITUD FRENTE A LA OCURRENCIA DE TSUNAMIS</b>                                 | Actitud conformista con desidia y/o fatalista | Actitud escasamente previsoras | Actitud parcialmente previsoras, sin implementación de acciones preventivas | Actitud regularmente previsoras, implementa acciones preventivas | Actitud previsoras |
| ACT1: Actitud conformista con desidia y/o fatalista                               | 1   | 3                              | 5   | 7  | 9                  |
| ACT2: Actitud escasamente previsoras  | 0.333   | 1                              | 3   | 5  | 7                  |
| ACT3: Actitud parcialmente previsoras, sin implementación de acciones preventivas | 0.200   | 0.333                          | 1   | 3  | 5                  |
| ACT4: Actitud regularmente previsoras, implementa acciones preventivas            | 0.143   | 0.200                          | 0.333   | 1  | 3                  |
| ACT5: Actitud previsoras  | 0.111   | 0.143                          | 0.200   | 0.333  | 1                  |
| suma  | 1.787   | 4.676                          | 9.533   | 16.333   | 25.000             |
| =1/SUMA   | 0.560   | 0.214                          | 0.105   | 0.061  | 0.040              |

| <b>Matriz de normalización</b>                    |       |       |       |       |       |                                    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|
| <b>ACTITUD FRENTE A LA OCURRENCIA DE TSUNAMIS</b> | ACT1  | ACT2  | ACT3  | ACT4  | ACT5  | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP)</b> |
| ACT1  | 0.560 | 0.642 | 0.524 | 0.429 | 0.360 | 0.503                              |
| ACT2  | 0.187 | 0.214 | 0.315 | 0.306 | 0.280 | 0.260                              |
| ACT3  | 0.112 | 0.071 | 0.105 | 0.184 | 0.200 | 0.134                              |
| ACT4  | 0.080 | 0.043 | 0.035 | 0.061 | 0.120 | 0.068                              |
| ACT5  | 0.062 | 0.031 | 0.021 | 0.020 | 0.040 | 0.035                              |

| <b>Cálculo de la relación de consistencia (RC)</b> |       |       |       |       |                                    |
|--|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|
| Resultados de la operación de matrices             |       |       |       |       | <b>VECTOR SUMA PONDERADA (VSP)</b> |
| 0.503  | 0.781 | 0.672 | 0.474 | 0.313 | 2.743                              |
| 0.168  | 0.260 | 0.403 | 0.339 | 0.244 | 1.414                              |
| 0.101  | 0.087 | 0.134 | 0.203 | 0.174 | 0.699                              |
| 0.072  | 0.052 | 0.045 | 0.068 | 0.104 | 0.341                              |
| 0.056  | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.035 | 0.177                              |

| <b>Calculando <math>\lambda</math> máximo</b> |           |  |
|---|-----------|--|
| <b>VSP</b>                                    | <b>VP</b> | <b><math>\lambda</math> máx. (VSP/VP).</b> |
| 2.743   | 0.503     | 5.455                                      |
| 1.414   | 0.260     | 5.432                                      |
| 0.699   | 0.134     | 5.204                                      |
| 0.341   | 0.068     | 5.030                                      |
| 0.177   | 0.035     | 5.093                                      |
| <b>Suma</b>                                   |           | <b>26.213</b>                              |
| <b>Promedio</b>                               |           | <b>5.243</b>                               |

| <b>Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)</b> |       |
|--|-------|
| IC (Índice de Consistencia)                        | 0.061 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1)                | 0.054 |

- *Capacitación en Gestión de riesgo de desastres*

| <b>Matriz de comparación de pares</b> |                          |        |         |          |                                 |
|---------------------------------------|--------------------------|--------|---------|----------|---------------------------------|
| <b>CAPACITACION EN GRD</b>            | No recibe capacitaciones | Escasa | Regular | Continua | capacitación activa y constante |
| No recibe capacitaciones              | 1                        | 2      | 4       | 7        | 9                               |
| Escasa                                | 0.500                    | 1      | 3       | 5        | 7                               |
| Regular                               | 0.250                    | 0.333  | 1       | 3        | 5                               |
| Continua                              | 0.143                    | 0.250  | 0.333   | 1        | 3                               |
| capacitación activa y constante       | 0.111                    | 0.143  | 0.250   | 0.333    | 1                               |
| suma                                  | 2.004                    | 3.726  | 8.583   | 16.333   | 25.000                          |
| =1/SUMA                               | 0.499                    | 0.268  | 0.117   | 0.061    | 0.040                           |

