



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Aplicación del sistema de información geográfica de factores condicionantes y desencadenantes para estimación de riesgos ante incendios forestales, Huamachuco-Perú, 2023.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTORES:

Acosta Jaime, Jackelin Rosita (orcid.org/0000-0002-7950-0686)

Mallqui Garcia, Elver Eder (orcid.org/0000-0002-8047-434X)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzon, Jose Alfredo (orcid.org/0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta tesis a toda mi familia.

Para mis padres quienes estuvieron siempre ahí conmigo, por su comprensión y ayuda en los momentos malos, quienes me enseñaron enfrentar las adversidades de la vida, sin desfallecer en el intento, dando todo lo que soy como persona, mis principios, mis valores, mi perseveración y mi empeño, y todo ello con mucho amor y sin pedir nada a cambio.

Me lo dedico a mí, que a pesar de muchas pruebas y situaciones que presenté a lo largo de mi carrera profesional nunca me di por vencido, mostrando siempre la perseverancia y la buena actitud ante la vida.

Y para aquellas personas que dicen que hay que dejar de soñar y enfrentar la realidad, les digo que sigan soñando y hagan cumplir esos sueños.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, ustedes que han sido siempre mi motor que impulsa mis sueños y mis ganas de salir adelante, ustedes que estuvieron siempre a mi lado días y noches durante mi carrera profesional, brindando su apoyo incondicional, siempre han sido mis mejores guías. A mi familia por apoyarnos en cada decisión y proyecto, ya que nos motivan en nuestro aprendizaje académico, creyendo en nuestras habilidades en todo momento. A nuestros docentes, a quienes agradecemos por brindarnos gran parte de nuestros aprendizajes, finalmente un gran agradecimiento a la Universidad César Vallejo por brindar y ofrecer a todos los jóvenes como nosotros una enseñanza de calidad, preparándonos para tener un futuro prometedor y competitivo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CRUZ MONZON JOSE ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del sistema de información geográfica de factores condicionantes y desencadenantes para estimación de riesgos ante incendios forestales, Huamachuco- Perú, 2023.", cuyos autores son MALLQUI GARCIA ELVER EDER, ACOSTA JAIME JACKELIN ROSITA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 10.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 26 de Junio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CRUZ MONZON JOSE ALFREDO DNI: 18887838 ORCID: 0000-0001-9146-7615	Firmado electrónicamente por: JACRUZM el 04-07- 2023 22:47:00

Código documento Trilce: TRI - 0552524

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, MALLQUI GARCIA ELVER EDER, ACOSTA JAIME JACKELIN ROSITA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación del sistema de información geográfica de factores condicionantes y desencadenantes para estimación de riesgos ante incendios forestales, Huamachuco- Perú, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ELVER EDER MALLQUI GARCIA DNI: 72414832 ORCID: 0000-0002-8047-434X	Firmado electrónicamente por: EMALLQUIGE el 26-06- 2023 19:53:45
JACKELIN ROSITA ACOSTA JAIME DNI: 60838207 ORCID: 0000-0002-7950-0686	Firmado electrónicamente por: JACOSTAJA12 el 26- 06-2023 19:46:07

Código documento Trilce: TRI - 0552526

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos	12
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos	15
IV. RESULTADOS	16
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de comparación por pares- de factor condicionante pendiente. ...	16
Tabla 2. Distribución de unidades de pendientes:.....	16
Tabla 3. Matriz de comparación por pares- de factor condicionante combustible. 18	
Tabla 4. Distribución de los tipos de combustible:.....	18
Tabla 5. Matriz de comparación por pares - de factor condicionante clima.....	20
Tabla 6. Distribución de las unidades climáticas:	20
Tabla 7. Matriz de comparación por pares- de factor condicionante viento.	22
Tabla 8. Distribución las unidades de la velocidad del viento.	22
Tabla 9. Matriz de comparación por pares- de factor condicionante irradiación solar.	24
Tabla 10. Distribución en las unidades de la irradiación solar.....	24
Tabla 11. Matriz de comparación por pares- de factor desencadenante temperatura	26
Tabla 12. Distribución en las unidades de la temperatura.....	26
Tabla 13. Matriz de comparación por pares- del parámetro de evaluación.....	28
Tabla 14. Distribución en las unidades de la densidad de incendios.	28
Tabla 15. Análisis de peligro.	30
Tabla 16. Niveles de peligro.....	30
Tabla 17. Análisis de vulnerabilidad.	32
Tabla 18. Niveles de vulnerabilidad.....	32
Tabla 19. Análisis de riesgo.	34
Tabla 20. Niveles de riesgo.....	34
Tabla 21. Matriz de operacionalización de variables.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la Microcuenca Huamachuquino.	11
Figura 2. <i>Flujograma de proceso para la estimación del riesgo ante incendios forestales.</i>	14
Figura 3. Distribución espacial de las unidades de pendientes en la Microcuenca Huamachuquino.	17
Figura 4. <i>Distribución espacial de los tipos de combustibles en la Microcuenca Huamachuquino.</i>	19
Figura 5. <i>Distribución espacial de las unidades climáticas en la Microcuenca Huamachuquino.</i>	21
Figura 6. <i>Distribución espacial de la velocidad de vientos en m/s en la Microcuenca Huamachuquino.</i>	23
Figura 7. <i>Distribución espacial de la irradiación solar en kW h/m² en la Microcuenca Huamachuquino.</i>	25
Figura 8. <i>Distribución espacial de la temperatura en °C en la Microcuenca Huamachuquino</i>	27
Figura 9. <i>Distribución espacial de la densidad de incendios forestales por hectáreas en la Microcuenca Huamachuquino</i>	29
Figura 10. <i>Distribución espacial de los niveles de peligro por incendios forestal en la Microcuenca Huamachuquino.</i>	31
Figura 11. <i>Distribución de las cantidades de manzanas en vulnerabilidad de la microcuenca Huamachuquino.</i>	33
Figura 12. <i>Distribución de cantidad de manzanas en riesgo.</i>	35

RESUMEN

Los incendios forestales son cada día más frecuentes y prolongados como consecuencia de las anomalías de temperatura en el planeta, asociadas al cambio climático poniendo en riesgos a los diversos ecosistemas, así como las poblaciones aledañas. Es por ello, la presente investigación tuvo como objetivo, aplicar los sistemas de información geográfica de factores condicionantes y desencadenantes para estimación de riesgos ante incendios forestales, en la Microcuenca Huamachuquino-Huamachuco-Perú, 2023. La metodología aplicada consistió en el recojo de información de entidades oficiales como SENAMHI, COEN, CENEPRED, INDECI, SERFOR, la cual se procesó utilizando sistemas de información geográfica (SIG) para establecer los puntos críticos por zonas. Los resultados muestran que los factores condicionantes más importantes para evaluar el riesgo en la microcuenca Huamachuquino son pendientes, tipo de cobertura vegetal y clima, alcanzando valores de pendiente ligeramente inclinada de 694.058 ha, árboles pastos y hierbas con 1,895.752 ha, de clima C (o, i, p) B'3 H3, mientras que el factor desencadenante fue la temperatura con un valor de 1645.117 ha y como parámetro de evaluación la densidad de incendios forestales de 3938.153 ha de extensión. Se concluye que 234 manzanas son las que presentan mayor índice de riesgo por incendios forestales.

Palabras Claves: Peligro, vulnerabilidad, riesgo, incendios forestales, sistema de información geográfica (SIG).

ABSTRACT

Forest fires are becoming more frequent and prolonged as a result of temperature anomalies on the planet, associated with climate change, putting the various ecosystems at risk, as well as the surrounding populations. For this reason, the objective of this research was to apply the geographic information systems of conditioning and triggering factors to estimate risks in the face of forest fires, in the Huamachuquino-Huamachuco-Peru Micro-basin, 2023. The applied methodology consisted of collecting information from official entities such as SENAMHI, COEN, CENEPRED, INDECI, SERFOR, which was processed using geographic information systems (GIS) to establish the critical points by zones. The results show that the most important conditioning factors to assess the risk in the Huamachuquino micro-basin are slopes, type of vegetation cover and climate, reaching values of slightly inclined slope of 694,058 ha, trees, grasses and herbs with 1,895,752 ha, climate C (or, i, p) B'3 H3, while the triggering factor was the temperature with a value of 1645.117 ha and as an evaluation parameter the density of forest fires of 3938.153 ha of extension. It is concluded that 234 homes are those with the highest risk index for forest fires.

Keywords: Danger, vulnerability, risk, forest fires, geographic Information System

I. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales a nivel mundial cada día son más prolongados y graves, se estima que anualmente se producen entre 60,000 y 80,000 incendios, llegando a destruir entre 3 y 10 millones de ha de bosques (Manríquez, 2019, p. 967), en zonas como la euromediterránea, cada vez hay más pruebas que indican que la distribución de los lugares donde se inician los incendios forestales está influenciadas por muchos factores, a su vez, la propagación del fuego y la localización de los incendios más extensos están determinados en gran parte por el tipo de materia vegetal disponible (Ruffault y Mouillot, 2017).

En el país vecino de Ecuador su localización geográfica de áreas afectadas por incendios forestales no cuenta con estadísticas oficiales por lo que el país requiere de información de las áreas que se encuentran quemadas, en las regiones pertenecientes a la sierra los incendios producidos de manera natural son bajas, Torres y Ortiz (2020), comenta que la mayoría de ellos son producidas por el hombre, como es la generación de fogatas, quema de pajonales para la agricultura y ganadería, afectando a la población aledaña y su flora y fauna (Moyedi et al., 2020).

En el Perú la continuidad de incendios forestales es consecuencia y mayormente de origen antrópico, como es la creación de terrenos de vegetación y quema de hierba (SERFOR, 2018, p. 5), estas actividades forestales en las últimas décadas han venido destruyendo hectáreas de capa vegetal, afectando la economía social y ambiental (Michalijos, 2018, p. 3 ; Urbanski, 2022, p. 2), Sin embargo, los incendios forestales también son desatados por factores como desencadenantes y condicionantes (Alegría, 2020, p. 61), como es la cobertura vegetal, clima, temperatura, pendiente, viento, radiación solar (CENEPRED, 2020, p. 10). Particularmente en el distrito de Huamachuco, se ha venido registrando incendios forestales generados de manera antropogénica, afectando más de 200 hectáreas de cobertura vegetal, deteriorando infraestructuras y patrimonios culturales (COEN, 2019, p. 5). Para poder disminuir el riesgo por incendios forestales, se requiere una gestión eficaz y métodos para asegurar la sostenibilidad de los bosques, por lo que, las

mediciones tradicionales son costosos, tardos e imprecisos, (Naderpour et al., 2019, p. 2).

La propagación de los incendios forestales producida por las antiguas costumbres de los pobladores al generar la quema de hierba en los campos de cultivo y el alargamiento de la frontera agrícola amenaza la biodiversidad, las infraestructuras y el patrimonio natural-cultural histórico de la zona. Además, el tipo de cobertura vegetal, el clima y la topografía son factores en la propagación del fuego. Sin embargo, hay una falta de investigación en el uso de los sistemas de información geográfica, son muy escasos e inaprovechables para poder monitorear la gravedad, vulnerabilidad, peligro y riesgo ante incendios en el distrito de Huamachuco. Acorde a la situación, determinamos la siguiente pregunta ¿Cuál es la estimación del nivel de riesgo ante incendios forestales aplicando el sistema de información geográfica de factores condicionantes y desencadenantes en la Microcuenca Huamachuquino-Huamachuco, 2023?

En ese sentido, el proyecto se justifica, por la grave problemática en la zona de estudio y la oportunidad que se presenta para aprovechar las potencialidades que tienen los sistemas de información geográfica (SIG) y su posibilidad de monitorear, prevenir y reducir los incendios forestales en el área de estudio. De este modo, se puede contribuir a la mejora de calidad ambiental y lograr un desarrollo sostenible en la zona de estudio mencionada.

Ante la grave problemática, se propuso como objetivo general aplicar los sistemas de información geográfica de factores condicionantes y desencadenantes para estimación de riesgos ante incendios forestales, Huamachuco-Perú, 2023; y como objetivos específicos: evaluar los factores condicionantes y desencadenante más importantes involucrados en la estimación de riesgo por incendios forestales, establecer los niveles de peligro por incendios forestales usando SIG, establecer los niveles de vulnerabilidad por incendios forestales y finalmente determinar los niveles de riesgo por incendios forestales usando SIG en la microcuenca Huamachuquino.

II. MARCO TEÓRICO

Sivrikaya y Küçük (2022), en su artículo de investigación, modelamiento del riesgo por incendios forestales en la región Mediterráneo- Turquía, desarrollaron un mapa de riesgo de incendios forestales utilizando un análisis de múltiples criterios basado en el sistema de información geográfica. El estudio reveló que los factores ambientales y el tipo de cobertura vegetal, como el pino de calibra, pino negro, cedro Líbano, abeto, roble, pino de Calibra degradado y zonas degradadas, son los principales contribuyentes al riesgo de incendios. El área analizada abarcó 534 hectáreas con pendientes superiores a 35° y de 0-5°, registrándose aproximadamente 85 incendios forestales al año. El clima en la región se caracteriza por temperaturas cálidas y frías que oscilan entre los 22°C y 10°C, con precipitaciones húmedas, secas y lluviosas. La radiación solar varió de más de 17900 kW h/m² a menos de 1000 kW h/m², concluyendo que se encontró 85% de los puntos de ignición se encontraban en áreas vulnerables y de alto riesgo, con un nivel extremo de riesgo de aproximadamente 43.4%. Además, se identificó un 42.0% de riesgo alto, un 12% de riesgo moderado y un 2.3% de riesgo muy bajo en relación a los incendios forestales (p. 177).

Mejía (2017), en su estudio sobre la clasificación de áreas de riesgos por incendio forestal de la cuenca del río Coello del departamento del Tolima, utilizó sistemas de información geográfica para identificar factores condicionantes, desencadenantes y elementos expuestos, y evaluar los niveles de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, los hallazgos revelaron que la cuenca del Río Coello presenta una pendiente de 10-60% (fuertemente inclinada, moderadamente escarpada y escarpada) y un tipo de combustible compuesto por pastos, herbazales, bosques fragmentados y densos, lo cual representa una amenaza alta. La temperatura varía desde muy fría hasta cálida, también con una amenaza alta. La frecuencia de incendios es baja, pero el peligro de incendios es alto en la cuenca. La vulnerabilidad se considera muy alta, y en general, se identificó un nivel alto de riesgo ante incendios forestales en la cuenca (p. 50-70).

Gutiérrez et al. (2019), en su estudio planteó desarrollar mapas temáticos para identificar áreas prioritarias en la comunidad de San Esteban Atlatlahuca, México, utilizando los sistemas de información geográfica. Los resultados revelaron que la comunidad tiene un clima subhúmedo y semifrío, precipitación media anual que varía entre 800 y 1500 mm, y temperaturas que oscilan entre los 10 y 16°C. Respecto a la cobertura vegetal, se identificaron bosques de oyamel, pinos y pino encino. En cuanto al nivel de peligro, se encontró que un 0.38% de las áreas evaluadas presentando un peligro muy bajo, un 16.70% un peligro bajo, un 26.19% un peligro moderado, un 46.71% un peligro alto, y un 10.02% un peligro muy alto. Las áreas prioritarias identificadas mostraron un potencial de daño por incendios forestales de un 23.92% con un rango muy bajo, un 34.46% con un rango bajo, un 37.78% con un rango moderado, un 3.51% con un rango alto, y un 0.34% con un rango muy alto. Por último, se evaluó el riesgo en relación al combustible, y se determinó que un 12.24% presentaba un riesgo muy bajo, un 50.63% un riesgo bajo, un 28.41% un riesgo moderado, un 8.12% un riesgo alto, y un 0.60% un riesgo muy alto (p. 59-64).

You et al. (2017), según su artículo, aplicó el mapa de riesgos de incendios para la evaluación de la vulnerabilidad, basado factores de topografía (pendientes mayores que 45° a 5°, actividad antrópica, la climatología (clima húmedo de temperatura anual de 17.9°C con una precipitación anual mayo de 2000 milímetros) y la característica de vegetación. Se identificaron áreas de riesgo bajo o moderado, lo que indica un bajo riesgo de incendios forestales, abarcando aproximadamente el 76.7% del área total. El equipo utilizó el software ArcGIS 10.2 para desarrollar un mapa de riesgo forestal (p. 180).

CENEPRED (2022), que tuvo como propósito establecer el panorama de riesgo de incendios forestales de la región La Libertad, registrando incendios antrópicos, originando perjuicios ecológicos, económicos y sociales. Para el desarrollo se tomó como factores condicionantes y como factores desencadenantes la densidad de incendios forestales, de tal forma se hizo el análisis de susceptibilidad, elementos expuestos y el mapa de riesgo en la región la Libertad. Como resultados obtenidos los tipos de cobertura vegetal son árboles, pastos, hierbas, arbustos y no combustible, en con un rango muy

alto, alto, medio, bajo y muy bajo, con pendientes nulas u planas 0°- 5° y muy empinado mayor de 45° en un rango muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, de tal forma, las precipitaciones son áridas, semisecas, lluviosos y muy lluviosos de temperaturas templadas, frías de rango muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, su velocidad es mayor de 7.9 m/s a 0-1.5 m/s en rangos muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, su irradiación es 6.1-7.0 kW h/m² a 0.0-4.0 0 kW h/m² de nivel de energía muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, según la densidad de incendios forestales las provincias de Santiago de Chuco, Pataz, Otuzco, Bolívar y Sánchez Carrión son las que registran más incendios dentro de los años 2003 al 2020, como nivel de susceptibilidad se encuentra entre el rango, bajo, medio, alto y muy alto, como elementos expuestos están en un nivel muy alto, alto, medio, bajo, y muy bajo, finalmente, el nivel de riesgo ante incendios forestales de muy bajo, alto, medio y bajo en la región La Libertad (p. 15).

CENEPRED (2022), en su análisis sobre la situación de riesgo por incendios forestales presentes en la región Cajamarca, señalando que el principal factor desencadenante ante incendios es por las actividades antropogénicas y como factores condicionantes como un clima de precipitaciones lluviosas y/o áridas y con una temperatura templada y fría, una velocidad de vientos molestos a fuertes y calma u ventolina, en irradiación solar de 0.0-4.0 kW h/m² nivel muy bajo a 6.1-7.0 kW h/m² nivel muy alto, con tipos de combustibles (árboles, arbustos, pastos, hierbas y no combustibles), pendiente de nivel muy empinado a nula o plana, densidad de incendios de 0-0.063 de categoría muy bajo a 0.373-0.643 de categoría muy alto, así mismo, representa un categoría de susceptibilidad (baja, media, alta y muy alta), de tal forma como elementos expuestos los patrimonios se encuentran en un nivel de afectación, de muy baja a muy alta y elementos expuestos socioeconómico están los establecimientos de salud, instituciones educativas, centro poblado y carreteras; y como escenario de riesgo ante incendios forestales en la región de Cajamarca se encuentra en un nivel de riesgo alto y muy alto que representa el 42.08 por ciento de la región (p. 14-45).

Saha et al. (2023) en su artículo de investigación, los incendios forestales son ocasionados por altas temperaturas y condiciones topográficas y geomorfológicas, ocasionaron pérdidas socioeconómicas, infraestructuras, calidad de vida e impactos ecosistémicos, de tal forma, que analizó los factores que influyen en los incendios forestales utilizando SIG en la India, se encontró la temperatura promedio y su velocidad de viento es media, Además, se identificaron paisajes vulnerables a los riesgos de incendios forestales debido a la topografía y las altas presiones antropogénicas (p. 3).

Hardy et al. (2021), en su estudio la mayor incidencia en el caso de la vulnerabilidad se relaciona con una exposición directa de la población, cuyas viviendas estaban ubicadas en áreas cercanas a una sábana semi antropogénica, esto afectó las estructuras en gran medida, ya que se encontraban expuestas a una extensa cobertura vegetal compuesta por pastos y vegetación arbustiva. En cuanto a los aspectos económicos, el nivel de vulnerabilidad fue bajo debido a la escasa presencia de factores económicos en la zona de estudio (p. 3).

El peligro es un fenómeno físico, que puede ser extremadamente dañino, ya sea de forma natural o como resultado de la actividad humana. Este evento se propaga en un área específica con una cierta intensidad y ocurre en una fase y frecuencia determinadas (Cerrón, 2021, p. 42). También se define como la posibilidad de que ocurra un suceso destructivo, propague o intensifique, causando efectos en la vegetación y otros elementos expuestos (CONAFOR, 2010).

Un incendio forestal, es una actividad que consiste en la dispersión de fuego en áreas de manera liberal, resultando en consecuencias adversas tanto económicas como ecológicas, estas consecuencias incluyen el riesgo de extinción de la vida silvestre y la flora, la degradación del suelo, pérdida de la vegetación, como también la contaminación del agua y aire (SERFOR, 2018, p. 4; Jiménez y García, 2020, p. 32; Clemente y Javier, 2023, p. 42).

El análisis de susceptibilidad detalla el peligro ante estas situaciones de desastres, donde se considera que para su desarrollo se emplea los factores desencadenantes a las acciones humanas (CENEPRED, 2020).

Factores condicionantes, se refieren a los parámetros específicos del entorno geológico de análisis que pueden influir positiva o negativa en el desarrollo de un fenómeno de origen natural (intensidad y magnitud), los factores pueden incluir elementos como la geología, fisiografía, hidrología, topografía, entre otros, también comenta que los factores desencadenantes son actividades que son provocadas por el hombre, como: quema de pasto, malezas y rastrojos (Torres y Ortiz, 2019, p. 30).

