



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Aplicación de Tecnologías S.I.G, para la Prevención de  
Riesgos de Incendios Forestales, Distrito de Maranura, La  
Convención, Cusco, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL

**AUTORA:**

Valdivia Guillen, Shierly (ORCID: 0000-0002-8432-8606)

**ASESOR:**

Dr. Túllume Chavesta, Milton César (ORCID: 0000-0002-0432-2459)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

LIMA-PERÚ

2022

## Dedicatoria

Dedico esta presente investigación a mi familia por su apoyo incondicional por forjarme con el deseo de siempre seguir adelante profesionalmente e inculcarme valores y respetar y cuidar el medio ambiente.

## Agradecimiento

A Dios por darme salud, tranquilidad y compañía de mi familia que guían siempre mis pasos. También agradecer a mi mamá por darme la vida e inculcarme a perseguir en lograr mis objetivos y seguir adelante. Agradecer también a la UCV por darme la oportunidad de titularme y en especial a mi asesor “Dr. Túllume Chavesta, Milton César” por el asesoramiento y disposición en la ejecución de mi tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	12
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2 Variables y operacionalización .....	12
3.3 Población, muestra, muestreo .....	12
3.3.1 Población .....	13
3.3.2 Muestra .....	16
3.3.3 Muestreo .....	17
3.3.4 Unidad de análisis .....	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.5 Validez y confiabilidad .....	19
3.5.1 Validación de instrumento .....	19
3.5.2 Confiabilidad de instrumento .....	20
3.5 Procedimientos .....	20
3.6 Método de análisis de datos .....	25
3.7 Aspectos éticos .....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN .....	35
VI. CONCLUSIONES .....	38
VII. RECOMENDACIONES .....	40
REFERENCIAS .....	42
ANEXOS	

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
<b>Cuadro 2.</b>	Validación de expertos	20
<b>Cuadro 3.</b>	Escala de Likert	25

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Distribución de frecuencias aplicación de tecnologías SIG	26
<b>Tabla 2.</b>	Distribución de frecuencias según uso de herramientas georreferenciadas	28
<b>Tabla 3.</b>	Distribución de frecuencias según análisis de datos espaciales	29
<b>Tabla 4.</b>	Distribución de frecuencias prevención de riesgos de incendios forestales	29
<b>Tabla 5.</b>	Correlación de aplicación de tecnologías SIG, mejora significativamente prevención de incendios forestales	31
<b>Tabla 6.</b>	Correlación entre información georreferenciada y prevención de riesgo de incendios forestales	32
<b>Tabla 7.</b>	Correlación entre datos espaciales y prevención de riesgo de incendios forestales	33

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b>	Cobertura de vegetación Distrito de Maranura captura de imagen sistema Gis&Beers 2021.	13
<b>Gráfico 2.</b>	Ubicación Sector Beatriz imagen satelital ESRI - 2022	14
<b>Gráfico 3.</b>	Ubicación Sector Beatriz, imagen satelital google Maps – 2022	14
<b>Gráfico 4.</b>	Ubicación Sector Pintobamba, imagen satelital ESRI – 2022	15
<b>Gráfico 5.</b>	Ubicación Sector Pintobamba Alto, imagen satelital Google Maps – 2022	15
<b>Gráfico 6.</b>	Ubicación Collpani, imagen satelital ESRI - 2022	16
<b>Gráfico 7.</b>	Ubicación Sector Collpani, imagen satelital Google Maps – 2022	16
<b>Gráfico 8.</b>	Flujograma de procesamiento in situ	21
<b>Gráfico 9.</b>	Aplicación de tecnologías SIG	27
<b>Gráfico 10.</b>	Herramientas georreferenciadas	28
<b>Gráfico 11.</b>	Análisis de datos espaciales	29
<b>Gráfico 12.</b>	Prevención de riesgos de incendios forestales	30

## RESUMEN

El presente estudio “Aplicación de Tecnologías S.I.G, para la Prevención de Riesgos de Incendios Forestales, Distrito de Maranura, La Convención – Cusco, 2021”, tiene como objetivo principal determinar si la aplicación de las tecnologías SIG mejora en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura y determinar la relación que existe entre las variables de estudio, aplicación de tecnologías SIG y prevención de incendios forestales. La investigación es de tipo aplicada, con diseño no experimental y un enfoque cuantitativo. Para recabar información requerida y comprobar la hipótesis, se realizó una encuesta a 70 pobladores, correspondiente a 20 preguntas. En relación a los resultados se comprobó las hipótesis, con estadísticas no paramétricas: Rho Spearman, las mismas que demuestran la existencia de una relación entre las dimensiones: aplicación de tecnologías SIG y reducción de riesgo de incendios forestales. Finalmente, se llegó a la conclusión de que la aplicación de tecnologías de información geográfica, información georreferenciada, análisis de datos espaciales y reducción de riesgo de incendios forestales, realizando un plan de sensibilización, tiene un resultado positivo para la reducción de riesgos de incendios forestales del distrito de Maranura.

Palabras claves: Sistemas de Información Geográfica, Georeferenciación, simulación.

## ABSTRACT

The main objective of this study "Application of GIS Technologies, for the Prevention of Forest Fire Risks, Maranura District, La Convention - Cusco, 2021", is to determine if the application of GIS technologies improves the prevention of fire risks. forest, Maranura district and determine the relationship between the study variables, application of GIS technologies and prevention of forest fires. The research is of an applied type, with a non-experimental design and a quantitative approach. To collect the required information and verify the hypothesis, a survey was conducted on 70 residents, corresponding to 20 questions. In relation to the results, the hypotheses were verified, with non-parametric statistics: Rho Spearman, the same ones that demonstrate the existence of a relationship between the dimensions: application of GIS technologies and reduction of risk of forest fires. Finally, it was concluded that the application of geographic information technologies, georeferenced information, spatial data analysis and forest fire risk reduction, carrying out an awareness plan, has a positive result for the reduction of forest fire risks. from the Maranura district.