| <b>Matriz de normalización</b>  |                          |        |         |          |                                 |                                    |
|---------------------------------|--------------------------|--------|---------|----------|---------------------------------|------------------------------------|
| <b>CAPACITACION EN GRD</b>      | No recibe capacitaciones | Escasa | Regular | Continua | capacitación activa y constante | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP)</b> |
| No recibe capacitaciones        | 0.499                    | 0.537  | 0.466   | 0.429    | 0.360                           | 0.458                              |
| Escasa                          | 0.250                    | 0.268  | 0.350   | 0.306    | 0.280                           | 0.291                              |
| Regular                         | 0.125                    | 0.089  | 0.117   | 0.184    | 0.200                           | 0.143                              |
| Continua                        | 0.071                    | 0.067  | 0.039   | 0.061    | 0.120                           | 0.072                              |
| capacitación activa y constante | 0.055                    | 0.038  | 0.029   | 0.020    | 0.040                           | 0.037                              |

| <b>Cálculo de la relación de consistencia (RC)</b> |       |       |       |       |                                    |
|--|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|
| Resultados de la operación de matrices             |       |       |       |       | <b>VECTOR SUMA PONDERADA (VSP)</b> |
| 0.458  | 0.581 | 0.572 | 0.502 | 0.330 | 2.443                              |
| 0.229  | 0.291 | 0.429 | 0.358 | 0.257 | 1.563                              |
| 0.115  | 0.097 | 0.143 | 0.215 | 0.183 | 0.753                              |
| 0.065  | 0.073 | 0.048 | 0.072 | 0.110 | 0.367                              |
| 0.051  | 0.042 | 0.036 | 0.024 | 0.037 | 0.189                              |

| <b>Calculando <math>\lambda</math> máximo</b> |           |  |
|---|-----------|--|
| <b>VSP</b>                                    | <b>VP</b> | <b><math>\lambda</math> máx. (VSP/VP).</b> |
| 2.443   | 0.458     | 5.333                                      |
| 1.563   | 0.291     | 5.378                                      |
| 0.753   | 0.143     | 5.268                                      |
| 0.367   | 0.072     | 5.125                                      |
| 0.189   | 0.037     | 5.147                                      |
| <b>Suma</b>                                   |           | <b>26.251</b>                              |
| <b>Promedio</b>                               |           | <b>5.250</b>                               |

| <b>Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)</b> |       |
|--|-------|
| IC (Índice de Consistencia)                        | 0.063 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1)                | 0.056 |

## Dimensión Física – Exposición Física

- Localización de la construcción

| <b>Matriz de comparación de pares</b>    |                           |                          |  |                        |                       |
|--|---------------------------|--------------------------|--|------------------------|-----------------------|
| <b>LOCALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN</b>   | Muy cercana<br>0.2 km a 0 | Cercana 0.2<br>km - 1 km | Medianamente<br>alejada 1 km -<br>3 km | Alejada 3 km -<br>5 km | Muy alejada ><br>5 km |
| LC1: Muy cercana 0.2<br>km a 0           | 1                         | 2                        | 4                                      | 6                      | 7                     |
| LC2: Cercana 0.2 km -<br>1 km            | 0.500                     | 1                        | 3                                      | 5                      | 7                     |
| LC3: Medianamente<br>alejada 1 km - 3 km | 0.250                     | 0.333                    | 1                                      | 3                      | 5                     |
| LC4: Alejada 3 km - 5<br>km              | 0.167                     | 0.250                    | 0.333                                  | 1                      | 2                     |
| LC5: Muy alejada > 5<br>km               | 0.143                     | 0.167                    | 0.250                                  | 0.500                  | 1                     |
| suma                                     | 2.060                     | 3.750                    | 8.583                                  | 15.500                 | 22.000                |
| =1/SUMA                                  | 0.486                     | 0.267                    | 0.117                                  | 0.065                  | 0.045                 |

| <b>Matriz de normalización</b>         |       |       |       |       |       |                                    |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|
| <b>LOCALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN</b> | LC1   | LC2   | LC3   | LC4   | LC5   | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP)</b> |
| LC1                                    | 0.486 | 0.533 | 0.466 | 0.387 | 0.318 | 0.438                              |
| LC2                                    | 0.243 | 0.267 | 0.350 | 0.323 | 0.318 | 0.300                              |
| LC3                                    | 0.121 | 0.089 | 0.117 | 0.194 | 0.227 | 0.150                              |
| LC4                                    | 0.081 | 0.067 | 0.039 | 0.065 | 0.091 | 0.068                              |
| LC5                                    | 0.069 | 0.044 | 0.029 | 0.032 | 0.045 | 0.044                              |

