



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Evaluación de riesgos por inundación fluvial en los márgenes del
río Pichari en la provincia La Convención - Cusco, 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

Cuba Huaman, Michael Alex (ORCID: 0000-0002-3816-2078)

Santos Huaman, Edwin (ORCID: 0000-0001-8519-2029)

ASESOR:

Mg. Sc. Pillpa Aliaga, Freddy (ORCID: 0000-0002-8312-6973)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de riesgos y adaptación al cambio climático.

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Al altísimo Dios por concederme a mi esposa Edith.
A mi hijo Jeshua, mi motivación, que ilumina con sus
ocurrencias cada día de mi vida. A mis padres
Alejandro y Antonia, a mis hermanos Williams,
María, Wilmer origen de mi más recónditos valores
y actitudes con quienes aprendí y compartí gratos
momentos.

Michael Alex

A Dios todo poderoso, por ser mi guía, la fuerza para
seguir adelante y todo en mi vida.

A mi mamá, Aydé Huamán Quinto, por ser el pilar
principal en mi vida, mi compañía, por su amoroso
sacrificio por sacarme adelante y ser mi mejor
ejemplo para afrontar todas las situaciones de la
vida, por darme su amor sin esperar nada a cambio.
A mi esposa Marisol y a mi hijo Lot Keylor, quienes
son mis amores, que son parte de mi vida en todo el
trayecto y que siempre estarán hasta el final del
camino.

Edwin

AGRADECIMIENTO

Nuestro mayor afirmación y gratitud a la Universidad César Vallejo, que por el cual nos permite hacer posible la mejora y progreso profesional de los ciudadanos del Perú.

Asimismo, nuestro reconocimiento al personal de la Escuela de Ingeniería Ambiental por permitirnos lograr nuestro anhelo de perfeccionamiento profesional.

Al asesor Msc. Ing. Freddy Pillpa Aliaga, por habernos brindado su generoso tiempo en el asesoramiento de nuestro trabajo de investigación.

A los trabajadores y el alcalde de la Municipalidad distrital de Pichari, por permitirnos realizar la parte práctica del trabajo de campo, válido para la consolidación del presente estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimiento.....	14
3.6. Métodos de análisis de datos.....	14
3.6.1. Método de Saaty.....	15
3.6.2. Metodología para la identificación y determinación de los peligros.....	16
3.6.3. Metodología para el análisis de la vulnerabilidad.....	17
3.6.4. Método de evaluación del riesgo.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
4.1. Determinación del nivel de peligro por inundación fluvial en las márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020.....	20
4.1.1 Factor condicionante.....	20
4.1.2 Factor desencadenante.....	21

4.2. Determinación del nivel de vulnerabilidad que presenta la población de la localidad de Pichari, por la inundación fluvial en las márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020.....	27
4.2.1. Dimensión social	27
4.2.2. Dimensión Económica	33
4.2.3. Dimensión Ambiental.....	39
4.2.4. Nivel de Vulnerabilidad	45
4.2.5. Nivel de riesgo.....	48
4.3. Propuesta de alternativas de solución estructurales y no estructurales que reduzcan el riesgo por inundación fluvial en las márgenes del río Pichari, en la Provincia La Convención - Cusco, 2020	51
4.3.1. Medidas no estructurales.....	51
4.3.2. Medidas estructurales.....	51
V. DISCUSIÓN.....	52
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS	59
ANEXOS.....	62

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de peligrosidad	06
Tabla 2. Nivel de riesgo	07
Tabla 3. Matriz de vulnerabilidad	08
Tabla 4. Escala de valores de la matriz Saaty	15
Tabla 5. Susceptibilidad del terreno	16
Tabla 6. Evaluación de parámetros	17
Tabla 7. Análisis de vulnerabilidad.....	18
Tabla 8. Matriz de comparación de pares	20
Tabla 9. Matriz de normalización	20
Tabla 10. Vector suma ponderado.....	21
Tabla 11. Cálculo del λ_{max}	21
Tabla 12. Relación de consistencia	21
Tabla 13. Matriz de comparación de pares	22
Tabla 14. Matriz de normalización	22
Tabla 15. Vector suma ponderado.....	23
Tabla 16. Cálculo del λ_{max}	23
Tabla 17. Relación de consistencia	23
Tabla 18. Matriz de susceptibilidad.....	24
Tabla 19. Matriz de parámetros de evaluación	24
Tabla 20. Niveles de peligro	25
Tabla 21. Matriz de comparación de pares.....	27
Tabla 22. Matriz de comparación de pares.....	27
Tabla 23. Vector suma ponderada.....	28
Tabla 24. Cálculo del λ_{max}	28
Tabla 25. Relación de consistencia.....	28
Tabla 26. Matriz de exposición social.....	28
Tabla 27. Matriz de comparación de pares.....	29
Tabla 28. Matriz de normalización.....	29
Tabla 29. Vector suma ponderada.....	29
Tabla 30. Cálculo del λ_{max}	30
Tabla 31. Relación de consistencia.....	30

Tabla 32. Matriz de fragilidad social.....	30
Tabla 33. Matriz de comparación de pares.....	31
Tabla 34. Matriz de normalización.....	31
Tabla 35. Vector suma ponderada.....	32
Tabla 36. Cálculo del λ_{max}	32
Tabla 37. Relación de consistencia.....	32
Tabla 38. Matriz de resiliencia social.....	32
Tabla 39. Matriz de comparación de pares.....	33
Tabla 40. Matriz de normalización.....	33
Tabla 41. Vector suma ponderada.....	38
Tabla 42. Cálculo del λ_{max}	34
Tabla 43. Relación de consistencia.....	34
Tabla 44. Matriz exposición económica.....	34
Tabla 45. Matriz de comparación de pares.....	35
Tabla 46. Matriz de normalización.....	35
Tabla 47. Vector suma ponderada.....	40
Tabla 48. Cálculo del λ_{max}	36
Tabla 49. Relación de consistencia.....	36
Tabla 50. Matriz fragilidad económica.....	36
Tabla 51. Matriz de comparación de pares.....	37
Tabla 52. Matriz de normalización.....	37
Tabla 53. Vector suma ponderada.....	38
Tabla 54. Cálculo del λ_{max}	38
Tabla 55. Relación de consistencia.....	38
Tabla 56. Matriz resiliencia económica.....	38
Tabla 57. Matriz de comparación de pares.....	39
Tabla 58. Matriz de normalización.....	39
Tabla 59. Vector suma ponderada.....	40
Tabla 60. Cálculo del λ_{max}	40
Tabla 61. Relación de consistencia.....	40
Tabla 62. Matriz de exposición ambiental.....	40
Tabla 63. Matriz de comparación de pares.....	41
Tabla 64. Matriz de normalización.....	41

Tabla 65. Vector suma ponderada.....	42
Tabla 66. Cálculo el λ_{max}	42
Tabla 67. Relación de consistencia.	42
Tabla 68. Matriz de fragilidad ambiental	42
Tabla 69. Matriz de comparación de pares.....	43
Tabla 70. Matriz de normalización.	43
Tabla 71. Vector suma ponderada.....	44
Tabla 72. Cálculo el λ_{max}	44
Tabla 73. Relación de consistencia.	44
Tabla 74. Matriz de resiliencia ambiental.	44
Tabla 75. Matriz de vulnerabilidad.	45
Tabla 76. Nivel de vulnerabilidad	46
Tabla 77. Valor ponderado del nivel de riesgo.	48
Tabla 78. Nivel de riesgo.	48
Tabla 79. Estratificación de los niveles de riesgo.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores de la vulnerabilidad.....	08
Figura 2. Mapa de zonificación del nivel de peligro.	26
Figura 3. Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad.	47
Figura 4. Mapa de zonificación del nivel de riesgo.	50

RESUMEN

Este estudio de investigación tuvo como finalidad primordial evaluar los riesgos por inundación fluvial en los márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020; por lo cual se llevó a cabo la concreción de los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad por inundación fluvial, utilizando como metodología general el método jerárquico basado en las matrices de Saaty, con el fin de establecer la comparación de factores para determinación de valores y pesos promediados que permitieron analizar y estimar los niveles mencionados, por medio del empleo de cuestionarios, entrevistas y/o encuestas de caracterización del nivel de peligro y vulnerabilidad, que fueron constatados observando los distintos aspectos necesarios, según los ítems para cada una de las familias estudiadas. Los resultados obtenidos fueron que el 49% del distrito de Pichari tienen un nivel de peligro muy alto, visto que se encuentran susceptible a la inundación; al mismo tiempo, tiene un 44% de nivel de vulnerabilidad y riesgos por inundación muy alto los cuales dieron pie a las propuestas de alternativas de solución estructurales y no estructurales, las cuales conllevarían a la reducción del riesgo por inundación fluvial en las márgenes del Río Pichari; con la finalidad de mejorar la calidez de vida y reducir los daños provocados por la ocurrencia del mencionado fenómeno natural.

Palabras clave: Riesgo, peligro, vulnerabilidad e inundación fluvial.

ABSTRACT

The main objective of the present research is to assess the risks of river flooding on the banks of the Pichari river in the Province of La Convencion - Cusco, 2020; Therefore, the determination of the levels of danger and vulnerability due to river flooding was carried out, using the Hierarchical Analysis Process of the Saaty Matrix as a general methodology, in order to establish the comparison of factors to obtain values and Weighted weights that allow analyzing and estimating the levels mentioned, through the use of questionnaires, interviews and / or surveys to characterize the level of danger and vulnerability, which were verified by observing the different necessary aspects, according to the items for each of the families studied. The results obtained were that 49% of the Pichari district have a very high level of danger, since they are susceptible to flooding; At the same time, it has a 44% level of vulnerability due to very high flooding and a very high level of risk, which gave rise to proposals for structural and non-structural alternative solutions that will reduce the risk of river flooding on the banks of the River. Pichari, in order to improve the warmth of life and reduce the damage caused by the occurrence of the aforementioned natural phenomenon.

Keywords: Risk, danger, vulnerability and river flooding.

I. INTRODUCCIÓN

La *World Health Organization* y la *Pan American Health Organization* (2000), exponen que el término “desastre” o “catástrofe”, se refiere al fenómeno natural que se deriva del mismo, pudiéndose caracterizar como huracán, terremotos, inundaciones y tsunamis en combinación con sus efectos perjudiciales, tales como el fallecimiento de personas y animales o la pérdida de estructuras y viviendas. Aunque no todos los desastres son iguales, tienen similitud en el sentido de que afectan regiones con distintos grados de vulnerabilidad y en diferente condición económica, sanitaria y social (pág. 2).

Al respecto, la Organización Meteorológica Mundial indica que el 79% de las inundaciones se deben a fenómenos meteorológicos o hidrológicos extremos, que producen intensas tormentas, ocasionando crecida de ríos. Asimismo, menciona que estos últimos, han causado pérdidas de vidas de hasta el 55% y el 86% de daños económicos entre 1970 y 2012. Así, aproximadamente 1,200 millones de personas a nivel mundial presentan riesgo potencial de ser víctimas de inundaciones, y para el 2050 se predice que sean 1.600 millones, es decir, el 20% de la población mundial (Vicario, 2019, párr. 3).

En el Perú los fenómenos meteorológicos y las lluvias son los causantes de la mayoría de los desbordamientos en el país. Entre los años 2003 y 2012, las intensas lluvias e inundaciones afectaron de alguna forma, a un 4.3% de peruanos. Los datos del Instituto Nacional de Defensa Civil (2013) reportaron que 687.820 personas resultaron afectadas y 66.943 viviendas quedaron inhabitables; asimismo, alrededor de unas 29.000 casas, se han venido abajo debido a las inundaciones generadas en las zonas más vulnerables del país, lo que ha dejado al menos 120.000 personas sin hogar (Practical Action, 2020, párr. 3).

Por otra parte, la Autoridad Nacional del Agua (2020), reporta que, para inicios de este año, las intensas lluvias provocaron diversos destrozos en zonas del centro y sur de Perú. El temporal que las azotó dejó inundaciones, deslizamientos de tierras, anegamiento de carreteras y desbordamiento de caudales de agua, viéndose como más afectada la región de Cusco, ubicada a 573 kilómetros al sureste de Lima, donde se generó deslizamiento de tierra e inundaciones repentinas, lo que en la zona andina se conoce como “huaico”.

Actualmente en la localidad de Pichari ubicada en Cusco, se han identificado mediante estudio geo – morfológico, las áreas sensibles a inundaciones, deslizamientos, derrumbe de rocas y huaicos, determinando los frecuentes reboses del río Apurímac y sus diversos caudales, como los ríos Teresa, Quisto Central, Pichari, Otari, Omayá, Corazón del Valle y Valle de la Libertad; asimismo se registraron algunos huaicos como áreas de permanente amenaza, sobre todo en los periodos de mayor precipitación, entre las que destaca la población de Pichari (Municipalidad Distrital de Pichari, 2019, párr. 6).

Particularmente, el río Pichari en tiempos de precipitaciones constantes incrementa su nivel, caudal y cauces presentando desbordamientos e inundaciones notables en ambos márgenes, afectando a la comunidad de Pichari y las viviendas ubicadas en los márgenes del río, generando derrumbes, deslizamientos y daños estructurales que afectan física, social y emocionalmente a los pobladores. Aunado a ello, la falta de apoyo por parte de la autoridad municipal y la poca organización de los vecinos, tiene como consecuencia la carencia de algún plan de contingencia que pueda minimizar los daños o pérdidas tras una inundación o desborde de río.

En consecuencia, se hace necesario incorporar la evaluación de riesgos que tome en cuenta, la gestión del riesgo de catástrofes por parte de las autoridades del distrito, con el fin de desarrollar y proponer las medidas de prevención a adoptarse, mediante la construcción de obras de infraestructura que permitan la disminución y revisión de los causantes de riesgo de forma permanente; al igual que la adecuada preparación de la población y los trabajadores para una atender de forma rápida y apropiada las diversas circunstancias de emergencias o desastres, evitando de esta manera, pérdidas vitales, económicas y ambientales.

En tal sentido, surge el siguiente problema general: ¿Cuál es el nivel de riesgo por inundación fluvial en las márgenes del río Pichari, en la Provincia La Convención - Cusco, 2020?. Este da pie a los siguientes problemas específicos: ¿Cuál es el nivel de peligrosidad por inundación fluvial en las márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020? ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad por inundación fluvial en las márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020? ¿Cuáles son alternativas de solución estructurales y no estructurales que minimicen el riesgo por inundación fluvial en las márgenes del río Pichari, en la Provincia La Convención - Cusco, 2020?.

Por ello, la presente investigación se justifica práctica y socialmente ya que nace la exigencia que tiene la comunidad de Pichari de disponer de una gestión de riesgos de desastres y acciones preventivas y de control, que generen respuestas eficaces y eficientes frente una situación de riesgo; al mismo tiempo, se espera que los efectos eviten menores pérdidas para así contribuir al impulso social, económico y de salubridad de los pobladores.

Por otro lado, la investigación adquiere valor teórico puesto que servirá de interés en futuros trabajos, donde se deba estudiar y desarrollar la gestión de riesgos como de desastres, con el fin replicar y difundir los resultados en otras regiones del país en las que se presenten peligros relacionados a catástrofes naturales, favoreciendo de esta manera, la respuesta de acción de otras poblaciones. Por último, la investigación se justifica dentro del marco legal, debiéndose efectuar con base a las guías y manuales de evaluación de riesgos, avalados y elaborados por el Ministerio de Ambiente, garantizando el cumplimiento de las evaluaciones ambientales, con el fin de establecer los niveles de riesgos en una zona geográfica, que minimicen los daños que puedan ocasionarse por algún desastre o catástrofe ambiental.

Con relación de responder a la problemática expuesta, en la investigación se esbozan los siguientes objetivos.

Objetivo general:

Evaluar los riesgos por inundación fluvial en las márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020.

Objetivos específicos:

- Determinar el nivel de peligro por inundación fluvial en las márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020.
- Determinar el nivel de vulnerabilidad que presenta la población de la localidad de Pichari, por la inundación fluvial en las márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020.
- Proponer alternativas de solución estructurales y no estructurales que minimicen el riesgo por inundación fluvial en las márgenes del río Pichari, en la Provincia La Convención - Cusco, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Giuseppe (2018), efectuó un análisis del riesgo de inundación en la localidad de Roblecito con el objetivo de menguar los probables daños que se producirían. Por lo cual, determinó la vulnerabilidad global, mediante las dimensiones ambientales, físicas, económicas, sociales, educativas, culturales y científicas. Realizó un estudio a nivel de microcuenca utilizando mapas de elevación, curvatura, pendiente, TWI, SPI, número de curva y distancia al río, para definir el nivel de riesgo. Creó mapas de vulnerabilidad y amenaza utilizando georreferenciación. Sus resultados mostraron niveles de vulnerabilidad elevados, niveles de amenaza muy altos, riesgo alto y muy alto por inundaciones; por lo cual propuso medidas de prevención, mitigación y respuesta basadas en la predicción meteorológica, charlas a la población, instrucción acerca de gestión de riesgos, tratamiento apropiado de los desechos sólidos y líquidos, implementación de recipientes de agua potable, disminución de la fragilidad económica, reubicación de viviendas, simulacros, limpieza de cauces y programas de desforestación.

Por su parte, Díaz y Rodríguez (2016), evaluaron el riesgo por inundación en la comunidad Pradera Alta, Municipio Maracaibo, Venezuela. Su metodología consistió en la exploración de campo para inventariar riesgo antrópico y natural, el análisis de muestras para evaluar características físico - mecánicas de los suelos y la realización de sondeos geo eléctricos para determinar la presencia de lentes acuíferas, la profundidad y espesor de los niveles de suelo; establecieron tres áreas con distinto nivel de riesgo (alto, medio y bajo), estando el sector más vulnerable en el extremo noroeste de la comunidad, donde la probabilidad de ocurrencia de inundación es elevada, debido a su cercanía al drenaje, asociados a distancias menores a 25 metros de este con cotas muy cercanas a su cauce entre 0 m y 3 m de diferencia altitudinal; los cual sitúa a las personas en constante peligro, incluso en el interior de sus viviendas.

Respecto a los antecedentes nacionales, Cercedo (2019) realizó una evaluación de riesgo originado por inundaciones fluviales en el centro poblado de Sausal del Distrito de Luyando". Para ello, identificaron y determinaron los niveles de Peligrosidad, riesgos y vulnerabilidad a través de la estratificación de riesgos causados, determinando de esta manera, 21 viviendas en nivel muy alto ($0.100 \leq R \leq 0.219$), 19 viviendas con riesgo alto ($0.025 \leq R < 0.100$), 8 viviendas con riesgo

medio ($0.006 \leq R < 0.025$) y 5 viviendas con riesgo bajo ($0.001 \leq R < 0.006$); asimismo, en el margen derecho se identificaron 6 casas expuestas a riesgo alto y 60 viviendas con riesgo muy bajo, creando de esta manera fortaleza en la disposición de respuesta de la población en caso de inundación, observando aspectos referentes al mecanismo de alarma temprana, vías de escape y áreas seguras ante inundaciones.

De igual manera, Loyola (2019), efectuó una evaluación del riesgo por inundación en el quiebre del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad. La misma tuvo como objetivo de estudio, valorar el nivel de riesgo por inundación, originado por la quebrada del cauce del Río Grande, por medio de la calificación del grado de riesgo, estudio de la Vulnerabilidad de los 31 hogares próximos, ubicados dentro del área marginal definida por la ANA y la propuesta de medidas estructurales y no estructurales que minimicen la posibilidad de inundaciones, recolectando información social, económica, geológica y ambiental, teniendo como resultados que el grado de fragilidad tecnológica y científica, y la vulnerabilidad educativa fue muy alto, mientras que el nivel de peligrosidad, la vulnerabilidad física, social, económica, política e institucional, cultural e ideológica fue alto y vulnerabilidad institucional fue media; por lo que se obtuvo un nivel alto de riesgo ($0.025 \leq R < 0.100$) en la quebrada del cauce del Río Grande.

Para una adecuada comprensión de la investigación, se consideraron bases teóricas comenzando por la inundación fluvial, la cual ocurre cuando un río se desborda por sus pendientes máximas y mínimas; es decir, cuando su flujo ya no puede ser contenido dentro de su canal por diferentes razones como fenómenos naturales y precipitaciones. Estas son una realidad natural y regular para muchos ríos, que ayudan a esculpir el suelo y distribuir nutrientes en los valles aluviales y sustentan muchos ecosistemas, como pantanos y bosques de tierras bajas, adaptados a inundaciones ocasionales. También han sido fuerzas que dan vida a las sociedades humanas que dependen de ellas para la agricultura y la fertilidad del suelo. No obstante, los seres humanos a menudo perciben las inundaciones de manera negativa debido a los daños y pérdida de vidas que estas han causado (Shaw, 2019, párr. 4).