Keywords: Geographic Information Systems, Georeferencing, simulation.

## I. INTRODUCCIÓN

El fuego fue uno de los instrumentos más preciosos que los humanos aprendieron a dominar en las primeras etapas de la civilización, una fuente de calor y luz, un instrumento para cocinar y calentar. Era un componente tan indispensable de la vida ordinaria. (Chuvieco, 2019, P.5).

Sin embargo, el fuego no solo ha sido una herramienta doméstica, sino un medio poderoso para el desmonte extensivo de tierras. La expansión de la colonización agrícola ha sido comúnmente precedida y seguida por la quema de biomasa. A medida que la huella humana se extendió, la vegetación de la tierra fue moldeada por el fuego, que ahora es un factor crítico para comprender el manejo de los ecosistemas en todo el mundo. (Chuvieco, 2019, p.6).

La opinión pública mundial se centró principalmente en la pandemia internacional de Covid-19, mientras que otros temas urgentes recibieron mucha menor atención. Una de las crisis ambientales, cuya importancia sigue aumentando, se está produciendo en los bosques. Como mostró un estudio de WWF y Boston Consulting Group, donde indica que la cantidad y el alcance de los incendios forestales en casi todos los ecosistemas forestales de la tierra aumentaron un 13 % en comparación con el año anterior, y 2019 ya fue un año récord para los incendios forestales en todo el mundo. Varios factores están contribuyendo a este desarrollo: condiciones climáticas persistentemente más cálidas y secas debido al cambio climático causado por el hombre, cambio en el uso de la tierra hacia la agricultura, manejo forestal deficiente y otros problemas. Cada vez más estudios también reconocen que la pandemia ha provocado y está provocando más y mayores incendios forestales en varios países. (WWF y Boston Consulting Group, 2020, p.1-3).

Los incendios son uno de los principales problemas ambientales que provocan daños económicos y ecológicos nocivos. Maranura es uno de los distritos más afectados por la repetición y el peligro de incendios forestales, durante los años 2001 al año 2020 se tubo pérdida de vegetación por más de 161 ha según fuente de información (Geo Bosques Perú 2021). En el año 2016 se perdieron más de

108 hectáreas de reforestación con plantas frutales, árboles de pino eucalipto y aproximadamente 50 hectáreas de matorrales en los sectores de Beatriz Alta, Pintobamba Alto y Collpani Alto, según (Fuente de información plataforma virtual Municipalidad Distrital de Maranura, 2016). Observando además las características de las formaciones vegetales y topográficas de los sectores de investigación, favorecen gravemente la inflamabilidad y combustibilidad de la vegetación. Ante este problema, es necesario proteger el macizo forestal mediante la cartografía de la zonificación de riesgo de incendios forestales. (Hazards, 2020, p.1).

Las herramientas SIG han optimizado tiempos de los equipos de atención de emergencias de los incendios dado que permiten un monitoreo continuo del evento con sensores infrarrojos instalados en drones para identificar puntos donde se iniciarían futuros incendios. También proporcionan un procesamiento de imágenes de sensores remotos en tiempo real de manera rápida y por medio de los SIG es posible construir modelos climáticos a partir de datos históricos sobre características como velocidad y dirección del viento con el objetivo de predecir el comportamiento de los incendios y su propagación. (Esry, 2021, p.2).

Como tal, se utilizan muchos métodos innovadores para la contención y la lucha contra incendios. Según Document Investigación Scopus; LaVIEW - software de monitoreo de incendios basado en el enfoque AHP de criterios múltiples para detectar la geolocalización de incendios forestales, 2021, este artículo de investigación propone un programa independiente llamado FireLocator creado por LabVIEW que puede detectar en tiempo real la geolocalización y el comportamiento de incendios mediante la superposición de áreas de detección a través de detectores infrarrojos multiespectrales de última generación utilizando transmisores inalámbricos y algoritmos de modelado matemático en una etapa muy temprana con máxima resolución espacial. En este contexto, se analizan cuatro modelos alternativos para las posiciones óptimas de los detectores en el área de control piloto con el método Analytic Hierarchy Process (AHP). Los resultados experimentales demostraron que el estudio alternativo preferido para el programa FireLocator tiene el porcentaje más alto con 38.22% basado en el algoritmo AHP que valida el modelo utilizado en este estudio.

Además, FireLocator superó a otros sistemas de monitoreo de incendios y proporciona una alta resolución espacial (hasta 3m) que ayuda a determinar el comportamiento del fuego y la geolocalización del fuego en un área piloto mínima de 3598,9 metros cuadrados. (Springer Nature B.V.2021).

Justificación teórica, la consideración de los incendios forestales como fenómenos geográficos, pone en manifiesto las aportaciones que la ciencia de la información geográfica puede hacer en el campo de la prevención y lucha contra la reducción de incendios forestales. Ante este grave y constante problema en el Distrito de Maranura en los sectores de Piñalpata se registran incendios forestales que causan daños a la cobertura vegetal según indica (Reporte Preliminar N° 227 INDESI, 2021). “Durante el periodo 2001-2020 se perdieron más de 161 hectáreas de reforestación con plantas frutales, árboles de pino, eucalipto y aproximadamente 50 hectáreas de matorrales en los sectores de Beatriz Alta, Pintobamba Alto y Collpani Alto – Distrito de Maranura, según fuente de información. (Plataforma virtual de la Municipalidad Distrital de Maranura – [www.munimaranura.gob.pe](http://www.munimaranura.gob.pe), 2016).