La pendiente del terreno, se refiere a la inclinación del suelo con ángulo entre un plano horizontal y el plano tangente en un punto determinado, es definitiva el desnivel o inclinación del suelo, en el caso de incendios la pendiente podría actuar como el factor viento, influyendo en la velocidad y dirección del hecho (Castiblanco et al., 2021, p. 2), asimismo se considera que es un factor con gran influencia ante el desarrollo de los incendios forestales, mientras más quebrado sea la pendiente más favorece al momento del calentamiento de los combustibles ante el fuego (Pacheco, 2022, p. 53).

El Perú es uno de los países con más diversos del mundo en cuanto a ecosistemas se refiere, conformada por árboles, pastos, bosques con grandes cantidades de masa vegetal que tiene un aporte significativo en la vida del humano, pero también es uno de los factores más importante ante un incendio forestal (MINAM, 2015, p. 10), además, la cobertura vegetal tiene un impacto significativo en las funciones de ecosistema, afectando la biodiversidad y modelando las características biofísicas de la superficie que son utilizadas en diversas actividades humanas y determinan los diferentes usos del suelo (Rosero, 2017, p. 19), alcanzando una amplia cantidad de biomasa con diversas características ambientales y fisonómicas que comienza desde los pastizales hasta los bosques naturales (Castro, 2021, p. 36).

Las variables climatológicas son elementos fundamentales en la exposición de los incendios forestales, ya que están estrechamente asociadas con la humedad presente en el entorno. Cuando las temperaturas son más altas, la humedad tiende a disminuir, lo que aumenta la probabilidad de propagación de un incendio (Pacheco, 2022, p. 53), Además, el clima desempeña un papel crucial en los incendios forestales, ya que se relaciona con los cambios en el uso del suelo y la deforestación (Bravo et al., 2020, p. 283).

El viento es definido como el desplazamiento de aire en la atmósfera y puede ser utilizado como fuente de energía cinética, conocida como energía eólica, la cual ha sido aprovechada desde hace mucho tiempo y actualmente es una de las formas más comunes de utilizar la energía del viento (Mendoza, 2018, p. 2), en pocas palabras el viento se considera un factor de peligro en los incendios, ya que cuando la velocidad del viento aumenta, también se incrementa la propagación del fuego (Villar et al., 2022, p. 130).

La irradiancia solar, llega a la atmósfera, cuando está en dirección perpendicular a los rayos solares, representado en KW/m² (Vargas, 2021, p. 41), asimismo también se afirma que la cuando la intensidad es mayor, la superficie terrestre es perpendicular con los rayos solares, sabiendo que la superficie varía dependiendo del periodo del año, latitud y la hora del día (Fernández, 2020, p. 3).

Se denomina a las acciones humanas que cualquier acto generan impactos en el ambiente es por esencia, diversa y se entiende como actividades relacionadas con actividad productivas (Cutipa-Luque et al., 2020; Sharp, 2018).

La vulnerabilidad define como el grado de exhibición de elementos ante un peligro de manera natural o antrópico, incluyendo los factores de exposición como un ambiente o territorio mal planificado que aumenta la exposición de personas y bienes, así mismo, el factor de fragilidad, que se refiere al estado físico, salud y entorno de las personas frente a un incendio forestal, también se menciona el factor de resiliencia, que se refiere a la capacidad de adaptarse a

la ocurrencia de un peligro. La vulnerabilidad se puede clasificar en tres tipos: social, ambiental y económica (Nakada, 2022, p. 6; Malpartida, 2016; p.24; CENEPRED, 2015, p.122-123; CENEPRED, 2020, p. 34).

La gestión de riesgos es aquella sucesión de prevención, minimización y control de posibles riesgos de desastres en una población, con la finalidad de aminorar y controlar los causantes de riesgos, durante, antes y después de un desastre (SINAGERD,2018, p. 10).

El análisis de riesgos, es el procedimiento estructurado, que tiene como fin identificar, evaluar y manejar los riesgos relacionados con una situación específica, como finalidad tiene tomar decisiones que apliquen medidas de mitigación y reducción de probabilidades de actividades desfavorables, disminuyendo los efectos negativos en el ambiente (Thieme et al., 2020, p. 5).

El Sistema de Información Geográfica (SIG), es una herramienta de identificación que permite añadir y aplicar varios datos, con la finalidad de procesar una gran variedad de fuentes para establecer una zona (Tercan et al,2020, p.18), se trabajan con datos topográficos, geográficos, estadísticos, que conlleven relación con el hombre (Howary y Ghrefat, 2021, p. 165), es por ello que, ayudan a la identificación de las diferentes variables de riesgo ante incendios, brindándonos información rápida, económica y de alta exactitud (Sivrikaya y küçük, 2022, p. 5).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación realizada fue tipo aplicada, puesto que tuvo como finalidad la aplicación de los sistemas de información geográfica y como herramienta el ArcGIS de factores condicionantes y desencadenantes para la estimación de riesgos de incendios forestales analizados, de modo que aportó directamente en la búsqueda de la solución del tema tratado.

De diseño no experimental- transversal descriptiva, por lo que las variables no fueron manipuladas y se realizó en un periodo de tiempo, de enfoque cuantitativo, debido a que se empleó la recolección de datos para la resolución de la pregunta de investigación. Este método se basó en realizar inferencias, es decir está orientado al resultado mediante datos.

3.2. Variables y operacionalización

Para este proyecto de investigación se consideró dos variables, siendo las siguientes, “Análisis de riesgo” con sus categorías: factores condicionantes, factores desencadenantes, parámetro de evaluación y los elementos expuestos ante incendios forestales, análisis de la vulnerabilidad y escenario de riesgo, y la siguiente variable “Aplicación del SIG para la estimación del riesgo ante incendios forestales” con sus categorías: análisis de peligro, análisis de elementos expuestos y análisis de escenarios de riesgo, tal como se detalla en el anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La Microcuenca Huamachuquino perteneciente al distrito de Huamachuco ubicado en el departamento La Libertad, con un área de 37,331,729.898 m² de 3733.17 hectáreas, con un perímetro de 32.18 km.

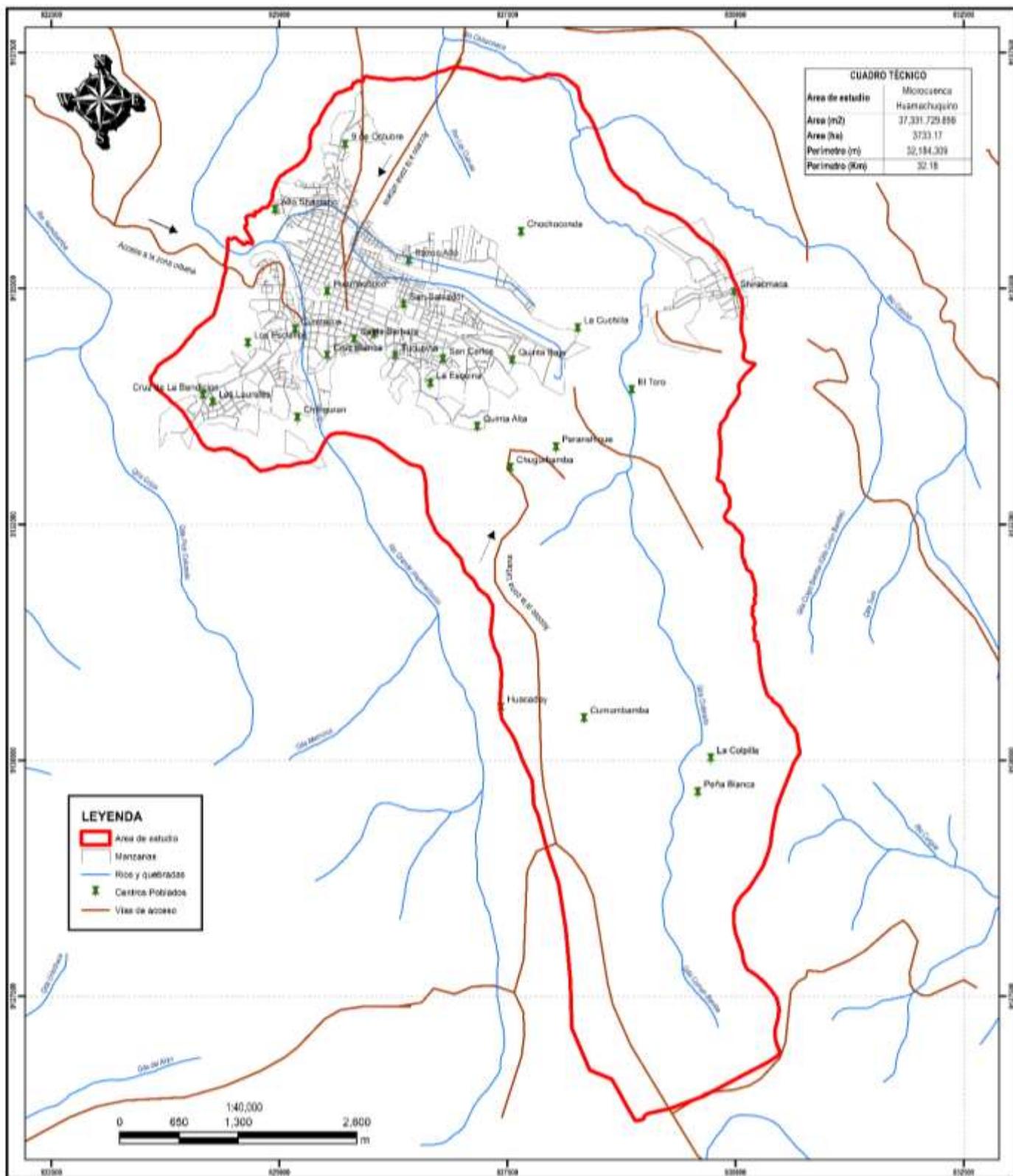


Figura 1. Mapa de ubicación de la Microcuenca Huamachuquino.

Muestra: 50 manzanas del Microcuenca Huamachuquino del distrito de Huamachuco.

Muestreo: Se aplicó el método de muestreo no probabilístico de tipo discrecional, por lo que, el investigador se basó de acuerdo a su criterio, seleccionado el lugar y las personas que formarán parte de una muestra con un objetivo específico para la investigación, en un periodo de tiempo durante los primeros cinco meses del año 2023.

Unidad de análisis: polígonos de cada manzana en formato shapefile.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Se llevó a cabo la técnica de no experimental basadas en la recopilación de información y datos registrados correspondientes al riesgo ante incendios forestales en la microcuenca Huamachuquino, que consistió en el registro de los comportamientos manifestados, así mismo la de observación directa en campo que se empleó una encuesta a 50 manzanas representativas de la microcuenca Huamachuquino.

Como instrumento de recolección de datos, se usó una ficha de diagnóstico, tal como se muestra en el anexo 2, que permitió registrar y guardar los datos obtenidos, y los sistemas de información geográfica (SIG) para el procesamiento de la información geográfica y la generación de los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo por incendios forestales.

3.5. Procedimientos

Primeramente, se recolectó información detallada en las entidades públicas con relación con relación a incendios forestales en el distrito de Huamachuco y en el Perú, tales como, COEN, SERFOR, INDECI, MINAM, SENAMHI, CENEPRED, Atlas Global de vientos, Atlas Solar Global, Shapefile de registros de ocurrencia de incendios, shapefile de áreas afectadas ante incendios forestales, con el fin de determinar los componentes del riesgo.

Una vez usada la información de los geoservicios, y con la ayuda de las imágenes satelitales del Google Earth, se procedió a la delimitación de un área de estudio. De tal forma este proceso se llevó a cabo durante los primeros cinco meses del año 2023, de enero a mayo.

En seguida, utilizando la información vectorial y ráster, se procedió a realizar el análisis de los factores condicionantes, tales como: pendiente, combustible, clima, viento e irradiación solar. Así mismo, utilizando la información meteorológica se realizó el análisis del factor desencadenante (temperatura promedio); y junto al parámetro de evaluación (densidad de incendios forestales) obteniendo el mapa de peligro por incendios forestales, el cual es el resultado promedio ponderado de los factores condicionantes, desencadenantes y el parámetro de evaluación.

Por otro lado, se realizó el análisis de la vulnerabilidad en las tres dimensiones: vulnerabilidad social, económica y ambiental para lo cual, se analizó detalladamente los tres factores de la vulnerabilidad tales como: exposición, fragilidad, resiliencia, realizando el cálculo del promedio ponderado de la vulnerabilidad social, económica y ambiental.

Finalmente, obtenida el peligro y la vulnerabilidad se realizó el análisis de escenarios del riesgo por incendios forestales.

Con respecto al peligro se utilizó las siguientes formula:

$$P = S \times p + Pe \times p$$

Donde:

P = *peligro*

S = *susceptibilidad*

Pe = *parámetro de evaluación*

p = *peso*

Por último, para hallar de riesgo se aplicó la fórmula:

$$R = P \times V$$

Donde:

R = *riesgo*

P = *peligro*

V = *vulnerabilidad*

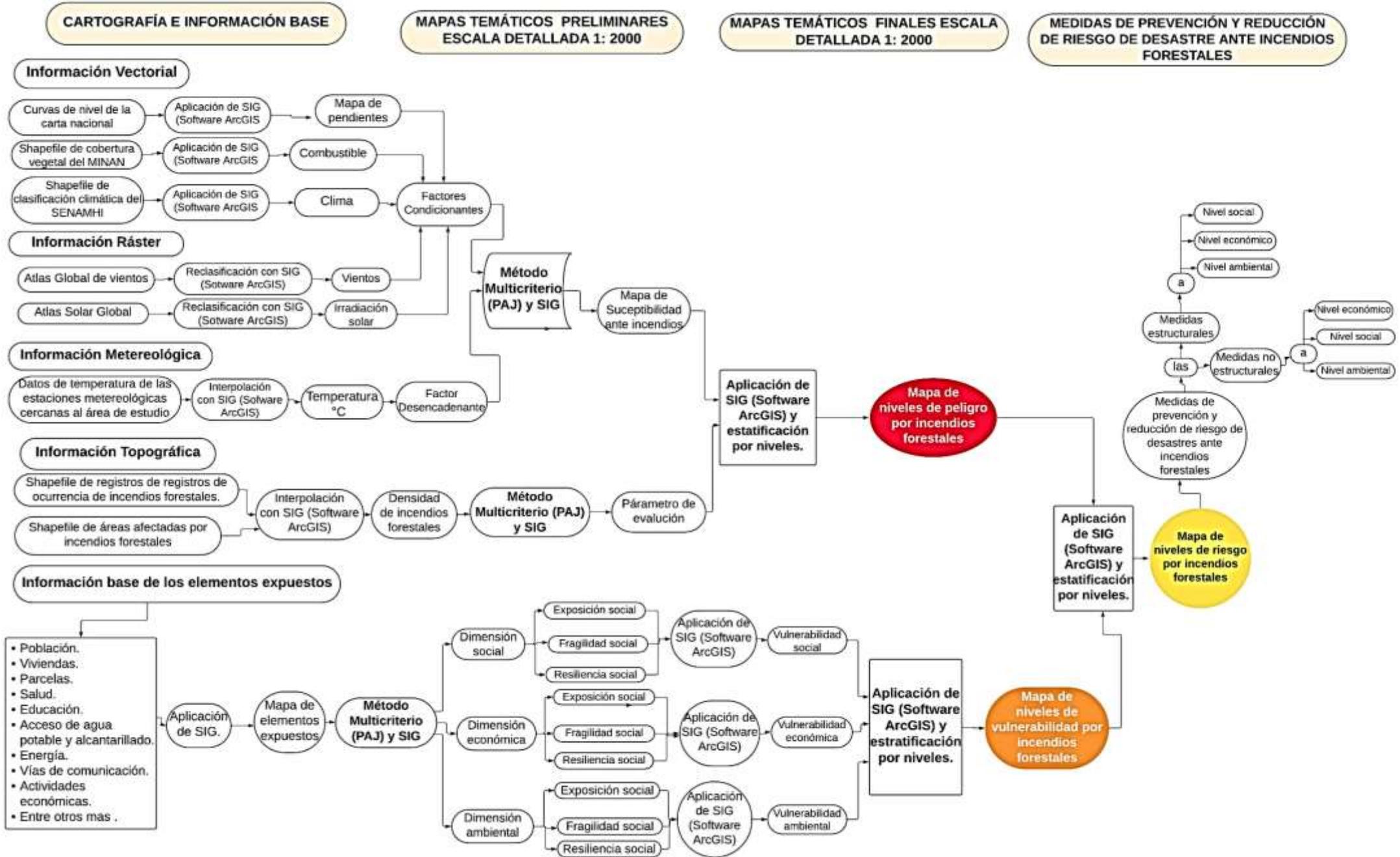


Figura 2. Flujo de proceso para la estimación del riesgo ante incendios forestales.

3.6. Método de análisis de datos

Se empleó el método de muestreo no probabilístico, los datos que fueron obtenidos se procesaron de manera cuantitativa, realizando un análisis descriptivo de la información encontrada. También, el uso del programa Microsoft Excel para la realización de las matrices y gráficos estadísticos y los resultados finales, seguidamente se usó el sistema de información geográfica (SIG), como es el Software ArcGIS que nos ayudó en la elaboración de los mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo ante incendios forestales en la microcuenca Huamachuquino.

3.7. Aspectos éticos

En relación a la ética se trabajó con honestidad, objetividad, responsabilidad para cumplir con las buenas técnicas y prácticas en el desarrollo de la investigación, así mismo, con la información obtenida mediante la ficha de diagnóstico, guardando la confidencialidad necesaria del caso y se utilizó exclusivamente para los fines de la investigación, contando con la garantía de la integridad de profesionales expertos y capacitados en el ámbito de la carrera universitaria.

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Matriz de comparación por pares- de factor condicionante pendiente.

Parámetro	Pendiente	Peso Ponderado:		
Descriptores	01	Muy empinada > 45°	P-01	0.491
	02	Empinada (35° - 45°)	P-02	0.282
	03	Moderadamente empinada (20° - 35°)	P-03	0.127
	04	Ligeramente inclinado (5° - 20°)	P-04	0.065
	05	Plano (0° - 5°)	P-05	0.034

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Distribución de unidades de pendientes:

Unidades de pendientes	Área (m²)	Área (ha)
Empinada (35° - 45°)	420,354.803	42.035
Ligeramente inclinado (5° - 20°)	25,348,415.706	2534.842
Moderadamente empinada (20° - 35°)	4,482,475.014	448.248
Muy empinada (> 45°)	247,998.837	24.800
Plano (0° - 5°)	6,940,581.515	694.058

Fuente: Elaboración propia.

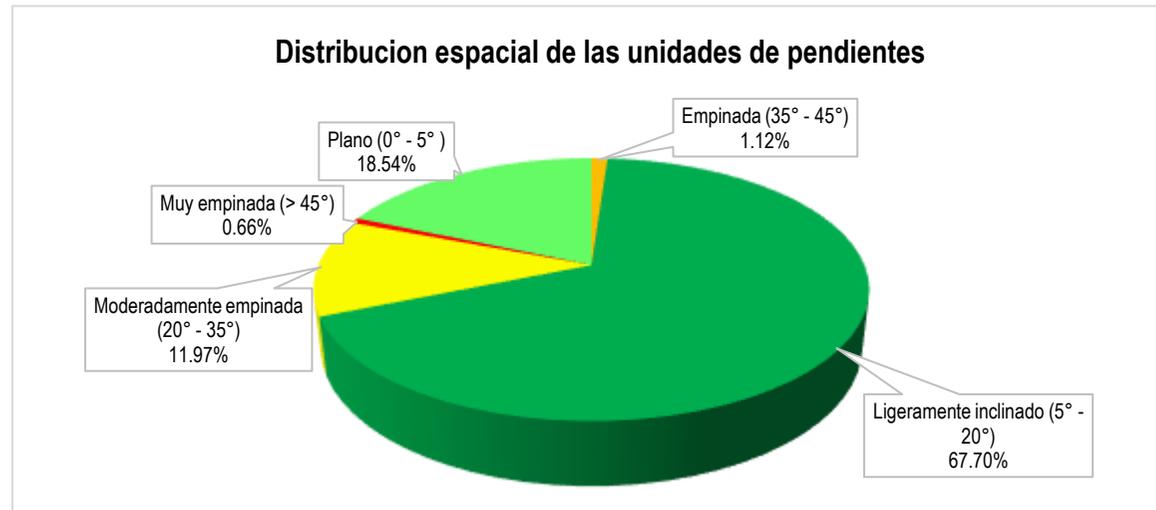


Figura 3. Distribución espacial de las unidades de pendientes en la Microcuenca Huamachuquino.

En la tabla 1, se exhibe la matriz de comparaciones por pares para inferir la importancia relativa de cada descriptor del factor condicionante pendiente, por otro lado, en la tabla 2, se presenta la distribución de unidades de pendientes en metros cuadrados y hectáreas, de tal forma en la figura 3, se observa la distribución espacial de las unidades de pendientes en grados y su porcentaje de distribución en la microcuenca Huamachuquino.

Tabla 3. Matriz de comparación por pares- de factor condicionante combustible.

Parámetro	Tipo de Combustible según la cobertura vegetal		Peso Ponderado:	
	Descriptores	SL-01	Pastos y hierbas (Pajonal andino)	P-01
	SL-02	Arbustos (Matorral arbustivo)	P-02	0.281
	SL-03	Árboles, pastos y hierbas (Agricultura costera y andina)	P-03	0.126
	SL-04	No Combustible (Bofedal)	P-04	0.060
	SL-05	No combustible (Área urbana)	P-05	0.034

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Distribución de los tipos de combustible:

Tipos de combustible	Área (m ²)	Área (ha)
Agricultura costera y andina: Árboles, pastos y hierbas	18,957,519.728	1,895.752
Área urbana: No Combustible	7,072,562.065	707.256
Bofedal: No Combustible	959,342.699	95.934
Matorral arbustivo: Arbustos	215,086.501	21.509
Pajonal andino: Pastos y hierbas	10,132,291.989	1,013.229

Fuente: Elaboración propia.