El peligro o amenaza se refiere a un conjunto de eventos potencialmente perjudiciales para las comunidades, pueden ser de diversos tipos (Narváez, y otros, 2009, pág. 9). En otras palabras, es la posibilidad de que un evento natural, que puede ser peligroso, suceda en algún lugar particular, con intensidad, duración y frecuencia definidas. Así, a fin de evaluar los peligros, estos se pueden clasificar en los siguientes niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyos valores respectivos se presentan a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Matriz de peligrosidad

NIVELES DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	La pendiente del terreno es mayor a 50°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser montañosa. La litología corresponde a presencia de piroclásticos. La hidrogeología del terreno está formada por grandes acuitardos. La sismicidad es de magnitud mayor a 7.	$1.04 \leq R \leq 2.515$
ALTO	La pendiente del terreno esta entre 35° a 50°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser colinas. La litología corresponde a compuestos volcánicos. La hidrogeología de la superficie está formada por acuitardos sedimentario. La sismicidad esta entre 6 y menor a 7.	$0.402 \leq R < 1.04$
MEDIO	La pendiente del terreno esta entre 20 a 35°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser altiplanicie. La litología corresponde a intrusivos. La hidrogeología de la superficie está formada por grandes acuitardos. La sismicidad es de magnitud entre 5 y menor a 6.	$0.136 \leq R < 0.402$
BAJO	La pendiente del terreno esta entre 5 a 20°. La geomorfología del terreno está caracterizada por ser valle abierto. La litología corresponde a depósitos cuaternarios, bofedales y otros. La hidrogeología del terreno está formada por acuitardos volcánico y en zona de alteración. La sismicidad es de magnitud menor a 4.	$0.035 \leq R < 0.136$

Fuente: CENEPRED (2014, pág. 22).

De esta manera, se hace énfasis en el riesgo, el cual es representado por una estimación o evaluación matemática de posibles muertes, deterioro de bienes, propiedades y la propia economía, en un lapso de tiempo y zona específicos, de un evento definido como emergencia. Es evaluado en función a la peligrosidad y vulnerabilidad (INDECI, 2006).

La evaluación del riesgo por inundaciones consiste en un informe que detalla los principales riesgos de inundación en un sitio de desarrollo. También puede proporcionar recomendaciones sobre medidas de mitigación para aliviar el impacto de las inundaciones en el sitio y el área circundante. Estas tienen que ser llevadas a cabo por profesionales de diversas áreas, adecuadamente capacitados, de las

dependencias o comités de defensa civil, en vista de la amenaza inminente o potencial de un peligro natural u ocasionado por el hombre (INDECI 2006). Así, la evaluación del riesgo comprende las etapas de identificación del peligro, estudio de las vulnerabilidades y determinación del riesgo. Para evaluar los riesgos que origina una inundación, según el Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre (2014), se debe considerar principalmente, la identificación de las tareas para advertir el origen de nuevos peligros o aminorar los ya existentes, estas acciones serán integradas a los métodos de prevención y disminución del riesgo de catástrofes y la adopción de las medidas estructurales y no estructurales para prevenir y reducir el riesgo de catástrofes, que sustentaran la elaboración de planes de origen público a responsabilidad de gobiernos regionales y locales como son municipio distrital y provincial.

Para la adecuada evaluación del riesgo se debe valorar la probabilidad de perjuicios y daños esperados (individuos, recursos materiales y financieros) frente a eventos naturales. La estimación del riesgo se realiza mediante un estudio y combinación de datos teórico empíricos que representan la posibilidad de que se presente una amenaza determinada, es decir, la relación que existe entre las condiciones espaciales y de tiempo de la zona en estudio constituido por las diversas dimensiones sobre la vulnerabilidad del territorio. Debido a la descripción de las características de vulnerabilidad de la población en riesgo, se puede analizar los niveles de riesgos en los cuales se puede encontrar la población estudiada, como lo expresa la tabla 2.

Tabla 2. Nivel de riesgo

NIVELES DE RIESGO	RANGO
MUY ALTO	$1.56 \leq P \leq 5.58$
ALTO	$0.262 \leq P < 1.156$
MEDIO	$0.043 \leq P < 0.262$
BAJO	$0.014 \leq P < 0.043$

Fuente: CENEPRED (2014, pág. 38).

En este contexto, la vulnerabilidad se puede describir como los recursos que disponen los integrantes de una comunidad para enfrentar una situación peligrosa o soportar sus posibles consecuencias; estos pueden ser físicos o materiales y

abarcen la organización de una localidad y las capacidades o cualidades de los habitantes de la misma (International Federation Gender Policy, 2019, párr. 3). Los componentes de la vulnerabilidad frente a una inundación fluvial se asocian a causas de fondo (pobreza e índice de desarrollo humano), llamados factores subyacentes (INDECI, et al., 2014). Los factores básicos para la determinación de los niveles de vulnerabilidad de una población, frente a un riesgo y/o peligro son la exposición, la fragilidad y la resiliencia (figura 1).

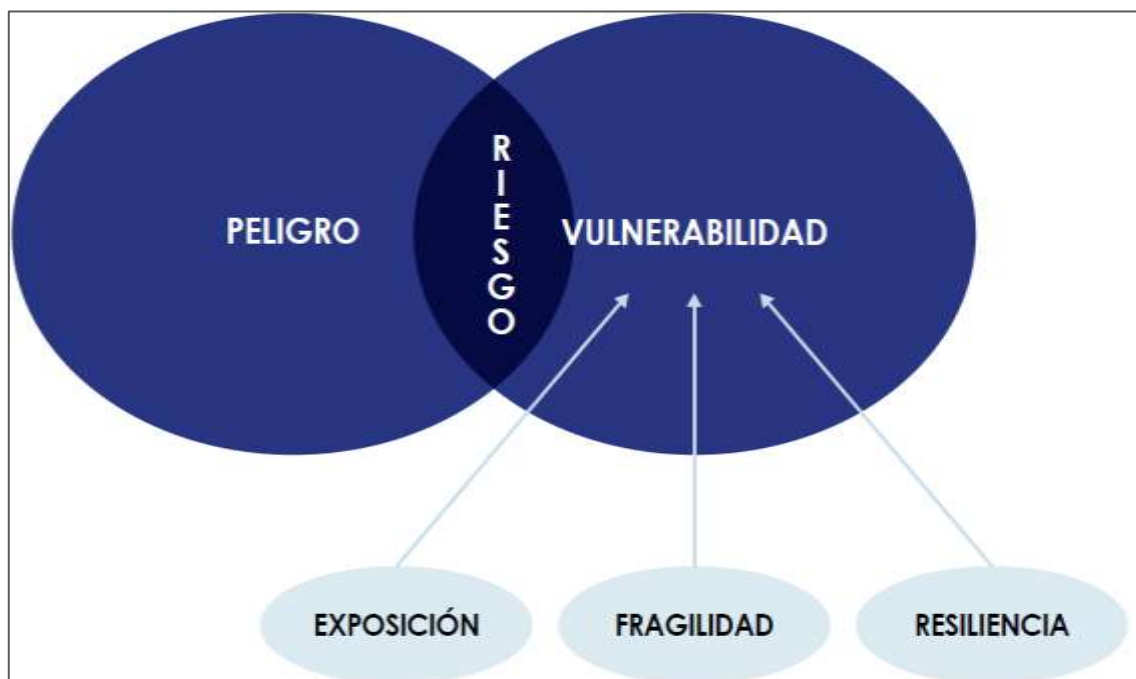


Figura 1. Factores de la vulnerabilidad.

Fuente: CENEPRED (2014, pág. 121).

Para objeto de la valoración de riesgos, la vulnerabilidad se puede clasificar en cuatro niveles: bajo, media, alta y muy alta, cuyas propiedades y valores correspondientes se describen en la siguiente tabla 3.

Tabla 3. Matriz de vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCION	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 malo. Topografía del terreno: 50% ≤P≤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≤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% ≤P≤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≤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: quinchá (caña con barro). Estado de conservación de la edificación: Regular. Topografía del terreno: 20% ≤P≤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≤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 ≤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≤R<0.068

Fuente: CENEPRED (2014, pág. 36).

En consecuencia, se hace necesario definir y establecer medidas de solución que reduzcan el riesgo por inundación fluvial. Así, según el CENEPRED (2014), se consideran como acciones de prevención y minimización del riesgo, las que han sido realizadas antes de que sucedan las catástrofes, a objeto de evitar que las mismas se produzcan y/o para minimizar sus efectos. Lo que significa que la

disminución del riesgo es una medida previa al suceso. De esta manera, se describen los siguientes tipos de acciones:

Las acciones estructurales, las cuales representan medidas de tipo físico, por medio de la realización o rehabilitación de obras de ingeniería a fin de disminuir o impedir los efectos de los fenómenos, para así, mantener la firmeza y la resiliencia de las estructuras o sistemas, y garantizar la protección de las personas y los bienes. Las acciones no estructurales, que son medidas que no requieren de una edificación física, ya que, basándose en la comprensión, las experiencias o los convenios celebrados para la reducción de riesgos e impactos, se puede conseguir a través de leyes y políticas, concientización pública, educación y capacitación; dichas medidas de manera que sean pasivas o activas. Las acciones no estructurales activas son todas aquellas en las que se fomenta la interrelación directamente en la población, entre éstas: atención de emergencia organizada, creación y mejoramiento de instituciones, educación formal e instrucción, campañas informativas e información pública, intervención de la comunidad y trabajo conjunto en la localidad.

Por último, las acciones no estructurales pasivas se encuentran relacionadas de forma directa con las leyes y la planeación, como, por ejemplo: estándares y normas de construcción, reglamento de usos de suelos y ordenamiento territorial, estímulos fiscales y financieros y promoción de seguros. Dichas acciones no requieren de significativos recursos económicos y, por lo tanto, son bastante convenientes para la consolidación de mecanismos de disminución del peligro en los países en desarrollo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Enfoque de la investigación

El enfoque es cuantitativo, puesto que la investigación parte de la recolección de datos numéricos y aplica la estadística descriptiva (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág. 4).

Tipo de investigación

Investigación tipo aplicada, orientada a solventar problemáticas presentadas en las diversas actividades del ser humano, en los respectivos procesos para producir, distribuir, circular, y consumir bienes y servicios. Se conoce como aquella que parte de la investigación básica, fundamental en las ciencias fácticas o formales o puras, para proponer problemas o hipótesis que permitan solventar diferentes aspectos de la vida productiva de la sociedad (Ñaupas, et al., 2014, pág. 3). De este modo, la presente investigación se considera aplicada, ya que aporta una solución alternativa a la problemática planteada, respecto los riesgos que presenta los márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco por inundación fluvial.

Nivel de la investigación

Nivel de investigación es descriptivo puesto que se describen las acciones, eventos y situaciones que determinaran los atributos de las unidades de análisis (Hernández, et al., 2014).

Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, puesto que se realizaron estudios sin llegar a manipular de forma intencionada las variables, así los aspectos fueron observados y analizados en su ambiente natural. A su vez, es de tipo transeccional o transversal, ya que los datos fueron recolectados en un mismo momento y tuvo como objetivo describir las variables y evaluar su influencia e interacción en un momento determinado (Hernández, et. al, 2014, pág. 5).

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Evaluación de riesgo por inundación fluvial

Variable independiente: Inundación fluvial en el Río Pichari

Operacionalización: representada por la matriz de operacionalización de variables en el anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Parella y Martins (2012, pág. 4), describen a la población como el conjunto de elementos de los que se quiere adquirir información, a partir de la cual se generan conclusiones del estudio. Para la presente investigación, la población estuvo representada por las 3,900 familias (INEI, 2017) proyectados al año 2020 a 4,433 familias, a ser afectados por inundación en la capital del distrito de Pichari, situado en la provincia de La Convención, en el departamento de Cusco.

Muestra

La muestra comprende una porción particular de la población, la cual se utiliza para la recopilación de datos, esta muestra se obtiene a partir de una población conocida (Hernández et. al, 2014, pág. 10). En esta investigación la muestra estuvo representada por el número de familias a ser afectas potencialmente en la localidad de Pichari, ubicadas en las adyacencias de la microcuenca perteneciente al distrito de Pichari (anexo 7). Para ello, se partió de la población de habitantes conocida y se empleó la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * (p * q)}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * (p * q)} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

- N = Total de la población representada en familias (4433 familias)
- Z^2 = Nivel de confianza (95%=Z=1.96)
- p = Proporción esperada (p = 5%)
- q = 1 – p (q= 1-0.05 = 0.95)
- e = precisión (Límite de error muestral, e= 5%).

Sustituyendo en la ecuación anterior, se tiene:

$$n = \frac{4433 * (1.96)^2 * (0.05 * 0.95)}{0.05^2 * (4433 - 1) + 1.96^2 * (0.05 * 0.95)} = 72 \text{ Familias}$$

$$n = 72 \text{ familias}$$

De este modo, la muestra estuvo representada por 72 familias (viviendas) de la localidad de Pichari.

Muestreo

El muestreo es de tipo estratificado, donde se separan las secciones existentes en la localidad de acuerdo a sus características propias (como el nivel económico o profesional) de cada una de estas partes se toma una muestra de forma completamente aleatoria (Hernández et. al, 2010). En este caso, el muestreo seleccionado para el desarrollo de la encuesta en la localidad de Pichari (zona de estudio), considera el grupo de habitantes con edades comprendidas mayores de 30, menores 65 años y mayores de 66 años, dado que estas personas se encuentran en la capacidad de dar información acerca de peligros naturales con referencia a su experiencia durante los años transcurridos en la zona.

Unidad de análisis

Cada una de las familias que componen el total de la muestra (72) donde se aplicó el estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La técnica principal aplicada fue la observación, la cual consiste en observar de manera minuciosa y detallada un fenómeno, un hecho o un caso, con el fin de obtener información y registrarla para ser analizada posteriormente (Palomino, Peña, Zevallos y Orizano, 2015, pág. 27). También se aplicaron las técnicas de la entrevista y encuesta para obtener información socioeconómica. Las preguntas que conformaron las entrevistas fueron adaptadas de la guía de evaluación de riesgos del CENEPRED (pág. 6).

Instrumentos

Los instrumentos para la recolección de datos son los objetos materiales utilizados para recolectar y almacenar datos (Arias, 2012, pág. 25). Los instrumentos empleados fueron:

- Entrevistas, en las cuales se registraron los datos económicos, sociales y de salubridad de la población, el conocimiento que tienen sobre las

inundaciones, del mismo modo las técnicas y herramientas utilizadas para distinguir o definir las inundaciones y/o áreas vulnerables del área estudiada (anexo 2).

- Ficha de observación: esta ficha se aplicó para registrar las características meteorológicas y de suelos de la zona (anexo 3).
- Instrumentos y equipos de ingeniería como GPS y otras herramientas.
- Google Earth, Software ArcGis, etc.
- Documentos, normas y manuales técnicos peruanos, que describen los criterios por los cuales se rigen la evaluación de riesgos por inundaciones fluviales como el CENEPRED y así efectuar dicho estudio bajo los parámetros establecidos y asegurando su eficiencia.

3.5. Procedimiento

- Identificación de los distintos tipos de peligro en el área de estudio, como las inundaciones y derrumbes ocasionados por las precipitaciones.
- Determinación de las características geomorfológicas de la zona, datos meteorológicos, tipo de suelo y presencia de pendientes.
- Recopilación de los datos sociales, económicos y de salubridad de los pobladores a través del método de Saaty para la realización de entrevistas a las familias seleccionadas de la población a estudiar.
- Procesamiento y análisis de la información obtenida tanto en campo como en los ensayos para la determinación de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo global de la localidad.
- Elaboración de las alternativas de posibles soluciones estructurales y no estructurales que puedan reducir el riesgo por inundación fluvial en las márgenes del Rio Pichari, en la Provincia La Convención – Cusco.

3.6. Métodos de análisis de datos

Los métodos empleados para procesamiento y análisis de datos consistieron en la estadística descriptiva, método de análisis jerárquico de Saaty, así como en herramientas informáticas de cálculo y gráficas como Excel, imágenes satelitales de Sasplanet, ArcGis y la plataforma geoespacial del SIGRID.

3.6.1. Método de Saaty

El método utilizado fue el análisis jerárquico basado en las matrices de Saaty, el cual consiste en designar puntuación a los parámetros y descriptores relacionados con una decisión, para así calificar las diferentes opciones según los criterios seleccionados descrito en la tabla 4.

Tabla 4. Escala de valores de la matriz Saaty

CRITERIOS	VALORES NUMÉRICOS
Igual importancia al comparar dos variables	1
Moderada importancia de una variable sobre otra	3
Fuerte importancia de una variable sobre otra	5
Muy fuerte importancia de una variable sobre otra	7
Extrema importancia de una variable sobre otra	9
Valores de comparación intermedios	2,4,6,8

Fuente: CENEPRED (2014, pág. 12).

El procedimiento para la ponderación se basa en los siguientes factores:

Parámetros: identificar los aspectos que accedan calificar el fenómeno en estudio. La cantidad de filas y columnas de la matriz de puntuación se obtendrá en función a la cantidad de parámetros identificados (matriz cuadrada).

Matriz de comparación de pares: en esta se comparan los pares para determinar la importancia relativa empleando la escala de Saaty.

Suma inversa: para facilitar el cálculo de la ponderación se debe tener una matriz con valores en decimales. La inversa de las sumas totales se obtiene por medio de la suma de cada columna de la matriz.

Matriz de normalización: esta se obtiene por la multiplicación de la inversa de las sumas totales con cada aspecto de su correspondiente columna.

Vector priorización: se calcula por medio de la suma promedio de cada fila. La sumatoria de cada columna debe ser igual a uno (1).

Calcular: dividir los elementos del vector de suma ponderada entre el respectivo valor de prioridad en cada criterio.

Calcular λ_{max} : sumar todos los valores de λ encontrados.

Cálculo el índice de consistencia:

$$IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde “n” es el número de parámetros optados.

Determinación de la relación de consistencia:

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde "IA" es el Índice aleatorio de una matriz de comparaciones pareadas y generadas aleatoriamente. Para las matrices de 3 parámetros, la RC no debe superar el valor 0.04, mientras que, en matrices de 4 parámetros, la RC debe ser inferior a 0.08 y en el caso de matrices superior a 4 debe ser inferior a 0.10.

3.6.2. Metodología para la identificación y determinación de los peligros

Para la identificación y determinación del peligro, se considera la información aportada por organismos técnico - científicos de la zona estudiada, según los criterios de susceptibilidad del terreno y evaluación de parámetros que contendrán la descripción de los componentes y/o elementos que conforman cada criterio (tablas 5 y 6).

Tabla 5. Susceptibilidad del terreno

FACTOR CONDICIONANTE			FACTOR DESENCADENANTE
TIPO DE SUELO	PENDIENTE	COBERTURA VEGETAL	PRECIPITACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> - Depósitos coluviales (Qr-co) - Depósitos aluviales (Qr-al) - Depósitos coluvio-aluviales (Qr-co.al) - Volcánico Porculla (Tim -vp) - Volcánico Llama (Ti-vll) 	<ul style="list-style-type: none"> - Pendiente muy escarpada (> 45°) - Pendiente abrupta (25°-45°) - Pendiente fuerte (15°-25°) - Pendiente moderada (5°-15°) - Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (<5°) 	<ul style="list-style-type: none"> - CV < 25 %, de área con cobertura vegetal (Muy pobre condición hidrológica) - 25 % < CV < = 45%, de área con cobertura vegetal (Pobre condición hidrológica) - 45 % < CV < = 65 %, de área con cobertura vegetal (Regular condición hidrológica) - 65 % < CV < = 85 %, de área con cobertura vegetal (Buena condición hidrológica) - CV > 85 %, de área con cobertura vegetal (Muy buena condición hidrológica) 	<ul style="list-style-type: none"> - Torrenciales: Mayor a mm/24horas - Muy fuerte: Mayor a 93mm/24horas y menor igual a 98 mm//24horas - Fuerte: Mayor a 87mm/24horas y Menor igual a 93mm/24horas - Moderado: Mayor a 79mm/24horas y Menor igual a 87mm/24horas - Débiles: Menor o igual 79mm/24horas

Fuente: Municipalidad Distrital de Pichari (2016).

Tabla 6. Evaluación de parámetros

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS				
GEOLOGÍA	GEOMORFOLOGÍA	ALTURA DE FLUJO DE AVENIDA	PERIODO DE RETORNO	RECURRENCIA
- Qh-al, gravas y bloques sub angulosos con matriz areniscosa y limosa acumulado en los cauces	- B-a, Barra de arena en cauce del río, PI-i Llanura o planicie inundable	- $h > 3.5$ m	- Periodo de retorno cada 100 años	- Mas de 5 veces
- Q-PI, bloques y gravas subangulosos caóticos en matriz areno limosa	- RC-m Colina en roca metamórfica, RC-rs colina en roca sedimentaria	- $2 \text{ m} < h < = 3.5$ m	- Periodo de retorno cada 50 años	- Entre 4 y 5 veces
- TsJi-P, Caliza gris azulinas en blancos medios o gruesos con nódulos de chert y evaporitas	- RC-ri colina en roca intrusiva, RMCE-rs Montaña y colinas estructurales en roca sedimentaria	- $1.5 \text{ m} < h < = 2$ m	- Periodo de retorno cada 25 años	- Entre 3 y 4 veces
- Pec-c , Calizas grises oscuras intercaladas con lutitas	- RM-rs Montaña en roca sedimentaria, RM-rm Montaña en roca metamórfica	- $0.5 \text{ m} < h < = 1.5$	- Periodo de retorno cada 15 años	- Entre 2 y 3 veces
- Np-cm-fil, esquistas filitas, esquistas de cuarzo, micas y cloritas.		- $d < 0.5$ m	- Periodo de retorno cada 10 años	- Solo una vez

Fuente: Municipalidad Distrital de Pichari (2016).