| <b>Cálculo de la relación de consistencia (RC)</b> |       |       |       |       |                                    |
|--|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|
| Resultados de la operación de matrices             |       |       |       |       | <b>VECTOR SUMA PONDERADA (VSP)</b> |
| 0.438  | 0.600 | 0.598 | 0.410 | 0.309 | 2.355                              |
| 0.219  | 0.300 | 0.449 | 0.342 | 0.309 | 1.618                              |
| 0.110  | 0.100 | 0.150 | 0.205 | 0.221 | 0.785                              |
| 0.073  | 0.075 | 0.050 | 0.068 | 0.088 | 0.354                              |
| 0.063  | 0.050 | 0.037 | 0.034 | 0.044 | 0.228                              |



| Calculando $\lambda$ máximo |       |                          |
|-----------------------------|-------|--------------------------|
| VSP                         | VP    | $\lambda$ máx. (VSP/VP). |
| 2.355                       | 0.438 | 5.377                    |
| 1.618                       | 0.300 | 5.395                    |
| 0.785                       | 0.150 | 5.249                    |
| 0.354                       | 0.068 | 5.184                    |
| 0.228                       | 0.044 | 5.173                    |
| Suma                        |       | 26.377                   |
| Promedio                    |       | 5.275                    |

| Cálculo de la Relación de Consistencia (RC) |       |
|---|-------|
| IC (Índice de Consistencia)                 | 0.069 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1)         | 0.062 |

### Dimensión Física - Fragilidad Física

- Material Predominante en las construcciones

| Matriz de comparación de pares  |        |                    |       |                                 |               |
|---------------------------------|--------|--------------------|-------|---------------------------------|---------------|
| MATERIAL PREDOMINANTE           | Estera | madera y/o triplay | Adobe | Piedra y/o ladrillo con cemento | No construido |
| Estera                          | 1      | 2                  | 4     | 6                               | 9             |
| madera y/o triplay              | 0.500  | 1                  | 3     | 5                               | 7             |
| Adobe                           | 0.250  | 0.333              | 1     | 3                               | 5             |
| Piedra y/o ladrillo con cemento | 0.167  | 0.250              | 0.333 | 1                               | 3             |
| No construido                   | 0.111  | 0.167              | 0.250 | 0.333                           | 1             |
| suma                            | 2.028  | 3.750              | 8.583 | 15.333                          | 25.000        |
| =1/SUMA                         | 0.493  | 0.267              | 0.117 | 0.065                           | 0.040         |

| Matriz de normalización |        |                    |       |                                 |               |                             |
|-------------------------|--------|--------------------|-------|---------------------------------|---------------|-----------------------------|
| MATERIAL PREDOMINANTE   | Estera | madera y/o triplay | Adobe | Piedra y/o ladrillo con cemento | No construido | VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP) |
| Estera                  | 0.493  | 0.533              | 0.466 | 0.391                           | 0.360         | 0.449                       |
| madera y/o triplay      | 0.247  | 0.267              | 0.350 | 0.326                           | 0.280         | 0.294                       |
| Adobe                   | 0.123  | 0.089              | 0.117 | 0.196                           | 0.200         | 0.145                       |

|                                 |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Piedra y/o ladrillo con cemento | 0.082 | 0.067 | 0.039 | 0.065 | 0.120 | 0.075 |
| No construido                   | 0.055 | 0.044 | 0.029 | 0.022 | 0.040 | 0.038 |

### Cálculo de la relación de consistencia (RC)

| Resultados de la operación de matrices |       |       |       |       | VECTOR SUMA PONDERADA (VSP) |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| 0.449                                  | 0.588 | 0.579 | 0.447 | 0.342 | 2.405                       |
| 0.224                                  | 0.294 | 0.435 | 0.373 | 0.266 | 1.592                       |
| 0.112                                  | 0.098 | 0.145 | 0.224 | 0.190 | 0.769                       |
| 0.075                                  | 0.073 | 0.048 | 0.075 | 0.114 | 0.385                       |
| 0.050                                  | 0.049 | 0.036 | 0.025 | 0.038 | 0.198                       |

### Calculando $\lambda$ máximo

| VSP             | VP    | $\lambda$ máx. (VSP/VP). |
|-----------------|-------|--------------------------|
| 2.405           | 0.449 | 5.360                    |
| 1.592           | 0.294 | 5.419                    |
| 0.769           | 0.145 | 5.307                    |
| 0.385           | 0.075 | 5.164                    |
| 0.198           | 0.038 | 5.206                    |
| <b>Suma</b>     |       | <b>26.456</b>            |
| <b>Promedio</b> |       | <b>5.291</b>             |

### Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| IC (Índice de Consistencia)         | 0.073 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1) | 0.065 |