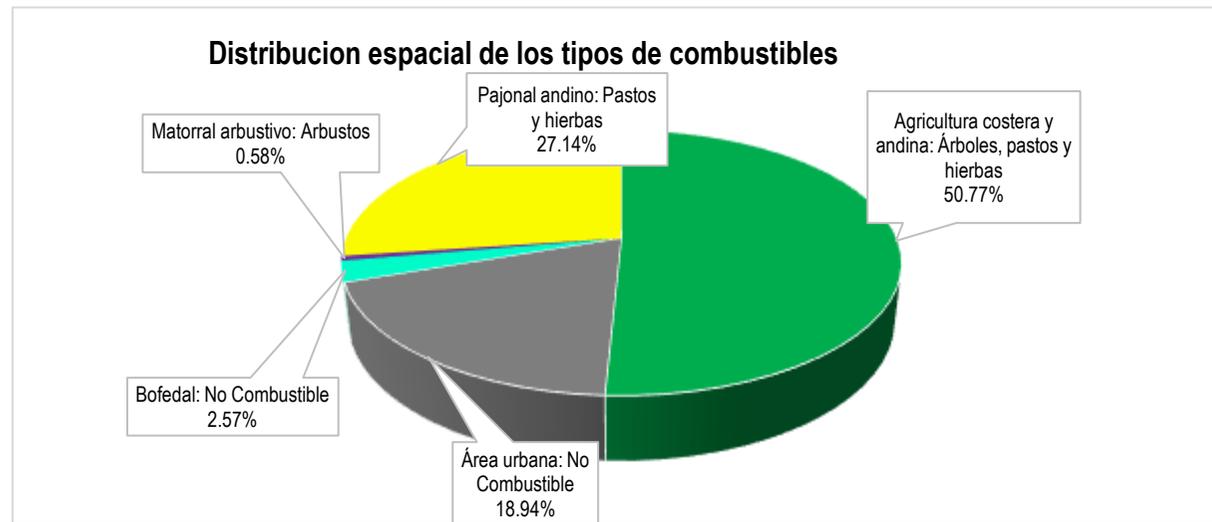


Figura 4. Distribución espacial de los tipos de combustibles en la Microcuenca Huamachuquino.

En la tabla 3 se observa la matriz de comparaciones por pares para inferir la importancia relativa de cada descriptor del factor condicionante combustible, así mismo, en la tabla 4 se muestra la distribución en metros cuadrados y hectáreas de los distintos tipos de combustible presentes, de tal forma la figura 4 por su parte, muestra la distribución espacial de dichos, así como la distribución porcentual de las distintas áreas identificadas en la microcuenca.

Tabla 5. Matriz de comparación por pares - de factor condicionante clima.

Parámetro		Clima	Peso Ponderado:	
Descriptores	C-01	C (o, i, p) B'3 H3	P-01	0.508
	C-02	B (o, i) B'3 H3	P-02	0.257
	C-03	C(i) C' H3	P-03	0.131
	C-04	C (o, i, p) B'2 H3	P-04	0.068
	C-05	C (o, i, p) B'3 H3	P-05	0.036

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Distribución de las unidades climáticas:

Unidades climáticas	Área (m²)	Área (ha)
Media: B (o, i) B'3 H3	5,509,840.515	550.984
Baja: C(i) C' H3	21,749.889	2.175
Media: C (o, i, p) B'3 H3	31,800,139.489	3180.014

Fuente: Elaboración propia.

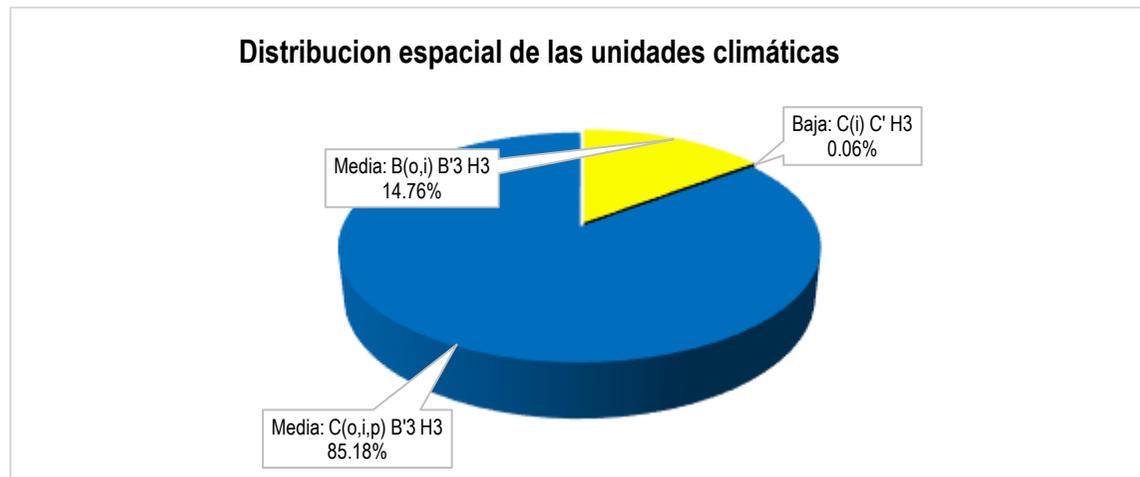


Figura 5. Distribución espacial de las unidades climáticas en la Microcuenca

En la tabla 5 se puede apreciar una matriz de comparaciones por pares que permite determinar la importancia relativa de cada descriptor del factor condicionante clima, de tal forma, en la tabla 6 la distribución de las unidades climáticas en metros cuadrados y hectáreas, mientras que la figura 5 proporciona una visualización de la distribución espacial de las unidades climáticas y distribución en porcentajes en la microcuenca Huamachuquino.

Tabla 7. Matriz de comparación por pares- de factor condicionante viento.

Parámetro	Vientos (m/s)		Peso Ponderado:	
	V-01	> 7.9 (Molesto a fuerte)	P-01	0.499
	V-02	5.4 - 7.9 (Moderado)	P-02	0.269
Descriptor	V-03	3.4 - 5.4 (Flojo)	P-03	0.132
	V-04	1.5 - 3.4 (Leve)	P-04	0.066
	V-05	0.0 - 1.5 (Calma y ventolina)	P-05	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Distribución las unidades de la velocidad del viento:

Velocidad del viento (m/s)	Área (m²)	Área (ha)
> 7.9: Molesto a fuerte	809,778.841	809778.841
0.0 - 1.5: Calma y ventolina	3,531,068.712	3531068.712
1.5 - 3.4: Leve	26,774,213.354	26774213.354
3.4 - 5.4: Flojo	5,227,238.301	5227238.301
5.4 - 7.9: Moderado	981,361.557	981361.557

Fuente: Elaboración propia.

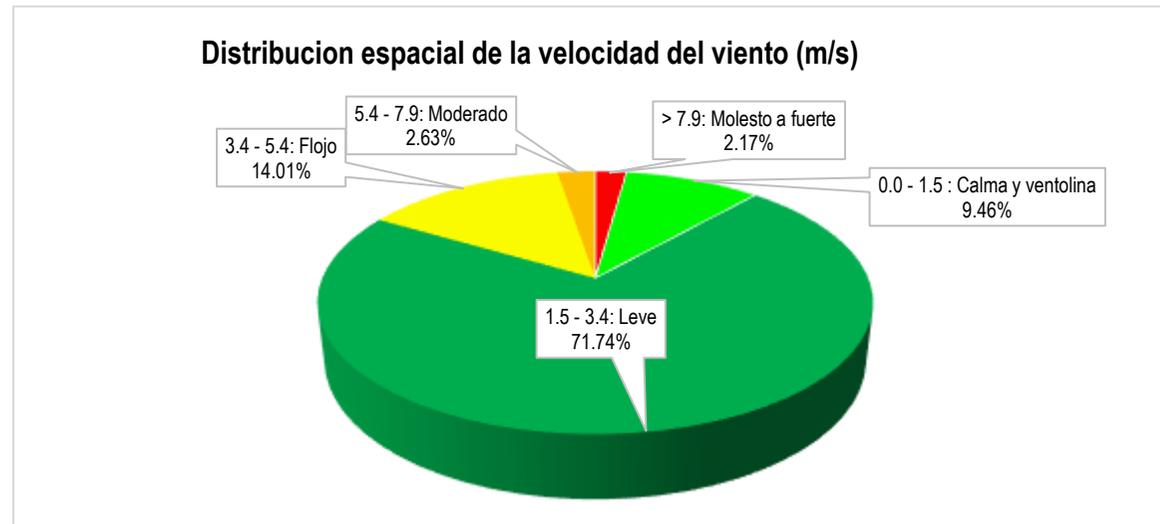


Figura 6. Distribución espacial de la velocidad de vientos en m/s en la Microcuenca Huamachuquino.

En la tabla 7 se visualiza la matriz de comparaciones por pares para inferir la importancia relativa de cada descriptor del factor condicionante viento, así mismo, en la tabla 8 presenta la distribución en metros cuadrados y hectáreas de las diferentes unidades de velocidad del viento, además, en la figura 6 proporciona una visualización espacial de la velocidad de vientos en, m/s, así como su distribución en porcentual en la microcuenca Huamachuquino.

Tabla 9. Matriz de comparación por pares- de factor condicionante irradiación solar.

Parámetro	Irradiación solar		Peso Ponderado:	
		(kW h/m²)		
	V-01	> 6.1	P-01	0.508
	V-02	5.1 - 6.0	P-02	0.257
Descriptores	V-03	4.1 - 5.0	P-03	0.131
	V-04	3.1 - 4.0	P-04	0.068
	V-05	0.0 - 3.0	P-05	0.036

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Distribución en las unidades de la irradiación solar:

Unidades de la irradiación solar	Área	Área
(kW h/m²)	(m²)	(ha)
3.1 - 4	1,165,981.145	116.598
4.1 - 5	23,502,220.351	2350.222
5.1 - 6	12,663,529.221	1266.353

Fuente: Elaboración propia.

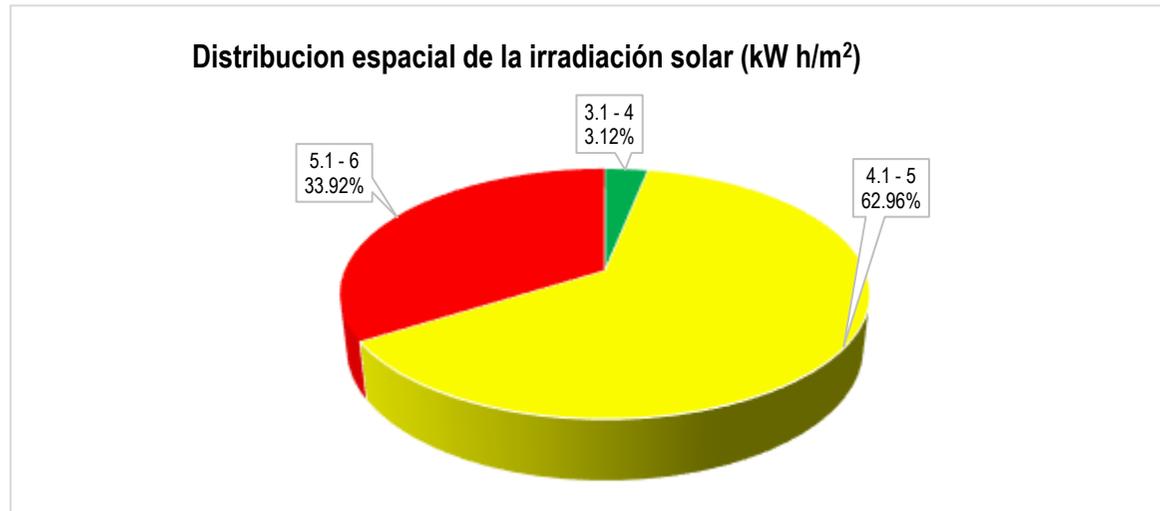


Figura 7. Distribución espacial de la irradiación solar en kW h/m² en la Microcuenca

En la tabla 9 se observa la matriz de comparaciones por pares para inferir la importancia relativa de cada descriptor del factor condicionante irradiación solar, por otra parte, en la tabla 10 se aprecia la distribución metros cuadrados y hectáreas de las diferentes unidades de irradiación solar, de tal forma en la figura 7 se visualiza la distribución espacial de la irradiación solar en kW h/m² y su porcentaje de distribución en la microcuenca Huamachuquino.

Tabla 11. Matriz de comparación por pares- de factor desencadenante temperatura.

Parámetro	Temperatura °C	Peso Ponderado:		
	T-01	> 16°	P-01	0.474
	T-02	14.1° - 16°	P-02	0.272
Descriptores	T-03	12.1° - 14°	P-03	0.145
	T-04	5.1° - 12°	P-04	0.072
	T-05	0° - 5°	P-05	0.037

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Distribución en las unidades de la temperatura:

Distribución espacial de la temperatura promedio (°C)	Área (m²)	Área (ha)
14	8,180,879.113	818.088
14.1	16,451,171.487	1645.117
14.2	6,610,906.670	661.091
14.4	1,771,588.677	177.159

Fuente: Elaboración propia.

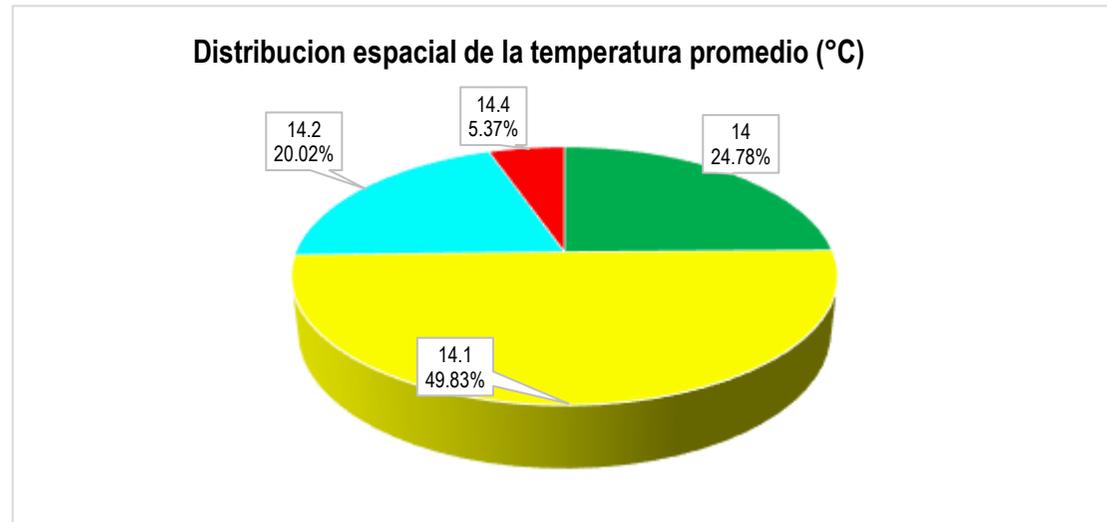


Figura 8. Distribución espacial de la temperatura en °C en la Microcuenca Huamachuquino

En la tabla 11 se observa la matriz de comparaciones por pares para inferir la importancia relativa de cada descriptor del factor desencadenante temperatura, así mismo, en la tabla 12 se aprecia la distribución de las unidades de la temperatura en metros cuadrados y hectáreas, de tal forma en la figura 8 se observa la distribución espacial de la temperatura en °C y la distribución en porcentajes en la microcuenca.

Tabla 13. Matriz de comparación por pares- del parámetro de evaluación.

Parámetro	Densidad de incendios forestales por ha	Peso Ponderado:
V-01	> 110	P-01 0.550
V-02	85 - 110	P-02 0.224
Descriptores V-03	65 - 85	P-03 0.131
V-04	48 - 65	P-04 0.063
V-05	0 - 48	P-05 0.033

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Distribución en las unidades de la densidad de incendios:

Unidades de densidad de incendios	Área (m²)	Área (ha)
0 - 48	16,104,836.350	1610.484
48 - 65	39,381,525.847	3938.153
65 - 85	10,714,665.490	1071.467
85 - 110	13,095,557.578	1309.556
> 110	1,715,564.734	171.556

Fuente: Elaboración propia.

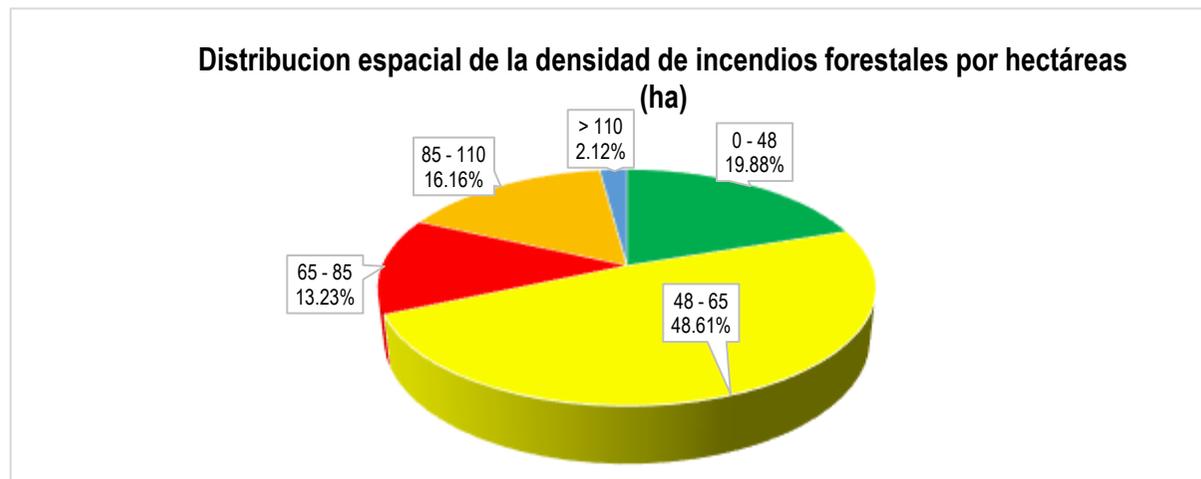


Figura 9. Distribución espacial de la densidad de incendios forestales por hectáreas en la Microcuenca Huamachuquino

En la tabla 13 se observa la matriz de comparaciones por pares para inferir la importancia relativa de cada descriptor del parámetro de evaluación, así mismo, en la tabla 14 se muestra la distribución de las unidades de la temperatura en metros cuadrados y hectáreas, de tal forma en la figura 9 se visualiza la distribución espacial de la densidad de incendios forestales por hectáreas y la distribución en porcentajes en la microcuenca.

Tabla 15. Análisis de peligro.

Susceptibilidad (S)		Parámetro de evaluación (densidad de incendios)		Peligro
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor
0.489	0.75	0.550	0.25	0.505
0.275	0.75	0.224	0.25	0.262
0.134	0.75	0.131	0.25	0.133
0.067	0.75	0.063	0.25	0.066
0.035	0.75	0.033	0.25	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Niveles de peligro:

Niveles de peligro	Área (m²)	Área (ha)
ALTO	31,172,687.110	3117.269
MEDIO	3,241,855.311	324.186
MUY ALTO	3,043,431.535	304.343

Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Distribución espacial de los niveles de peligro por incendios forestal en la Microcuenca Huamachuquino.

En la tabla 15 se visualiza el análisis de peligro de la evaluación de la susceptibilidad y el parámetro de evaluación (densidad de incendios), así mismo, en la tabla 16 se aprecia el nivel de peligro representado en metros cuadrados y en hectáreas, por último, en la figura 10, se observa la distribución espacial de los niveles de peligro por incendios forestales y la distribución en porcentajes en la microcuenca Huamachuquino.

Tabla 17. Análisis de vulnerabilidad.

Valor dimensión social	Peso dimensión social	Valor dimensión económica	Peso dimensión económica	Valor dimensión ambiental	Peso dimensión ambiental	Valor de la vulnerabilidad
0.495	0.539	0.511	0.297	0.167	0.164	0.344
0.266	0.539	0.244	0.297	0.089	0.164	0.188
0.133	0.539	0.144	0.297	0.044	0.164	0.096
0.070	0.539	0.066	0.297	0.024	0.164	0.050
0.035	0.539	0.036	0.297	0.011	0.164	0.025

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Niveles de vulnerabilidad:

Niveles de vulnerabilidad	Cantidad de manzanas
Muy alto	14
Alto	158
Medio	281

Fuente: Elaboración propia.