3.6.3. Metodología para el análisis de la vulnerabilidad

En el análisis de la vulnerabilidad se estudian tres dimensiones condicionantes: social, económico y ambiental según el CENEPRED (2014) donde cada dimensión tiene 3 factores: exposición, resiliencia y fragilidad mediante la elaboración de entrevistas, para el conocimiento de los factores a los que se expone la zona de estudio y población (anexo 2), los cuales se mencionan en la siguiente tabla 7.

Tabla 7. Análisis de vulnerabilidad

DIMENSIONES	FACTORES		
	EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD	RESILIENCIA
ECONÓMICA	<ul style="list-style-type: none"> - Localización de edificaciones al eje del río - Áreas construidas de edificaciones - Equipamiento urbano 	<ul style="list-style-type: none"> - Estado de preservación de edificaciones. - Antigüedad de las edificaciones - Sistema constructivo (auto construcción, dirección técnica) 	<ul style="list-style-type: none"> - Rehabilitación para reinicio de actividades - Población económicamente activa desocupada - Ingreso familiar promedio mensual
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Grupo étnico - Concentración de personas - Servicios educativos expuestos 	<ul style="list-style-type: none"> - Altura de edificaciones - Distancia al río - Cumplimiento de procedimiento constructivos 	<ul style="list-style-type: none"> - Evacuación desde las edificaciones a zonas seguras (organización comunal) - Capacidad de respuesta frente a un evento - Población capacitada en gestión de riesgo de desastres.
AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas verdes expuestos - Particularidades geológicas del suelo. - Aprovechamiento de recursos naturales 	<ul style="list-style-type: none"> - Características del suelo. - Reforma de uso de suelo. - Erosión por tipo de suelos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Restauración de áreas verdes - Conocimiento y obediencia de la normativa ambiental - Formación en temas de conservación ambiental

Fuente: Municipalidad distrital de Pichari (2020).

3.6.4. Método de evaluación del riesgo

Está basada en el peligro (P) y vulnerabilidad (V), por lo que matemáticamente será expresada en la siguiente ecuación:

$$R = P \times V \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

- La peligrosidad (P) será evaluado de acuerdo a la zona en donde está ubicado el peligro, entendiendo que su ponderación está enlazada con la probabilidad de que pueda ocurrir un peligro con cierta peligrosidad.
- La vulnerabilidad (V) será evaluado dependiendo de la geografía del lugar, donde se evidenciará la tipología y características geométricas del área a la

que se va a evaluar, asimismo recolectar información sobre el grado de exposición.

3.7. Aspectos éticos

El presente estudio se ratifica éticamente mediante la autenticidad y veracidad, tomando en cuenta las referencias bibliográficas citadas respetando los derechos de autor de cada una de ellas; asimismo se da fe de que la información recolectada y los resultados obtenidos, son producto de datos verdaderos y confiables, considerando la ética y honestidad de los investigadores; por otra parte, la investigación se adhiere a los lineamientos y aspectos de los diferentes instrumentos normativos referentes al tema, como los son, principalmente la Ley General de Ambiente y el Manual del Cenepred para la evaluación de riesgos por inundaciones fluviales .

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación del nivel de peligro por inundación fluvial en las márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020.

Para definir los niveles de peligro por inundación fluvial del río Pichari en la Provincia La Convención, se evaluaron los factores definidos por la susceptibilidad del terreno, para lo cual se analizaron los factores condicionantes y desencadenantes como se muestra a continuación:

4.1.1 Factor condicionante

En la tabla 8 se presenta la matriz de comparación de pares, la cual permite evaluar la intensidad de predilección de un parámetro respecto al otro. En la escogencia de los datos se emplea la escala elaborada por Saaty. La escala ordinal de comparación oscila entre valores de 9 y 1/9.

Tabla 8. Matriz de comparación de pares


PARÁMETRO	PENDIENTE	TIPO DE SUELO	COBERTURA VEGETAL
PENDIENTE	1.000	3.000	0.330
TIPO DE SUELO	0.333	1.000	0.170
COBERTURA VEGETAL	3.030	5.882	1.000
SUMA	4.364	9.882	1.500
1/SUMA	0.229	0.101	0.667

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de normalización en la tabla 9, presenta el vector de priorización (peso ponderado). Expresa la jerarquía de los parámetros en el análisis del fenómeno.

Tabla 9. Matriz de normalización

PARÁMETRO	PENDIENTE	TIPO DE SUELO	COBERTURA VEGETAL	Vector Priorización
PENDIENTE	0.229	0.304	0.220	0.251

TIPO DE SUELO	0.076	0.101	0.113	0.097
COBERTURA VEGETAL	0.694	0.595	0.667	0.652
SUMA PARÁMETRO	1.000	1.000	1.000	1.000
PESO PONDERADO CADA PARÁMETRO	25.091%	9.697%	65.212%	

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula la Relación de Consistencia como se muestra en las tablas 13,14 y 15, la misma debe estar por debajo del 10% ($RC > 0.1$), lo que significa que los parámetros empleados en el cotejo entre pares son los más apropiados.

Tabla 10. Vector suma ponderado

			Vector Suma Ponderado
0.251	0.291	0.215	0.757
0.084	0.097	0.111	0.291
0.760	0.570	0.652	1.983

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Cálculo del λ_{max}

	Vector Priorización
	3.017
	3.006
	3.041
SUMA	9.063
PROMEDIO	3.021

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Relación de consistencia

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.011
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04	RC	0.020

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Factor desencadenante

El análisis parte de la comparación de la fila en relación a la columna (fila/columna). La transversal de la matriz será igual a uno (1), ya que se trata de una comparación

entre parámetros con la misma magnitud. En la tabla 13 se muestra la matriz de comparación de pares para los factores desencadenantes del estudio.

Tabla 13. Matriz de comparación de pares


INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN (mm/24 horas)	Torrenciales: Mayor a 98 mm/24horas	Muy fuerte: Mayor a 93mm/24horas y menor o igual a 98 mm//24horas	Fuerte: Mayor a 87mm/24horas y Menor o igual a 93mm/24horas	Moderado: Mayor a 79mm/24horas y Menor o igual a 87mm/24horas	Debiles: Menor o igual a 79mm/24horas
Torrenciales: Mayor a 98 mm/24horas	1.000	1.000	3.000	5.000	8.000
Muy fuerte: Mayor a 93mm/24horas y menor o igual a 98 mm//24horas	1.000	1.000	3.000	5.000	7.000
Fuerte: Mayor a 87mm/24horas y Menor o igual a 93mm/24horas	0.333	0.333	1.000	3.000	5.000
Moderado: Mayor a 79mm/24horas y Menor o igual a 87mm/24horas	0.200	0.200	0.333	1.000	3.000
Debiles: Menor o igual a 79mm/24horas	0.125	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	2.658	2.676	7.533	14.333	24.000
1/SUMA	0.376	0.374	0.133	0.070	0.042

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de normalización muestra el vector de priorización (peso ponderado) en la tabla 14.

Tabla 14. Matriz de normalización

INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN (mm/24horas)	Torrenciales: Mayor a 98 mm/24horas	Muy fuerte: Mayor a 93mm/24horas y menor o igual a 98 mm//24horas	Fuerte: Mayor a 87mm/24horas y Menor o igual a 93mm/24horas	Moderado: Mayor a 79mm/24horas y Menor o igual a 87mm/24horas	Débiles: Menor o igual a 79mm/24horas	Vector Priorización
Torrenciales: Mayor a 98 mm/24horas	0.376	0.374	0.398	0.349	0.333	0.366
Muy fuerte: Mayor a 93mm/24horas y menor o igual a 98 mm//24horas	0.376	0.374	0.398	0.349	0.292	0.358
Fuerte: Mayor a 87mm/24horas y Menor o igual a 93mm/24horas	0.125	0.125	0.133	0.209	0.208	0.160
Moderado: Mayor a 79mm/24horas y Menor o igual a 87mm/24horas	0.075	0.075	0.044	0.070	0.125	0.078
Débiles: Menor o igual a 79mm/24horas	0.047	0.053	0.027	0.023	0.042	0.038
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Peso ponderado de los parámetros	36.61%	35.77%	16.01%	7.78%	3.84%	
---	--------	--------	--------	-------	-------	---

Fuente: Elaboración propia.

Se materializa el cálculo de la relación de consistencia como se presenta en las tablas 15,16 y 17, debe resultar inferior a 10% ($RC > 0.1$), lo que significa que los parámetros empleados en el cotejo de pares son los más apropiados.

Tabla 15. *Vector suma ponderado*

					Vector Suma Ponderada
0.366	0.358	0.480	0.389	0.307	1.900
0.366	0.358	0.480	0.389	0.269	1.862
0.122	0.119	0.160	0.233	0.192	0.827
0.073	0.072	0.053	0.078	0.115	0.391
0.046	0.051	0.032	0.026	0.038	0.193

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. *Cálculo del λ_{max}*

	Vector Priorización
	5.190
	5.204
	5.164
	5.026
	5.034
SUMA	25.619
PROMEDIO	5.124

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. *Relación de consistencia*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.031
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.1	RC	0.028

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, se obtiene la matriz de susceptibilidad como se detallan a continuación en la tabla 18.

Tabla 18. Matriz de susceptibilidad

FACTOR CONDICIONANTE (FC)						FACTOR DESENCADENANTE (FD)				SUSCEPTIBILIDAD (S)	
PENDIENTE		TIPO DE SUELO		COBERTURA VEGETAL		VALOR	PESO	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN (mm/24horas)		VALOR	PESO
Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc	Ppar (1)	Pdesc			Valor	Peso		
0.251	0.503	0.097	0.387	0.652	0.360	0.398	0.500	0.366	0.500	0.382	0.500
0.251	0.260	0.652	0.347	0.652	0.360	0.526	0.500	0.358	0.500	0.442	0.500
0.251	0.134	1.000	0.145	0.652	0.162	0.284	0.500	0.160	0.500	0.222	0.500
0.251	0.068	0.000	0.086	0.652	0.079	0.068	0.500	0.078	0.500	0.073	0.500
0.251	0.035	0.000	0.036	0.652	0.040	0.035	0.500	0.038	0.500	0.037	0.500

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, se exponen los factores condicionantes, derivados de la pendiente, tipo de suelo y cobertura vegetal, así como también el factor desencadenante, definido por la intensidad de la precipitación para obtener el valor y peso de la susceptibilidad necesarios para dicha determinación. De la misma forma se valoraron los parámetros de evaluación para la determinación del nivel de peligro mediante el PAJ basados en cinco componentes descritos en la tabla 19.

Tabla 19. Matriz de parámetros de evaluación

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN (PE)											VALOR DE PELIGRO	
GEOLOGÍA		GEOMORFOLOGÍA		ALTURA DE FLUJO DE AVENIDA		PERIODO DE RETORNO		RECURRENCIA		VALOR	PESO	(VALOR S*PESO S+ (VALOR PE*PESO PE)
VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO			
0.451	0.519	0.295	0.508	0.145	0.503	0.072	0.393	0.036	0.385	0.500	0.500	0.441
0.451	0.236	0.295	0.233	0.145	0.260	0.072	0.351	0.036	0.345	0.251	0.500	0.346
0.451	0.134	0.295	0.142	0.145	0.134	0.072	0.143	0.036	0.151	0.137	0.500	0.180
0.451	0.076	0.295	0.083	0.145	0.068	0.072	0.076	0.036	0.084	0.077	0.500	0.075
0.451	0.036	0.295	0.034	0.145	0.035	0.072	0.037	0.036	0.034	0.035	0.500	0.036

Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, se valoraron los parámetros para la evaluación del peligro representados, por la geología, geomorfología, la altura de flujo de avenida y recurrencia, y de esta manera conocer el valor y peso de dicha evaluación, con el fin obtener, mediante el producto de los resultados de la susceptibilidad y dicha evaluación, el peso y valor ponderado del peligro. En base a esta matriz, se estableció el nivel de peligro por inundación fluvial en los márgenes del río Pichari, a través de los resultados de rangos expuestos en la tabla 20.

Tabla 20. *Niveles de peligro*

RANGO			NIVELES DE PELIGRO
0.346	$\leq P \leq$	0.441	MUY ALTO
0.180	$\leq P <$	0.346	ALTO
0.075	$\leq P <$	0.180	MEDIO
0.036	$\leq P <$	0.075	BAJO

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, se ha verificado según los niveles de peligros estipulados por el CENEPRED (2014), y los resultados de los valores y pesos ponderados del peligro, obtenidos por el producto de la susceptibilidad y evaluación de parámetros, que la zona del Río Pichari presenta un 44% de nivel de peligro muy alto, un 34% de nivel alto, un 18 % de nivel medio, para culminar con un 7% de nivel bajo, predominando de manera resaltante, el nivel de peligro muy alto poniendo en zona de riesgo la franja estudiada. En consecuencia, se realizó un mapa de zonificación de nivel de peligro, como se exhibe en la figura 2.

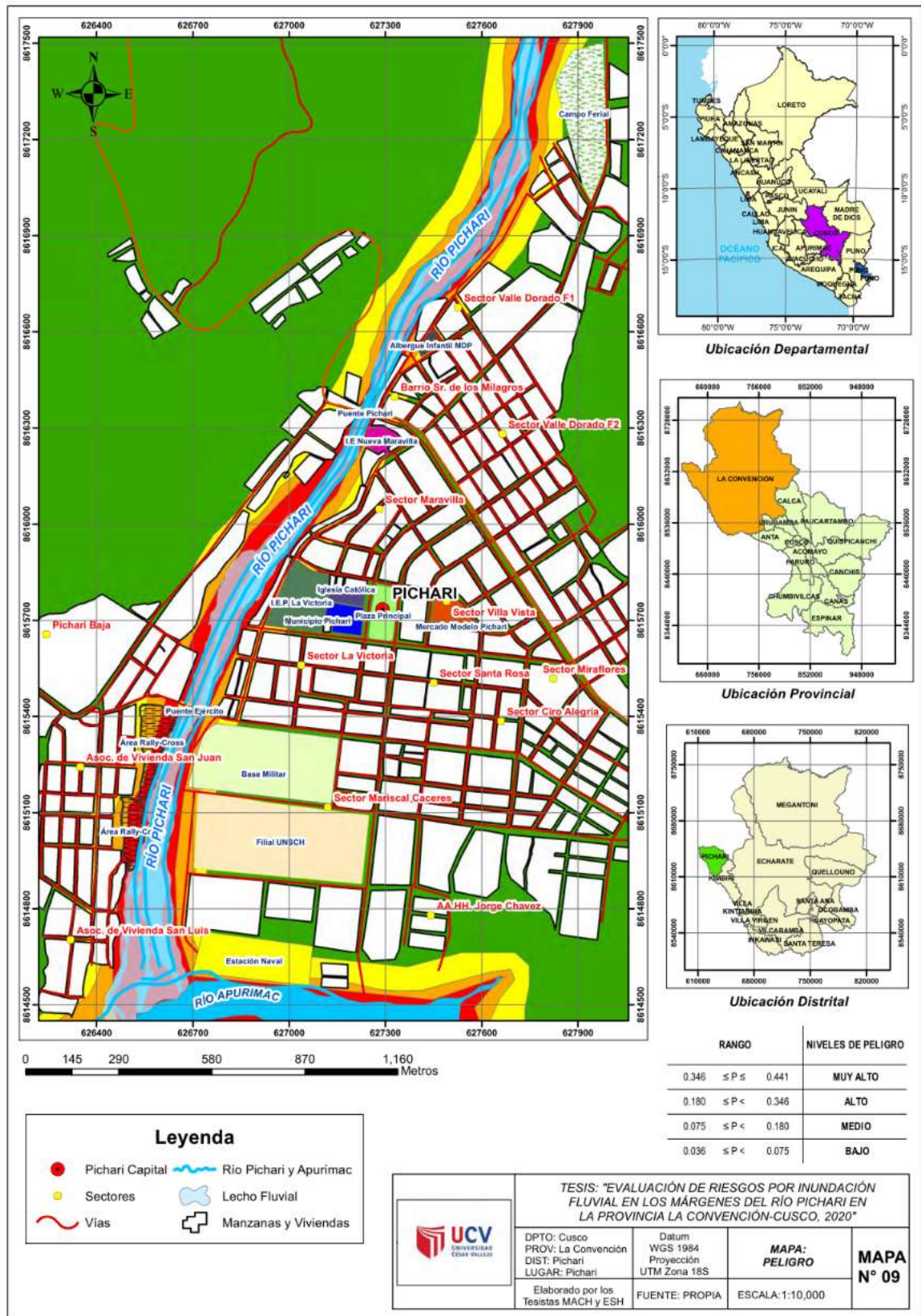


Figura 2. Mapa de zonificación del nivel de peligro.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Determinación del nivel de vulnerabilidad que presenta la población de la localidad de Pichari, por la inundación fluvial en las márgenes del río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020.

En la determinación del nivel de vulnerabilidad a la que están expuestos los habitantes de la localidad de Pichari, por la inundación fluvial en las márgenes del Río Pichari de la Provincia La Convención del Distrito de Cusco, se realizaron entrevistas y encuesta que permitieron conocer el ámbito social, económico y ambiental de la localidad en cuestión:

4.2.1. Dimensión social

- **Exposición**

En la matriz de comparación de pares en la tabla 21, se evalúa la intensidad de preferencia de un parámetro frente a otro correspondientes a la dimensión social.


Tabla 21. Matriz de comparación de pares.

PARÁMETRO	GRUPO ETAREO	CONCENTRACIÓN DE PERSONAS	SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS
GRUPO ETAREO	1.000	3.000	5.000
CONCENTRACIÓN DE PERSONAS	0.333	1.000	3.000
SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.533	4.333	9.000
1/SUMA	0.652	0.231	0.111

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de normalización en la tabla 22, presenta el vector de priorización del peso ponderado.

Tabla 22. Matriz de comparación de pares.

PARÁMETRO	GRUPO ETAREO	CONCENTRACIÓN DE PERSONAS	SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	Vector Priorización
GRUPO ETAREO	0.652	0.692	0.556	0.634
CONCENTRACIÓN DE PERSONAS	0.217	0.231	0.333	0.260
SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	0.130	0.077	0.111	0.106
SUMA DE CADA PARÁMETRO	1.000	1.000	1.000	1.000
PESOS PONDERADO DE LOS PARÁMETROS	63.34%	20.05%	10.61%	

Fuente: Elaboración propia.

Efectuando el cálculo de la relación de consistencia como se muestra en las tablas 23, 24 y 25, este debe resultar inferior a 10% ($RC > 0.1$), lo que significa que los parámetros empleados en el contraste de pares son los más apropiados.

Tabla 23. Vector suma ponderada.

			Vector Suma Ponderada
0.633	0.781	0.531	1.946
0.211	0.260	0.318	0.790
0.127	0.087	0.106	0.320

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Cálculo del λ_{max}

	Vector Priorización
	3.072
	3.033
	3.011
SUMA	9.116
PROMEDIO	3.039

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Relación de consistencia.

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.019
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04	RC	0.037

Fuente: Elaboración propia.

Con lo cual se pudo obtener los valores y pesos ponderados de los parámetros del factor de exposición social como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26. Matriz de exposición social.

EXPOSICIÓN SOCIAL						Valor Exposición Social	Peso Exposición Social
Grupo Étéreo		Concentración de Personas		Servicios educativos expuestos			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.633	0.498	0.260	0.363	0.106	0.493	0.462	0.633
0.633	0.257	0.260	0.371	0.106	0.270	0.288	0.633
0.633	0.132	0.260	0.132	0.106	0.101	0.129	0.633
0.633	0.081	0.260	0.096	0.106	0.100	0.087	0.633
0.633	0.033	0.260	0.039	0.106	0.036	0.035	0.633

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se refleja en la presente tabla 26, los parámetros a tomar en cuenta para el nivel de vulnerabilidad frente a la exposición social, dados por el grupo

etéreo, concentración de personas y servicios educativos expuestos, que dieron los valores y pesos a través de la matriz para el cálculo del nivel planteado.

- **Fragilidad**

Para analizar la fragilidad en la dimensión social, también se aplicó el método PAJ a los diferentes parámetros que componen dicha dimensión.

En la matriz de comparación de pares mostrada en la tabla 27, se realiza la evaluación de la intensidad de favoritismo de un parámetro frente a otro.


Tabla 27. Matriz de comparación de pares.

PARÁMETRO	ALTURA DE EDIFICACIONES	DISTANCIA AL RIO	CUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVOS
ALTURA DE EDIFICACIONES	1.000	3.000	5.000
DISTANCIA AL RIO	0.333	1.000	3.000
CUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVOS	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.533	4.333	9.000
1/SUMA	0.652	0.231	0.111

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de normalización en la tabla 28, presenta el vector de priorización (peso ponderado).