Justificación metodológica, aplicar SIG para analizar las variables (ecológico, topográficos y humanos) que intervienen en el inicio y propagación de incendios, por un lado y una clasificación de estos parámetros según su sensibilidad al fuego. Esto utiliza datos de teledetección y herramientas SIG. (Biazatti Duarte, 2021, p.13).

Justificación social económica, cuando se trata de atención de emergencias por desastres naturales, el tiempo es un factor determinante, especialmente en los casos de los incendios forestales. Lo anterior es debido a que la propagación de un incendio puede crecer de manera significativa en un lapso de tiempo corto, por lo tanto, tomar acción temprana puede marcar la diferencia en las consecuencias de estos eventos. Pero, sumado al tiempo, otro factor determinante en estos casos es contar con la información requerida para que los equipos especializados puedan tomar acción. ¿Dónde se originó el incendio? ¿Cómo es el comportamiento del fuego en esta zona? ¿Qué puntos específicos tienen tendencia a sufrir estos eventos? Para ello se debe contar con información

en tiempo real para responder preguntas para una atención inmediata, eficiente, optima y adecuada, según artículo publicado - Colombia (Esry 2021, p.1).

Por ende, la ejecución de la presente investigación, cuyo título es: Aplicación de Tecnologías S.I.G, para la Prevención de Riesgos de Incendios Forestales, Distrito de Maranura, La Convención – Cusco, 2021. Pues considere que este es un problema que requiere atención, tanto de las autoridades responsables, como también de los pobladores del Distrito, quienes son los autores principales tanto como causantes en gran mayoría de los incendios forestales y ante ello son afectados posteriormente con dichos incendios. La responsabilidad pasa por encontrar, y contribuir en la medida posible, alternativas que reduzcan los riesgos de producirse un incendio forestal, con la mayor responsabilidad civil y ciudadana, con el propósito de cuidar la salud de todos y proteger ambiente.

También la presente investigación se considera un plan de sensibilización a los pobladores encuestados del Distrito de Maranura, referente a los peligros de las condiciones del territorio que condicionen riesgos de incendios forestales y la importancia de uso de los sistemas de información geográfica. (CENEPRED, 2018).

En relación al problema general: ¿Cómo la aplicación de las tecnologías S.I.G. incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021?. Se plantea el problema específico 1: ¿De qué manera la información georreferenciada incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021?. De igual forma se tiene el problema específico 2: ¿En qué medida el análisis de datos espaciales incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021?

Con respecto al objetivo general: Determinar si la aplicación de las tecnologías S.I.G. mejora en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021. Objetivo específico 1: Analizar si la información georreferenciada incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021. Objetivo

específico 2: Evaluar si el análisis de datos espaciales incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021.

Se considera la hipótesis general: La aplicación de las tecnologías S.I.G. mejora significativamente en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021. Hipótesis específica 1: La información georreferenciada incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021. Hipótesis específica 2: El análisis de datos espaciales incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

(Talbi, Bnabdeli, Haddouche, 2018, p.1) según artículo de revista “Cartografía de las zonas de riesgo de incendios forestales en el municipio de Doui Thabet, Saida, Argelia 2018”. Concluye “La implementación de un enfoque metodológico para el manejo de áreas de riesgo, se utiliza un modelo que integra SIG y teledetección. Se basa en la evaluación de varios parámetros que inciden en el inicio y propagación de un incendio, estos son la vegetación, la topografía y los factores antropogénicos.”

(Olavi Kolstela, 2020, p.2) Según tesis de Maestría de la Universidad de Finlandia Oriental “Modelización de la propagación de un incendio forestal en Finlandia” El fin del proyecto se basa en la Predicción de Propagación de Incendios Forestales y el informe sobre modelos de propagación de incendios forestales elaborado a tal efecto. En este informe se identificó programas operativos de uso gratuito para modelar la propagación de incendios forestales, requisitos para los datos y los requisitos de TI que se utilizaron. Los diferentes programas que modelan la propagación del fuego tienen diferentes principios operativos. En su forma más simple, los modelos pueden calcular la propagación del fuego de una celda a otra en función de la combustión de una celda adyacente, en su forma más compleja, los modelos requieren supercomputadoras para calcular la propagación del fuego y diversos aspectos de la física, como la transferencia de energía y el modelado 3D de masas de aire. Los sistemas para uso operativo requieren velocidad y precisión. Los modelos más precisos para la investigación, por otro lado, favorecen la precisión de los resultados sobre la velocidad. Las suposiciones en estos modelos pueden ser la forma utilizada para calcular la propagación del fuego (círculo, elipse), la probabilidad de ignición, la probabilidad de un incendio frontal u otros factores computacionalmente pesados.

“Modelado Espacial y Probabilidad de Ocurrencia de Incendios en un área Protegida del Occidente de México” presento el estudio en México, con el objetivo de desarrollar un modelo espacial para determinar la influencia de

variables socioeconómicas y ambientales en la probabilidad de incendio en un área protegida. Se utilizó información de teledetección y datos de campo de puntos calientes de incendios de 2012 a 2018 para modelar la susceptibilidad de la cubierta forestal a los incendios forestales en función de un conjunto de variables socioeconómicas y de paisaje en el software Dinámica EGO. Se constituye y evalúa un mapa de probabilidad de ocurrencia de incendios (AUC=0.88) y se estima que 20 970.90 ha de bosque en el área son propensas a incendios forestales. La cantidad de la población, las vías de comunicación y la agricultura fueron las variables con mayor peso de evidencia. (Sahagun-Sanchez, Mendez Garcia, 2022, p.1).