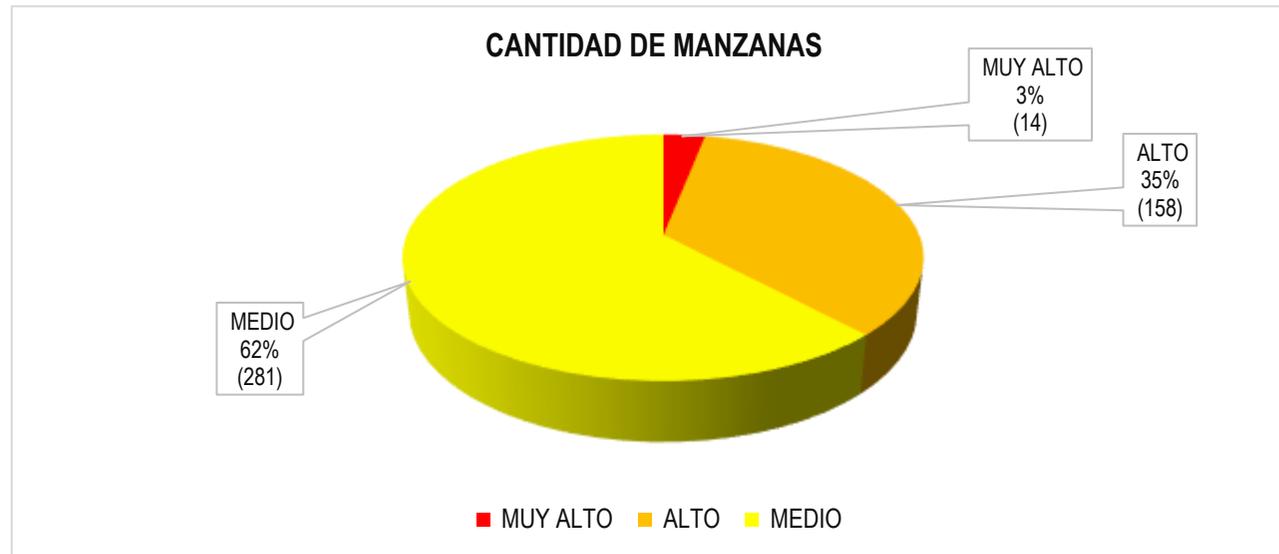


Figura 11. Distribución de las cantidades de manzanas en vulnerabilidad de la microcuenca Huamachuquino.

En la tabla 17 se visualiza el análisis de vulnerabilidad de las dimensiones: social, ambiental y ambiental, así mismo, en la tabla 18 se aprecia el nivel de vulnerabilidad de las cantidades de manzanas, por último, en la figura 11, se observa la distribución de los niveles de vulnerabilidad por incendios forestales y la distribución en porcentajes que abarca la microcuenca Huamachuquino.

Tabla 19. Análisis de riesgo.

Valor del peligro	Valor de la vulnerabilidad	Valor del riesgo (P*V=R)
0.505	0.344	0.174
0.262	0.188	0.049
0.133	0.096	0.013
0.066	0.050	0.003
0.035	0.025	0.001

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Niveles de riesgo:

Niveles de riesgo	Cantidad de manzanas
MUY ALTO	9
ALTO	210
MEDIO	234
Total	453

Fuente: Elaboración propia.

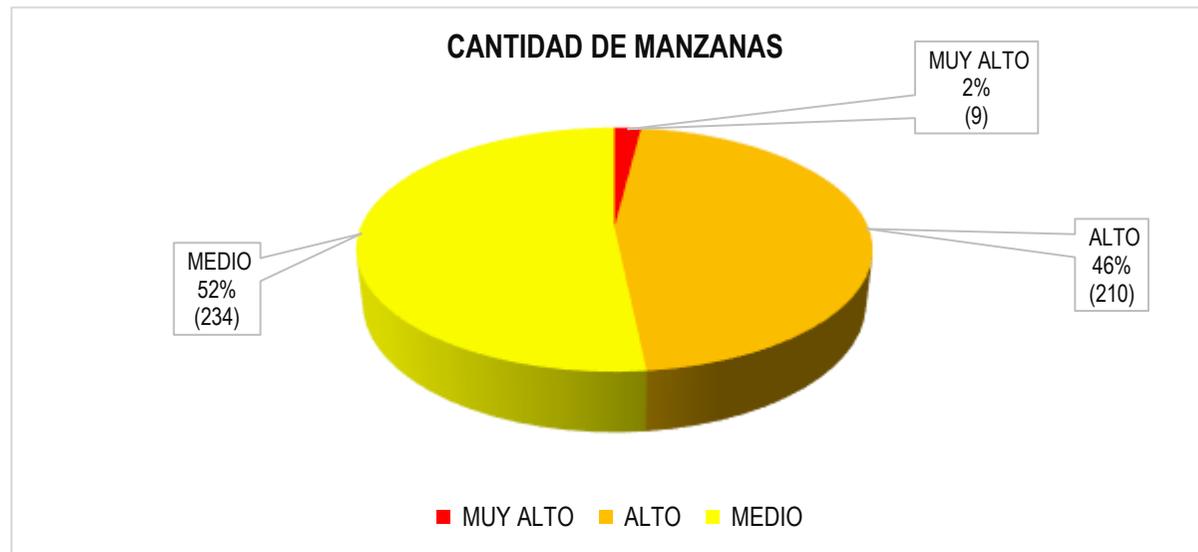


Figura 12. Distribución de cantidad de manzanas en riesgo.

En la tabla 19 se visualiza el análisis de riesgo de los valores de peligro y vulnerabilidad, así mismo, en la tabla 20 se aprecia el nivel de riesgo de las cantidades de manzanas, por último, en la figura 12, se observa la distribución de los niveles de riesgo por incendios forestales y la distribución en porcentajes que abarca la microcuenca Huamachuquino.

V. DISCUSIÓN

Para la determinación de los factores condicionantes por incendios forestales se analizó cinco parámetros: pendiente (analizada desde la pendiente muy empinada hasta la plana), tipo de combustible (pastos y hierbas, arbustos, árboles y zonas no combustibles), tipo de clima (C(o,i,p) B'3 H3, B(o,i) B'3 H3 y C(i) C' H3), velocidad del viento (desde 0 a >7.9m/s) e irradiación solar (0 a >6.1 kW h/m²), para su análisis se utilizó como metodología el proceso de análisis jerárquico y los sistemas de información geográfica, para el modelamiento espacial. Un estudio previo realizado por Sivrikaya y Küçük (2022), considero parámetros similares en su investigación, incluyendo el tipo de cobertura vegetal, la pendiente de la zona y la radiación solar, como factores que condicionan la ocurrencia de incendios forestales, empleando la metodología de proceso de análisis jerárquico y los sistemas de información geográfica. Por lo podemos mencionar que ambos estudios utilizaron parámetros similares en su área de investigación.

En cuanto a la tabla 4 y figura 3 se observa la distribución de los tipos de cobertura vegetal que incluyen, árboles, pastos, arbustos, hierbas y no combustibles, así como también se muestra la distribución en porcentajes de tipo de combustible en la microcuenca, como la agricultura costera y andina compuesta por árboles, pastos y hierbas representando el 50.77% de la microcuenca, mientras que el matorral arbustivo (arbustos) es el que cobre la menor extensión, con solo el 0.58% de la microcuenca. De acuerdo al informe de CENEPRED (2020), que utiliza los sistemas de información geográfica y la metodología del análisis jerárquico para el desarrollo de escenario de riesgo por incendios forestales en Cajamarca, cuenta con tipos de combustibles similares a los de nuestra zona de estudio que incluyen árboles, arbustos, pastos, hierbas y no combustibles. Por lo tanto, se puede mencionar que hay relación entre las características de nuestro estudio y el mencionado informe.

Así mismo en la tabla 12 y figura 8 se visualiza, la determinación del factor desencadenante que analizó el parámetro temperatura promedio de 0°C a >16°C la unidad de temperatura que más predomina es 14.1 que cubre 49.83% de toda la microcuenca, mientras que la unidad de temperatura 14.4 es de menor extensión cubriendo apenas el 5.37% de toda microcuenca, el cual se considera como el detonante de los incendios forestales de la microcuenca Huamachuquino. Según el estudio de Mejía (2017), considera como factor desencadenante la variación de la temperatura como factor detonante de los incendios forestales en su investigación. Así mismo, Sivrikaya y Küçük (2022), también consideran como factor desencadenante la variación de la temperatura como factor detonante de los incendios forestales en su investigación. Por lo tanto, se puede decir que la temperatura es un factor crucial a considerar en el análisis de los incendios forestales en diversas zonas geográficas.

Seguidamente en la tabla 14 y figura 9 se muestra las unidades de densidad de incendios forestales en la microcuenca, distribuidas en áreas desde 0 – 48 de 1610.484 ha; de 48 – 65 de 3938. 153 ha; de 65 – 85 de 1071.467 ha; de 85 – 110 con un área de 1309.556 ha y por último > 110 con un área de 171.556 ha y la densidad de incendios forestales por hectáreas que más predomina es al que se encuentra en el rango de 48-65 (de 1610.484 ha) abarcando el 48.61% de toda la microcuenca, mientras que la densidad de incendios forestales por hectáreas se encuentra en el rango de >110 hectáreas siendo la de menor extensión, cubriendo apenas el 2.12% de la microcuenca. Según, Sivrikaya y Küçük (2022), en su área con una superficie de 534 hectáreas se registraron aproximadamente 85 incendios forestales al año. Se deduce que en muchas investigaciones se toman áreas de estudio con extensiones reducidas, por lo que es posible aplicar los sistemas de información geográfica para estimar el riesgo ante incendios forestales.

En tabla 16 y figura 10 se presenta la evaluación del peligro de incendios forestales en la microcuenca Huamachuquino. La susceptibilidad se determinó mediante los factores condicionantes y el factor desencadenante

utilizando el proceso analítico jerárquico (AHP) y los sistemas de información geográfica (SIG) para el modelamiento espacial. El parámetro de evaluación el cual corresponde a la densidad de incendios forestales de 0 a >100 ha, dividiendo el análisis en tres niveles de peligro: muy alto (304, 343 ha), alto (3117,269 ha) y medio (324.186 ha). El nivel de peligro alto es el predominante, cubriendo el 83.22% de toda la microcuenca Huamachuquino. En un estudio realizado por CENEPRED (2022) en la región La Libertad, se evaluó también la susceptibilidad y el parámetro de evaluación para determinar niveles de peligro de incendios forestales, se observaron cuatro niveles de peligro: muy alto (908,632.40 ha), alto (572,348.47 ha), medio (406,061.59 ha) y bajo (642,668.11ha). El nivel de peligro muy alto es el predominante, cubriendo el 35.92% de toda la región La Libertad. Por lo que podemos mencionar que el estudio tiene relación con el nuestro.

Por otro lado, en la tabla 18 y figura 11 se expone la evaluación de la vulnerabilidad en las manzanas de la microcuenca Huamachuquino. Se realizó un análisis tridimensional de la vulnerabilidad, considerando las dimensiones social, económica y ambiental, y se evaluaron los factores de exposición, fragilidad y resiliencia en cada una de estas dimensiones mediante el AHP y los SIG para el modelamiento espacial. Los resultados indicaron tres niveles de vulnerabilidad: muy alto (14 manzanas), alto (158 manzanas) y medio (281 manzanas), destacando el nivel de vulnerabilidad medio con 62% (281 manzanas) de las manzanas en toda la microcuenca Huamachuquino. Similarmente, You et al. (2017) evaluaron la vulnerabilidad frente a incendios forestales, considerando los factores de exposición, fragilidad y resiliencia de la población. Por otro lado, Mejía (2017) identificó un nivel de vulnerabilidad muy alta ante incendios forestales en la cuenca.

Así mismo, en la tabla 20 y figura 12 se visualiza la determinación del riesgo por incendios forestales en la microcuenca Huamachuquino. Se calcularon los niveles de riesgo a partir de los resultados obtenidos en la evaluación del peligro y la vulnerabilidad, utilizando los sistemas de información geográfica (SIG) para el cálculo y modelamiento espacial del riesgo. Los resultados

mostraron tres niveles de riesgo: muy alto (260 manzanas), alto (158 manzanas) y medio (281 manzanas), destacando el nivel de riesgo medio con el 62% de todas las manzanas de la microcuenca. En relación al estudio de, Sivrikaya y Küçük (2022) evaluaron los niveles de riesgo de incendios forestales en función del peligro y la vulnerabilidad, encontrando que el 85% de los puntos de ignición presentaban un alto riesgo, con un nivel extremo de riesgo de aproximadamente el 43,4%. También se identificó un 42,0% de riesgo alto, un 12% de riesgo moderado y un 2,3% de riesgo muy bajo en relación a los incendios forestales. De manera similar, Gutiérrez (2019) evaluó los niveles de riesgo de incendios forestales en función de los niveles de peligro y vulnerabilidad, y se determinó que el 12.24% presentaba un riesgo muy bajo, el 50.63% un riesgo bajo, el 28.41% un riesgo moderado, el 8.12% un riesgo alto y el 0.60% un riesgo muy alto. En conclusión, estos estudios relacionados presentan niveles y porcentajes de riesgo ante incendios forestales similares a los obtenidos en nuestra investigación.

Finalmente, el proyecto cuenta con diversas fortalezas, en primer lugar, se utilizó información de alcance mundial, lo que asegura una perspectiva amplia y actualizada, además, los parámetros del peligro fueron evaluados de manera íntegra y jerarquizada, otorgando una mayor precisión y calidad al análisis, asimismo, el proyecto permitió llevar a cabo tanto un análisis cuantitativo del problema, brindando una comprensión profunda y completa del mismo, por último, para la realización del proyecto nos apoyamos con la información base que nos brinda CENEPRED, lo que evidencia su relevancia y utilidad en el ámbito de la gestión del riesgo de desastres. No obstante, existen ciertas debilidades que deben ser mencionadas, en primer lugar, el procedimiento utilizado resultó un poco complejo de entender, en vista de la existencia de investigaciones previas con enfoques más simples, además, debido a su principio de comparación de pares, solo se pueden comparar dos variables a la vez, lo que puede limitar el análisis en caso de requerir considerar más de dos variables.

VI. CONCLUSIONES

1. Los factores condicionantes y desencadenantes más importantes implicados en la estimación de riesgo por incendios forestales en Huamachuco 2023 fueron; pendiente, tipo de cobertura vegetal, clima y la temperatura, y como parámetro de evaluación la densidad de incendios forestales.
2. Los niveles de peligrosidad en la microcuenca Huamachuquino se establecieron por peligro muy alto (304.343 ha), alto (3117.269 ha) y medio (324.186 ha), siendo el nivel de peligro alto que cubre el 83.22% de la microcuenca Huamachuquino, para la cual se analizó la susceptibilidad y el parámetro de evaluación, representado por la densidad de incendios forestales.
3. Los niveles de vulnerabilidad en la microcuenca Huamachuquino se establecieron en muy alto (14 manzanas), alto (158 manzanas) y media (281 manzanas), siendo el nivel de vulnerabilidad medio el que predomina representando el 62% de todas las manzanas de la microcuenca Huamachuquino, analizadas en tres dimensiones (social, económica y ambiental) y en tres factores de la vulnerabilidad (exposición, fragilidad y resiliencia).
4. Finalmente, se determinó los niveles de riesgo por incendios forestales, en base al análisis de peligro y vulnerabilidad, obteniendo como niveles de riesgo muy alto (9 manzanas), riesgo alto (210 manzanas) y riesgo medio (234 manzanas), en decir, el nivel de riesgo que más predominante es nivel medio cubriendo el 52% de la microcuenca.

VII. RECOMENDACIONES

1. Buscar una cartografía más detallada para el análisis del peligro, tanto como en formato vectorial y formato ráster, puesto que para el área de estudio se ha contado solo con una cartografía a escala semidetallada.
2. Se recomienda para el análisis de vulnerabilidad, una ficha de diagnóstico resumida, un plano croquis de área de investigación y llevar a cabo una planificación anticipada.
3. Para la obtención de la temperatura (°C) buscar las estaciones meteorológicas, las más cercanas posibles y con condiciones geográficas y climáticas similares al área de estudio y que tenga un registro de datos amplios.
4. Elaboración de la matriz de peligro y vulnerabilidad con un análisis detallado de todos los descriptores en base al modelamiento espacial y la escala de Saatty.
5. Modelamiento espacial con Software ArcGIS el análisis y la revisión detallada de las matrices de peligro y vulnerabilidad, de tal manera que estos datos coincidan con el modelamiento espacial.
6. Proteger las paredes de las viviendas mediante revoques y enlucidos que puedan generar una capa impermeable para así evitar el deterioro y daño estructural en las paredes.
7. Realizar charlas y talleres de sensibilización a la población acerca del peligro la vulnerabilidad y riesgos ante incendios forestales y socializar el EVAR.
8. Gestionar y realizar simulacros periódicos para responder ante los escenarios de riesgo ante incendios forestales.

REFERENCIAS

ALEGRÍA, Rafael (2020). Estudio y evaluación del riesgo de incendios forestales en la interfaz urbano-forestal de las comunas que componen el Área Metropolitana de Valparaíso Periodo 2000-2017. Santiago de Chile. Universidad de Chile. [Fecha de consulta: 20 de octubre 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/178619/estudio-y-evaluacion-del-riesgo-de-incendiosforestales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BRAVO, J. [et. al]. El uso de los sistemas de información geográficas para el análisis e interpretación de anomalías térmicas de la Región costa- sierra occidental de jalisco, México. Diciembre 2020. [Fecha de consulta: 20 de mayo 2023]. [En línea]. Disponible en:

<https://www.proquest.com/openview/5a834af8c00434ac98f931eafc85aaea/1?pq-origsite=gscholar&cbl=54860>

ISSN:0211-9803

CASTIBLANCO, A. [et. al]. Influence of field slope on manual harvesting indicators on citrus in the agricultural sector in caldas-colombia. Revista científica. "Ingeniería y competitividad". [En línea]. Vol. 24. mayo 2021. [Fecha de consulta el 15 de octubre del 2022]. Disponible en:

https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/10996/14311

ISSN: 0123-3033

CASTRO, Juan (2021). Variación de cobertura vegetal de los bofedales en los centros poblados de tinyaclla y pueblo libre en los años 2016 – 2018- Huancavelica. Tesis. Perú: Universidad nacional de Huancavelica. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2023]. [En línea]. Disponible en:

<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1877f7c0-2216-4416-9a9d-f802a36408e6/content>

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED. Manual del escenario de riesgo por incendios forestales. Incendios forestales. Lima, Perú. CENEPRED, Dirección de Gestión de Procesos (DGP), 2020, p. 5. [Fecha de consulta el 1 de abril del 2023]. Disponible en: http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//10471_escenario-de-riesgo-por-incendios-forestales.pdf

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED. Escenario de riesgo por incendios forestales en la región La Libertad. Incendios forestales. CENEPRED, Dirección de Gestión de Procesos (DGP), 2022, p. 5. [Fecha de consulta el 1 de abril del 2023]. Disponible en: https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14477_escenario-de-riesgo-por-incendios-forestales-de-la-region-la-libertad.pdf

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED. Escenario de riesgo por incendios forestales en Cajamarca. Incendios forestales. CENEPRED, Dirección de Gestión de Procesos (DGP), 2022, p. 5. [Fecha de consulta el 15 de mayo del 2023]. Disponible en: https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14476_escenario-de-riesgo-por-incendios-forestales-de-la-region-cajamarca.pdf

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión. Fenómenos naturales. CENEPRED, Dirección de gestión de procesos, 2015, p. 5. [Fecha de consulta el 1 de abril del 2023]. Disponible en: https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf

Centro de Operaciones de Emergencia Nacional-COEN. Incendio Forestal en el distrito de Huamachuco – La Libertad, INDECI, 2019, p. 5. Disponible en: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/08/REPORTE-COMPLEMENTARIO-N%C2%BA-1802-19AGO2019-INCENDIO-FORESTAL-EN-EL-DISTRITO-HUAMACHUCO-LA-LIBERTAD-01.pdf>

CERRON, Hugo (2021). Implementación de la gestión reactiva del riesgo de desastres en la Municipalidad de Pacarán y su relación con la atención de emergencias, provincia de Cañete 2020. Perú: Universidad Continental. [Fecha de consulta el 14 de abril del 2023] Disponible: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/9968/1/IV_PG_MGR_D_TE_Cerron_Rau_2021.pdf

CUTIPA, L. [et. al]. Situación actual de las áreas marinas protegidas en el Perú y propuestas de conservación. Paideia XXI, 10(2), 573–612. [En línea]. Vol. 12. 2020. Disponible en:

<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/3446>

ISSN: 2519-5700

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2010). Incendios forestales: guía práctica para comunicadores. 3ª edición. Zapopan, Jalisco. México. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/10/236Gu%C3%ADa%20pr%C3%A1ctica%20para%20comunicadores%20-%20Incendios%20Forestales.pdf>

CLEMENTE, María y JAVIER, Mari (2023). Causas de los incendios forestales de acuerdo a la percepción de los pobladores del distrito de Izcuchaca, departamento de Huancavelica, 2022. Perú: Universidad Continental. [Fecha de consulta el 14 de mayo del 2023]. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12921>

FERNANDEZ, María (2020). La radiación solar en Bahía Blanca. Argentina: Universidad Nacional del Sur. [Fecha de consulta el 05 de mayo del 2023]. [En línea]. Disponible en: https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/5454/FERNANDEZ%20M.E._TESIS.pdf?sequence=5&isAllowed=y

GUTIERREZ, L. [et al]. Zoning of Priority protection areas against Forest fires in San Esteban Atlatlahuca, Oaxaca. "Revista mexicana de Agroecosistemas". [En línea]. Vol. 61. May 2019. [Fecha de consulta el 15 de mayo del 2023]. Disponible en:

https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/wp-content/uploads/2020/11/6-RMAE_2019-07-Incendios-To-edit.pdf

ISSN: 2007-9559

HARDY, V. [et. al]. Procedimiento de gestión del riesgo por incendios forestales con enfoque de resiliencia Procedure for forest fire risk management focusing on Resilience. [En línea]. Vol 56. October 2021. [Fecha de consulta el 15 de mayo del 2023]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/355189794_Procedimiento_de_gestion_del_riesgo_por_incendios_forestales_con_enfoque_de_resiliencia_Procedure_for_forest_fire_risk_management_focusing_on_Resilience

ISSN: 1815-5936

HOWARY, Fares y GHREFAT, Ghrefat. Pollution Assessment for Sustainable Practices in Applied Sciences and Engineering. [En línea]. Arabia. Butterworth Heinemann. 2021. Fecha de consulta: 10 de mayo del 2023]. [En línea]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128095829000049?via%3Dihub>