Tabla 28. Matriz de normalización.

PARÁMETRO	ALTURA DE EDIFICACIONES	DISTANCIA AL RIO	CUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVOS	Vector Priorización
ALTURA DE EDIFICACIONES	0.652	0.692	0.556	0.634
DISTANCIA AL RIO	0.217	0.231	0.333	0.260
CUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVOS	0.130	0.077	0.111	0.106
SUMA DE PARÁMETROS	1.000	1.000	1.000	1.000
PESO PONDERADO DE LOS PARÁMETROS	63.34%	26.05%	10.61%	

Fuente: Elaboración propia.

Igualmente se determina la RC como se muestra en las tablas 29, 30 y 31.

Tabla 29. Vector suma ponderada.

			Vector Suma Ponderada
0.633	0.781	0.531	1.946
0.211	0.260	0.318	0.790
0.127	0.087	0.106	0.320

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Cálculo del λ_{max}

	Vector Priorización
	3.072
	3.033
	3.011
SUMA	9.116
PROMEDIO	3.039

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Relación de consistencia.

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.019
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04	RC	0.037

Fuente: Elaboración propia.

Luego de analizados los parámetros se obtiene la matriz de fragilidad social que se evidencia en la tabla 32.

Tabla 32. Matriz de fragilidad social.

FRAGILIDAD SOCIAL						Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social
Altura de edificaciones		Distancia de edificaciones al río		Cumplimiento de procedimiento constructivos			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.633	0.490	0.260	0.488	0.106	0.482	0.489	0.260
0.633	0.284	0.260	0.279	0.106	0.260	0.280	0.260
0.633	0.124	0.260	0.100	0.106	0.151	0.122	0.260
0.633	0.066	0.260	0.097	0.106	0.069	0.074	0.260
0.633	0.036	0.260	0.036	0.106	0.037	0.036	0.260

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, se generaron los valores y pesos de la fragilidad social, a través del estudio de los factores de sus parámetros, comprendidos por la altura de edificaciones, distancia de edificaciones al río y cumplimiento de procedimientos constructivos.

- **Resiliencia**

Para el estudio de la resiliencia en el ámbito social se consideraron los diferentes parámetros que componen dicha dimensión a través del PAJ.

En la matriz de comparación de pares en la tabla 33 se realiza la evaluación de la intensidad de predilección de un parámetro en relación al otro.

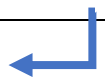
Tabla 33. Matriz de comparación de pares.

PARÁMETRO	EVACUACIÓN DESDE LAS EDIFICACIONES A ZONAS SEGURAS (Organización Comunal)	CAPACIDAD DE RESPUESTA FRENTE A UN EVENTO	POBLACIÓN CAPACITADA EN GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES
EVACUACIÓN DESDE LAS EDIFICACIONES A ZONAS SEGURAS (Organización Comunal)	1.000	3.000	5.000
CAPACIDAD DE RESPUESTA FRENTE A UN EVENTO	0.333	1.000	3.000
POBLACIÓN CAPACITADA EN GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.533	4.333	9.000
1/SUMA	0.652	0.231	0.111

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de normalización en la tabla 34, presenta el vector con el peso ponderado.

Tabla 34. Matriz de normalización.

PARÁMETRO A19:E30	EVACUACIÓN DESDE LAS EDIFICACIONES A ZONAS SEGURAS (Organización Comunal)	CAPACIDAD DE RESPUESTA FRENTE A UN EVENTO	POBLACIÓN CAPACITADA EN GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES	VECTOR PRIORIZADO
EVACUACIÓN DESDE LAS EDIFICACIONES A ZONAS SEGURAS (Organización Comunal)	0.652	0.692	0.556	0.633
CAPACIDAD DE RESPUESTA FRENTE A UN EVENTO	0.217	0.231	0.333	0.260
POBLACIÓN CAPACITADA EN GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES	0.130	0.077	0.111	0.106
SUMA DE PARÁMETROS	1.000	1.000	1.000	1.000
PESO PONDERADO DE LOS PARÁMETROS	63.34%	26.05%	10.62%	

Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, se determina la RC como se muestra en las tablas 35, 36 y 37.

Tabla 35. Vector suma ponderada.

			Vector Suma Ponderada
0.633	0.781	0.531	1.946
0.211	0.260	0.318	0.790
0.127	0.087	0.106	0.320

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Cálculo del λ_{max} .

	Vector Priorización
	3.072
	3.033
	3.011
SUMA	9.116
PROMEDIO	3.039

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Relación de consistencia.

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.019
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04	RC	0.037

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma se obtiene la matriz de resiliencia en el ámbito social que se demuestra en la tabla 38.

Tabla 38. Matriz de resiliencia social.

RESILIENCIA SOCIAL						Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social
Evacuación desde las edificaciones a zonas seguras (Organización Comunal)		Capacidad de respuesta frente a un evento		Población capacitada en gestión de riesgo de desastres			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.633	0.419	0.260	0.486	0.106	0.482	0.443	0.106
0.633	0.322	0.260	0.272	0.106	0.269	0.304	0.106
0.633	0.146	0.260	0.140	0.106	0.143	0.144	0.106
0.633	0.080	0.260	0.067	0.106	0.069	0.075	0.106
0.633	0.034	0.260	0.034	0.106	0.037	0.034	0.106

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, los parámetros que comprendieron la presente tabla fueron la evacuación desde las edificaciones a zonas seguras u organización comunal, la capacidad de responder ante un evento y la población capacitada en gestión de riesgos de desastres, y de esta manera obtener los resultados de los valores y pesos ponderados de la resiliencia social.

4.2.2. Dimensión Económica

- **Exposición**

Para la determinación de la exposición económica se analizaron los factores que comprenden dicha dimensión mediante el PAJ.

En la matriz de comparación de pares en la tabla 39, se realiza la evaluación de la intensidad de predilección de un parámetro en relación al otro.


Tabla 39. *Matriz de comparación de pares.*

PARÁMETRO	LOCALIZACIÓN DE EDIFICACIONES AL EJE DEL RÍO	ÁREAS CONSTRUIDAS DE EDIFICACIONES	EQUIPAMIENTO URBANO
LOCALIZACIÓN DE EDIFICACIONES AL EJE DEL RÍO	1.000	1.000	5.000
ÁREAS CONSTRUIDAS DE EDIFICACIONES	1.000	1.000	3.000
EQUIPAMIENTO URBANO	0.200	0.333	1.000
SUMA	2.200	2.333	9.000
1/SUMA	0.455	0.429	0.111

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de normalización en la tabla 40, presenta el vector de priorización (peso ponderado).

Tabla 40. *Matriz de normalización.*

PARÁMETRO	LOCALIZACIÓN DE EDIFICACIONES AL EJE DEL RÍO	ÁREAS CONSTRUIDAS DE EDIFICACIONES	EQUIPAMIENTO URBANO	VECTOR PRIORIZACIÓN
LOCALIZACIÓN DE EDIFICACIONES AL EJE DEL RÍO	0.455	0.429	0.556	0.480
ÁREAS CONSTRUIDAS DE EDIFICACIONES	0.455	0.429	0.333	0.405
EQUIPAMIENTO URBANO	0.091	0.143	0.111	0.115
SUMA DE PARÁMETROS	1.000	1.000	1.000	1.000
PESO PONDERADO DE LOS PARÁMETROS	47-96%	40.55%	11.50%	

Fuente: Elaboración propia

Se halla la RC mediante las tablas 41, 42 y 43,

Tabla 41. *Vector suma ponderada.*

			Vector Suma Ponderada
0.480	0.405	0.575	1.460
0.480	0.405	0.345	1.230
0.096	0.135	0.115	0.346

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. *Cálculo del λ_{max} .*

	Vector Priorización
	3.044
	3.033
	3.010
SUMA	9.087
PROMEDIO	3.029

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. *Relación de consistencia.*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.015
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04	RC	0.028

Fuente: Elaboración propia

Analizando los factores que comprenden la exposición en la dimensión económica se obtiene la matriz de exposición económica como se muestra en la tabla 44.

Tabla 44. Matriz exposición económica

EXPOSICIÓN ECONÓMICA						Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica
Localización de edificaciones al eje del río		Áreas construidas de edificaciones		Equipamiento urbano			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.480	0.505	0.405	0.486	0.115	0.478	0.494	0.699
0.480	0.262	0.405	0.272	0.115	0.277	0.268	0.699
0.480	0.136	0.405	0.140	0.115	0.141	0.138	0.699
0.480	0.060	0.405	0.067	0.115	0.067	0.064	0.699
0.480	0.037	0.405	0.034	0.115	0.037	0.036	0.699

Fuente: Elaboración propia.

De este modo, se obtuvieron como resultados los valores y pesos ponderados de la exposición económica a través del análisis de la localización de edificaciones al eje del río, áreas construidas de edificaciones y equipamiento urbano.

- **Fragilidad**

En el estudio de la fragilidad económica analizaron los parámetros que la definen con el método Saaty.

En la matriz de comparación de pares en la tabla 45, se realiza la evaluación de la intensidad de predilección de un parámetro en relación al otro.


Tabla 45. Matriz de comparación de pares.

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE EDIFICACIONES	ANTIGÜEDAD DE LAS EDIFICACIONES	SISTEMA CONSTRUCTIVO+(AUTO CONSTRUCCIÓN, DIRECCIÓN TÉCNICA)
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE EDIFICACIONES	1.000	3.000	5.000
ANTIGÜEDAD DE LAS EDIFICACIONES	0.333	1.000	3.000
SISTEMA CONSTRUCTIVO+(AUTO CONSTRUCCIÓN, DIRECCIÓN TÉCNICA)	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.533	4.333	9.000
1/SUMA	0.652	0.231	0.111

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de normalización en la tabla 46, presenta el vector de peso ponderado.

Tabla 46. Matriz de normalización.

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE EDIFICACIONES	ANTIGÜEDAD DE LAS EDIFICACIONES	SISTEMA CONSTRUCTIVO+(AUTO CONSTRUCCIÓN, DIRECCIÓN TÉCNICA)	VECTOR PRIORIZACIÓN
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE EDIFICACIONES	0.652	0.692	0.556	0.633
ANTIGÜEDAD DE LAS EDIFICACIONES	0.217	0.231	0.333	0.260
SISTEMA CONSTRUCTIVO+(AUTO CONSTRUCCIÓN, DIRECCIÓN TÉCNICA)	0.130	0.077	0.111	0.106
SUMA DE PARÁMETROS	1.000	1.000	1.000	1.000
PESO PONDERADO DE LOS PARÁMETROS	63.34%	26.05%	10.62%	

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta la RC en las tablas 47, 48 y 49.

Tabla 47. Vector suma ponderada.

			Vector Suma Ponderada
0.633	0.781	0.531	1.946
0.211	0.260	0.318	0.790
0.127	0.087	0.106	0.320

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48. Cálculo del λ_{max} .

	Vector Priorización
	3.072
	3.033
	3.011
SUMA	9.116
PROMEDIO	3.039

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49. Relación de consistencia.

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.019
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04	RC	0.037

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se elabora la matriz de comparación de factores con el método de Saaty, como lo muestra la tabla 50.

Tabla 50. Matriz fragilidad económica

FRAGILIDAD ECONÓMICA						Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica
Estado de conservación de edificaciones		Antigüedad de las edificaciones		Sistema constructivo+ (Auto Construcción, Dirección Técnica)			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.633	0.514	0.260	0.516	0.106	0.489	0.511	0.288
0.633	0.250	0.260	0.188	0.106	0.253	0.235	0.288
0.633	0.122	0.260	0.179	0.106	0.147	0.140	0.288
0.633	0.072	0.260	0.078	0.106	0.073	0.074	0.288
0.633	0.041	0.260	0.039	0.106	0.038	0.040	0.288

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, se evidencia los parámetros que componen dicha dimensión caracterizados por el estado de preservación de edificaciones, la antigüedad de las mismas y el sistema constructivo (auto construcción y dirección técnica) para lograr obtener los valores y pesos ponderados finales de la fragilidad económica.

- **Resiliencia**

En la determinación de los factores de la resiliencia económica se establecieron sus parámetros y la comparación de sus pesos por el método Saaty. En la matriz de comparación de pares en la tabla 51, se realiza la evaluación de la intensidad de predilección de un parámetro en relación al otro.

Tabla 51. Matriz de comparación de pares.

PARÁMETRO	REHABILITACIÓN PARA REINICIO DE ACTIVIDADES	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL
REHABILITACIÓN PARA REINICIO DE ACTIVIDADES	1.000	1.000	5.000
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	1.000	1.000	3.000
INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL	0.200	0.333	1.000
SUMA	2.200	2.333	9.000
1/SUMA	0.455	0.429	0.111

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de normalización en la tabla 52, presenta el vector de peso ponderado.

Tabla 52. Matriz de normalización.

PARÁMETRO	REHABILITACIÓN PARA REINICIO DE ACTIVIDADES	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL	Vector Priorización
REHABILITACIÓN PARA REINICIO DE ACTIVIDADES	0.455	0.429	0.556	0.480
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	0.455	0.429	0.333	0.405
INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL	0.091	0.143	0.111	0.115
SUMA DE PARÁMETROS	1.000	1.000	1.000	1.000
PESO PONDERADO DE LOS PARÁMETROS	47.96%	40.55%	11.50%	

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera, se halla la RC mediante las tablas 53, 54 y 55.

Tabla 53. *Vector suma ponderada.*

			Vector Suma Ponderada
0.480	0.405	0.575	1.460
0.480	0.405	0.345	1.230
0.096	0.135	0.115	0.346

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54. *Cálculo del λ_{max} .*

	Vector Priorización
	3.044
	3.033
	3.010
SUMA	9.087
PROMEDIO	3.029

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55. *Relación de consistencia.*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.015
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04	RC	0.028

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se elabora la matriz de comparación de factores con el método de Saaty, como lo muestra la tabla 56.

Tabla 56. *Matriz resiliencia económica*

RESILIENCIA ECONÓMICA						Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica
Rehabilitación para reinicio de actividades		Población económicamente activa desocupada		Ingreso familiar promedio mensual			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.480	0.503	0.405	0.491	0.115	0.480	0.495	0.113
0.480	0.260	0.405	0.260	0.115	0.267	0.261	0.113
0.480	0.134	0.405	0.143	0.115	0.142	0.139	0.113
0.480	0.068	0.405	0.069	0.115	0.076	0.069	0.113
0.480	0.035	0.405	0.036	0.115	0.035	0.035	0.113

Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, se definen los parámetros de la resiliencia económica, como la rehabilitación para reinicio de actividades, la población económicamente activa desocupada y el ingreso familiar promedio como factores esenciales para la adquisición de los valores y pesos ponderados de dicha dimensión.

4.2.3. Dimensión Ambiental

- **Exposición**

Para evaluar la vulnerabilidad en el ámbito de exposición ambiental se aplicó el método de PAJ a los diferentes parámetros que componen dicha dimensión. En la matriz de comparación de pares en la tabla 57, se realiza la evaluación de la intensidad de predilección de un parámetro en relación al otro.

Tabla 57. Matriz de comparación de pares.

PARÁMETRO	ÁREAS VERDES EXPUESTOS	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO	EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES
ÁREAS VERDES EXPUESTOS	1.000	1.000	2.000
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO	1.000	1.000	3.000
EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	0.500	0.333	1.000
SUMA	2.500	2.333	6.000
1/SUMA	0.400	0.429	0.167

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de normalización en la tabla 58, presenta el vector de peso ponderado.

Tabla 58. Matriz de normalización.

PARÁMETRO	ÁREAS VERDES EXPUESTOS	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO	EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	Vector Priorizaci
ÁREAS VERDES EXPUESTOS	0.400	0.429	0.333	0.387
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO	0.400	0.429	0.500	0.443
EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	0.200	0.143	0.167	0.170
SUMA DE PARÁMETROS	1.000	1.000	1.000	1.000
PESO PONDERADO DE LOS PARÁMETROS	38.73%	44.29%	16.98%	

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, se halla la RC a través de las tablas 59, 60 y 61.

Tabla 59. Vector suma ponderada.

			Vector Suma Ponderada
0.387	0.443	0.340	1.170
0.387	0.443	0.510	1.340
0.194	0.148	0.170	0.511

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60. Cálculo del λ_{max} .

	Vector Priorización
	3.020
	3.025
	3.009
SUMA	9.055
PROMEDIO	3.018

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61. Relación de consistencia.

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.009
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04	RC	0.017

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se elabora la matriz de comparación de factores con el método de Saaty, como lo muestra la tabla 62.

Tabla 62. Matriz de exposición ambiental

EXPOSICIÓN AMBIENTAL						Valor Exposición Ambiental	Peso Exposición Ambiental
Áreas verdes expuestas		Características geológicas del suelo		Explotación de recursos naturales			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.387	0.503	0.443	0.489	0.170	0.476	0.492	0.499
0.387	0.246	0.443	0.267	0.170	0.283	0.262	0.499
0.387	0.140	0.443	0.142	0.170	0.139	0.141	0.499
0.387	0.073	0.443	0.068	0.170	0.066	0.069	0.499
0.387	0.038	0.443	0.035	0.170	0.035	0.036	0.499

Fuente: Elaboración propia.

De este modo, se calcularon los valores y pesos ponderado de la exposición ambiental mediante el análisis de las áreas verdes expuestas, los factores geológicas del suelo y la explotación de recursos naturales.

- **Fragilidad**

El estudio de la fragilidad en el ámbito ambiental se llevó a cabo a través del PAJ de Saaty. En la matriz de comparación de pares en la tabla 63, se realiza la evaluación de la intensidad de predilección de un parámetro en relación al otro.

Tabla 63. Matriz de comparación de pares.

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	CAMBIO DE USO DE SUELO	EROSIÓN POR TIPO DE SUELOS
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	1.000	1.000	3.000
CAMBIO DE USO DE SUELO	1.000	1.000	4.000
EROSIÓN POR TIPO DE SUELOS	0.333	0.250	1.000
SUMA	2.333	2.250	8.000
1/SUMA	0.429	0.444	0.125

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de normalización en la tabla 64, presenta el vector de peso ponderado.

Tabla 64. Matriz de normalización.

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	CAMBIO DE USO DE SUELO	EROSIÓN POR TIPO DE SUELOS	Vector Priorización
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	0.429	0.444	0.375	0.416
CAMBIO DE USO DE SUELO	0.429	0.444	0.500	0.458

EROSIÓN POR TIPO DE SUELOS	0.143	0.111	0.125	0.126
SUMA DE PARÁMETROS	1.000	1.000	1.000	1.000
PESO PONDERADO DE LOS PARÁMETROS	41.60%	45.78%	12.63%	

Fuente: elaboración propia.

Igualmente se presenta la RC mediante las tablas 65, 66 y 67.

Tabla 65. *Vector suma ponderada.*

			Vector Suma Ponderada
0.416	0.458	0.379	1.253
0.416	0.458	0.505	1.379
0.139	0.114	0.126	0.379

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66. *Cálculo el λ_{max} .*

	Vector Priorización
	3.011
	3.013
	3.003
SUMA	9.028
PROMEDIO	3.009

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67. *Relación de consistencia.*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.005
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04	RC	0.009

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se elabora la matriz de comparación de factores con el método de Saaty, como lo muestra la tabla 68.

Tabla 68. *Matriz de fragilidad ambiental*

FRAGILIDAD AMBIENTAL						Valor Fragilidad Ambiental	Peso Fragilidad Ambiental
Características del suelo		Cambio de uso de suelo		Erosión por tipo de suelos			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.416	0.513	0.458	0.494	0.126	0.485	0.501	0.415
0.416	0.259	0.458	0.262	0.126	0.272	0.262	0.415
0.416	0.134	0.458	0.136	0.126	0.145	0.136	0.415
0.416	0.058	0.458	0.070	0.126	0.053	0.063	0.415
0.416	0.037	0.458	0.038	0.126	0.045	0.038	0.415

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, se alcanzaron los valores y pesos de la fragilidad ambiental compuesta por las características del suelo, el cambio de uso de suelo y la erosión por tipo de suelos.

- **Resiliencia**

Para el cálculo de los factores que componen el estudio de la resiliencia ambiental también se aplicó el método de PAJ a los diferentes parámetros que componen dicha dimensión. En la matriz de comparación de pares en la tabla 69, se realiza la evaluación de la intensidad de predilección de un parámetro en relación al otro.

Tabla 69. Matriz de comparación de pares.

PARÁMETRO	RESTAURACIÓN DE ÁREAS VERDES	CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL	CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL
RESTAURACIÓN DE ÁREAS VERDES	1.000	2.000	5.000
CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL	0.500	1.000	3.000
CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.700	3.333	9.000
1/SUMA	0.588	0.300	0.111

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de normalización en la tabla 70, presenta el vector de priorización (peso ponderado).

Tabla 70. Matriz de normalización.