Los incendios forestales son una amenaza permanente en las áreas de interfaz urbano-forestal y causan daños ambientales considerables, especialmente en áreas protegidas. Una forma eficiente de ayudar a la toma de decisiones para evitar el aumento de los incendios forestales es la evaluación de riesgos mediante sistemas de información geográfica. Tiene como finalidad evaluar el riesgo de incendios forestales del Municipio de Bodoquena – Brasil, utilizando datos de teledetección y técnicas de análisis espacial para elaborar mapas de probabilidad de incendio basados en cálculos de distancia. (Bacani, Matheus, 2016, p.1).

(Natural Hazard, 2020) “Contribución de la teledetección y SIG al mapeo del incendio riesgo de bosque mediterráneo caso de macizo forestal de Tlemcen Noreste de Argelia” según este estudio manifiesta sobre los datos y metodología aplicada, los incrementos de incendios forestales conllevan a mapear el riesgo de incendios forestales aplicando un índice que se encuentra en la literatura científica. Este es el índice más adecuado a la naturaleza del área de estudio y se tuvo en cuenta la disponibilidad de datos. Este modelo se basa en la patria de la clasificación y el tratamiento de los parámetros según la sensibilidad al fuego forestal. Interviniendo en dos factores principales en la evaluación del riesgo de incendio forestal, a saber, factores naturales (densidad de biomasa vegetal, geomorfología) y factores humanos (proximidad a infraestructura vial y urbanización). Los principales factores geomorfológicos que se tienen en cuenta son la pendiente, el aspecto y la elevación (Rajendran et al. 2018). El factor

antropogénico incluye la distribución espacial de las infraestructuras humanas como las carreteras y la urbanización (Rajendran et al. 2018; Jafarzadeh et al. 2017). La metodología requiere el uso de diferentes datos espaciales como: Una imagen satelital de los sensores Sentinel 2A. Esta imagen facilita la delimitación de áreas forestales, particularmente en ausencia de áreas herbáceas durante el período de sequía de junio a octubre. Esta propuesta se desarrolló un color compuesto de los tres canales (infrarrojo cercano B8, rojo B4 y verde B3) porque la cubierta vegetal tiene buena reflectancia en el infrarrojo cercano y las superficies mineralizadas tienen buena reflectancia en el rojo. canal. La imagen utilizada ayuda a mapear la densidad de biomasa vegetal, vial y urbana. (Natural Hazard, 2020, p.811-831).

Según el artículo de investigación Brasil, sobre evaluación de sitios potenciales para la instalación de torres de observación para la prevención de incendios, manifiesta sobre la alta incidencia de incendios observada en las unidades de conservación que convierte en este evento en una amenaza para la protección ambiental. Este artículo presenta el mapeo de áreas susceptibles a incendios forestales y la identificación de ubicaciones potenciales para la instalación de torres de vigilancia de incendios forestales Brasil Parque estatales Altamirano de Moura Pacheco, utilizando SIG. Considerando el mapa de riesgo de incendio final se obtuvo los siguientes factores: ángulo de pendiente, temperatura, humedad y exposición a vientos para la determinación de las ubicaciones potenciales para las torres de observación de incendios. (Moreira, Augusto, Mendes, 2020, p.1).

Según publicación de revista de Ecología de Argelia 2020, sobre “SIG, prevención de Incendios Forestales y Matriz de Riesgo en el Bosque Nacional de Khoudida, Sidi Bel Abbes, Argelia”, manifiesta que los incendios forestales en Argelia arrasan una media de más de 32.000 hectáreas anuales a pesar del plan de prevención y control puesto en marcha. Son el factor más dañino de la degradación del bosque y pesan mucho sobre el medio ambiente y la economía local. Los métodos convencionales para la prevención y el control de incendios requieren mucho tiempo y no siempre son confiables en vista de la complejidad y diversidad de los ecosistemas forestales. La idea principal detrás de este

estudio es utilizar el SIG y la teledetección para el desarrollo de un mapa de riesgo de incendios del Bosque Estatal de Khoudida (Argelia). El enfoque adoptado involucra tres parámetros que controlan el comportamiento del fuego, que son: la morfología de la parte superior del campo, la combustibilidad de la cubierta vegetal y los peligros. Para cada factor se evaluó su correlación con el riesgo; la combinación de la pendiente. (Mayssara El Bouhissi, Salah Eddine, 2020).

En el Artículo de investigación de Brasil: “Aplicación de SIG para Desarrollar un Modelo de Riesgo de Incendios Forestales”, un mapa de riesgo de incendios forestales es un elemento básico para la planificación y protección de los espacios forestales. El objetivo principal de este estudio fue desarrollar un modelo estadístico para la elaboración de un mapa de riesgo de incendios forestales utilizando SIG. Dicho modelo se basa en la asignación de pesos a nueve variables divididas en dos clases: factores físicos del sitio (pendiente del terreno, uso/ocupación del suelo, proximidad a caminos, orientación del terreno y altitud) y factores climáticos: precipitación, temperatura, déficit hídrico y evapotranspiración. En regiones donde el clima es diferente a las condiciones de este estudio, el modelo requerirá un ajuste de los pesos de las variables según el clima local. El área de estudio, Estado de Espírito Santo, presentó aproximadamente 3,81% riesgo bajo, 21,18% riesgo moderado, 30,10% riesgo alto, 41,50% riesgo muy alto y 3,40% riesgo extremo de incendio forestal. Las zonas clasificadas como de alto riesgo, muy alto y extremo, contemplaron un total de 78,92% de focos de calor. (Coelho Fernando Eugenio, Santos Alexandre Rosa, Brasil 2016).