JIMÉNEZ, Antoni y GARCÍA, Arbildo (2020). Resiliencia de la cobertura vegetal post incendio forestal aplicando índices espectrales de vegetación – Distrito de Chulucanas – Departamento de Piura, 2019. Perú: Universidad Nacional de Tumbes Facultad de Ciencias Agrarias. [Fecha de consulta el 03 de octubre del 2022]. [En línea]. Disponible en:

<https://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/1884/TESIS%20-%20JIMENEZ%20Y%20GARCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MANRIQUEZ, Héctor. Forest species affected in fires in Amazonas: An analysis of the fiscal information of the cases of Chachapoyas and Luya. Revista científica. Arnaldoa [En línea]. Vol. 26. diciembre de 2019. [Fecha de consulta el 16 de septiembre del 2022]. [En línea]. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000300007

ISSN: 2413-3299

MALPARTIDA, Roger (2016). Riesgo a Incendios Forestales en la Provincia de Satipo – Junín. Tesis. Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2022]. [En línea]. Disponible en:

<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3471/Malpartida%20Mauricio.pdf?sequence=1>

MEJIA, Carlos (2017). Zonificación de riesgos a incendios forestales en la cuenca del rio coello en el departamento del Tolima. Colombia: Universidad de Manizales. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2023]. [En línea]. Disponible en:

https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3226/MEJIA_CARLOS_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MENDOZA, Esther (2018). Potencial de la energía eólica para la generación de electricidad y su relación con el cambio climático, en la Comunidad Campesina de Huaraucaca, Distrito de Tinyahuarco, Provincia de Pasco – 2017. Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. [Fecha de consulta el 05 de octubre del 2022]. [En línea]. Disponible en:

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/905>

MICHALIJS, María (2018). Estudio del riesgo de incendio forestal en un sector de la Comarca de la Sierra de la Ventana utilizando Geotecnologías. Tesis. (Doctorado En Geografía). Bahía Blanca. Universidad Nacional Del Sur. Argentina, 2018. [Fecha de consulta: 1 de octubre del 2022]. [En línea]. Disponible en: https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4472/michalijos_digital.pdf;jsessionid=AF9D32C400D616505A9766500FAAFA3A?sequence=1

Ministerio del Ambiente. Mapa nacional de cobertura vegetal. MINAM.Lima. Perú, 1 de diciembre de 2015. [Fecha de consulta: 15 mayo de 2023]. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/1080783-mapa-condiciones-favorables-para-la-ocurrencia-de-incendios-sobre-cobertura-vegetal>

MOAYEDI, H. [et. al]. Fuzzy-metaheuristic ensembles for spatial assessment of forest fire susceptibility. "Journal of Environmental Management". Vol 26. April 2020. [Fecha de consulta: 20 de mayo 2023]. [En línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479719315853>

NADERPOUR, M. [et al]. Forest fire induced Natech risk assessment: A survey of geospatial technologies. "Reliability Engineering & System Safety". [En línea]. Vol. 119. November, 2019. [Fecha de consulta: 15 de octubre del 2022]. [En línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095183201831202X>

NAKADA, Masao (2022). Modelo digital de Vulnerabilidad por Incendios Forestales en la Provincia de Cajamarca- Peru. Tesis. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2022]. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5217/nakada-bedri%C3%B1ana-masao.pdf?sequence=1>

PACHECO, Alan (2022). Modelo espacial para la determinación de zonas de peligro a incendios forestales en la microcuenca "La Unión" en el municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. México: Universidad de ciencias y artes de chipas. [Fecha de

consulta el 15 de mayo del 2023]. Disponible en:
<https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/4395?locale-attribute=en>

ROSERO, Manuel (2017). Análisis Multitemporal del Uso del Suelo y Cobertura Vegetal de la Cuenca del Río Tahuando y Proyección de Cambios al Año 2031, en el Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura. Tesis (Magister Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas). Ibarra. Universidad Técnica del Norte. Ecuador. [Fecha de consulta: 10 de octubre del 2022]. [En línea]. Disponible en:
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7745/1/PG%20592%](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7745/1/PG%20592%20)

RUFFAULT, Julien y MOUILLOT, Florent (2017). Contribucion de factores humanos y biofísicos a la distribución espacial de la ignicion de incendios forestales y grandes incendios forestales en una región mediterránea francesa. “Revista internacional de incendios forestales”. Vol. 150. December. [Fecha de consulta el 15 de mayo del 2023]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/316881025_Contribution_of_human_and_biophysical_factors_to_the_spatial_distribution_of_forest_fire_ignitions_and_large_wildfires_in_a_French_Mediterranean_region

SAHA, S. [et. al]. Prediction of forest fire susceptibility applying machine and Deep learning algorithms for conservation priorities of forest resources. “Remote sensing Applications: Society and Environment”. Vol 29. January 2023. [Fecha de consulta: 20 de mayo 2023]. [En línea]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352938522002257>

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre- SERFOR. Plan de prevención y reducción de riesgos de incendios forestales. Resolución de dirección ejecutiva. MINAGRI. Lima. Perú, 2018, p. 5. Disponible en:
<https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2018/12/Plan-de-prevenci%C3%B3n-y-reducci%C3%B3n-de-riesgos-de-incendios-forestales.pdf>

Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre -SINAGERD. Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. MINAM. 2018. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]. [En línea] Disponible en: <http://www.minedu.gob.pe/comision-sectorial/pdf/normativa/7-conagerd.pdf>

SIVRIKAYA, Fatih y KÜÇÜK, Öme. Wildfire risk modeling based on a GIS-based analytical hierarchy process and statistical analysis in the Mediterranean region. "Ecological Informatics". [En Línea]. Vol. 68. May, 2022. [Fecha de consulta: 15 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954121003289>

TERCAN, Emre, DERELI, Mehmet y TAPKIN, Serkan. A GIS-based multi-criteria evaluation for MSW landfill site selection in Antalya, Burdur, Isparta planning zone in Turkey. Environmental Earth Sciences. Vol. 79. n° 10. 19 de octubre del 2022. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]. [En línea] Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12665-020-08974-9>

TORRES, Alejandra y ORTIZ, Henry (2020). La vulnerabilidad socioeconómica y su impacto en la percepción del riesgo de desastres en la parroquia Centro Histórico del Distrito Metropolitano de Quito, el caso del barrio Vista Hermosa, en el periodo abril 2019- septiembre 2019. Quito: Universidad Central del Ecuador. [Fecha de consulta el 29 de octubre del 2022]. [En línea]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21626/1/T-UCE-0020-CDI-381.pdf>

THIEME, C. [et. al]. Incorporating software failures into risk Analysis-part 2: Risk Modeling process and case study. "System reliability and security engineering".[En línea]. Vol 198. June 2020. [Fecha de consulta el 15 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832018307178>

URBANSKI, S. [et.al]. Fuel layer specific pollutant emission factors for fire prone forest ecosystems of the western U.S. and Canada. Vol 16. December 2022. [Fecha de consulta: 20 de septiembre 2022]. [En línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590162122000429>

VARGAS, Silvestre (2021). Efectos de la temperatura ambiental y radiación solar en el balance hídrico en la UNH Paturpampa Huancavelica- 2020. Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. [Fecha de consulta el 05 de mayo del 2023]. [En línea]. Disponible en: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/99b8dc23-aa9e-44e5-b3e3-0b82d91b9eec/content>

VILLA, B. [et.al]. Spatio-temporal análisis of wildfires occurrence in the Mexican State of Oaxaca. "Revista Mexicana de ciencias Forestales". [En línea]. Vol 13. Noviembre – diciembre 2022. [Fecha de consulta el 15 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v13n74/2007-1132-remcf-13-74-120.pdf>

YOU, W. [et. al]. Geographical information system- based forest fire risk assessment integrating national forest inventory data and análisis of its spatiotemporal variability. "Ecological Indicators". [En línea]. Vol 77. June 2017. [Fecha de consulta el 15 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X17300481>

ANEXOS

Anexo 01.

Tabla 21. Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad De Medición	Escala de Medición
Variable 1: Análisis de riesgo	Análisis de peligro: Detalla el peligro ante estas situaciones de desastres, donde se considera que para su desarrollo se emplea los factores desencadenantes a las acciones humanas (GENEPRED, 2020).	Mediante la recolección de datos de los factores condicionantes y desencadenantes, parámetro de evaluación y la vulnerabilidad evaluaremos sus pesos a través de la plataforma de múltiple criterio, permitiendo deleitar cambios en la zona para precauciones del peligro.	Factores condicionantes	Situación de la pendiente del suelo. Combustible según su cobertura vegetal. Variación de clima. Variación de la velocidad del viento. Variación de la irradiación solar.	° Kg biomasa /m ² mm/°C/% m/s kW h/m ²	Ordinal
			Factores desencadenantes.	Variación de la temperatura	°C promedio/mes	
			Parámetro	Densidad de incendios forestales.	Cantidad de incendios por/ha	Ordinal
			Análisis de la vulnerabilidad: La vulnerabilidad se puede clasificar en tres tipos: social, ambiental y económica (GENEPRED, 2020, p. 34)	Mediante el análisis de vulnerabilidad se evaluará de acuerdo a sus dimensiones y factores para el hallazgo de los niveles de peligro en la microcuenca.	Vulnerabilidad social	- Exposición social - Fragilidad social - Resiliencia social
Vulnerabilidad económica	- Exposición económica - Fragilidad económica - Resiliencia económica					

			Vulnerabilidad ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Exposición ambiental - Fragilidad ambiental - Resiliencia ambiental 		
Variable 2: Aplicación del SIG para la estimación del riesgo ante incendios forestales.	El Sistema de Información Geográfica (SIG), es una herramienta de identificación que permite añadir y aplicar varios datos, con la finalidad de procesar una gran variedad de fuentes para establecer una zona (Tercan et al,2020, p.18),	Los SIG son utilizados para otros fines, se trabajan con datos meteorológicos, topográficos, geográficos, estadísticos, que conllevan relación con el hombre.	Análisis de peligro	Mapa peligro de incendio	Muy Alto, Alto, medio y bajo (ha)	Nominal
			Análisis de elementos expuestos	Mapa de vulnerabilidad	Alto, Medio, bajo (N° y/o ha)	
			Análisis de escenarios de riesgo	Mapa de escenario de riesgo.	Muy Alto, Alto, medio y bajo (ha)	

Anexo 02. Instrumento de recolección de datos.

FICHA DE DIAGNÓSTICO

Encuestador:	Fecha	Hora
.....		

I. LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

Departamento	Provincia	Distrito	Microcuenca
La Libertad	Sánchez Carrión	Huamachu co	

II. PERSONA ENCUESTADA

Apellidos y Nombres	Sexo		Edad
.....	(M)	(F)

III. DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN SOCIAL

1. ¿Cuántas personas viven en tu vivienda?
---	----------------

2. ¿Sufres de alguna Discapacidad?				
Motriz: para usar brazos y/o piernas	Mental	Visual	Para oír y/o hablar	No tiene

3. ¿Cómo te abasteces de agua para tu vivienda?				
Red de agua potable	Pilón	Camión cisterna u otro	Pozo, río o acequia	No tiene

4. ¿Cómo dispones las excretas en tu vivienda?				
Red de desagüe	Pozo séptico	Pozo ciego/ negro	Letrina	No tiene

5. ¿Qué tipo de alumbrado tiene vivienda?				
Electricidad	Vela	Petróleo/gas	No tiene	Otro:

6. ¿Cuál es el nivel educativo más alto que has alcanzado?				
Ningún nivel y/o inicial	Primaria	Secundaria	Superior no universitaria	Superior universitaria/ Postgrado

7. ¿Has recibido capacitación en temas de Gestión del Riesgo de Desastres?				
No tiene	Hace 2 años o más	Hace 1 año	Hace 6 meses	Hace 3 meses

8. ¿Con qué tipo de seguro de salud cuentas?				
SIS	ESSALUD	FFAA-PNP	Otro seguro privado	No tiene

9. ¿Cuál es tu percepción acerca de la posible ocurrencia de los incendios forestales en tu localidad?	
	Existen otros peligros que afectan más. No considera a los incendios forestales
	El peligro de los incendios forestales, no me afecta
	Me afecta los incendios forestales, pero no puedo hacer nada
	Estoy dispuesto a acatar algunas medidas respecto a los incendios forestales, pero parcialmente
	Estoy dispuesto a acatar las disposiciones del gobierno

IV. DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN ECONÓMICA

10. ¿Hace cuánto tiempo construiste tu vivienda?
--	----------------

11. ¿De qué material son las paredes de tu vivienda?				
Ladrillo o bloqueta de cemento	Adobe o tapial	Piedra con barro	Madera y/o triplay	Quincha

12. ¿De qué material es el techo de tu vivienda?
--

Concreto armado	Teja	Calamina	Paja	Madera
-----------------	------	----------	------	--------

13. ¿De qué material es el piso de tu vivienda?

Tierra	Cemento	Madera	Láminas asfálticas, vinílicas	Losetas, cerámicos o similares
--------	---------	--------	-------------------------------	--------------------------------

14. ¿Se encuentra conservado tu vivienda?

	Se encuentra destruido o muy mal conservado
	Se encuentra mal conservado o con servicios muy deteriorados
	Se encuentra regular o con servicios funcionales
	Se encuentra bien conservado y con servicios funcionales
	Se encuentra muy bien conservado

15. ¿De cuántos pisos es tu vivienda?

.....
.....

16. ¿Cuenta con alguna protección tu vivienda, para dar respuesta ante la posible ocurrencia de los incendios forestales?

Ninguna	Vegetación ribereña	Sacos de arena	Drenajes	Muros de contención
---------	---------------------	----------------	----------	---------------------

17. ¿Cuánto es el ingreso familiar promedio al mes en tu hogar?

Igual o menor a S/500	Entre S/500 a S/1000	Entre S/1000 a S/ 1500	Entre S/ 1500 a S/ 2000	Mayor de S/ 2000
-----------------------	----------------------	------------------------	-------------------------	------------------

18. ¿Cuál es la condición laboral del jefe de tu hogar?

Desempleado	Trabajador familiar no remunerado/ Obrero	Empleado	Trabajador independiente	Empleador
-------------	--	----------	--------------------------	-----------

IV. DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN AMBIENTAL

19. ¿Cuál de estas prácticas que degradan el suelo, has aplicado y/o observado en tu familia?

Siembra en dirección a la pendiente	Uso de fertilizantes sin capacitación	Cultivo de productos no tradicionales	Ganadería intensiva	Arado manual
20. ¿Cuál de estas prácticas que contaminan al agua, has aplicado y/o observado en tu familia?				
Descarga directa de las aguas residuales al río	Uso de plaguicidas y pesticidas	Sustancias químicas ilícitas	Uso de aceites y grasas	Minería ilegal
21. ¿Cuál de estas prácticas que degradan la cobertura vegetal, has aplicado y observado en tu familia?				
Tala indiscriminada de bosques	Crecimiento urbano desordenado	Expansión de la frontera agrícola	Comercio ilegal de bosques nativos	Producción de cultivos ilegales
22. ¿Conoces acerca de actividades de conservación ambiental?				
No conoce	Escaso conocimiento	Conoce, pero no aplica	Conoce y aplica	Aplica y difunde

Anexo 3: Matriz del análisis de susceptibilidad.

ANÁLISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD														
FACTORES CONDICIONANTES												FACTOR DESENCADENANTE (FD)		SUSCEPTIBILIDAD (S)
PENDIENTE		COMBUSTIBLE		CLIMA		VIENTOS		IRRADIACIÓN SOLAR		VALOR	PESO	TEMPERATURA		
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			VALOR	PESO	VALOR
0.350	0.491	0.400	0.499	0.120	0.508	0.080	0.499	0.050	0.508	0.50	0.65	0.474	0.35	0.489
0.350	0.282	0.400	0.281	0.120	0.257	0.080	0.269	0.050	0.257	0.28	0.65	0.272	0.35	0.275
0.350	0.127	0.400	0.126	0.120	0.131	0.080	0.132	0.050	0.131	0.13	0.65	0.145	0.35	0.134
0.350	0.065	0.400	0.060	0.120	0.068	0.080	0.066	0.050	0.068	0.06	0.65	0.072	0.35	0.067
0.350	0.034	0.400	0.034	0.120	0.036	0.080	0.035	0.050	0.036	0.03	0.65	0.037	0.35	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Matriz de vulnerabilidad dimensión social.

DIMENSIÓN SOCIAL																			
EXPOSICIÓN		Valor Exposición Social	Peso Exposición Social	FRAGILIDAD						Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	RESILIENCIA				Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social	VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL
Cantidad de habitantes por Manzana				Personas con discapacidad		Abastecimiento de agua en la manzana		Disposición sanitaria de excretas en la manzana				Nivel educativo más alto en la manzana		Tipo de seguro de salud					
Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc				
1.000	0.504	0.504	0.525	0.607	0.479	0.303	0.507	0.090	0.543	0.493	0.334	0.800	0.451	0.200	0.539	0.468	0.142	0.495	0.539
1.000	0.269	0.269	0.525	0.607	0.266	0.303	0.260	0.090	0.228	0.261	0.334	0.800	0.272	0.200	0.244	0.267	0.142	0.266	0.539
1.000	0.122	0.122	0.525	0.607	0.146	0.303	0.130	0.090	0.137	0.140	0.334	0.800	0.166	0.200	0.115	0.156	0.142	0.133	0.539
1.000	0.071	0.071	0.525	0.607	0.072	0.303	0.067	0.090	0.057	0.069	0.334	0.800	0.073	0.200	0.067	0.072	0.142	0.070	0.539
1.000	0.034	0.034	0.525	0.607	0.038	0.303	0.036	0.090	0.036	0.037	0.334	0.800	0.038	0.200	0.035	0.037	0.142	0.035	0.539

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5: Matriz de vulnerabilidad dimensión económica:

DIMENSIÓN ECONOMICA																			
EXPOSICIÓN		Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica	FRAGILIDAD						Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica	RESILIENCIA				Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica	VALOR DIMENSIÓN ECONOMICA	PESO DIMENSIÓN ECONOMICA
Cercanía de las Manzanas a la zona de incendios forestales				Material de construcción de paredes de la vivienda		Material de construcción en techo de la vivienda		Material de construcción en piso de la vivienda				Protección de la manzana		Ingreso familiar promedio al mes					
Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc				
1.000	0.509	0.509	0.633	0.608	0.477	0.272	0.453	0.120	0.511	0.474	0.260	0.750	0.400	0.250	0.479	0.420	0.106	0.168	0.297
1.000	0.243	0.243	0.633	0.608	0.265	0.272	0.274	0.120	0.256	0.266	0.260	0.750	0.307	0.250	0.266	0.296	0.106	0.101	0.297
1.000	0.156	0.156	0.633	0.608	0.150	0.272	0.160	0.120	0.127	0.150	0.260	0.750	0.173	0.250	0.138	0.164	0.106	0.056	0.297
1.000	0.059	0.059	0.633	0.608	0.070	0.272	0.074	0.120	0.073	0.072	0.260	0.750	0.086	0.250	0.080	0.085	0.106	0.028	0.297
1.000	0.033	0.033	0.633	0.608	0.039	0.272	0.039	0.120	0.033	0.038	0.260	0.750	0.034	0.250	0.037	0.035	0.106	0.014	0.297

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6: Matriz de vulnerabilidad dimensión ambiental:

DIMENSIÓN AMBIENTAL																					
EXPOSICIÓN		Valor Exposición económica	Peso Exposición económica	FRAGILIDAD										Valor Fragilidad Ambiental	Peso Fragilidad Ambiental	RESILIENCIA		Valor Resiliencia Ambiental	Peso Resiliencia Ambiental	VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL
Localización de áreas agrícolas a la zona de incendios forestales				Prácticas que alteran la calidad del suelo		Prácticas que degradan la cobertura vegetal		Alteración y degradación de la fauna edáfica por incendios forestales		Alteración de la calidad del aire por incendios forestales		Prácticas que alteran la calidad del agua				Conocimiento de actividades de conservación ambiental					
Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc				
1.000	0.511	0.511	0.665	0.504	0.505	0.269	0.500	0.122	0.449	0.071	0.439	0.034	0.489	0.492	0.231	1.000	0.511	0.511	0.104	0.167	0.164
1.000	0.244	0.244	0.665	0.504	0.266	0.269	0.258	0.122	0.293	0.071	0.304	0.034	0.288	0.271	0.231	1.000	0.256	0.256	0.104	0.089	0.164
1.000	0.144	0.144	0.665	0.504	0.128	0.269	0.133	0.122	0.144	0.071	0.143	0.034	0.125	0.132	0.231	1.000	0.127	0.127	0.104	0.044	0.164
1.000	0.066	0.066	0.665	0.504	0.066	0.269	0.075	0.122	0.079	0.071	0.078	0.034	0.064	0.071	0.231	1.000	0.073	0.073	0.104	0.024	0.164
1.000	0.036	0.036	0.665	0.504	0.035	0.269	0.034	0.122	0.034	0.071	0.036	0.034	0.033	0.034	0.231	1.000	0.033	0.033	0.104	0.011	0.164

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7: Matriz de niveles de vulnerabilidad establecidas en la Microcuenca Huamachuquino.