PARÁMETRO	RESTAURACIÓN DE ÁREAS VERDES	CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL	CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	Vector Priorización
RESTAURACIÓN DE ÁREAS VERDES	0.588	0.600	0.556	0.581
CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL	0.294	0.300	0.333	0.309
CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	0.118	0.100	0.111	0.110
SUMA DE PARÁMETROS	1.000	1.000	1.000	1.000
PESO PONDERADO DE LOS PARÁMETROS	58.13%	30.92%	10.96%	

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula la relación de consistencia como se muestra en las tablas 71, 72 y 73, éste debe ser menor a 10% ($RC > 0.1$), lo que significa que los parámetros empleados en el cotejo de pares son los más apropiados.

Tabla 71. Vector suma ponderada.

			Vector Suma Ponderada
0.581	0.618	0.548	1.747
0.291	0.309	0.329	0.929
0.116	0.103	0.110	0.329

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 72. Cálculo el λ_{max} .

	Vector Priorización
	3.006
	3.004
	3.001
SUMA	9.011
PROMEDIO	3.004

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 73. Relación de consistencia.

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.002
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.04	RC	0.004

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se elabora la matriz de comparación de factores con el método de Saaty, como lo muestra la tabla 74.

Tabla 74. Matriz de resiliencia ambiental.

RESILIENCIA AMBIENTAL						Valor Resiliencia Ambiental	Peso Resiliencia Ambiental
Restauración de áreas verdes		Conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental		Capacitación en Temas de conservación ambiental			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.581	0.372	0.309	0.489	0.110	0.491	0.421	0.113
0.581	0.356	0.309	0.267	0.110	0.255	0.317	0.113
0.581	0.159	0.309	0.142	0.110	0.149	0.152	0.113
0.581	0.077	0.309	0.068	0.110	0.065	0.073	0.113
0.581	0.037	0.309	0.035	0.110	0.041	0.037	0.113

Fuente: Elaboración propia.

Por ende, a través de los parámetros de restauración de áreas verdes, entendimiento y cumplimiento de la normativa ambiental y la capacitación en temas de conservación ambiental, se llevó a cabo la ponderación del valor y peso de la resiliencia ambiental.

4.2.4. Nivel de Vulnerabilidad

Se determinó los niveles de vulnerabilidad mediante la ponderación de las dimensiones: Social, Ambiental y económica, para la elaboración de la matriz de vulnerabilidad expuesta en la tabla 75 con el fin de determinar el valor de los niveles del mismo.

Tabla 75. Matriz de vulnerabilidad.

Dimensión Social		Dimensión Económica		Dimensión Ambiental		Valor de Vulnerabilidad
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.467	0.35	0.549	0.35	0.50	0.3	0.506
0.287	0.35	0.284	0.35	0.28	0.3	0.283
0.128	0.35	0.153	0.35	0.14	0.3	0.141
0.082	0.35	0.074	0.35	0.07	0.3	0.075
0.035	0.35	0.041	0.35	0.04	0.3	0.038

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, se estimaron los valores y pesos ponderados de cada dimensión para lograr obtener el valor real de la vulnerabilidad. Una vez analizados los valores y pesos obtenidos de la matriz de vulnerabilidad, se realizó la comparación de resultados con los rangos del nivel del mismo expuestos en la tabla 76.

Tabla 76. Nivel de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.283	$\leq V \leq$	0.506
ALTO	0.141	$\leq V <$	0.283
MEDIO	0.075	$\leq V <$	0.141
BAJO	0.038	$\leq V <$	0.075

Fuente: Elaboración propia.

Para efectos de la presente tabla, se obtuvo un rango del nivel de vulnerabilidad que presenta la población del Río Pichari, la cual se compone en un 51% de nivel muy alto, 28% de nivel alto, 14% de nivel medio, para culminar con un 7% de nivel bajo. De esta manera se deduce que el nivel de vulnerabilidad presentado en la mayoría de la población de Pichari es Muy alto.

Estos resultados permitieron la elaboración de un mapa de zonificación de vulnerabilidad en el cual se puede apreciar la estratificación de los rangos obtenidos como se representa en la figura 3.

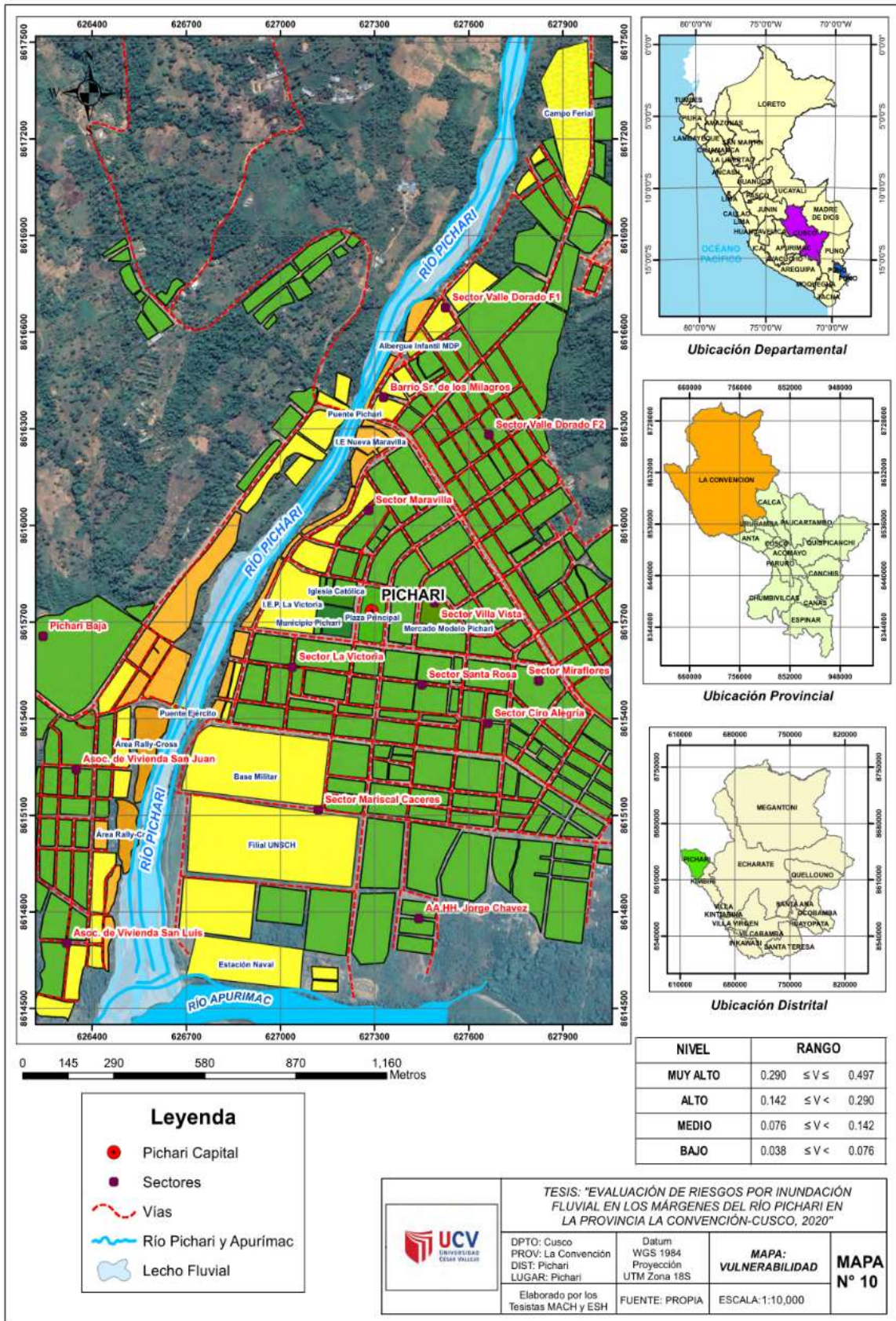


Figura 3. Mapa de zonificación del nivel de vulnerabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Nivel de riesgo

Por medio la identificación y análisis de los peligros a los cuales se expone el área geográfica estudiada, el análisis de la intensidad de la precipitación, y el nivel de vulnerabilidad frente al peligro por inundación fluvial, se realizó la correspondiente evaluación de los elementos que transgreden en la vulnerabilidad detallada por la exposición, fragilidad y resiliencia, el reconocimiento de los componentes potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan mostrar, para proceder a la asociación de éstos y así obtener el nivel de riesgo, expuestos en las tablas 77 y 78 del área en estudio.

Tabla 77. Valor ponderado del nivel de riesgo.

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.441	0.506	0.223
0.346	0.283	0.098
0.180	0.141	0.025
0.075	0.075	0.006
0.036	0.038	0.001

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78. Nivel de riesgo.

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	0.098 ≤ R ≤ 0.223
ALTO	0.025 ≤ R < 0.098
MEDIO	0.006 ≤ R < 0.025
BAJO	0.001 ≤ R < 0.006

Fuente: Elaboración propia

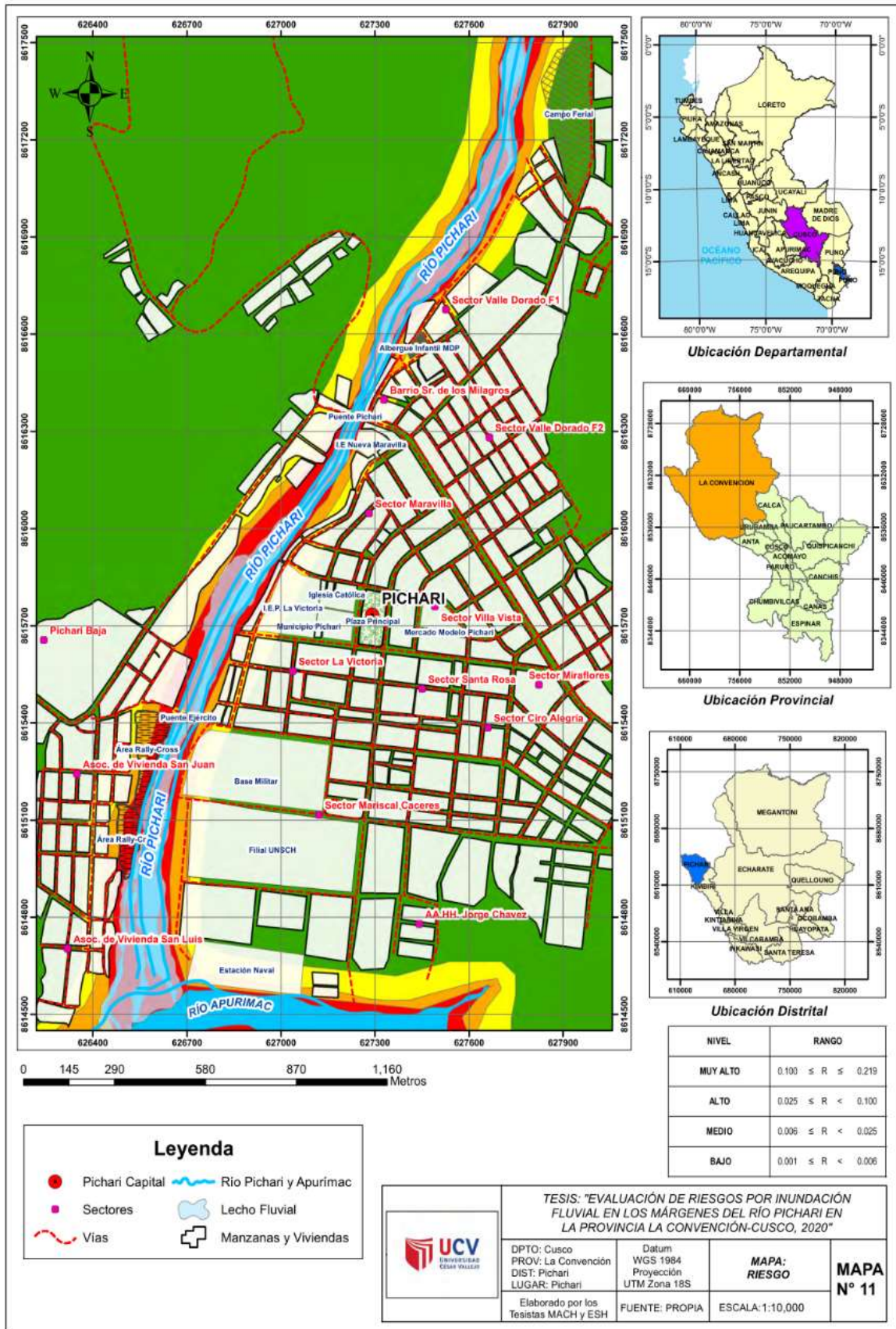
Por ende, los rangos obtenidos para el nivel de riesgo de la zona estudiada, reflejan que el 22% se ubica en un nivel muy alto de riesgo, el 10% un nivel alto, el 3% nivel medio y 0.6% nivel bajo. Después del análisis y la obtención del nivel de riesgo presentado en la población de Pichari, se procedió a la estratificación de los mismos con el fin de interpretar la descripción de cada uno de los niveles obtenidos, según lo expuesto en la tabla 79.

Tabla 79. Estratificación de los niveles de riesgo

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
RIESGO MUY ALTO	Entre 30 a 40 días de lluvia mayor al promedio; Lenta, velocidad media 16 m/año; Entre 4 - 16%; Entre 10 - 15 años; 1 a 5 Horas; 30-40 % superior a su normal climática; Depósitos coluviales (Qr-co); Laderas de montaña (Lm); Pendiente muy escarpada (> 45°); De 0 a 5 años y mayores de 65 años; No tiene; No tiene; No tiene; Fatalista; Nunca; Deficiente; Mayores a 50 viviendas; Estera, madera o triplay; Otro material; Muy malo; Menor del sueldo mínimo; Agricultura, ganadería y pesca; Trabajador Familiar No Remunerado	R ≤ 0.223
RIESGO ALTO	Entre 30 a 40 días de lluvia mayor al promedio; Lenta, velocidad media 16 m/año; Entre 4 - 16%; Entre 10 - 15 años; 1 a 5 Horas; 30-40 % superior a su normal climática; Depósitos coluviales (Qr-co); Laderas de montaña (Lm); Pendiente muy escarpada (> 45°); De 0 a 5 años y mayores de 65 años; No tiene; No tiene; No tiene; Fatalista; Nunca; Deficiente; Mayores a 50 viviendas; Estera, madera o triplay; Otro material; Muy malo; Menor del sueldo mínimo; Agricultura, ganadería y pesca; Trabajador Familiar No Remunerado	R ≤ 0.098
RIESGO MEDIO	Entre 30 a 40 días de lluvia mayor al promedio; Lenta, velocidad media 16 m/año; Entre 4 - 16%; Entre 10 - 15 años; 1 a 5 Horas; 30-40 % superior a su normal climática; Depósitos coluviales (Qr-co); Laderas de montaña (Lm); Pendiente muy escarpada (> 45°); De 0 a 5 años y mayores de 65 años; No tiene; No tiene; No tiene; Fatalista; Nunca; Deficiente; Mayores a 50 viviendas; Estera, madera o triplay; Otro material; Muy malo; Menor del sueldo mínimo; Agricultura, ganadería y pesca; Trabajador Familiar No Remunerado	R ≤ 0.025
RIESGO BAJO	Entre 30 a 40 días de lluvia mayor al promedio; Lenta, velocidad media 16 m/año; Entre 4 - 16%; Entre 10 - 15 años; 1 a 5 Horas; 30-40 % superior a su normal climática; Depósitos coluviales (Qr-co); Laderas de montaña (Lm); Pendiente muy escarpada (> 45°); De 0 a 5 años y mayores de 65 años; No tiene; No tiene; No tiene; Fatalista; Nunca; Deficiente; Mayores a 50 viviendas; Estera, madera o triplay; Otro material; Muy malo; Menor del sueldo mínimo; Agricultura, ganadería y pesca; Trabajador Familiar No Remunerado	R ≤ 0.006

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma se elaboró un mapa de zonificación de riesgos en el cual se pueden visualizar los resultados de la presente investigación (Ver figura 4).



Fuente: Elaboración propia.
Figura 4. Mapa de zonificación del nivel de riesgo.

4.3. Propuesta de alternativas de solución estructurales y no estructurales que reduzcan el riesgo por inundación fluvial en las márgenes del río Pichari, en la Provincia La Convención - Cusco, 2020

4.3.1. Medidas no estructurales

- Fortalecer la resiliencia de la población proyectada mediante actividades de prevención, preparación y respuesta ante un desastre, con el fin de comprometerse con el desarrollo sostenible del área urbanizado.
- Ordenar y ejecutar simulacros de evacuación frente inundación, con el fin de aumentar la velocidad de respuesta en la comunidad planeada.
- Las Instituciones del Estado en todos sus niveles, están en el deber de hacer cumplir las normas de ordenamiento territorial y delimitación de la franja marginal vigente.
- Ubicación de áreas de evacuación ante una inundación.

4.3.2. Medidas estructurales

- A. Conservación y Mantenimiento de cauce de río Pichari a través de actividades de preservación y mantenimiento:
- ✓ Encauzamiento del río Pichari
 - ✓ Eliminación de restos vegetales acumulados.
 - ✓ Recogida de basuras y/o residuos sólidos.
 - ✓ Acciones de formación, educación ambiental y sensibilización ciudadana.
- B. Sistemas de alerta temprana (SAT) la cual es una herramienta técnica de apoyo en la disminución de riesgos, orientado en la protección a la población y sus recursos de vida expuestos a peligro y la preparación frente a catástrofes naturales, con la finalidad de brindar protección a la población de los peligros.
- C. Sistema de señalización para evacuación ante inundaciones.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permitieron determinar la influencia de la evaluación de riesgo por inundación fluvial en los márgenes de la franja del río Pichari de La Convención del departamento de Cusco, para así establecer las comparaciones con otros estudios que permitan y sirvan de bases concluyentes, para luego contrastarse a las teorías provenientes de otros resultados obtenidos los investigadores consultados en el desarrollo de dicha elaboración.

En este sentido, los resultados obtenidos se comparan con la investigación de Giuseppe (2018), quien tuvo como objetivo examinar el riesgo por inundación en la localidad de Roblecito y formular acciones correctivas para acortar los potenciales daños que se ocasionarían, a través de etapas definidas por la determinación de la vulnerabilidad global, la cual se estudió mediante 7 dimensiones: ambiental, física, económica, social, educativa, cultural y científica. De la misma forma, hizo una evaluación a nivel de microcuenca por medio de mapas de elevación, pendiente, curvatura, TWI, SPI, número de curva y distancia al río, y de esta forma definir el nivel de amenaza; luego, usando de sistemas de información geográfica obtuvo los mapas de vulnerabilidad y amenaza con los que determinó el riesgo y de esta forma obtuvo como resultados altos niveles de vulnerabilidad en la mayor parte de la zona de estudio, en cuanto a la amenaza, ésta fue catalogada de muy alta; basándose en estos cálculos pudo determinar, además, que una parte considerablemente grande del poblado está expuesto a un riesgo alto y muy alto por inundación, por tanto, se propusieron acciones preventivas, de mitigación y de respuesta basadas en la predicción meteorológica, capacitación y orientación a la población sobre aspectos ambientales relevantes al estudio, implantación de tanques de agua potable, disminución de la vulnerabilidad económica, reubicación de viviendas, simulacros, limpieza de cauces y programas de desforestación.

Por ello se contrasta con la presente investigación, ya que se analizó el nivel de vulnerabilidad en tres dimensiones, las cuales fueron social, económica y ambiental, así mismo se determinó el nivel de peligro a través del estudio de la geología, características de suelo, pendiente y precipitaciones para ser comparadas con el PAJ del método de Saaty, teniendo como resultados un nivel muy alto de vulnerabilidad con un 51% y un nivel muy alto de peligro con un 44%,

para así proponer medidas estructurales y no estructurales que disminuyeran los daños causados a la población por dicha inundación fluvial.

Por su parte, se compara con la investigación de Díaz y Rodríguez (2016), quienes tuvieron como propósito identificar las áreas vulnerables al riesgo por inundación en la comunidad Pradera Alta, de la parroquia Francisco Eugenio Bustamante. Su metodología aplicada consistió en la exploración de campo para inventariar riesgos de origen natural y antrópico, el análisis de muestras en el laboratorio para evaluar características físico-mecánicas de los suelos y la realización de sondeos geo eléctricos para determinar la presencia de lentes acuíferas, la profundidad y espesor de los niveles de suelo; de la misma forma lograron establecer tres áreas con distinto nivel de riesgo (alto, medio y bajo), estando el sector más vulnerable en el extremo noroeste de la comunidad, donde la probabilidad de ocurrencia de inundación es elevada, representados por su cercanía la drenaje, asociados a distancias menores a 25 metros de este con cotas muy cercanas a su cauce entre 0 m y 3 m de diferencia altitudinal; encontrándose las personas en constante peligro, incluso en el interior de sus viviendas. Constataron que los principales factores que condicionan el riesgo por inundación en el sector estudiado, están relacionados con las características del terreno, las condiciones hidrológicas, la pendiente topográfica, la socavación, la erosión y aspectos antropológicos condicionados por la falta de ordenamiento territorial.