### Dimensión Física – Resiliencia Física

- Estado de conservación

### Matriz de comparación de pares

| ESTADO DE CONSERVACIÓN | muy mala | mala  | regular | buena | muy buena |
|------------------------|----------|-------|---------|-------|-----------|
| muy mala               | 1        | 3     | 5       | 7     | 9         |
| mala                   | 0.333    | 1     | 3       | 5     | 7         |
| regular                | 0.200    | 0.333 | 1       | 3     | 5         |
| buena                  | 0.143    | 0.200 | 0.333   | 1     | 3         |
| muy buena              | 0.111    | 0.143 | 0.200   | 0.333 | 1         |

|         |       |       |       |        |        |
|---------|-------|-------|-------|--------|--------|
| suma    | 1.787 | 4.676 | 9.533 | 16.333 | 25.000 |
| =1/SUMA | 0.560 | 0.214 | 0.105 | 0.061  | 0.040  |

### Matriz de normalización

| ESTADO DE CONSERVACIÓN |          |       |         |       |           | VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP) |
|------------------------|----------|-------|---------|-------|-----------|-----------------------------|
|                        | muy mala | mala  | regular | buena | muy buena |                             |
| muy mala               | 0.560    | 0.642 | 0.524   | 0.429 | 0.360     | 0.503                       |
| mala                   | 0.187    | 0.214 | 0.315   | 0.306 | 0.280     | 0.260                       |
| regular                | 0.112    | 0.071 | 0.105   | 0.184 | 0.200     | 0.134                       |
| buena                  | 0.080    | 0.043 | 0.035   | 0.061 | 0.120     | 0.068                       |
| muy buena              | 0.062    | 0.031 | 0.021   | 0.020 | 0.040     | 0.035                       |

### Cálculo de la relación de consistencia (RC)

| Resultados de la operación de matrices |       |       |       |       | VECTOR SUMA PONDERADA (VSP) |
|--|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| 0.503                                  | 0.781 | 0.672 | 0.474 | 0.313 | 2.743                       |
| 0.168                                  | 0.260 | 0.403 | 0.339 | 0.244 | 1.414                       |
| 0.101                                  | 0.087 | 0.134 | 0.203 | 0.174 | 0.699                       |
| 0.072                                  | 0.052 | 0.045 | 0.068 | 0.104 | 0.341                       |
| 0.056                                  | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.035 | 0.177                       |

### Calculando $\lambda$ máximo

| VSP             | VP    | $\lambda$ máx. (VSP/VP). |
|-----------------|-------|--------------------------|
| 2.743           | 0.503 | 5.455                    |
| 1.414           | 0.260 | 5.432                    |
| 0.699           | 0.134 | 5.204                    |
| 0.341           | 0.068 | 5.030                    |
| 0.177           | 0.035 | 5.093                    |
| <b>Suma</b>     |       | <b>26.213</b>            |
| <b>Promedio</b> |       | <b>5.243</b>             |

### Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| IC (Índice de Consistencia)         | 0.061 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1) | 0.054 |

## Dimensión Económica – Exposición Económica

### - Localización de la actividad laboral

| <b>Matriz de comparación de pares</b>       |                           |                          |  |                        |                       |
|---|---------------------------|--------------------------|--|------------------------|-----------------------|
| <b>LOCALIZACION DE LA ACTIVIDAD LABORAL</b> | Muy cercana<br>0.2 km a 0 | Cercana 0.2<br>km - 1 km | Medianamente<br>alejada 1 km -<br>3 km | Alejada 3 km -<br>5 km | Muy alejada ><br>5 km |
| Muy cercana 0.2 km a 0                      | 1                         | 2                        | 4                                      | 6                      | 8                     |
| Cercana 0.2 km - 1 km                       | 0.500                     | 1                        | 3                                      | 5                      | 7                     |
| Medianamente alejada<br>1 km - 3 km         | 0.250                     | 0.333                    | 1                                      | 3                      | 5                     |
| Alejada 3 km - 5 km                         | 0.167                     | 0.250                    | 0.333                                  | 1                      | 3                     |
| Muy alejada > 5 km                          | 0.125                     | 0.167                    | 0.250                                  | 0.333                  | 1                     |
| suma  | 2.042                     | 3.750                    | 8.583                                  | 15.333                 | 24.000                |
| =1/SUMA                                     | 0.490                     | 0.267                    | 0.117                                  | 0.065                  | 0.042                 |