Según el artículo de investigación sobre “Mapeo de la susceptibilidad a incendios forestales a través de técnicas de análisis de decisiones de criterios múltiples para Mugla, Turquía” se determina que las áreas forestales ubicadas en todas las regiones geográficas de Turquía están bajo riesgo de incendio. Por lo tanto, se concluye que las estrategias de prevención de incendios son necesarias para preservar estos bosques y minimizar los daños mediante la determinación de la distribución espacial de los incendios. La evaluación de riesgos es el elemento básico para la planificación y formulación de estrategias. En los últimos años, las

técnicas de toma de decisiones multicriterio (MCDM) basadas en SIG se han utilizado a menudo para la evaluación de riesgos de peligros naturales como los incendios. Hay algunos estudios que utilizan métodos MCDM basados en SIG para evaluar el riesgo (evaluación de vulnerabilidad, mapeo de riesgos, peligros naturales relacionados con el clima, como incendios, etc.) (Sari Fatih, 2020).

Se plantea la evaluación de un modelo probabilístico de propagación de incendios forestales utilizando celulares aplicados a pequeñas áreas, este modelo de propagación del fuego puede ayudar en la planificación de la lucha, e incluso en la prevención de los incendios, sería de gran beneficio para el municipio y para el cuerpo de bomberos. El objetivo de este estudio de incendios en la zona y la parametrización y evaluación de un modelo probabilístico de propagación de fuego, basado en la metodología de autómatas celulares. La caracterización se basa en el uso de herramientas de teledetección y datos meteorológicos, y la parametrización del modelo utilizado datos de un incendio con área afectada bien mapeada y punto de ignición conocido, procediendo a ajustar el modelo aplicando el algoritmo meta-heurístico firefly swarm. La efectividad del modelo se probó posteriormente con dos eventos de incendio diferentes, ambos con área afectada bien mapeado, pero con punto de ignición desconocido. El modelo fue capaz de representar hasta un 75% de la superficie real afectada por el fuego, y algunos parámetros se consideraron satisfactorios, como la probabilidad elemental de sostenibilidad y de ignición de fuego. Sin embargo, los estudios indican que existen la necesidad de un mayor refinamiento en los datos de humedad y punto de ignición de los incendios” (Santos, Ramos Turci, Maduro Almeida, 2019, p.11).

En la ciudad de Iberia a lo largo de la carretera Interoceánica que se ha convertido en un foco de deforestación en la región de Madre de Dios. Los incendios que ahora arden en la Amazonia, particularmente en Brasil y Bolivia, se han convertido en titulares de noticias. Sin embargo, existe poca información sobre el impacto en la propia selva amazónica, ya que muchos de los incendios detectados se originan en o cerca de tierras agrícolas. Ante ello se presenta una serie de imágenes satelitales que muestran cómo se ven los incendios en cada

hotspot y como están impactando los bosques amazónicos. (SIG y Tecnología para la Conservación – ACCA, 2018. P.1).

Riesgo de incendios forestales en Perú, Provincia de Satipo Junín informa que el uso de los SIG, están ascendiendo con mayor especialización en software y hardware. Los Sistemas de Información Geográfica han llegado a ser una valiosa herramienta para varios temas de la ciencia forestal. Las aplicaciones de los SIG en el campo forestal son los incendios forestales, donde se puede establecer una base de datos para una mejor toma de decisiones durante el desarrollo de incendios, y también para su predicción, simulación. Universidad del Centro del Perú (Malpartida Mauricio, 2016, p.26.).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Tipo aplicada, porque se busca una solución fundamentada a un problema que ha sido identificado. (Ander Ezequiel- Egg Hernández,2019).

Diseño no experimental de corte transversal - descriptivo correlacional, porque no se manipulan deliberadamente las variables estudiadas, se recopila datos en un único momento, la forma de proceder es evidenciar los fenómenos a analizar, de la misma manera como se presenta en su realidad natural. (Ñaupas et, 2018).

Es cuantitativo, porque los estudios implican recopilación de información que se representa en forma numérica. Además, comienza con la validación de hipótesis a través del estudio de una muestra que permite la generalización de los resultados. (Francesca Fiore, 2016).