Es por ello, que dicha investigación se coteja con la presente, debido a que se identificaron y analizaron los niveles de vulnerabilidad y peligro, para evaluar los riesgos ocasionados por la inundación fluvial del río Pichari, aplicando la metodología de Saaty basada en la comparación de matrices de datos referentes al ámbito, económico, social y ambiental, obtenidos de encuestas realizadas a la población; de igual manera se realizaron diferentes tipos de estudios a nivel de suelos y precipitaciones, que permitieron conocer las características geológicas y geomorfológicas necesarias para dichas comparaciones, teniendo como resultados entre 30 a 40 días de lluvia mayor al promedio con una velocidad media 16 m/año, depósitos coluviales (Qr-co), laderas de montaña (Lm), finalizando con pendientes muy escarpada (> 45°).

Por otro lado, se comparan los estudios con los del investigador Cercedo (2019), quien proporcionó información científica a las autoridades ambientales y de

salud, estudiantes, investigadores, organismos gubernamentales y otros interesados sobre la estimación de un riesgo natural con el fin de apoyar decisiones para el control y evaluación del mismo, así como estimar cuantitativamente como afecta la salud de las personas y ambiental. Así mismo, identificaron y determinaron los niveles de Peligrosidad, riesgos y vulnerabilidad a través de la estratificación de riesgos causados, determinando de esta manera, 21 viviendas en nivel muy alto ($0.100 \leq R \leq 0.219$), 19 viviendas con riesgo alto ($0.025 \leq R < 0.100$), 8 habitas con riesgo medio ($0.006 \leq R < 0.025$) y 5 viviendas con riesgo bajo ($0.001 \leq R < 0.006$); así mismo, en el margen derecho determinaron 6 habitas con riesgo alto y 60 con riesgo muy bajo, creando de esta manera el fortalecimiento de las capacidades de los pobladores en cuestión de inundación, evaluando aspectos vinculados al sistema de alerta temprana, rutas de evacuación y zonas seguras ante inundaciones.

De esta manera se contrasta con los resultados que aquí se obtuvieron, ya que la misma tuvo como objetivo proponer acciones estructurales y no estructurales que permitieran a la población minimizar los daños causados por los riesgos generados por las inundaciones fluviales; asimismo, se aplicó el estudio a una muestra de 60 familias de las cuales se concluyó que su nivel de vulnerabilidad y peligro es muy alto.

Por último, se contrasta con el investigador Loyola (2019), quien llevo a cabo el estudio y evaluación del nivel de riesgo por inundación creado por el quiebre del cauce del Río Grande, por medio de la calificación del nivel de peligro, evaluación de la Vulnerabilidad de las 31 familias vecinas ubicadas sobre la faja marginal delimitada por la ANA y la propuesta de acciones estructurales y no estructurales para la reducción del riesgo de inundación, usando el manual básico para la estimación del riesgos del INDECI, recolectando datos económicos, sociales, geológicos y ambientales, obteniendo niveles muy altos de vulnerabilidad científica y tecnológica y educativa, en tanto que un nivel alto para la peligrosidad, vulnerabilidad física, económica, social, institucional y política, ideológica y cultural; en base a esto se obtuvo un globalmente, un nivel alto de riesgo ($0.025 \leq R < 0.100$) en la zona estudiada.

Al respecto, surge la comparación debido a que los objetivos fueron similares, al hacer uso de la determinación y análisis de los niveles de

vulnerabilidad y peligro para la obtención del nivel de riesgo por inundación fluvial de la población del río Pichari, así como también la propuesta de medidas estructurales y no estructurales que mitigaran dichos riesgos. Por otra parte, se hizo uso de los manuales e informes generados por los ministerios y municipalidades pertinentes, como lo fueron el CENEPRED (2014) y la Municipalidad Distrital de Pichari (2020), teniendo como resultados $0.098 \leq R \leq 0.223$ que representa un nivel muy alto de riesgo.

VI. CONCLUSIONES

- La evaluación de los parámetros geológicos, geomorfológicos y fluviales (precipitaciones) de la población de Pichari, estratifica la zona en rangos de peligros muy alto ($0.346 \leq P \leq 0.441$) y alto ($0.180 \leq P < 0.346$) ante Inundación fluvial del río Pichari.
- El análisis de los parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia de las dimensiones social, económica y ambiental de la población estudiada, estratifican la zona en niveles de vulnerabilidad muy alto ($0.283 \leq V \leq 0.506$) y alto ($0.141 \leq V < 0.283$), que, al combinarse con los niveles de peligro obtenidos, resultan en niveles de riesgos muy alto ($0.098 \leq R \leq 0.223$) y alto ($0.025 \leq R < 0.098$) como más relevantes.
- La Municipalidad Distrital de Pichari conjuntamente con la población afectada deberán tomar acciones de prevención y poder reducir el riesgo en dicha área de estudio, como, conocimiento de conductas básicas de prevención de emergencia y peligros, y la construcción de viviendas de ladrillo, madera, carrizos y otros materiales. Así como también, considerar las alternativas estructurales como el encauzamiento de las márgenes del río Pichari.

VII. RECOMENDACIONES

- Las autoridades y la población se deben organizar y tomar medidas preventivas y correctivas antes los posibles riesgos por inundación fluvial.
- Se recomienda realizar un proyecto de protección en base a gaviones con material de la zona como medida correctiva, en los tramos críticos de la margen derecha del río Pichari.
- Se recomienda un proyecto de descolmatación y colocación de rocas al volteo en ambas márgenes del río Pichari.
- La municipalidad distrital de Pichari, deberá poner en ejecución un plan de capacitación como medida preventiva para la disminución de la vulnerabilidad así mismo elevar la resiliencia de la población expuesta.
- Se recomienda a la población expuesta que para la construcción de viviendas se deberá cumplir con la Norma Nacional de Edificaciones – RNE (E.0.30 Diseño Sismo resistente, E.0.5 Suelos y Cimentaciones, E.0.60 Concreto Armado, y E.0.70 Albañilería), según estudios básicos presentados.
- Se deberá realizar el reforzamiento estructural de las edificaciones con fueron dañados por el impacto del fenómeno (viviendas de adobe, tapial, madera y otros).
- Recuperar las zonas intangibles que se han ocupado de manera informal en ambas márgenes del río Pichari, como consta en los mapas anexados en el estudio.
- Se recomienda realizar el revestimiento en ambas márgenes del río Pichari, como medida correctiva (revestimiento mediante gaviones, muros de contención, concreto, mampostería y otros).
- Construcción de defensas ribereñas para la protección de vidas humanas y las viviendas.
- Descolmatación del cauce por lo menos una vez al un año, en época de nivel del caudal mínimo.
- La municipalidad distrital de Pichari, deberá Inspeccionar las viviendas para implementar criterios que permitan aportar orientaciones técnicas durante la construcción o remodelación de viviendas.

- Fomentar un proyecto municipal de reducción de vulnerabilidad por inundación fluvial en la localidad de Pichari – sector río Pichari, con énfasis en el ámbito de estudio los cuales pueden ser proyectos pilotos tomando en cuenta la información generada en el presente estudio.
- Orientar y reglamentar el crecimiento poblacional en áreas seguras ubicadas en la zona de peligro bajo.
- Coordinar con las entidades técnicas científicas la elaboración de estudios hidráulicos en la cuenca del río Pichari para la observar el comportamiento del río y su efecto hacia las áreas de muy alto riesgo no mitigables.
- Coordinar con las entidades técnicas científicas la instalación e implementación de estaciones meteorológicas e hidrológicas.

REFERENCIAS

ARIAS, Fidas G. 2012. El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas - República Bolivariana de Venezuela : Episteme, 2012.

AUTORIDAD Nacional del agua. 2020. Informe. Inundaciones en el Perú. Lima, Perú : s.n., 2020.

CARRASCO, Sergio. 2017. Metodología de la investigación. Lima - Perú : San Marcos, 2017.

CEBALLOS, Angel Ivan, BARÓ, José Emilio y Díaz Delgado, Carlos. 2016. Investigación Geografica. Estimación de pérdidas económicas directas provocadas por inundación. Aplicación de las curvas inundación-daños en países en desarrollo. Alicante : s.n., 2016.

CENEPRED. 2014. Manual. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión. Lima : s.n., 2014.

CERCEDO, Fely Olguita. 2019. Tesis. Evaluación de riesgos originado por inundaciones fluviales en el centro poblado de Sausal - Distrito de Luyando 2019. Tingo María : s.n., 2019.

COOK, Daniel. 2020. AMBIENTAL Environmental Assessment. What is a flood risk assessment? [En línea] 2020. [Citado el: 04 de Enero de 2020.] <https://www.ambiental.co.uk/what-is-a-flood-risk-assessment/>

GIUSEPPE Esaú, Lucas Vera. 2018. Tesis. Análisis del riesgo por inundación en la localidad de Roblecito, Cantón Urdaneta: Propuesta de medidas de mitigación. Guayaquil : s.n., 2018.

HERNANDEZ, Fernandez y Batipsta. 2014. Diseños no Experimentales. [aut. libro] Fernandez y Batipsta Hernandez. Bogotá- Colombia : Limusa, 2014, págs. 50-52.

INSTITUTO nacional de defensa civil (INDECI). 2006. Manual básico para la estimación de riesgos. LIMA : s.n., 2006.

INTERNATIONAL Federation gender policy. 2019. What is vulnerability? International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. [En línea] 2019. <https://www.ifrc.org/en/what-we-do/disaster-management/about-disasters/what-is-a-disaster/what-is-vulnerability/>

INUNDACIONES, uno de los desastres naturales más mortíferos. García, Ursula y VILLENA, Juan. 2019. 2019, METEORED.

LOYOLA, Juan Francisco. 2019. Tesis. Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del río Grande tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad. Lima : s.n., 2019.

MUNICIPALIDAD Distrital de Pichari. 2020. el Informe de evaluación de riesgos originados por inundación fluvial en ambas márgenes de la franja marginal del Rio Pichari Distrito de Pichari, Provincia de La Convención, Departamento De Cusco. La Convención : s.n., 2020.

MUNICIPALIDAD Distrital de Pichari. 2016. Estudio Tematico Clima Proyecto: “Mejoramiento de Capacidades para el Ordenamiento Territorial y el Mejor Uso de los Suelos del Distrito de Pichari – La Convención – Cusco”. La Convención : s.n., 2016.

MUNICIPALIDAD Distrital de Pichari. 2019. Municipalidad Distrital de Pichari. Pichari identificó zonas de inundaciones, deslizamientos y huaicos. [En línea] 2019. <http://www.munipichari.gob.pe/web/?p=7208#.X9r0idgzblU>.

NACIONES Unidas. 2009. UNIRSD Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. Ginebra : s.n., 2009.

NARVÁEZ, Lizardo, LAVELL, Allan y PÉREZ, Gustavo. 2009. La Gestión de Riesgos de Desastres: Un Enfoque Basado en Procesos. Bogotá : Comunidad Andina, 2009. 9.

ÑAUPAS, Humberto, y otros. 2014. Metodología de la investigación Cualitativa-Cuantitativa y Redacción de las tesis. Bogotá : Ediciones de la U, 2014. 3.

PALELLA, Santa y MARTINS, Pestana, Filiberto. 2012. "Metodología de la investigación cuantitativa". Caracas - Venezuela : FEDEUPEL, 2012.

PALOMINO, Juan Abel, y otros. 2015. Metodología de la investigación. Guía para la elaborar un proyecto en salud y educación. Lima- Perú : San Marcos, 2015.

PRACTICAL Action. 2020. La gestión de inundaciones en el Perú. Infoinundaciones. [En línea] 2020. <https://infoinundaciones.com/noticias/lagestion-de-inundaciones-en-el-peru#:~:text=Las%20inundaciones%20en%20el%20Per%C3%BA,precipitaciones%20en%20la%20regi%C3%B3n%20andina.&text=La%20vertiente%20del%20Titicaca%2C%20por,los%20r%C3%ADos%20Coata%20y%20Rami>

SHAW, Ethan. 2019. What Is a River Flood? Sciencing. [En línea] 22 de November de 2019. [Citado el: 3 de Enero de 2021.] <https://sciencing.com/about-6310709-river-flood-.html>

SINAGERD-PCM-SGRD-CENEPRED-INDECI. 2014. PLAN NACIONAL DE GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES – PLANAGERD 2014-2021. Lima : Presidencial del consejo de ministros, 2014.

TAMAYO y Tamayo, Mario. 2007. El Proceso de la Investigación Científica. Mexico : s.n., 2007.

VICARIO, Andrea. 2019. 1.200 millones de personas están en riesgo de sufrir inundaciones. Nueva tribuna. 2019.

WORLD Health Organization and Pan American Health Organization. 2000. Publicación científica. Natural Disasters: Protecting the Public's Health. Washington, D.C, Estados Unidos : s.n., 2000. 2.

YIRDA, Adrian. 2020. Fenómeno Natural. ConceptoDefinición. [En línea] 2020. <https://conceptodefinicion.de/fenomeno-natural/>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Inundación Fluvial	La inundación fluvial ocurre cuando un río se desborda por sus pendientes máximas y mínimas; es decir, cuando su flujo ya no puede ser contenido dentro de su canal por diferentes razones como fenómenos naturales y precipitaciones (Shaw, 2019).	Se estudiará las estaciones meteorológicas y pendientes del tipo de suelo para conocer las características y causantes de las inundaciones.	Precipitación	Débiles Moderadas Fuentes Muy fuertes Torrenciales
			Pendiente	0°-1° 1°-5° 5°-25° 25°-45°
			Intensidad media (mm/h)	De razón
Variable Dependiente: Riesgo por inundación fluvial	Es un informe que detalla los principales riesgos de inundación en un sitio de desarrollo. También puede proporcionar recomendaciones sobre medidas de mitigación para aliviar el impacto de las inundaciones en el sitio y el área circundante (Cook, 2020).	Se determinarán los niveles de riesgos y vulnerabilidad asociados a las inundaciones provocadas por el Río Pichari, para así proponer medidas de prevención que minimicen los daños y riesgos.	Nivel de Peligro	Bajo Medio Alto Muy Alto
			Nivel de Vulnerabilidad	Bajo Medio Alto Muy Alto
			Alternativas Estructurales y no estructurales	De razón

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 02. Entrevistas para la evaluación de riesgos y vulnerabilidad

PROYECTO: Evaluación de Riesgos por Inundación Fluvial en los Márgenes del Río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020		
ESTUDIO: NIVEL DE RIESGO Y VULNERABILIDAD		
Nombre Completo del Jefe Familiar:		
Zona:	Estrato:	
Edad:		
Dirección:		
I. DATOS GENERALES		
1. Miembros de la familia: Hombres _____ Mujeres _____ Personas con Discapacidad _____		
2. Edades: De 0 a 14 años _____ De 15 a 44 años _____ De 45 a 64 años _____ Mayor de 65 años _____		
3. Instrucción: Sin instrucción _____ Primaria incompleta _____ Primaria completa _____ Secundaria incomp. _____ Secundaria completa _____ Técnica _____ Superior Completa _____ Superior incompleta _____		
4. ¿Cuántos trabajan? _____		
5. Ocupación económica: Ama de casas _____ Obreros _____ Oficinistas _____ Empresarios _____ Comerciantes _____ Profesionales _____ Desempleados _____ Otros _____		
5. Nivel de educación del jefe de familia (aporte económico): Sin instrucción () Primaria incomp. () Primaria completa () Secundaria incompleta () Secundaria completa () Técnica () Superior Completa () Superior incompleta ()		
6. ¿Cuánto es el ingreso familiar al mes? Menos de 200 soles () entre 200 y 450 () entre 450 y 700 () Más de 700 ()		
7. Servicios con los que cuenta: Luz () agua () Desagüe () Teléfono () Cable ()		
II. TIPO DE VIVIENDA		
8. ¿De qué material está construida la vivienda? Caña () Madera () Bloques () Mixta () Ladrillos () Otros ()		
9. ¿En qué estado usted considera que se encuentra la vivienda actualmente? Buen estado () Regular () Mal estado ()		
10. Tenencia de la vivienda: Propia () Alquilada () De un familiar () Otro ()		
11. Servicios con los que cuenta: Luz () agua () Desagüe () Teléfono () Cable ()		
12. ¿De qué forma se abastecen de agua potable? Por tubería dentro de la vivienda () Por tubería fuera de la vivienda () Por cisterna () Pozo () Otro ()		
13. ¿Qué tipo de desagüe tiene la vivienda? Alcantarillado () Pozo séptico () Pozo ciego () Otro () Cual _____		
III. CONOCIMIENTOS FRENTE AL RIESGO DE INUNDACIÓN		

14. ¿En caso de que se produzca una inundación está preparado o sabe cómo actuar? Si ____ No ____ Como _____
15. ¿Conoce usted los factores que producen una inundación? Si ____ No ____ Cuales _____
16. ¿Ha recibido capacitación sobre que hacer si hay una inundación? Si ____ No ____
17. ¿Cuándo y que instituto dio esa capacitación? _____
18. ¿Cree usted que con una correcta planificación y organización se pueden disminuir los efectos negativos de las inundaciones? Si ____ No ____
19. ¿Como se da cuenta usted de los que sucede en la comunidad? Por volantes ____ Por lo que dicen ____ Por el líder comunitario ____ Mediante megáfono ____ Por Charlas ____ Otro ____ No se entera _____
20. ¿Conoce usted que organización existe en la comunidad? Si ____ No ____ Cual _____
21. ¿Pertenece usted a alguna de esas organizaciones? Si ____ No ____ Cual _____
22. ¿Conoce usted a que institución acudir en caso de que ocurra un desastre? Si ____ No ____ Cual _____


Fuente: Elaboración propia.

 Firmado digitalmente por
Freddy Pillpa Aliaga
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=Freddy Pillpa Aliaga,
o=Colegio de Ingenieros del
Perú, ou=CIP 196897,
email=fpillpaa@gmail.com,
c=PE
Fecha: 2021.02.09 11:23:58
-05'00'


GOBIERNO REGIONAL - AYACUCHO
DIRECCION REGIONAL DE EDUCACION AYACUCHO
DIRECCION DE GESTION PEDAGOGICA
Dr. Rubén Sánchez Romero
COORDINADOR REGIONAL EDUCACION AMBIENTAL


Ing. Octavio Natividad Rojas Llauri
EVALUADOR DE RIESGOS
R.J. N 097-2017-CENEPREDJ
CIP N° 106625

Anexo 03. Ficha técnica de observación

PROYECTO: Evaluación de Riesgos por Inundación Fluvial en los Márgenes del Río Pichari en la Provincia La Convención - Cusco, 2020					
ESTUDIO: METEOROLÓGICO Y DE SUELOS DEL TERRENO DEL RÍO PICHARI					
Características del terreno					
	Llano	Ondulado	Otro		
Tipo de terreno					
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Plana
Pendiente:					
	Limoso	Arcilloso	Arenoso	Otro	Descripción
Tipo de suelo					
	Bosque	Purna	Cultivos permanentes	Cultivo en limpio	Otros
Tipo de cobertura					
Otras Características:					
Características Meteorológicas					
	Muy altas	Altas	Media	Bajas	
Precipitaciones					
Intensidad					
Otras Características:					
 <p>Ing. Octavio Matricada Saenz Lasari EVALUADOR DE RIESGOS R.L. N° 097-2017-CENEPREDIJ CIP N° 106626</p>					

Fuente: Elaboración propia.