| <b>Matriz de normalización</b>              |                                 |                             |  |                        |                          |  |
|---|---------------------------------|-----------------------------|--|------------------------|--------------------------|--|
| <b>LOCALIZACION DE LA ACTIVIDAD LABORAL</b> | Muy<br>cercana<br>0.2 km a<br>0 | Cercana<br>0.2 km -<br>1 km | Medianamente<br>alejada 1 km -<br>3 km | Alejada 3<br>km - 5 km | Muy<br>alejada ><br>5 km | <b>VECTOR DE<br/>PRIORIZACIÓN<br/>(VP)</b> |
| Muy cercana 0.2 km a 0                      | 0.490                           | 0.533                       | 0.466                                  | 0.391                  | 0.333                    | 0.443                                      |
| Cercana 0.2 km - 1 km                       | 0.245                           | 0.267                       | 0.350                                  | 0.326                  | 0.292                    | 0.296                                      |
| Medianamente<br>alejada 1 km - 3 km         | 0.122                           | 0.089                       | 0.117                                  | 0.196                  | 0.208                    | 0.146                                      |
| Alejada 3 km - 5 km                         | 0.082                           | 0.067                       | 0.039                                  | 0.065                  | 0.125                    | 0.075                                      |
| Muy alejada > 5 km                          | 0.061                           | 0.044                       | 0.029                                  | 0.022                  | 0.042                    | 0.040                                      |

| <b>Cálculo de la relación de consistencia (RC)</b> |       |       |       |       |  |
|--|-------|-------|-------|-------|--|
| Resultados de la operación de matrices             |       |       |       |       | <b>VECTOR SUMA<br/>PONDERADA (VSP)</b> |
| 0.443  | 0.592 | 0.585 | 0.453 | 0.317 | 2.390                                  |
| 0.221  | 0.296 | 0.439 | 0.377 | 0.277 | 1.611                                  |
| 0.111  | 0.099 | 0.146 | 0.226 | 0.198 | 0.780                                  |

|       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.074 | 0.074 | 0.049 | 0.075 | 0.119 | 0.391 |
| 0.055 | 0.049 | 0.037 | 0.025 | 0.040 | 0.206 |

---

**Calculando  $\lambda$  máximo**

| VSP             | VP    | $\lambda$ máx. (VSP/VP). |
|-----------------|-------|--------------------------|
| 2.390           | 0.443 | 5.397                    |
| 1.611           | 0.296 | 5.447                    |
| 0.780           | 0.146 | 5.331                    |
| 0.391           | 0.075 | 5.180                    |
| 0.206           | 0.040 | 5.197                    |
| <b>Suma</b>     |       | <b>26.552</b>            |
| <b>Promedio</b> |       | <b>5.310</b>             |

---

**Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)**

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| IC (Índice de Consistencia)         | 0.078 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1) | 0.070 |

**Dimensión Económica – Fragilidad Económica**

*- Ocupación principal*

---

**Matriz de comparación de pares**

| <b>OCUPACION PRINCIPAL</b>       | pescador y/o jubilado | artesano y/o comerciante | Trabaja en construcción | Empleado público o independiente | Lote o vivienda desocupado |
|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| pescador y/o jubilado            | 1                     | 3                        | 5                       | 7                                | 9                          |
| artesano y/o comerciante         | 0.333                 | 1                        | 3                       | 5                                | 7                          |
| Trabaja en construcción          | 0.200                 | 0.333                    | 1                       | 3                                | 5                          |
| Empleado público o independiente | 0.143                 | 0.200                    | 0.333                   | 1                                | 3                          |
| Lote o vivienda desocupado       | 0.111                 | 0.143                    | 0.200                   | 0.333                            | 1                          |
| suma                             | 1.787                 | 4.676                    | 9.533                   | 16.333                           | 25.000                     |
| =1/SUMA                          | 0.560                 | 0.214                    | 0.105                   | 0.061                            | 0.040                      |

---

**Matriz de normalización**

---

| <b>OCUPACION PRINCIPAL</b>       | pescador y/o jubilado | artesano y/o comerciante | Trabaja en construcción | Empleado público o independiente | Lote o vivienda desocupado | <b>VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP)</b> |
|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| pescador y/o jubilado            | 0.560                 | 0.642                    | 0.524                   | 0.429                            | 0.360                      | 0.503                              |
| artesano y/o comerciante         | 0.187                 | 0.214                    | 0.315                   | 0.306                            | 0.280                      | 0.260                              |
| Trabaja en construcción          | 0.112                 | 0.071                    | 0.105                   | 0.184                            | 0.200                      | 0.134                              |
| Empleado público o independiente | 0.080                 | 0.043                    | 0.035                   | 0.061                            | 0.120                      | 0.068                              |
| Lote o vivienda desocupado       | 0.062                 | 0.031                    | 0.021                   | 0.020                            | 0.040                      | 0.035                              |

### Cálculo de la relación de consistencia (RC)

| Resultados de la operación de matrices |       |       |       |       | <b>VECTOR SUMA PONDERADA (VSP)</b> |
|--|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|
| 0.503                                  | 0.781 | 0.672 | 0.474 | 0.313 | 2.743                              |
| 0.168                                  | 0.260 | 0.403 | 0.339 | 0.244 | 1.414                              |
| 0.101                                  | 0.087 | 0.134 | 0.203 | 0.174 | 0.699                              |
| 0.072                                  | 0.052 | 0.045 | 0.068 | 0.104 | 0.341                              |
| 0.056                                  | 0.037 | 0.027 | 0.023 | 0.035 | 0.177                              |