#### **3.2. Variables y Operacionalización :**

##### **3.2.1 La variable independiente**

Aplicación de tecnologías S.I.G

Dimensiones de la variable independiente

- Información georreferenciada
- Análisis de datos espaciales

##### **3.2.2 La variable dependiente**

Prevención de riesgos de incendios forestales

Dimensiones de la variable dependiente

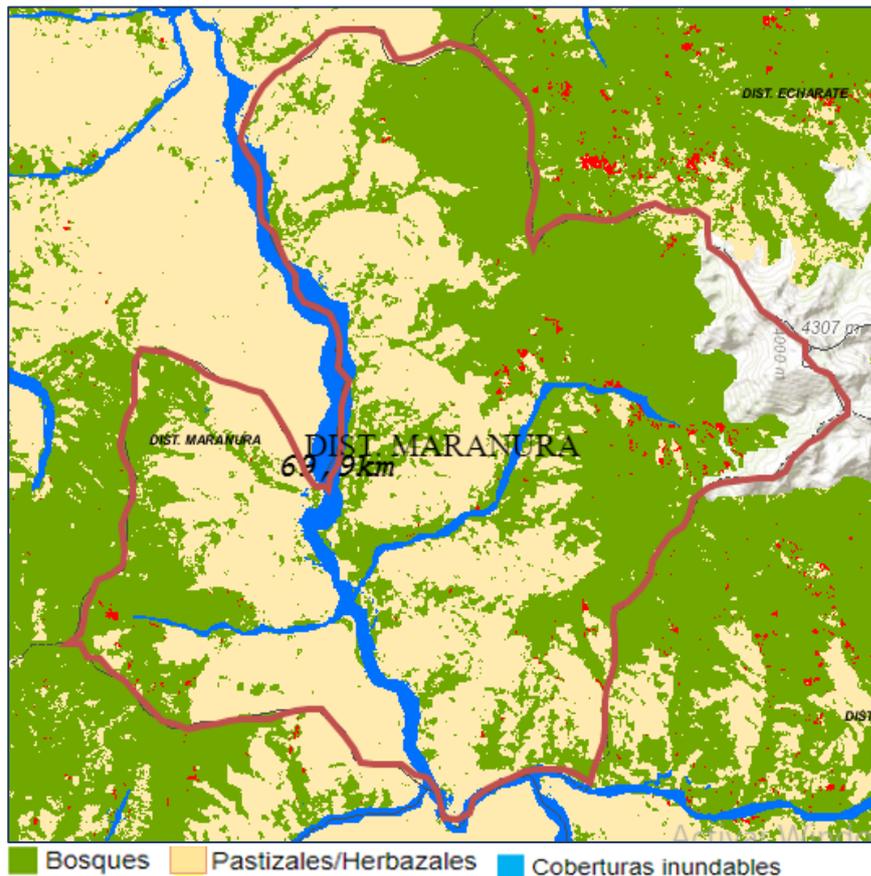
- Cambios climatológicos
- Acción antropogénica

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### i. Población

La población está integrada por 6,642 habitantes en los diferentes sectores del Distrito de Marañura. Habiéndose seleccionado los sectores de Beatriz con 20 viviendas, Pintobamba con 17 viviendas y Collpani con 50 viviendas, con el total de 242 habitantes. La superficie total que abarca el distrito es de 150.3 km<sup>2</sup>. (Fuente de información Municipalidad Distrital de Marañura-2017)

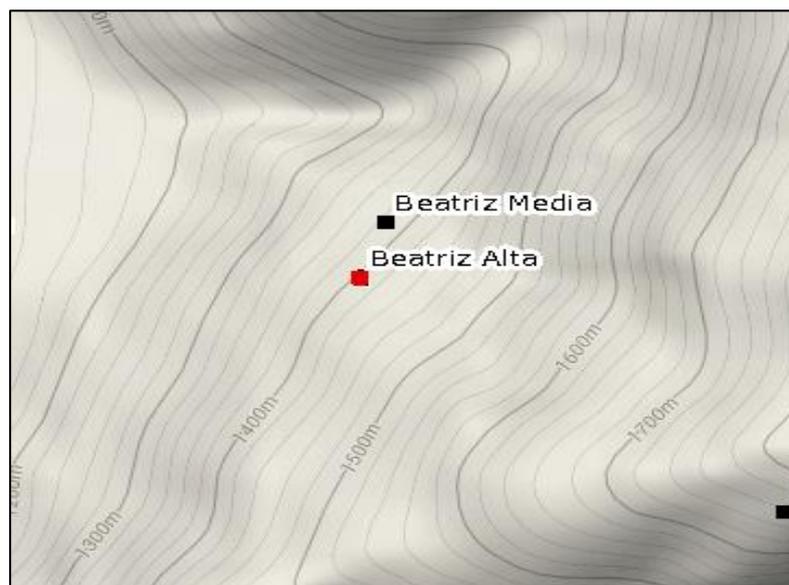
**Gráfico N° 01** Cobertura de vegetación Distrito de Marañura Captura de imagen sistema Gis&Beers 2021.



**Gráfico N° 02** Ubicación Sector Beatriz imagen satelital ESRI - 2022



**Gráfico N° 03** Ubicación Sector Beatriz, imagen satelital google Maps - 2022



**Gráfico N° 04** Ubicación Sector Pintobamba, imagen satelital ESRI - 2022



**Gráfico N° 05** Ubicación Sector Pintobamba Alto, imagen satelital  
Google Maps - 2022



**Gráfico N° 06** Ubicación Collpani, imagen satelital ESRI - 2022



**Gráfico N° 07** Ubicación Sector Collpani, imagen satelital Google Maps - 2022



**ii. Muestra**

La muestra es un conjunto de unidades estadísticas extraídas de una población. A través de la muestra es posible estimar, dentro de ciertos límites de error, las propiedades de toda la población. (Pertichetti Maurizio, 2019).

La muestra de la presente investigación fue aplicada en los sectores de Beatriz, Pintobamba y Collpani con un total de 87 viviendas y una población total de 242 habitantes.

Para determinar la muestra poblacional, se aplicó la siguiente fórmula. (Hernandez-Sampieri,1998 p.2010-2011).

$$n = \frac{N * (Z)^2 * p * q}{(E)^2 * (N - 1) + (Z)^2 * p * q}$$

Donde:

n = tamaño de muestras.

N = población.

Z = nivel de confianza del 95 % = 1,96.

E = error de muestra del 5 %.

p = evento favorable (0,07).

q = evento no favorable (0,93).|

$$n = \frac{242 * (1,96)^2 * 0.07 * 0.93}{(0.05)^2 * (242 - 1) + (1.96)^2 * 0.07 * 0.93}$$

$$n = 70$$

### iii. Muestreo

El muestreo es de tipo probabilístico, esta técnica de muestreo permite saber la probabilidad que tiene cada integrante de la población a ser incluido en una selección al azar, según T Otzen 217, p.1.

Es muestreo aleatorio simple, donde los miembros de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.