NIVELES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGOS		
MUY ALTO	<p>Manzana habitada por más de 470 personas, la mayoría de las personas presentan alguna discapacidad, la gran mayoría de las personas no cuentan con el servicio de agua y saneamiento; asimismo el nivel de educación máximo es hasta inicial o no tienen, y no cuentan con ningún seguro de salud. Por otro lado la manzana se encuentra muy cercana a la zona de incendios forestales entre 0m a 40m, las paredes de la gran mayoría de la viviendas tienen como material prioritario Quincha y Calamina u otro material rústico, en el techo predomina la paja y el piso es de tierra; la manzana no presenta ninguna protección frente a los incendios forestales y el ingreso familiar mensual es igual o menor a S/1000. Por otro lado las áreas agrícolas de la población se encuentran muy cercana a la zona de incendios forestales entre 0m a 40m; la gran mayoría de las personas siembran en dirección a la pendiente y usan descontroladamente fertilizantes, degradan la cobertura vegetal mediante la urbanización desordenada y la expansión de la frontera agrícola, alteran la calidad del agua mediante el vertimiento directo de las aguas residuales a los cuerpos de agua, consideran que los incendios forestales no afectan la fauna edáfica, no alteran la calidad del aire, y no conocen actividades de conservación ambiental.</p>	0.188	$\leq S \leq$	0.344
ALTO	<p>Manzana habitada entre 360 a 470 personas, la mayoría de las personas presentan alguna discapacidad, la gran mayoría de las personas no cuentan con el servicio de agua y saneamiento; asimismo el nivel de educación máximo es primario, y cuentan con seguro de salud SIS. Por otro lado la manzana se encuentra muy cercana a la zona de incendios forestales entre 0m a 40m, las paredes de la gran mayoría de la viviendas tienen como material prioritario adobe o tapia, en el techo predomina la calamina y el piso es de cemento; la manzana presenta protección frente a los incendios forestales con vegetación ribereña y el ingreso familiar mensual es igual o menor a S/1000. Por otro lado las áreas agrícolas de la población se encuentran muy cercana a la zona de incendios forestales entre 0m a 40m; la gran mayoría de las personas usan descontroladamente fertilizantes y practican ganadería intensiva, degradan la cobertura vegetal mediante la urbanización desordenada e incendios forestales provocados, alteran la calidad del agua mediante el vertimiento directo de las aguas residuales a los cuerpos de agua y minería ilegal, consideran que los incendios forestales no afectan la fauna edáfica, y alteran levemente la calidad del aire, y tienen escaso conocimiento acerca de actividades de conservación ambiental.</p>	0.096	$\leq S <$	0.188
MEDIO	<p>Manzana habitada entre 250 a 360 personas, una minoría de personas presentan alguna discapacidad, la gran mayoría de las personas cuentan con el servicio de agua y saneamiento; asimismo el nivel de educación máximo es secundario, y cuentan con seguro de salud SIS. Por otro lado la manzana se encuentra medianamente cerca de la zona de incendios forestales entre 80m a 200m, las paredes de la gran mayoría de la viviendas tienen como material prioritario adobe o tapia, en el techo predomina la teja y el piso es de cemento; la manzana presenta protección frente a los incendios forestales con sacos de arena y el ingreso familiar mensual oscila entre S/2000 a S/ 3000. Por otro lado las áreas agrícolas de la población se encuentran medianamente cerca de la zona de incendios forestales entre 80m a 200m; la gran mayoría de las personas practican ganadería intensiva y siembran cultivos no tradicionales, degradan la cobertura vegetal mediante la urbanización desordenada y tala indiscriminada de bosques, alteran la calidad del agua mediante el vertimiento directo de las aguas residuales a los cuerpos de agua y Vertimiento de aceites y grasas, consideran que los incendios forestales no afectan moderadamente la fauna edáfica y la calidad del aire, y conocen actividades de conservación ambiental, pero no aplican en su comunidad.</p>	0.050	$\leq S <$	0.096
BAJO	<p>Manzana habitada por menos de 140 personas, todas las personas no presentan ninguna discapacidad, todas personas cuentan con el servicio de agua y saneamiento; asimismo el nivel de educación es alto desde el nivel superior universitaria a postgrado, y cuentan con seguro de salud privado y ESSALUD. Por otro lado la manzana se encuentra alejada a la zona de incendios forestales entre 200m a 500m, las paredes de la gran mayoría de la viviendas tienen como material predominante el ladrillo o bloqueta de cemento en el techo predomina el concreto armado y el piso es de losetas y cerámicos; la manzana presenta protección frente a los incendios forestales con muros cortafuego y el ingreso familiar mensual oscila entre S/3000 a S/ 5000. Por otro lado las áreas agrícolas de la población se encuentran se encuentran alejadas a la zona de incendios forestales entre 200m a 500m; la gran mayoría de las personas practican la rotación de cultivos, cuidan y protegen la cobertura vegetal y los cuerpos de agua; consideran que los incendios forestales no afectan y alteran de manera significativa la fauna edáfica y la calidad del aire, y conocen y aplican actividades de conservación ambiental en su comunidad.</p>	0.025	$\leq S <$	0.050

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8: Matriz de niveles de riesgo establecidas en la Microcuenca Huamachuquino.

NIVELES DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	RANGOS		
MUY ALTO	<p>Predomina una temperatura mayor 16 °C (Temperatura muy fuerte), con una densidad de incendios forestales mayor a 100 ha, con pendiente muy empinada mayor a 45°, en su superficie predomina pastos y hierbas (pajonal andino), presenta un tipo de clima C(o,i,p) B'3 H3, una velocidad del viento molesto a fuerte mayor a 7.9 m/s y una irradiación solar mayor a 6.1 kW h/m2. Manzana habitado por más de 470 personas, la mayoría de las personas presentan alguna discapacidad, la gran mayoría de las personas no cuentan con el servicio de agua y saneamiento; asimismo el nivel de educación máximo es hasta inicial o no tienen, y no cuentan con ningún seguro de salud. Por otro lado la manzana se encuentra muy cercana a la zona de incendios forestales entre 0m a 40m, las paredes de la gran mayoría de las viviendas tienen como material prioritario Quincha y Calamina u otro material rústico, en el techo predomina la paja y el piso es de tierra; la manzana no presenta ninguna protección frente a los incendios forestales y el ingreso familiar mensual es igual o menor a S/1000. Por otro lado las áreas agrícolas de la población se encuentran muy cercana a la zona de incendios forestales entre 0m a 40m; la gran mayoría de las personas siembran en dirección a la pendiente y usan descontroladamente fertilizantes, degradan la cobertura vegetal mediante la urbanización desordenada y la expansión de la frontera agrícola, alteran la calidad del agua mediante el vertimiento directo de las aguas residuales a los cuerpos de agua, consideran que los incendios forestales no afectan la fauna edáfica, no alteran la calidad del aire, y no conocen actividades de conservación ambiental.</p>	0.04 9	≤ S ≤	0.174
ALTO	<p>Predomina una temperatura mayor 16 °C (Temperatura muy fuerte), con una densidad de incendios forestales mayor a 100 ha, con pendiente empinada entre 35° a 45, en su superficie predomina arbustos (matorral arbustivo), presenta un tipo de clima B(o,i) B'3 H3, una velocidad del viento moderada entre 5.4 a 7.9 m/s y una irradiación solar entre 5.1 a 6.0 kW h/m2. Manzana habitado entre 360 a 470 personas, la mayoría de las personas presentan alguna discapacidad, la gran mayoría de las personas no cuentan con el servicio de agua y saneamiento; asimismo el nivel de educación máximo es primaria, y cuentan con seguro de salud SIS. Por otro lado la manzana se encuentra muy cercana a la zona de incendios forestales entre 0m a 40m, las paredes de la gran mayoría de las viviendas tienen como material prioritario adobe o tapia, en el techo predomina la calamina y el piso es de cemento; la manzana presenta protección frente a los incendios forestales con vegetación ribereña y el ingreso familiar mensual es igual o menor a S/1000. Por otro lado las áreas agrícolas de la población se encuentran muy cercana a la zona de incendios forestales entre 0m a 40m; la gran mayoría de las personas usan descontroladamente fertilizantes y practican ganadería intensiva, degradan la cobertura vegetal mediante la urbanización desordenada e incendios forestales provocados, alteran la calidad del agua mediante el vertimiento directo de las aguas residuales a los cuerpos de agua y minería ilegal, consideran que los incendios forestales no afectan la fauna edáfica, y alteran levemente la calidad del aire, y tienen escaso conocimiento acerca de actividades de conservación ambiental.</p>	0.01 3	≤ S <	0.049
MEDIO	<p>Predomina una temperatura entre 14.1° a 16° °C, con una densidad de incendios forestales entre 85 a 110 a ha, con pendiente moderadamente empinada entre 20° a 35, en su superficie predomina árboles, pastos y hierbas (agricultura costera y andina), presenta un tipo de clima C(i) C' H3, una velocidad del viento flojo entre 3.4 a 5.4 m/s y una irradiación solar entre 4.1 a 5.0 kW h/m2. Manzana habitado entre 250 a 360 personas, una minoría de personas presentan alguna discapacidad, la gran mayoría de las personas cuentan con el servicio de agua y saneamiento; asimismo el nivel de educación máximo es secundaria, y cuentan con seguro de salud SIS. Por otro lado la manzana se encuentra medianamente cerca de la zona de incendios forestales entre 80m a 200m, las paredes de la gran mayoría de las viviendas tienen como material prioritario adobe o tapia, en el techo predomina la teja y el piso es de cemento; la manzana presenta protección frente a los incendios forestales con sacos de arena y el ingreso familiar mensual oscila entre S/2000 a S/ 3000. Por otro lado las áreas agrícolas de la población se encuentran medianamente cerca de la zona de incendios forestales entre 80m a 200m; la gran mayoría de las personas practican ganadería intensiva y siembran cultivos no tradicionales, degradan la cobertura vegetal mediante la urbanización desordenada y tala indiscriminada de bosques, alteran la calidad del agua mediante el vertimiento directo de las aguas residuales a los cuerpos de agua y Vertimiento de aceites y grasas, consideran que los incendios forestales no afectan moderadamente la fauna edáfica y la calidad del aire, y conocen actividades de conservación ambiental, pero no aplican en su comunidad.</p>	0.00 3	≤ S <	0.013
BAJO	<p>Predomina una temperatura entre 5.1° a 12° °C, con una densidad de incendios forestales entre 48 a 65 ha, con pendiente ligeramente inclinado entre 5° a 20°, en su superficie predomina una cobertura vegetal no combustible, presenta un tipo de clima C(i) C' H3, una velocidad del viento leve entre 1.5 a 3.4 m/s y una irradiación solar baja entre 3.1 a 4.0 kW h/m2. Manzana habitado por menos de 140 personas, todas las personas no presentan ninguna discapacidad, todas personas cuentan con el servicio de agua y saneamiento; asimismo el nivel de educación es alto desde el nivel superior universitaria a postgrado, y cuentan con seguro de salud privado y ESSALUD. Por otro lado la manzana se encuentra alejada a la zona de incendios forestales entre 200m a 500m, las paredes de la gran mayoría de las viviendas tienen como material predominante el ladrillo o bloqueta de cemento en el techo predomina el concreto armado y el piso es de losetas y cerámicos; la manzana presenta protección frente a los incendios forestales con muros cortafuego y el ingreso familiar mensual oscila entre S/3000 a S/ 5000. Por otro lado las áreas agrícolas de la población se encuentran se encuentran alejadas a la zona de incendios forestales entre 200m a 500m; la gran mayoría de las personas practican la rotación de cultivos, cuidan y protegen la cobertura vegetal y los cuerpos de agua; consideran que los incendios forestales no afectan y alteran de manera significativa la fauna edáfica y la calidad del aire, y conocen y aplican actividades de conservación ambiental en su comunidad.</p>	0.00 1	≤ S <	0.003

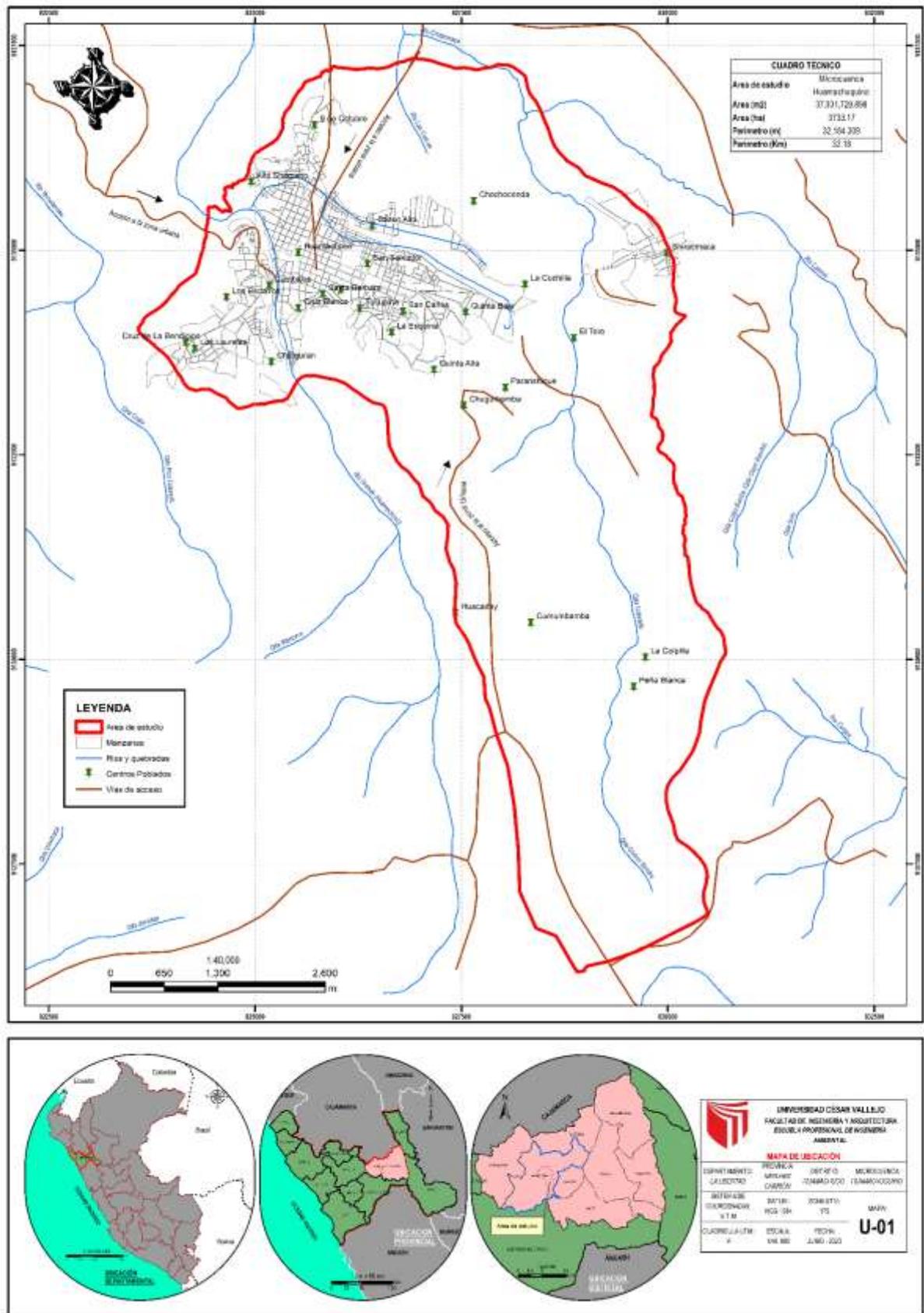
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9: Matriz de riesgo establecidas en la Microcuenca Huamachuquino.

NIVEL DE PELIGRO	VALOR DE PELIGRO	NIVELES DE RIESGO			
PMA	0.505	0.025	0.048	0.095	0.174
PA	0.262	0.013	0.025	0.049	0.090
PM	0.133	0.007	0.013	0.025	0.046
PB	0.066	0.003	0.006	0.012	0.023
VALOR DE VULNERABILIDAD		0.050	0.096	0.188	0.344
NIVEL DE VULNERABILIDAD		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10: Mapa de ubicación de la Microcuenca Huamachuquino



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11: Mapa de pendientes de la Microcuenca Huamachuquino.

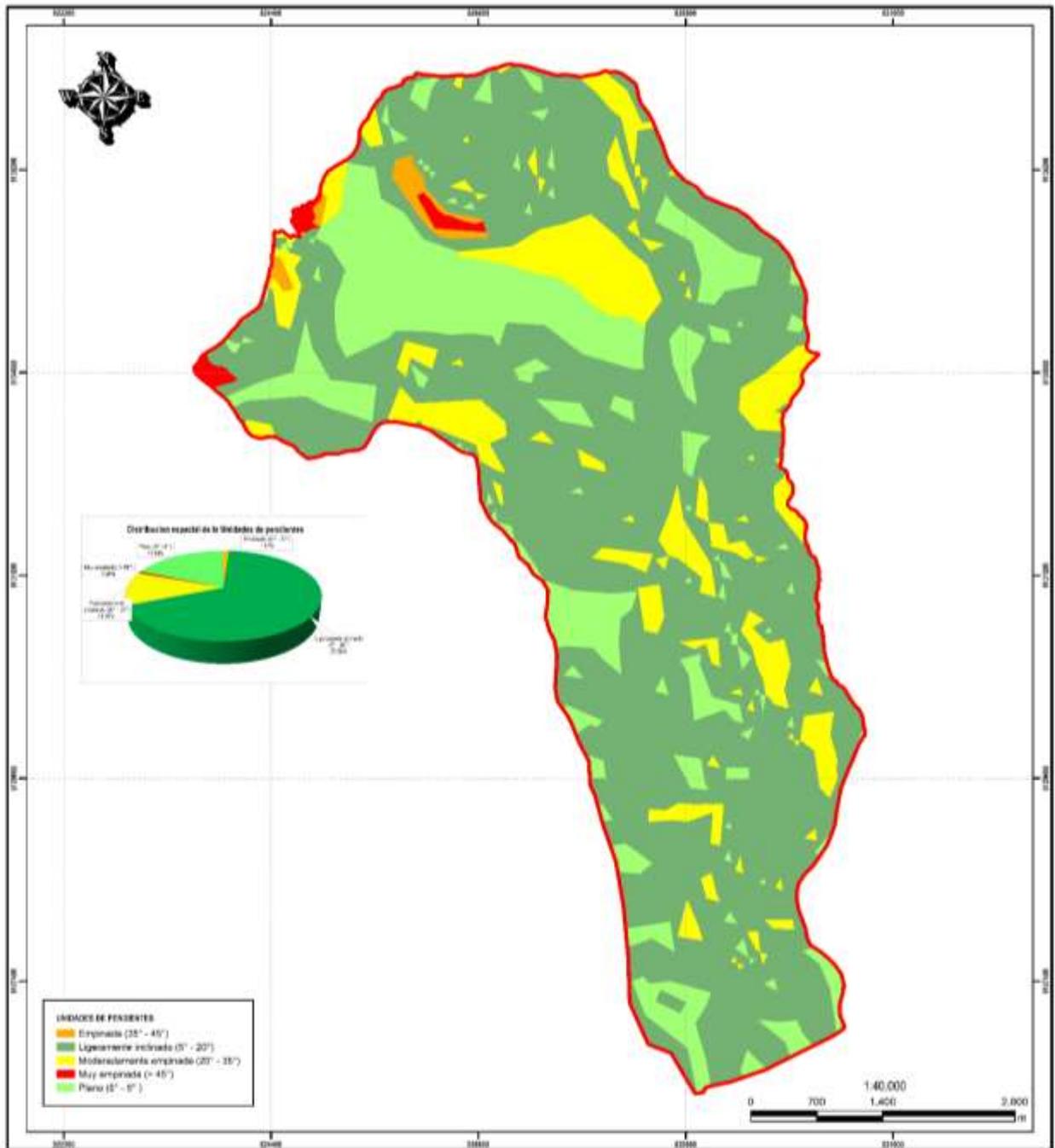


Tabla 1. Rangos de pendientes

RANGO	DESCRIPCIÓN
0° - 5°	Plano o llano (Pendiente muy baja) Ligeramente inclinado (Pendiente moderada,
5° - 20°	deslizamientos ocasionales) Moderadamente empinado (Pendiente fuerte, procesos de deslizamientos, peligro extremo de erosión de suelos)
20° - 35°	Empinado (Pendiente muy fuerte, procesos de deslizamientos intensos)
35° - 45°	Muy empinado (Pendiente muy fuerte, procesos de deslizamientos intensos)
> 45°	

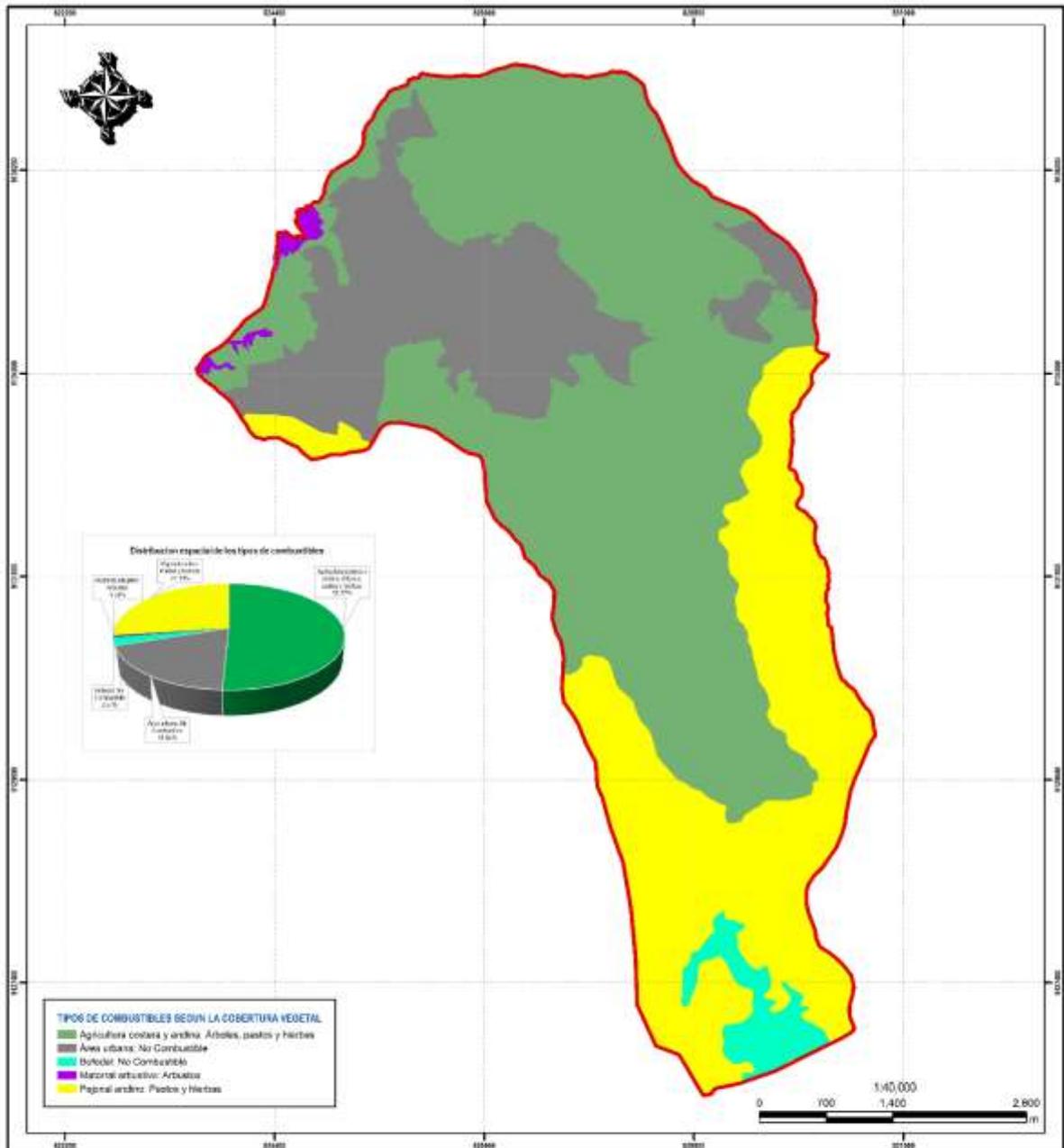
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

MAPA DE PENDIENTES

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SANCHEZ CARRIÓN	DISTRITO: HUAMACHUCO	MICROCUECA: HUAMACHUQUINO
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM	DATUM: WGS-1984	ZONA UTM: 17S	MAPA: P-02
CUADRICULA UTM: M	ESCALA: 1:40.000	FECHA: JUNIO - 2023	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12: Mapa de combustible por cobertura vegetal de la Microcuenca Huamachuquino.