### Calculando $\lambda$ máximo

| <b>VSP</b>      | <b>VP</b> | <b><math>\lambda</math> máx. (VSP/VP).</b> |
|-----------------|-----------|--|
| 2.743           | 0.503     | 5.455                                      |
| 1.414           | 0.260     | 5.432                                      |
| 0.699           | 0.134     | 5.204                                      |
| 0.341           | 0.068     | 5.030                                      |
| 0.177           | 0.035     | 5.093                                      |
| <b>Suma</b>     |           | <b>26.213</b>                              |
| <b>Promedio</b> |           | <b>5.243</b>                               |

### Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| IC (Índice de Consistencia)         | 0.061 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1) | 0.054 |

## Dimensión Económica – Resiliencia Económica

- Ingreso familiar promedio mensual

| Matriz de comparación de pares    |        |                  |               |                |        |
|-----------------------------------|--------|------------------|---------------|----------------|--------|
| INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL | > 3000 | > 1200 - <= 3000 | > 264 <= 1200 | > 149 - <= 264 | <= 149 |
|                                   | > 3000 | 1                | 3             | 6              | 8      |
| > 1200 - <= 3000                  | 0.333  | 1                | 4             | 7              | 7      |
| > 264 <= 1200                     | 0.167  | 0.250            | 1             | 3              | 5      |
| > 149 - <= 264                    | 0.125  | 0.167            | 0.250         | 1              | 3      |
| <= 149                            | 0.111  | 0.125            | 0.167         | 0.333          | 1      |
| suma                              | 1.736  | 4.542            | 11.417        | 19.333         | 25.000 |
| =1/SUMA                           | 0.576  | 0.220            | 0.088         | 0.052          | 0.040  |

| Matriz de normalización           |        |                  |               |                |        | VECTOR DE PRIORIZACIÓN (VP) |
|-----------------------------------|--------|------------------|---------------|----------------|--------|-----------------------------|
| INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL | > 3000 | > 1200 - <= 3000 | > 264 <= 1200 | > 149 - <= 264 | <= 149 |                             |
| > 3000                            | 0.576  | 0.661            | 0.526         | 0.414          | 0.360  | 0.507                       |
| > 1200 - <= 3000                  | 0.192  | 0.220            | 0.350         | 0.362          | 0.280  | 0.281                       |
| > 264 <= 1200                     | 0.096  | 0.055            | 0.088         | 0.155          | 0.200  | 0.119                       |
| > 149 - <= 264                    | 0.072  | 0.037            | 0.022         | 0.052          | 0.120  | 0.060                       |
| <= 149                            | 0.064  | 0.028            | 0.015         | 0.017          | 0.040  | 0.033                       |

| Cálculo de la relación de consistencia (RC) |       |       |       |       |                             |
|---|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| Resultados de la operación de matrices      |       |       |       |       | VECTOR SUMA PONDERADA (VSP) |
| 0.507                                       | 0.843 | 0.713 | 0.484 | 0.294 | 2.840                       |
| 0.169                                       | 0.281 | 0.475 | 0.423 | 0.229 | 1.577                       |
| 0.085                                       | 0.070 | 0.119 | 0.181 | 0.163 | 0.618                       |
| 0.063                                       | 0.047 | 0.030 | 0.060 | 0.098 | 0.298                       |
| 0.056                                       | 0.035 | 0.020 | 0.020 | 0.033 | 0.164                       |

| Calculando $\lambda$ máximo |    |                          |
|-----------------------------|----|--------------------------|
| VSP                         | VP | $\lambda$ máx. (VSP/VP). |

|                 |       |               |
|-----------------|-------|---------------|
| 2.840           | 0.507 | 5.600         |
| 1.577           | 0.281 | 5.614         |
| 0.618           | 0.119 | 5.206         |
| 0.298           | 0.060 | 4.935         |
| 0.164           | 0.033 | 5.022         |
| <b>Suma</b>     |       | <b>26.377</b> |
| <b>Promedio</b> |       | <b>5.275</b>  |

---

| <b>Cálculo de la Relación de Consistencia (RC)</b> |       |
|--|-------|
| IC (Índice de Consistencia)                        | 0.069 |
| RC (Relación de Consistencia < 0.1)                | 0.062 |