### iv. Unidad de Análisis

La unidad de análisis está definida dependiendo al planteamiento inicial de la investigación, donde van a ser medidos, los objetivos de la investigación y el problema a investigar. (Toledo Díaz de León, 2020, p.9).

Su unidad de análisis es el "quién" o "qué" que está analizando para su estudio, también puede ser un estudiante individual, un grupo o incluso un programa completo. (Artículo de Investigación ComoZed, 2020 p.2).

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La técnica utilizada en el presente estudio son las encuestas, esta herramienta, debe volver al principio y pensar: ¿cuál es el problema en cuestión? A partir de ahí, se desarrolló las preguntas que forman parte del cuestionario. ficha de encuestas. Anexos iv. (Machado Bandeira Lydio, 2020, p.1).

En este caso, se empleó un cuestionario de 20 preguntas para los 70 pobladores.

Equipos e instrumentos se han utilizado son los siguientes:

Equipos digitales: cámara fotográfica, teléfono móvil.

Instrumentos y herramientas: programas y software, programa estadístico SPSS, programa Excel, sistema Gis&Beers, Imágenes ESRI, google Maps, programa simulación de incendios SIMUN-PhyFire.

**Cuadro N° 01** *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*

TÉCNICA	PROCEDIMIENTO	INSTRUMENTO
Encuesta pre de la utilidad de Aplicación de tecnologías SIG.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizó encuestas respecto a las variables dependientes: incendios forestales.</li> <li>- Aplicación de Tecnologías SIG, Herramientas Georreferenciadas, Análisis de datos espaciales.</li> </ul>	Encuestas

Capacitación	Se realizó una capacitación respecto a las variables independiente: Aplicación de Tecnologías SIG, Herramientas Georreferenciadas, Análisis de datos espaciales.	Planificador de capacitaciones
Encuesta post de la aplicación de SIG	Se efectuó nuevamente las encuestas a los pobladores, para determinar con el conocimiento brindado si es útil conocer las zonas de riesgo, predicción de incendios forestales y factores condicionantes del terreno, con uso de SIG para la prevención de incendios.	Encuestas

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.5. Validez y confiabilidad**

#### **3.5.1. Validación de instrumento**

La validación es el grado en que los resultados son veraces. Por lo que se requiere de un instrumento de investigación para medir correctamente los conceptos objeto de estudio de investigación según indica estudio de la Universidad Spiru Haret. (Mohajan, Hradhan, 2017, p.14)

A continuación, se detalla la lista de expertos que validaran los instrumentos.

### **Cuadro N° 02 Validación de expertos**

Experto	Especialidad / Grado	Apreciación
Ing. Milton Túllume Chavesta	Ingeniero forestal / Doctor	Aplicable
Ing. Sergio Ronald Soto Sánchez	Ingeniero Forestal / Magister	Aplicable
Ing. José Manuel Escobar Mesco	Ingeniero Agrónomo / Magister	Aplicable

#### **3.5.2. Confiabilidad de Instrumento**

La confiabilidad se realizó por el método de alfa de cronbach, tomando 10 criterios obteniendo el siguiente resultado: criterio de expertos para ficha de recolección de datos con un coeficiente de confiabilidad de 0.87 y criterio de expertos para encuestas con un resultado de 0.83 cuyos valores indican que son aceptables.

$$\alpha = \left[ \frac{K}{K - 1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Dónde:

$\alpha$  = Coeficiente de confiabilidad

$k$  = Número de ítems del instrumento.

$S_i$  = Sumatoria de las varianzas de los ítems.

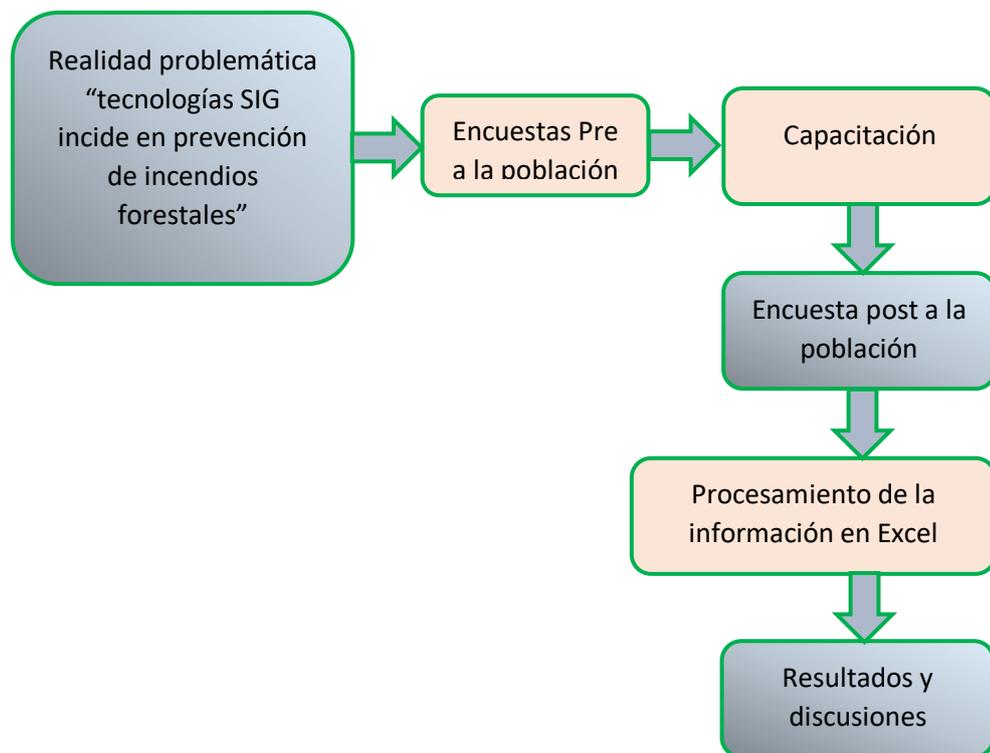
$S_t^2$  = Varianza total del instrumento.