 Firmado digitalmente por
 Freddy Pillpa Aliaga
 Nombre de reconocimiento
 (DN): cn=Freddy Pillpa Aliaga,
 o=Colegio de Ingenieros del
 Perú, ou=CIP 196897,
 email=fpillpaa@gmail.com,
 c=PE
 Fecha: 2021.02.09 11:23:58
 -05'00'


 GOBIERNO REGIONAL - AYACUCHO
 DIRECCIÓN REGIONAL DE EDUCACIÓN AYACUCHO
 DIRECCIÓN DE GESTIÓN PEDAGÓGICA
 Dr. Kubén Sánchez Romero
 COORDINADOR REGIONAL EDUCACIÓN AMBIENTAL

Anexo 04. Ficha Validación de instrumentos



3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Octavio Natividad Ragas Llauri
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Centro de Operaciones de Emergencia Regional COER-Ayacucho
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Evaluador de Riesgo-CENEPRED
- 1.4. Nombre del Requisito: Matriz de Recolección de Datos
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Cuba Huamán Michael Alex, Santos Huamán Edwin

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El requisito muestra la relación entre los requisitos de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

94

94

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

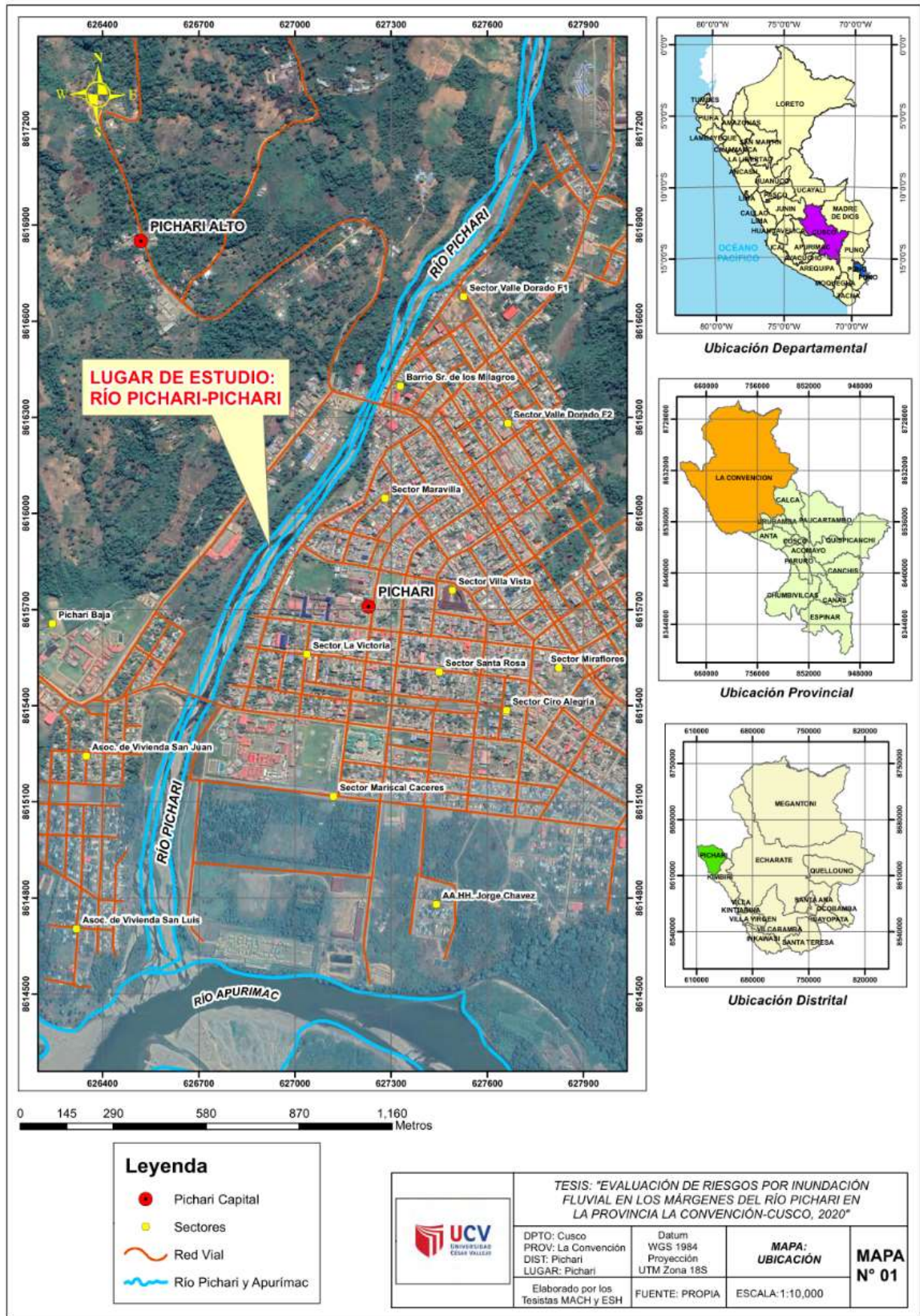
94 %

Ayacucho 10 de diciembre del 2020

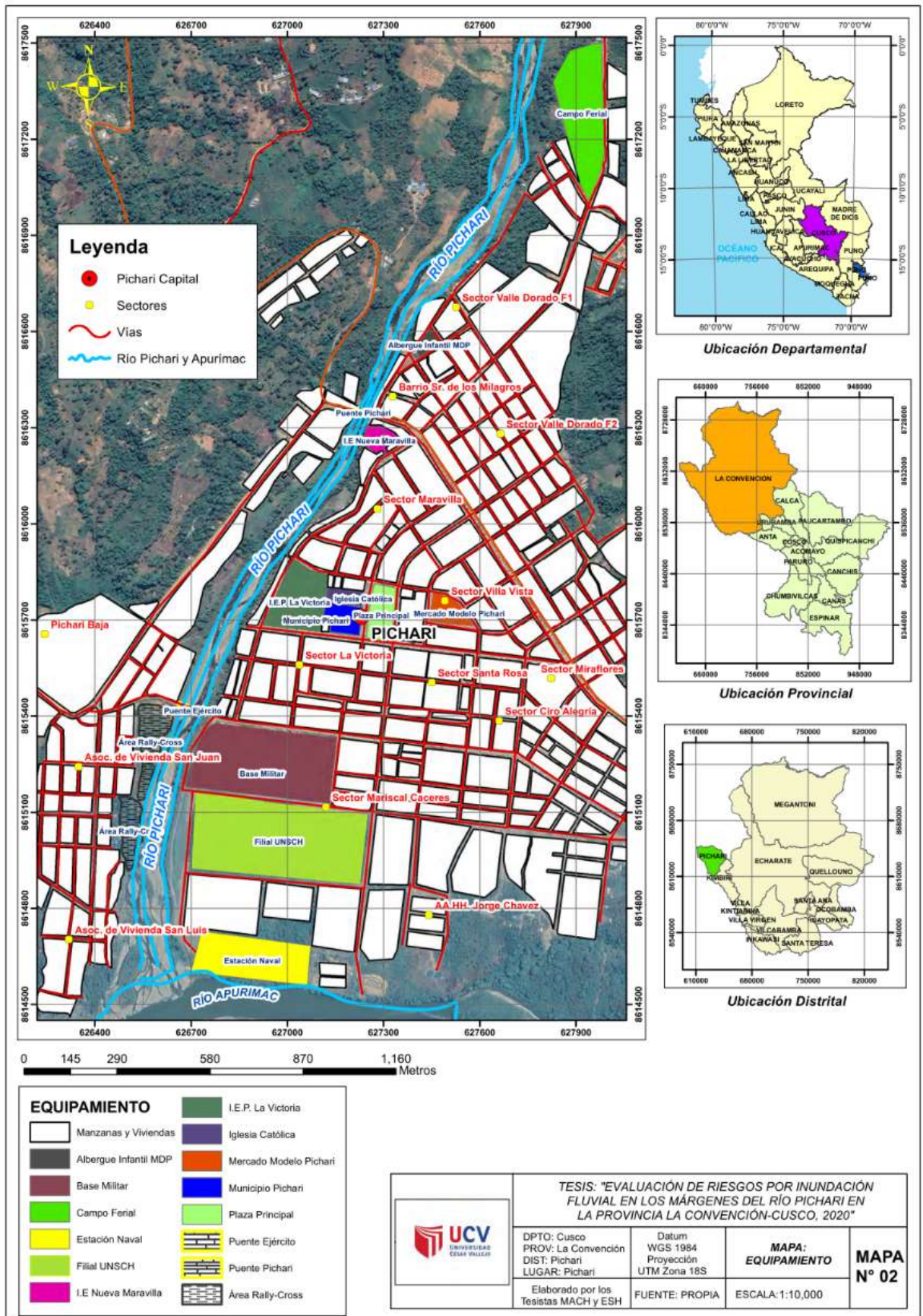

Ing. Octavio Natividad Ragas Llauri
 EVALUADOR DE RIESGOS
 R.L. N. 097-2017-CENEPREDJ
 CIP N° 106625