---



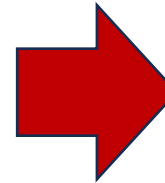
**Anexo C: Matriz de comparación de pares de la vulnerabilidad ante tsunami del CCPP Caleta Meca**

| DIMENSION FISICA  |       |                   |       |                    |       |                        |                       |
|-------------------|-------|-------------------|-------|--------------------|-------|------------------------|-----------------------|
| FACTOR EXPOSICION |       | FACTOR FRAGILIDAD |       | FACTOR RESILIENCIA |       | VALOR DIMENSION FISICA | PESO DIMENSION FISICA |
| 0.653             | 0.438 | 0.251             | 0.449 | 0.096              | 0.503 | 0.447                  | 0.633                 |
|                   | 0.300 |                   | 0.294 |                    | 0.260 | 0.295                  |                       |
|                   | 0.150 |                   | 0.145 |                    | 0.134 | 0.147                  |                       |
|                   | 0.068 |                   | 0.075 |                    | 0.068 | 0.070                  |                       |
|                   | 0.044 |                   | 0.038 |                    | 0.035 | 0.042                  |                       |

| DIMENSION SOCIAL  |       |                   |       |                    |       |                        |                       |
|-------------------|-------|-------------------|-------|--------------------|-------|------------------------|-----------------------|
| FACTOR EXPOSICION |       | FACTOR FRAGILIDAD |       | FACTOR RESILIENCIA |       | VALOR DIMENSION SOCIAL | PESO DIMENSION SOCIAL |
| 0.633             | 0.503 | 0.260             | 0.449 | 0.106              | 0.475 | 0.486                  | 0.260                 |
|                   | 0.260 |                   | 0.294 |                    | 0.280 | 0.271                  |                       |
|                   | 0.134 |                   | 0.145 |                    | 0.139 | 0.138                  |                       |
|                   | 0.068 |                   | 0.075 |                    | 0.069 | 0.070                  |                       |
|                   | 0.035 |                   | 0.038 |                    | 0.036 | 0.036                  |                       |

| DIMENSION ECONOMICA |       |                   |       |                    |       |                           |                          |
|---------------------|-------|-------------------|-------|--------------------|-------|---------------------------|--------------------------|
| FACTOR EXPOSICION   |       | FACTOR FRAGILIDAD |       | FACTOR RESILIENCIA |       | VALOR DIMENSION ECONOMICA | PESO DIMENSION ECONOMICA |
| 0.633               | 0.443 | 0.260             | 0.503 | 0.106              | 0.507 | 0.465                     | 0.106                    |
|                     | 0.296 |                   | 0.260 |                    | 0.281 | 0.285                     |                          |
|                     | 0.146 |                   | 0.134 |                    | 0.119 | 0.140                     |                          |
|                     | 0.075 |                   | 0.068 |                    | 0.060 | 0.072                     |                          |
|                     | 0.040 |                   | 0.035 |                    | 0.033 | 0.038                     |                          |

$$VULNERABILIDAD = VALOR DIM FIS * PESO DIM FIS + VALOR DIM SOC * PESO DIM SOC + VALOR DIM ECO * PESO DIM ECO$$



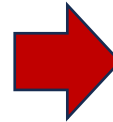
| VULNERABILIDAD |
|----------------|
| 0.459          |
| 0.287          |
| 0.144          |
| 0.070          |
| 0.040          |



| NIVEL           | RANGO |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|
| <b>MUY ALTO</b> | 0.287 | ≤ V ≤ | 0.459 |
| <b>ALTO</b>     | 0.144 | ≤ V < | 0.287 |
| <b>MEDIO</b>    | 0.070 | ≤ V < | 0.144 |
| <b>BAJO</b>     | 0.040 | ≤ V < | 0.070 |

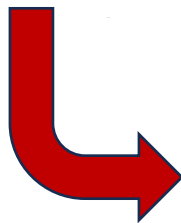
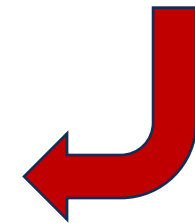
**Anexo D: Matrices de operación para determinar los niveles de peligro**

| PELIGRO | VULNERABILIDAD | RIESGO (PxV) |
|---------|----------------|--------------|
| 0.495   | 0.459          | 0.227        |
| 0.255   | 0.287          | 0.073        |
| 0.140   | 0.144          | 0.020        |
| 0.073   | 0.070          | 0.005        |
| 0.037   | 0.040          | 0.001        |



| NIVELES DE RIESGO |       |               |       |
|-------------------|-------|---------------|-------|
| NIVEL             | RANGO |               |       |
| MUY ALTO          | 0.073 | $< P \leq$    | 0.227 |
| ALTO              | 0.020 | $< P \leq$    | 0.073 |
| MEDIO             | 0.005 | $< P \leq$    | 0.020 |
| BAJO              | 0.001 | $\leq P \leq$ | 0.005 |