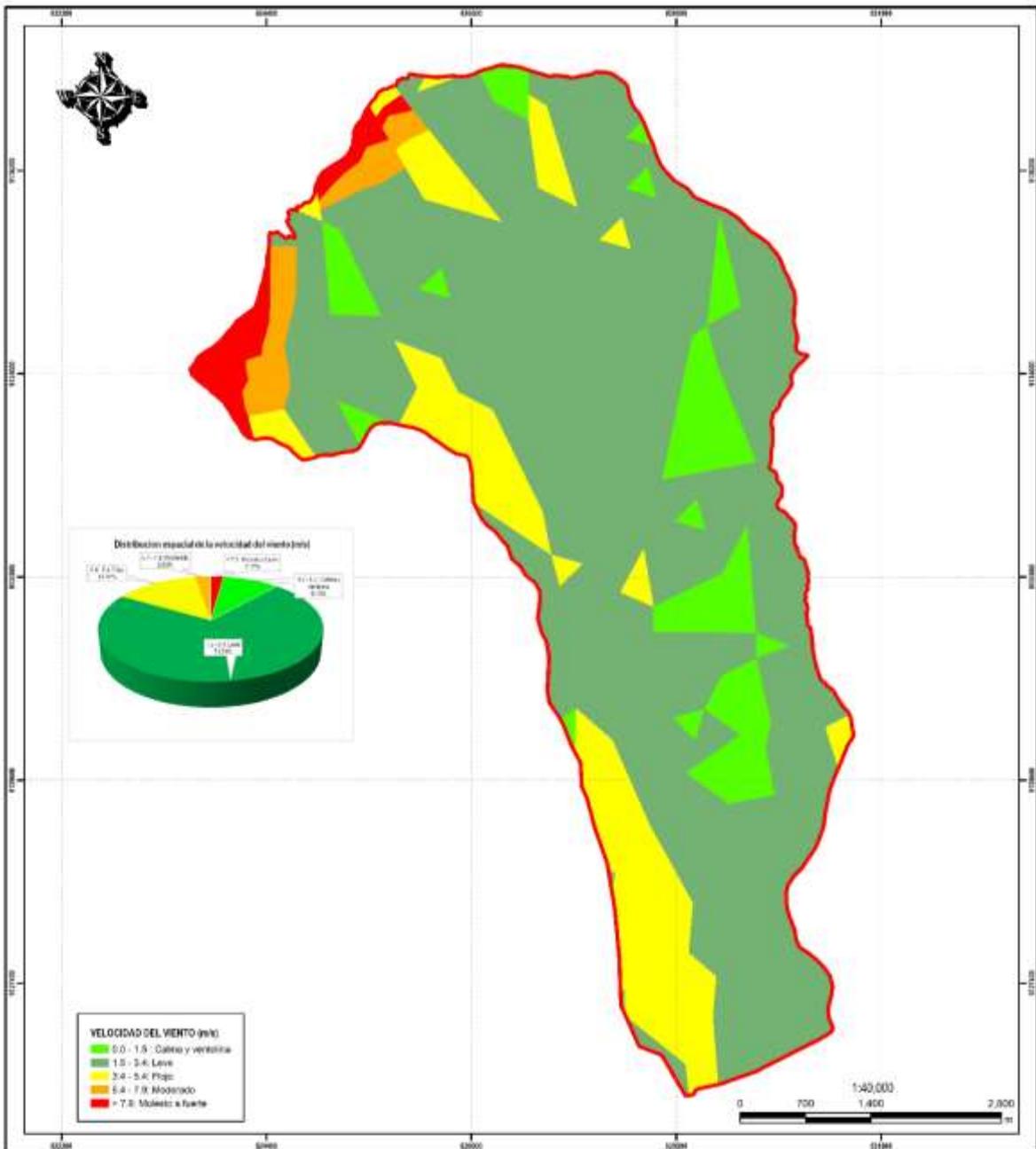
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

MAPA DE TIPOS DE COMBUSTIBLES POR COBERTURA VEGETAL

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SANCHEZ CARRIÓN	DISTRITO: HUAMACHUCO	MICROCUECNA: HUAMACHUQUINO
SISTEMA DE COORDENADAS: U.T.M	DATUM: WGS-1984	ZONA UTM: 17S	MAPA: CB-04
CUADRICULA UTM: M	ESCALA: 1:40,000	FECHA: JUNIO - 2023	

Fuente: Elaboración propia.

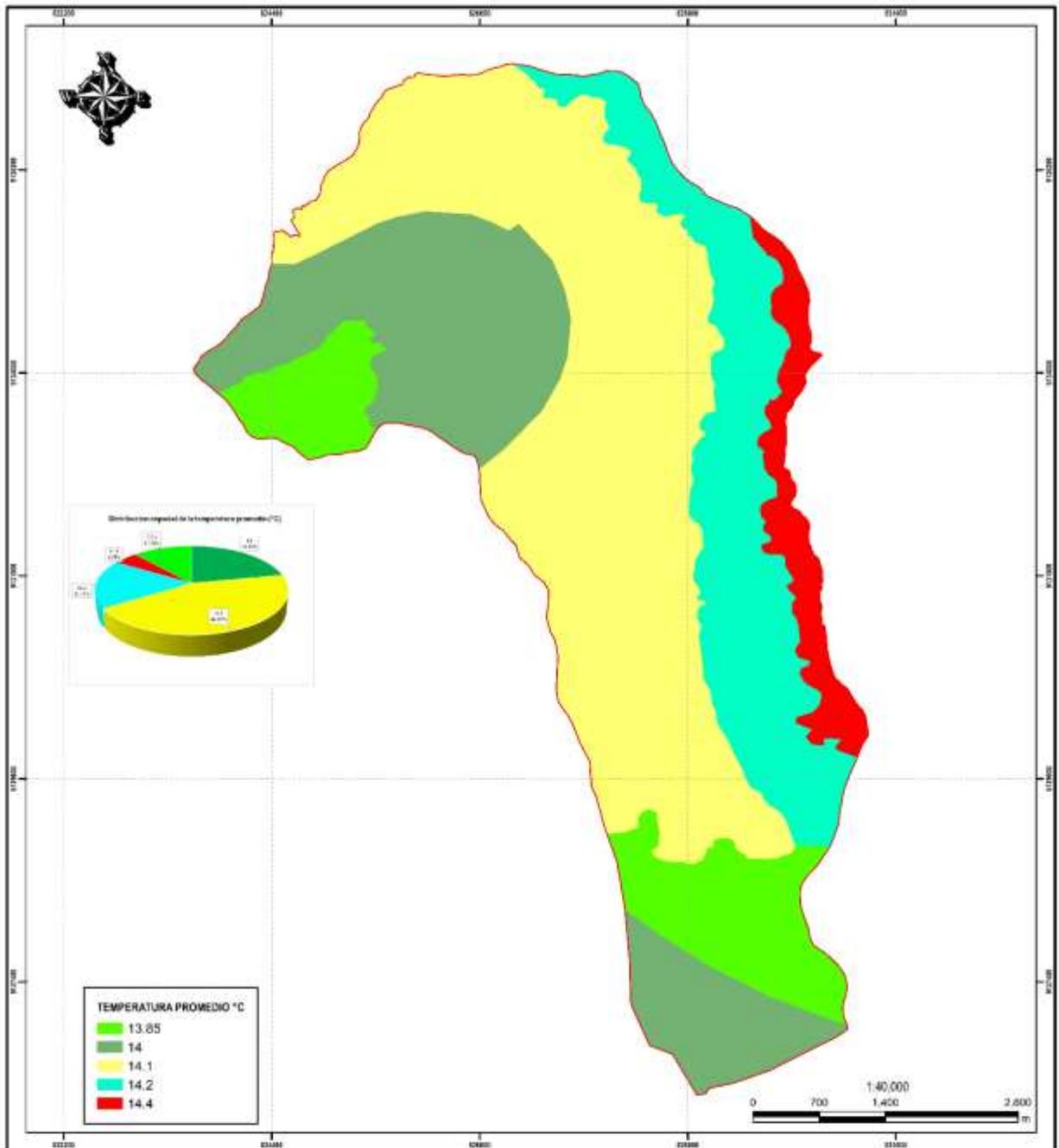
Anexo 13 Mapa de velocidad de vientos en la Microcuenca Huamachuquino.



 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL</p>			
MAPA DE VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)			
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SANCHEZ CARRION	DISTRITO: HUAMACHUCO	MICROCUECNA: HUAMACHUQUINO
SISTEMA DE COORDENADAS: U.T.M	DATUM: WGS-1984	ZONA UTM: 17S	MAPA: V-05
CUADRICULA UTM: M	ESCALA: 140,000	FECHA: JUNIO - 2023	

Fuente: Elaboración propia.

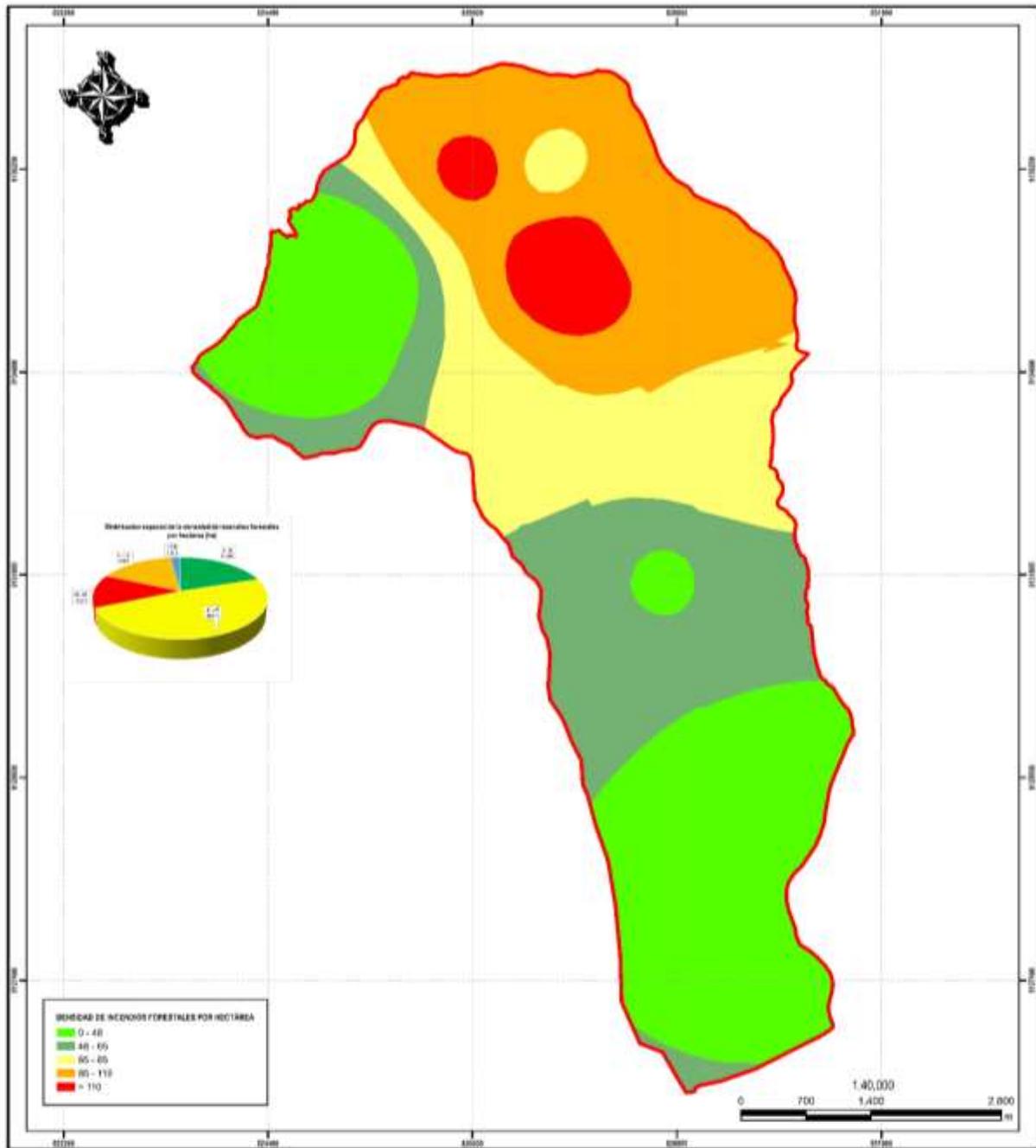
Anexo 14: Mapa de temperatura de la Microcuenca Huamachuquino.



 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL</p>			
MAPA DE ISOTERMAS (°C)			
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SÁNCHEZ CARRIÓN	DISTRITO: HUAMACHUJO	MICROCUECNA: HUAMACHUQUINO
SISTEMA DE COORDENADAS: U.T.M	DATUM: WGS 1984	ZONA UTM: 17S	MAPA: T-07
CUADRICULA UTM: M	ESCALA: 1:40,000	FECHA: JUNIO - 2023	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 15: Mapa de densidad de incendios en la Microcuenca Huamachuquino.



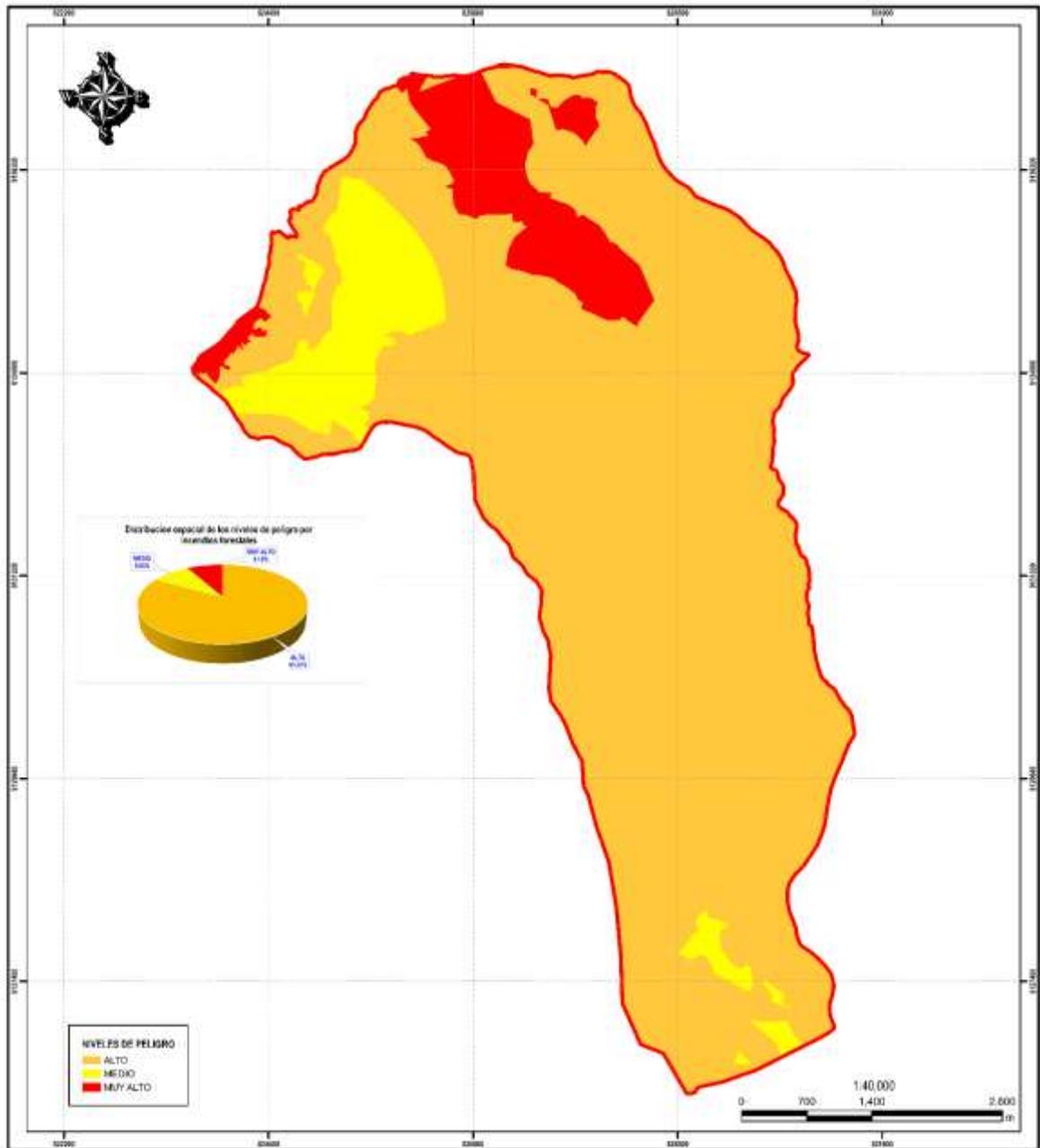
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

MAPA DE DENSIDAD DE INCENDIOS FORESTALES

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SANCHEZ CARRIÓN	DISTRITO: HUAMACHUCO	MICROCUECNA: HUAMACHUQUINO
SISTEMA DE COORDENADAS: U.T.M	DATUM: WGS-1984	ZONALUTM: 17S	MAPA: PE-08
CUADRICULAUTM: M	ESCALA: 140,000	FECHA: JUNIO - 2023	

Fuente: Elaboración propia.

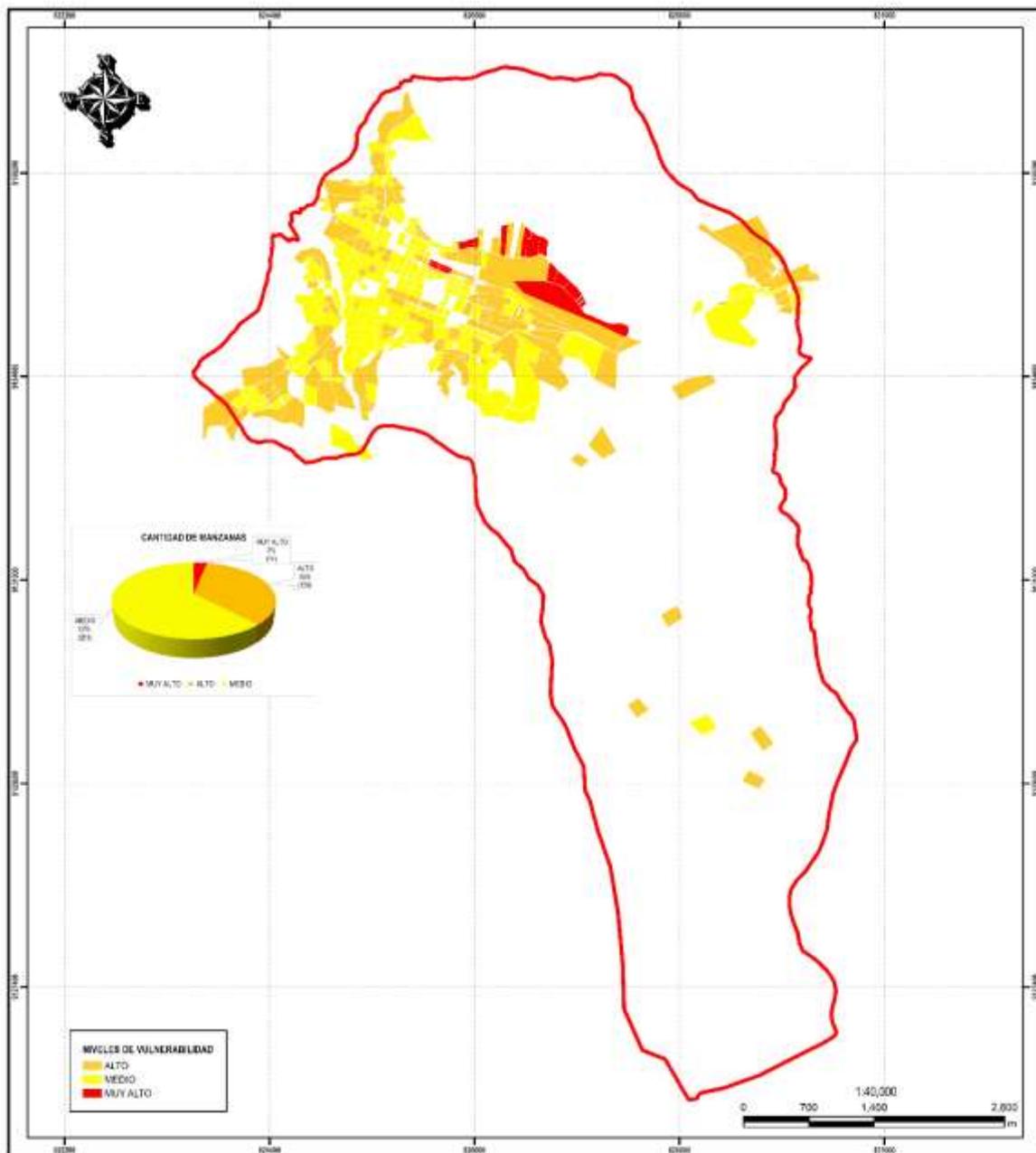
Anexo 16: Mapa de peligro por incendios forestales en la Microcuenca Huamachuquino.