Firma del experto informante
 CIP: 106625
 DNI: 06255577
 Telefono: 966131107

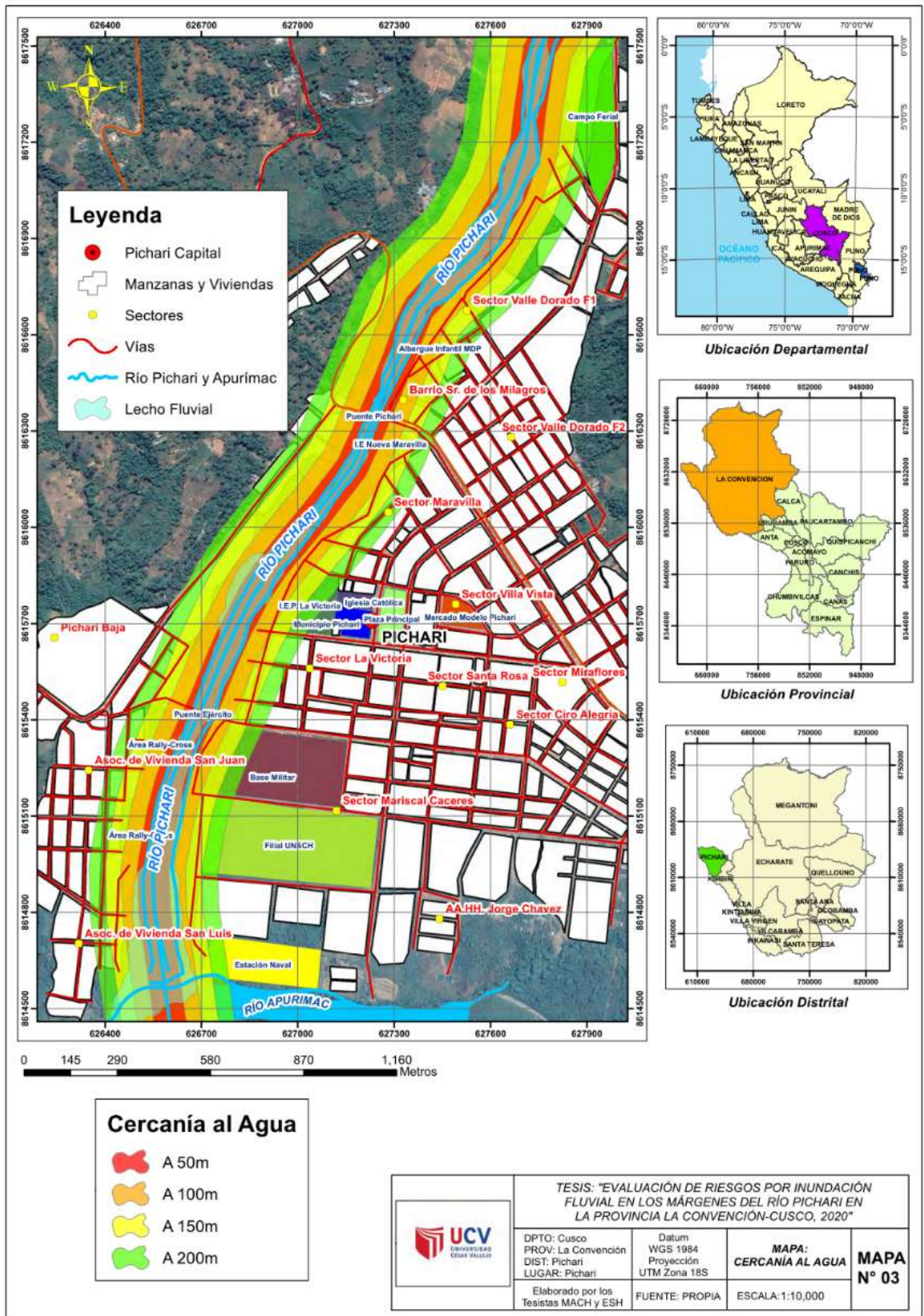
Anexo 07. Mapa de ubicación



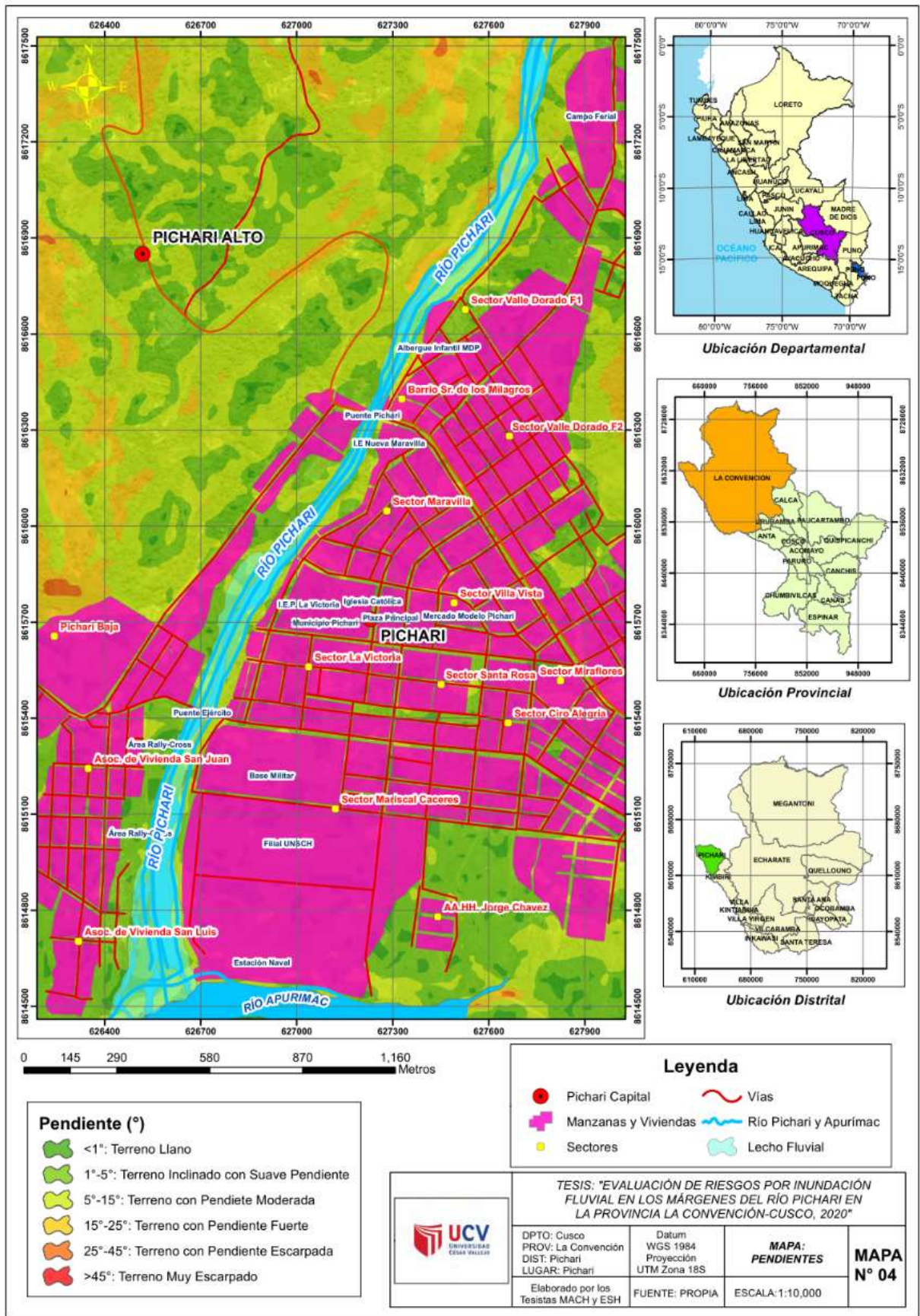
Anexo 08. Mapa de Equipamiento



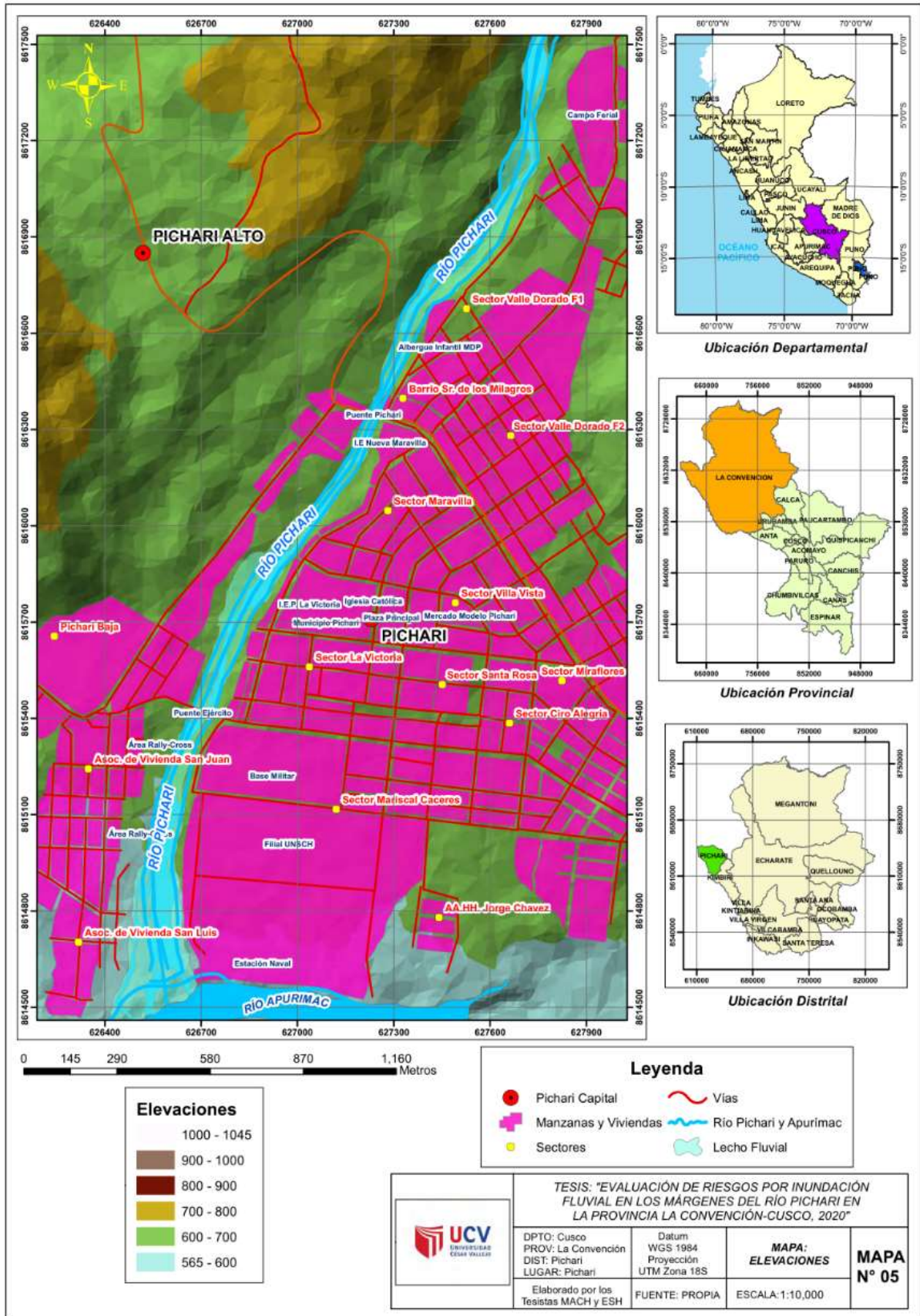
Anexo 09. Mapa de Cercanía al Agua



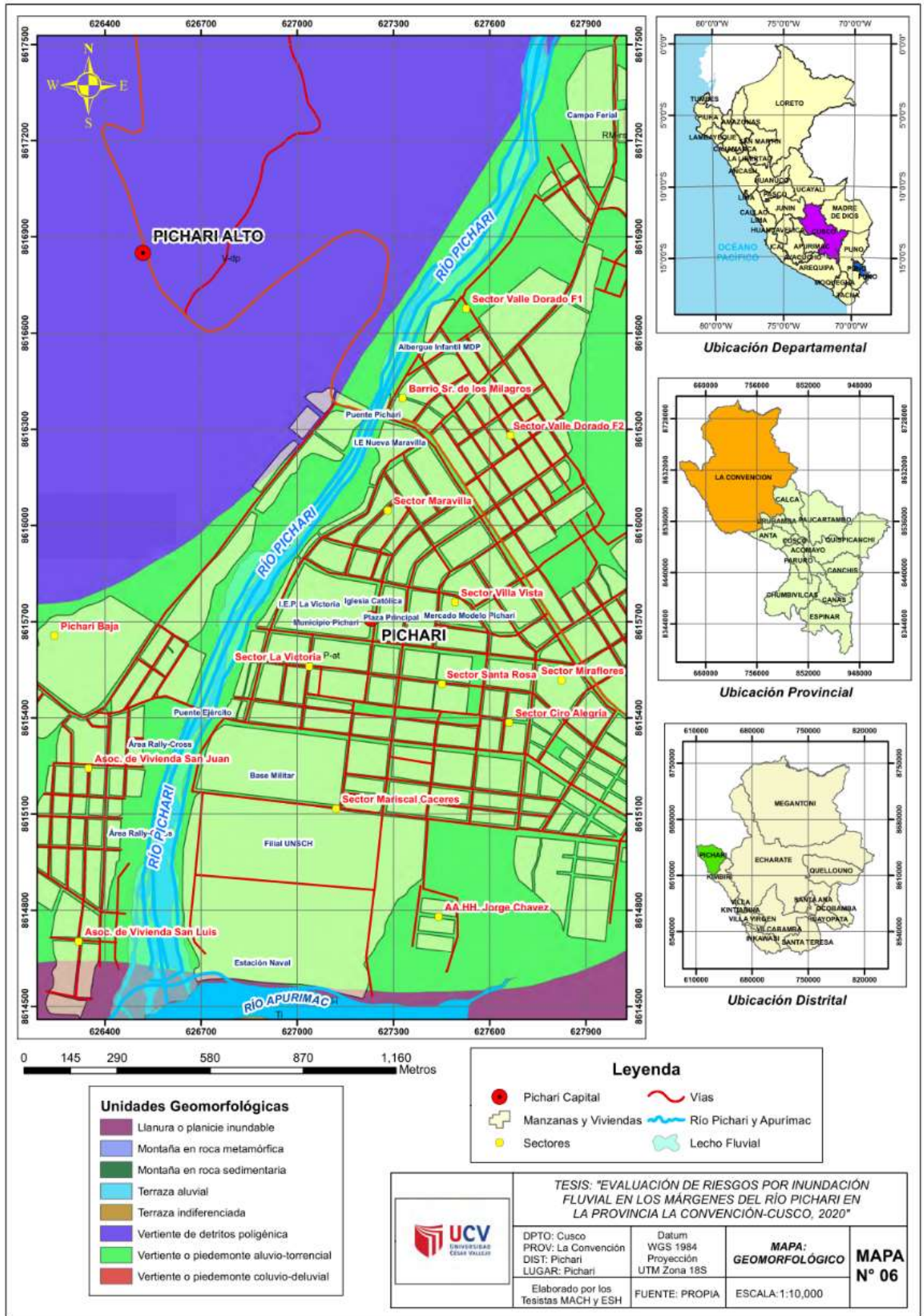
Anexo 10. Mapa de Pendientes



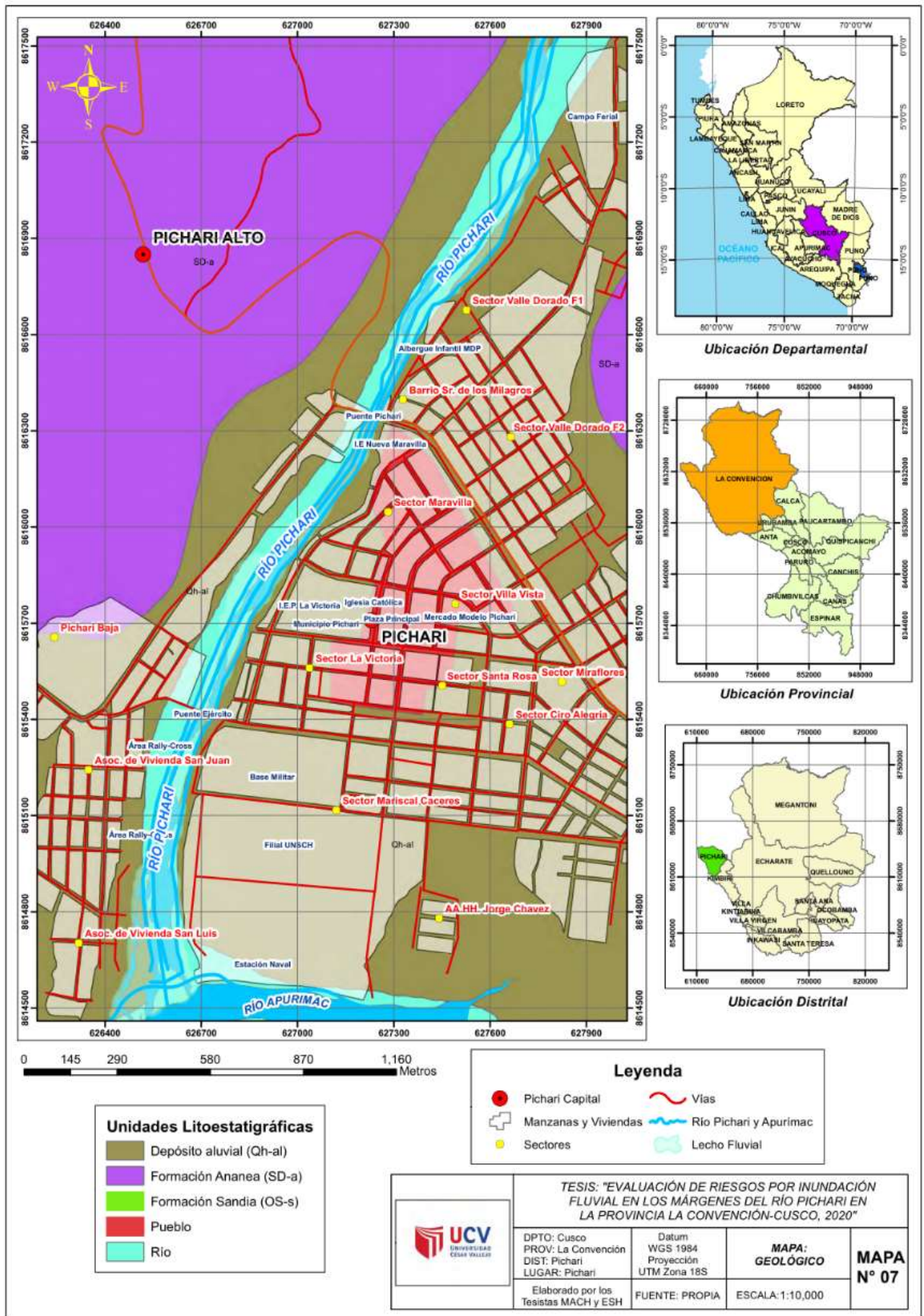
Anexo 11. Mapa de Elevaciones



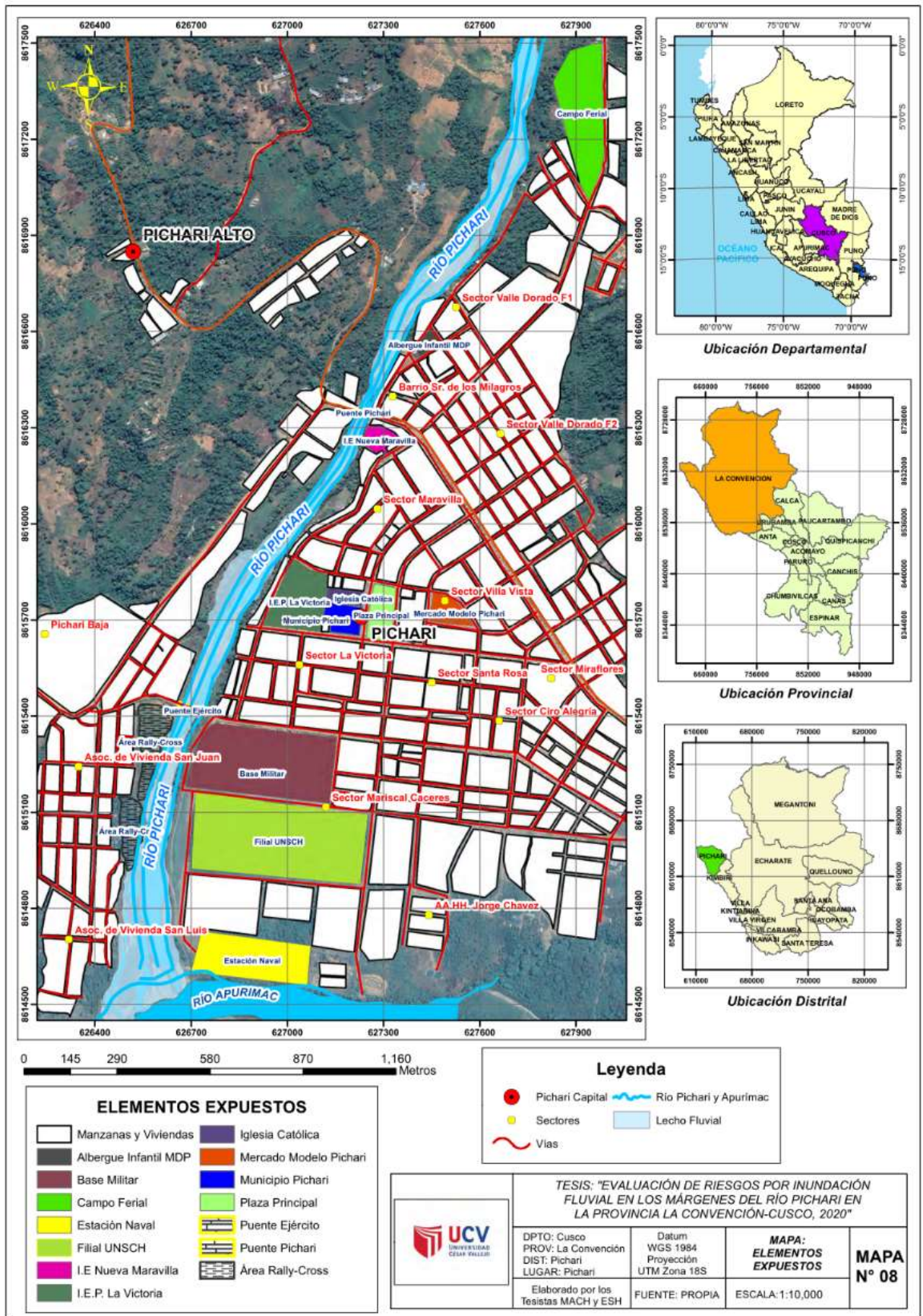
Anexo 12. Mapa Geomorfológico



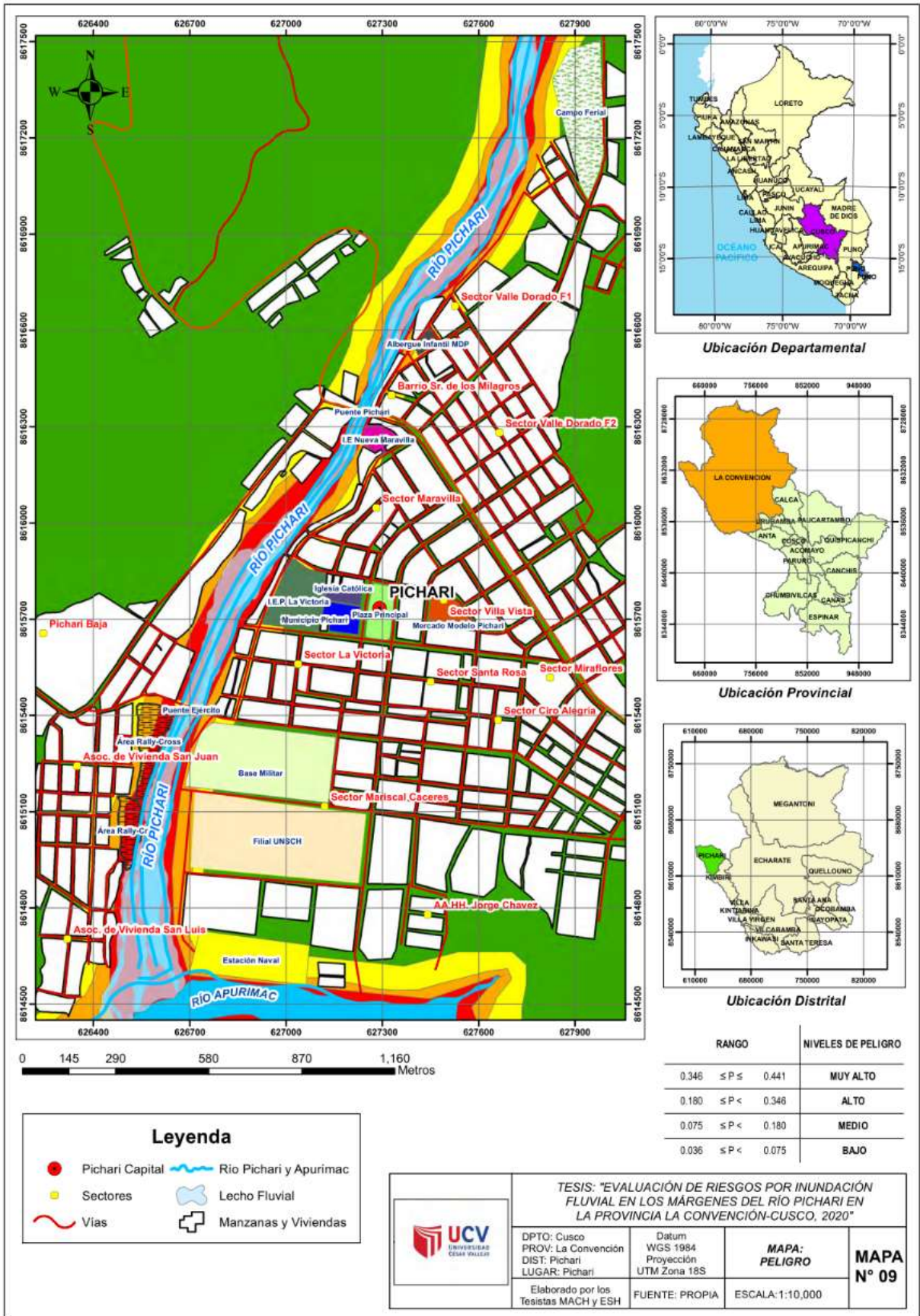
Anexo 13. Mapa Geológico



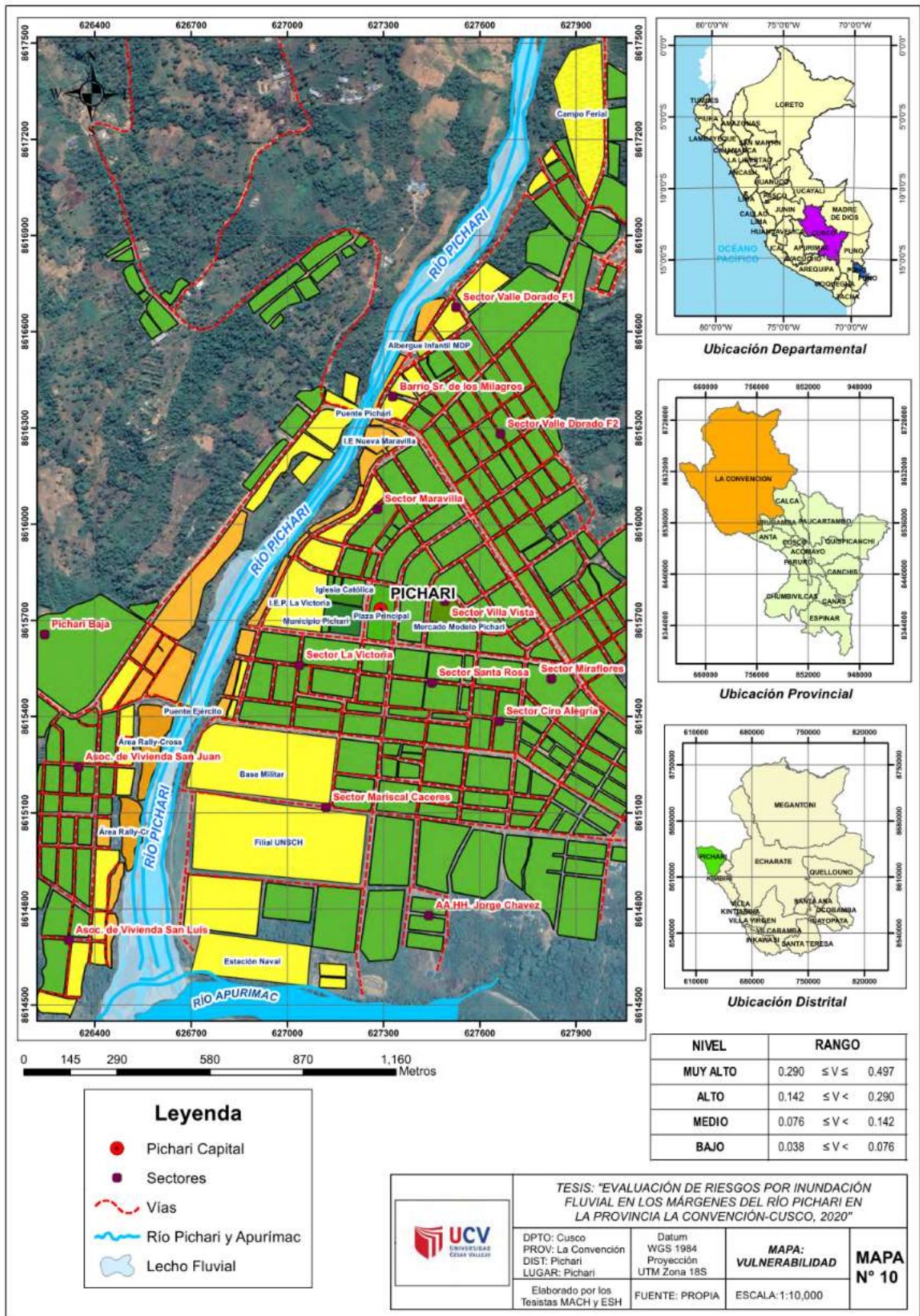
Anexo 14. Mapa de Elementos Expuestos



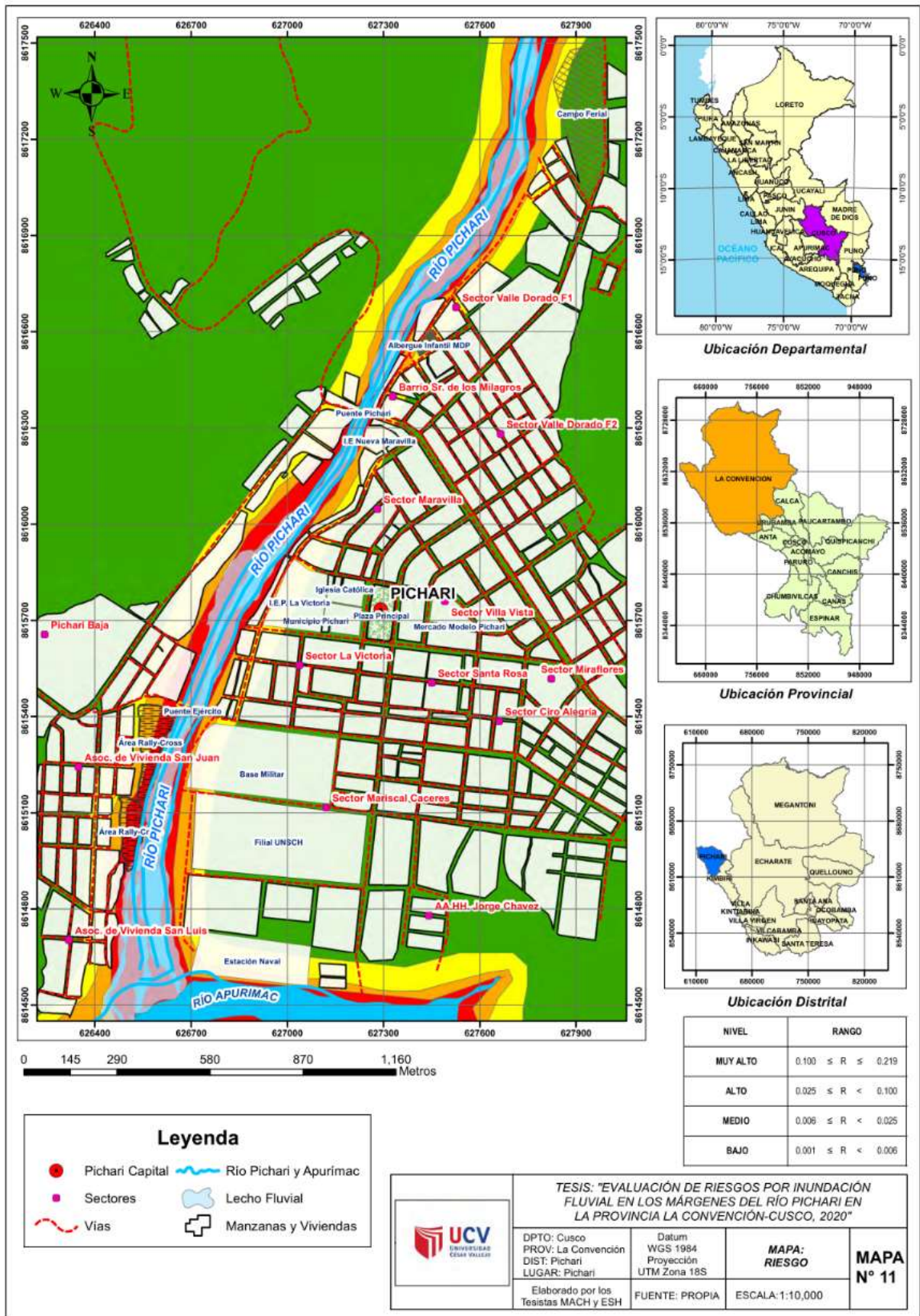
Anexo 15. Mapa de Peligro



Anexo 16. Mapa de Vulnerabilidad



Anexo 17. Mapa de Riesgo



Anexo 18. Galería fotográfica



Equipo de trabajo visualizando la cobertura vegetal en los márgenes del río Pichari



Apreciando el puente Bayley sobre el río Pichari



Visita de campo, en la que se aprecia el puente Ejército sobre el río Pichari



Se aprecia elementos expuestos en la zona de estudio (viviendas)



Inundación ocurrida en febrero del 2020, que afectó a la población de San Juan de la Frontera por la margen derecha del río Pichari



Inundación y desborde del río Pichari que afecto a las viviendas que se encuentran en la margen derecha del río Pichari



La población afectada por el desborde e inundación del río Pichari



Inundación margen derecha 2017

Fuente Internet



Realizando encuesta a los pobladores de la zona



Recogiendo información oportuna y necesaria en el lugar.