| Matriz de calculo de valores de riesgo |       |         |         |         |         |
|--|-------|---------|---------|---------|---------|
| PMA                                    | 0.495 | 0.03466 | 0.07114 | 0.14223 | 0.22713 |
| PA                                     | 0.255 | 0.01787 | 0.03667 | 0.07331 | 0.11707 |
| PM                                     | 0.140 | 0.00977 | 0.02006 | 0.04011 | 0.06405 |
| PB                                     | 0.073 | 0.00513 | 0.01053 | 0.02105 | 0.03361 |
|  | 0.070 | 0.144   | 0.287   | 0.459   |         |
|  | VB    | VM      | VA      | VMA     |         |



| Consecuencias | Nivel      | Zona de consecuencias y daños |       |          |          |
|---------------|------------|-------------------------------|-------|----------|----------|
| Muy Alta      | 4          | Alto                          | Alto  | Muy Alto | Muy Alto |
| Alta          | 3          | Medio                         | Alto  | Alto     | Muy Alto |
| Media         | 2          | Medio                         | Alto  | Alto     | Alto     |
| Baja          | 1          | Medio                         | Medio | Alto     | Alto     |
|               | Nivel      | 1                             | 2     | 3        | 4        |
|               | Frecuencia | Baja                          | Media | Alta     | Muy Alta |

## Anexo E: Matriz de Consistencia

| PROBLEMA GENERAL  | OBJETIVO GENERAL  | HIPÓTESIS GENERAL   | VARIABLES   | DIMENSIONES  | INDICADORES  | METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION   |
|---|---|---|---|--|--|---|
| ¿En qué medida la evaluación del riesgo por tsunami contribuiría en la reducción de la vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna? | Determinar en qué medida la evaluación del riesgo por tsunami contribuiría en la reducción de la vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna. |   | <b>Variable Independiente:</b><br>Evaluación del Riesgo por tsunami | Recopilación y sistematización de información alfanumérica y grafica | Magnitud del sismo desencadenante<br>Run-up del tsunami<br>Área inundable<br>Cantidad de habitantes<br>Grupo etario susceptible<br>Percepción y actitud frente al riesgo<br>Capacitaciones de la población en GRD<br>Localización y material predominante de viviendas<br>Ocupación principal y su localización respecto al mar<br>Ingreso familiar promedio mensual | <b>Nivel y/o tipo de Investigación:</b><br>- Según su objetivo: aplicada<br>- Según su finalidad: descriptivo<br>- Según el periodo de tiempo: transversal<br>- Según el uso de datos: cuantitativo<br><br><b>Diseño de investigación:</b><br>No experimental |
| <b>Problemas específicos</b>  | <b>Objetivos específicos</b>  | La evaluación del riesgo contribuye significativamente en la reducción de la vulnerabilidad del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna. |   | Identificación del peligro y análisis de la vulnerabilidad           | Niveles de peligro ante tsunamis de la playa Meca - Tacna.<br>Niveles de vulnerabilidad ante tsunamis de la población de la playa Meca - Tacna.<br>Niveles de riesgo existente en la playa Meca - Tacna.   | <b>Técnicas de recopilación de datos:</b><br>Encuesta   |
| ¿Cuál es el evento de tsunami más probable que podría darse cercano al CCPP Caleta Meca en Ite?   | Identificar el escenario más probable de tsunami para el CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.  |   |   |  |  | <b>Instrumentos</b>   |
| ¿Cuál es el nivel de peligro ante tsunamis que presenta el CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna?  | Calcular el nivel de peligro ante tsunamis al que están expuestos los pobladores del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.                                |   | <b>Variable Dependiente:</b><br>Reducción de la vulnerabilidad      | Determinación de medidas y/o acciones                                |  | Sistemas de información geográfica (SIG)  |
| ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad ante tsunamis en que se encuentra la población del CCPP Caleta Meca en Ite?                           | Calcular el nivel de vulnerabilidad ante tsunamis al que están expuestos los pobladores del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.                         |   |   |  |  | <b>Método de análisis de datos:</b>   |

|  |   |                          |   |
|--|---|--------------------------|---|
| ¿Cuál es el nivel de riesgo ante tsunamis en que se encuentran la población del CCPP Caleta Meca en Ite? | Determinar y analizar del nivel de riesgo del CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna.                         | Medidas no estructurales | Matriz de comparación de pares de Saaty.                    |
| ¿Cuáles son las medidas que permiten la reducción de la vulnerabilidad para el CCPP Caleta Meca en Ite?  | Determinar y proponer medidas de reducción de la vulnerabilidad en el CCPP Caleta Meca en Ite, Tacna. |                          | <b>Niveles de valoración:</b><br>Estratificación de niveles |

---