 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL</p>			
NIVELES DE PELIGRO POR INCENDIOS FORESTALES			
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SANCHEZ CARRÓN	DISTRITO: HUAMACHUQUO	MICROCUECA: HUAMACHUQUINO
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM	DATUM: WGS-1984	ZONA UTM: 17S	MAPA: P-09
CURRICULO UTM: M	ESCALA: 1/40.000	FECHA: JUNIO - 2023	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 17: Mapa de vulnerabilidad por incendios forestales en la Microcuenca Huamachuquino.



NIVELES DE VULNERABILIDAD	CANTIDAD DE MANZANAS
MUY ALTO	14
ALTO	158
MEDIO	281

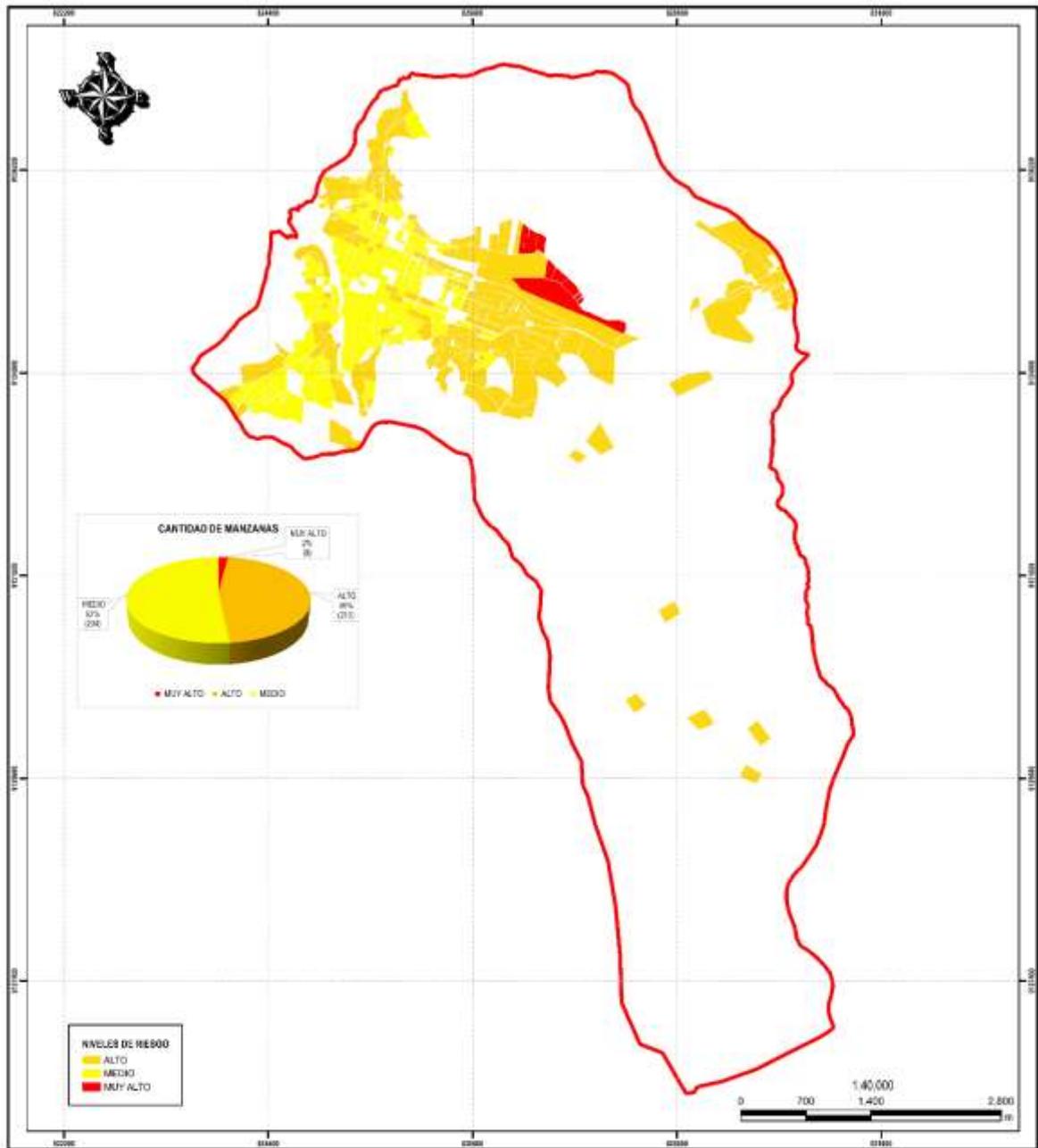
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

NIVELES DE VULNERABILIDAD POR INCENDIOS FORESTALES

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SANCHEZ CARRÓN	DISTRITO: HUAMACHUCO	MICROCUECNA: HUAMACHUQUINO
SISTEMA DE COORDENADAS: U.T.M	DATUM: WGS-1984	ZONA UTM: 17S	MAPA: V-10
CUADRICULA UTM: M	ESCALA: 140,000	FECHA: JUNIO-2023	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 18: Mapa de riesgo por incendios forestales en la Microcuenca Huamachuquino.



NIVELES DE RIESGO	CANTIDAD DE MANZANAS
MUY ALTO	9
ALTO	210
MEDIO	234

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

NIVELES DE RIESGO POR INCENDIOS FORESTALES

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: SANCHEZ CARRION	DISTRITO: HUAMACHUCCO	MICROCUECA: HUAMACHUQUINO
SISTEMA DE COORDENADAS: UTM	DATUM: WGS-1984	ZONA UTM: 17S	MAPA: R-10
CUADRICULA UTM: M	ESCALA: 1:40.000	FECHA: JUNIO-2023	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 19: Visita a nuestra área de estudio.



Anexo 20: Aplicación de ficha de diagnóstico:



Anexo 21: Validación de instrumento.

Informe de Juez-Experto de validación del Instrumento de Investigación

DATOS GENERALES

1.1. Título de la Investigación:

"Aplicación del sistema de información geográfica de factores condicionantes y desencadenantes para estimación de riesgos ante incendios forestales, Huamachuco-Perú, 2023."

1.2. Apellidos y Nombres del Juez-Experto:

Tello Zevallos, Wilfredo

1.3. Grado Académico:

Magister de Ingeniería Ambiental y Desarrollo Sostenible

1.4. Institución en la que trabaja el Juez-Experto:

Universidad César Vallejo/ Universidad Nacional Federico Villarreal

1.5. Cargo que desempeña:

Docente

1.6. Instrumento motivo de evaluación:

Ficha de diagnóstico.

1.7. Autores del instrumento:

Acosta Jaime Jackelin Rosita

Mallqui García Elver Eder

ID	ÍTEM	CLARIDAD				COHERENCIA				ACTUALIDAD				RELEVANCIA				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
D1	DIAGNOSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN SOCIAL																	
1	¿Cuántas personas viven en tu vivienda?			X				X				X						X
2	¿Sufres de alguna Discapacidad?			X				X				X						X
3	¿Cómo te abasteces de agua para tu vivienda?			X				X				X						X
4	¿Cómo dispones las excretas en tu vivienda?			X				X				X						X
5	¿Qué tipo de alumbrado tiene vivienda?			X				X				X						X
6	¿Cuál es el nivel educativo más alto que has alcanzado?			X				X				X						X
7	¿Has recibido capacitación en temas de Gestión del Riesgo de Desastres?			X				X				X						X
8	¿Con qué tipo de seguro de salud cuentas?			X				X				X						X
9	¿Cuál es tu percepción acerca de la posible ocurrencia de los incendios forestales en tu localidad?			X				X				X						X
D2	DIAGNOSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN ECONOMICA																	
10	¿Hace cuánto tiempo construíste tu vivienda?			X				X				X						X
11	¿De qué material son las paredes de tu vivienda?			X				X				X						X
12	¿Hace cuánto tiempo construíste tu vivienda?			X				X				X						X
13	¿De qué material es el piso de tu vivienda?			X				X				X						X
14	¿Se encuentra conservado tu vivienda?			X				X				X						X
15	¿De cuántos pisos es tu vivienda?			X				X				X						X
16	¿Cuenta con alguna protección tu vivienda, para dar respuesta ante la posible ocurrencia de los incendios forestales?			X				X				X						X
17	¿Cuánto es el ingreso familiar promedio al mes en tu hogar?			X				X				X						X
18	¿Cuál es la condición laboral del jefe de tu hogar?			X				X				X						X
D3	DIAGNOSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN AMBIENTAL																	
19	¿Cuál de estas prácticas que degradan el suelo, has aplicado y/o observado en tu familia?			X				X				X						X
20	¿Cuál de estas prácticas que contaminan el agua, has aplicado y/o observado en tu familia?			X				X				X						X
21	¿Cuál de estas prácticas que degradan la cobertura vegetal, has aplicado y observado en tu familia?			X				X				X						X
22	¿Conoces acerca de actividades de conservación ambiental?			X				X				X						X

1.8. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- 1.No cumple con el criterio.
- 2.Bajo Nivel.
- 3.Moderado nivel.
- 4.Alto nivel

ALTO NIVEL
88%

1.9. Promedio de validación:


 Mg. Wilfredo Tello Zevallos
 D.NI.45671102

Anexo 22: Validación de instrumento.

Informe de Juez-Experto de validación del Instrumento de Investigación

DATOS GENERALES

1.1. Título de la Investigación:

"Aplicación del sistema de información geográfica de factores condicionantes y desencadenantes para estimación de riesgos ante incendios forestales, Huamachuco-Perú, 2023."

1.2. Apellidos y Nombres del Juez-Experto:

Aylas Humareda María Del Carmen

1.3. Grado Académico:

Doctora

1.4. Institución en la que trabaja el Juez-Experto:

Universidad César Vallejo/ Universidad Nacional Federico Villareal

1.5. Cargo que desempeña:

Docente TP/Coordinadora de escuela académica

1.6. Instrumento motivo de evaluación:

Ficha de diagnóstico.

1.7. Autores del instrumento:

Acosta Jaime Jackelín Rosita
Mallqui García Elver Eder

ID	ÍTEMS	CLARIDAD				CONFIABILIDAD				ACTUALIDAD				RELEVANCIA				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
D1	DIAGNOSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSION SOCIAL																	
1	¿Cuántas personas viven en tu vivienda?			X				X				X						X
2	¿Sufres de alguna Discapacidad?			X				X				X						X
3	¿Cómo te abasteces de agua para tu vivienda?			X				X				X						X
4	¿Cómo dispones las excretas en tu vivienda?			X				X				X						X
5	¿Qué tipo de alumbrado tiene vivienda?			X				X				X						X
6	¿Cuál es el nivel educativo más alto que has alcanzado?			X				X				X						X
7	¿Has recibido capacitación en temas de Gestión del Riesgo de Desastres?			X				X				X						X
8	¿Con qué tipo de seguro de salud cuentas?			X				X				X						X
9	¿Cuál es tu percepción acerca de la posible ocurrencia de los incendios forestales en tu localidad?			X				X				X						X
D2	DIAGNOSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSION ECONOMICA																	
10	¿Hace cuánto tiempo construíste tu vivienda?			X				X				X						X
11	¿De qué material son las paredes de tu vivienda?			X				X				X						X
12	¿Hace cuánto tiempo construíste tu vivienda?			X				X				X						X
13	¿De qué material es el piso de tu vivienda?			X				X				X						X
14	¿Se encuentra conservado tu vivienda?			X				X				X						X
15	¿De cuántos pisos es tu vivienda?			X				X				X						X
16	¿Cuenta con alguna protección la vivienda, para dar respuesta ante la posible ocurrencia de los incendios forestales?			X				X				X						X
17	¿Cuánto es el ingreso familiar promedio al mes en tu hogar?			X				X				X						X
18	¿Cuál es la condición laboral del jefe de tu hogar?			X				X				X						X
D3	DIAGNOSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSION AMBIENTAL																	
19	¿Cuál de estas prácticas que degradan el suelo, has aplicado y/o observado en tu familia?			X				X				X						X
20	¿Cuál de estas prácticas que contaminan el agua, has aplicado y/o observado en tu familia?			X				X				X						X
21	¿Cuál de estas prácticas que degradan la cobertura vegetal, has aplicado y observado en tu familia?			X				X				X						X
22	¿Conoces acerca de actividades de conservación ambiental?			X				X				X						X

1.8. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- 1.No cumple con el criterio.
- 2.Bajo Nivel.
- 3.Moderado nivel.
- 4.Alto nivel

ALTO NIVEL
88%

1.9. Promedio de validación:


 María Del Carmen Aylas Humareda
 CP: 55149

Anexo 23: Validación de instrumento.

Informe de Juez-Experto de validación del Instrumento de Investigación

DATOS GENERALES

1.1. Título de la investigación:

"Aplicación del sistema de información geográfica de factores condicionantes y desencadenantes para estimación de riesgos ante incendios forestales, Huamachuco-Perú, 2023."

1.2. Apellidos y Nombres del Juez-Experto:

Miñano Mera, Elver Renato.

1.3. Grado Académico:

Master en Gestión ambiental

1.4. Institución en la que trabaja el Juez-Experto:

Ministerio de Transporte y Comunicaciones-Sede Central Lima

1.5. Cargo que desempeña:

Consultor

1.6. Instrumento motivo de evaluación:

Ficha de diagnóstico.

1.7. Autores del instrumento:

Acosta Jaime Jackelin Rosita

Mallqui Garcia Elver Eder

ID	ITEMS	CLASIFICADO				OCCURRENCIA				ACTUALIZADO				RELEVANCIA				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
D1	DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN SOCIAL																	
1	¿Cuántas personas viven en tu vivienda?			X				X				X						X
2	¿Sufres de alguna Discapacidad?			X				X				X						X
3	¿Cómo te abasteces de agua para tu vivienda?			X				X				X						X
4	¿Cómo dispones las senechas en tu vivienda?			X				X				X						X
5	¿Qué tipo de alumbrado tiene vivienda?			X				X				X						X
6	¿Cuál es el nivel educativo más alto que has alcanzado?			X				X				X						X
7	¿Has recibido capacitación en temas de Gestión del Riesgo de Desastres?			X				X				X						X
8	¿Con qué tipo de seguro de salud cuentas?			X				X				X						X
9	¿Cuál es tu percepción acerca de la posible ocurrencia de los incendios forestales en tu localidad?			X				X				X						X
D2	DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN ECONÓMICA																	
10	¿Hace cuánto tiempo construiste tu vivienda?			X				X				X						X
11	¿De qué material son las paredes de tu vivienda?			X				X				X						X
12	¿Hace cuánto tiempo construiste tu vivienda?			X				X				X						X
13	¿De qué material es el piso de tu vivienda?			X				X				X						X
14	¿Se encuentra conservada tu vivienda?			X				X				X						X
15	¿De cuántos pisos es tu vivienda?			X				X				X						X
16	¿Cuenta con alguna protección tu vivienda, para dar respuesta ante la posible ocurrencia de los incendios forestales?			X				X				X						X
17	¿Cuánto es el ingreso familiar promedio al mes en tu hogar?			X				X				X						X
18	¿Cuál es la condición laboral del jefe de tu hogar?			X				X				X						X
D3	DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN AMBIENTAL																	
19	¿Cuál de estas prácticas que degradan el suelo, has aplicado y/o observado en tu familia?							X				X						X
20	¿Cuál de estas prácticas que contaminan al agua, has aplicado y/o observado en tu familia?							X				X						X
21	¿Cuál de estas prácticas que degradan la cobertura vegetal, has aplicado y observado en tu familia?			X				X				X						X
22	¿Conoces acerca de actividades de conservación ambiental?			X				X				X						X

1.8. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- 1.No cumple con el criterio.
- 2.Bajo Nivel.
- 3.Moderado nivel.
- 4.Alto nivel

ALTO NIVEL
88%


ELVER RENATO MIÑANO MERA
 DNI N° 7833981
 RUC N° 1981308018

1.9. Promedio de validación:

Anexo 24: Validación de instrumento



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Informe de Juez-Experto de validación del Instrumento de Investigación

DATOS GENERALES

- 1.1. **Título de la Investigación:**
"Aplicación del sistema de información geográfica de factores condicionantes y desencadenantes para estimación de riesgos ante incendios forestales, Huamachuco-Perú, 2023."
- 1.2. **Apellidos y Nombres del Juez-Experto:**
Reyna Pari, Cesar Alberto
- 1.3. **Grado Académico:**
Magister de Ingeniería Ambiental
- 1.4. **Institución en la que trabaja el Juez-Experto:**
Municipalidad De Sánchez Carrión
- 1.5. **Cargo que desempeña:**
Responsable del Área de Gestión y Riegos de Desastres
- 1.6. **Instrumento motivo de evaluación:**
Ficha de diagnóstico.
- 1.7. **Autores del instrumento:**
Acosta Jaime Jackelin Rosita/ Mallqui Garcia Elver Eder

ID	ITEMS	CLARIDAD				COHERENCIA				ACTUALIDAD				RELEVANCIA			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	"Aplicación del sistema de información geográfica de factores condicionantes y desencadenantes para estimación de riesgos ante incendios forestales, Huamachuco-Perú, 2023."																
D1 DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN SOCIAL																	
1	¿Cuántas personas viven en tu vivienda?			X					X				X				X
2	¿Sufrir de alguna Discapacidad?			X					X				X				X
3	¿Cómo te abasteces de agua para tu vivienda?			X					X				X				X
4	¿Cómo dispones las excretas en tu vivienda?			X					X				X				X
5	¿Qué tipo de alumbrado tiene vivienda?			X					X				X				X
6	¿Cuál es el nivel educativo más alto que has alcanzado?			X					X				X				X
7	¿Has recibido capacitación en temas de Gestión del Riesgo de Desastres?			X					X				X				X
8	¿Con qué tipo de seguro de salud cuentas?			X					X				X				X
9	¿Cuál es tu percepción acerca de la posible ocurrencia de los incendios forestales en tu localidad?			X					X				X				X
D2 DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN ECONOMICA																	
10	¿Hace cuánto tiempo construíste tu vivienda?			X					X				X				X
11	¿De qué material son las paredes de tu vivienda?			X					X				X				X
12	¿Hace cuánto tiempo construíste tu vivienda?			X					X				X				X
13	¿De qué material es el piso de tu vivienda?			X					X				X				X
14	¿Se encuentra conservado tu vivienda?			X					X				X				X
15	¿De cuántos pisos es tu vivienda?			X					X				X				X
16	¿Cuenta con alguna protección tu vivienda, para dar respuesta ante la posible ocurrencia de los incendios forestales?			X					X				X				X
17	¿Cuánto es el ingreso familiar promedio al mes en tu hogar?			X					X				X				X
18	¿Cuál es la condición laboral del jefe de tu hogar?			X					X				X				X
D3 DIAGNÓSTICO DE ELEMENTOS POR DIMENSIÓN AMBIENTAL																	
19	¿Cuál de estas prácticas que degradan el suelo, has aplicado y/o observado en tu familia?			X					X				X				X
20	¿Cuál de estas prácticas que contaminan el agua, has aplicado y/o observado en tu familia?			X					X				X				X
21	¿Cuál de estas prácticas que degradan la cobertura vegetal, has aplicado y observado en tu familia?			X					X				X				X
22	¿Cuentas acerca de actividades de conservación ambiental?			X					X				X				X

OBSERVACIONES Y/O SUGERENCIAS:

Sugiero que la investigación una vez aprobada y sustentada sea subida a la Plataforma del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID).

OPINIÓN DE APLICACIÓN:

La Estimación de Riesgos es el proceso fundamental de la Gestión del Riesgo de Desastres, cuya información sobre el conocimiento de los peligros, vulnerabilidades y niveles de riesgos, permite la orientación en la toma de decisiones sobre la materia para lo cual en la actualidad se viene empleando softwares especializados en Sistemas de Información Geográfica como el ARCGIS o QGIS.

Promedio de validación:

ALTO NIVEL
88%

REYNAPARI@MUNICIPALIDAD.SANCHEZCARRION.GOV.PE

REYNAPARI@MUNICIPALIDAD.SANCHEZCARRION.GOV.PE

Firma:

Ing. Reyna Pari Cesar Alberto