#### **3.6. Procedimientos**

Es la manera de recopilación de datos, su procesamiento y control de las variables, y la gestión ante instituciones requeridas para la ejecución de la presente investigación.

Previa a la encuesta se realizó una capacitación sobre los peligros de las condiciones de territorio que son factores de riesgo de incendios forestales. Posterior se realizó las encuestas de acuerdo a la realidad problemática en torno al uso de tecnologías SIG si inciden en la

reducción de riesgos de incendios forestales del Distrito de Maranura, luego se hizo algunas entrevistas a los pobladores, tal como se observa en la siguiente imagen: referente a los peligros de las condiciones del territorio que condicionen riesgos de incendios forestales y la importancia de uso de los sistemas de información geográfica

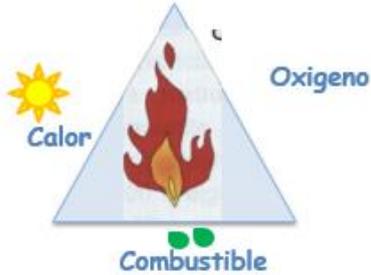


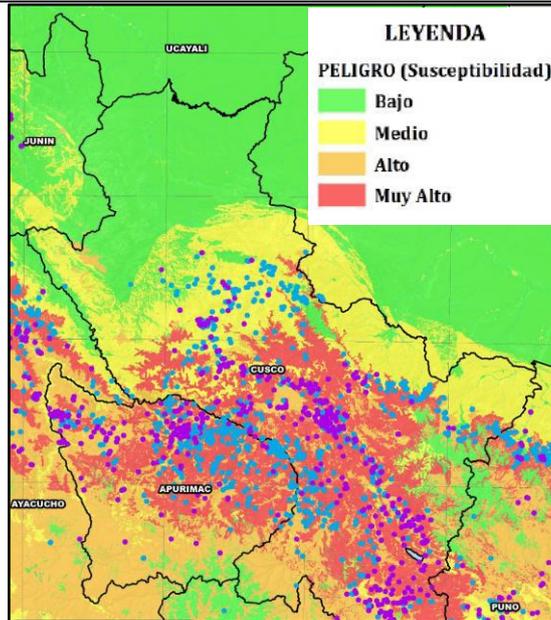
**Gráfico 8.** *Flujograma de procesamiento in situ*

### **Encuesta Pre**

Se efectuó la encuesta a 70 pobladores, de los sectores de Beatriz, Collpani y Pintobamba, respecto a las variables de la presente investigación: aplicación de tecnologías SIG e incendios forestales. (Ver Anexo N° 5).

## Capacitación

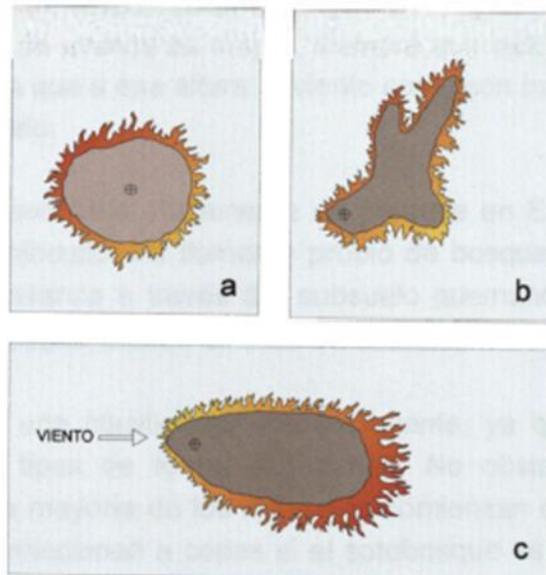
Tecnologías Sistemas de Información Geográfica	
<b>Objetivo:</b>	Brindar información del uso de las tecnologías de SIG
<b>Capacidad:</b>	Concientización de vulnerabilidad de zonas de riesgo y reducción incendios forestales.
<b>Descripción del Procedimiento</b>	<p>El fuego es el resultado del proceso físico-químico de la combustión, y se produce cuando coinciden el espacio y el tiempo. Los tres componentes llamado “triángulo del fuego”: que se muestran a continuación:</p>  <p>Los SIG para la identificación de zonas de riesgo de incendios y su creación de mapas.</p> <p>Según CENEPRED, Cusco a nivel nacional es el Departamento con más números de incendios forestales reportados entre los años 2002 a 2017, con 855 número de casos de incendios forestales, incluyéndose el Distrito de Maranura. (CENEPRED, 2017).</p> <p><i>Mapa de ocurrencia de incendios en zonas de peligro</i></p>



*Fuente: CENEPRED*

Los factores que influyen en los incendios son la topografía, la pendiente, exposición y el relieve. Por otro lado, la velocidad de propagación aumenta con la pendiente, si el fuego se propaga ladera arriba, la inclinación del terreno favorece la desecación de la vegetación ya que las llamas están más próximas. La formación de corrientes desecantes y de convección hacen que aumente la velocidad del viento y con ello el avance del fuego. La velocidad se duplica en una pendiente del 10 % y se cuadruplica en una del 20 %. Por otro lado, cuando la condición de la topografía del terreno es ladera abajo el avance es más lento.

El incendio está estrechamente vinculada a las características topográficas, meteorológicas locales y la cubierta vegetal.



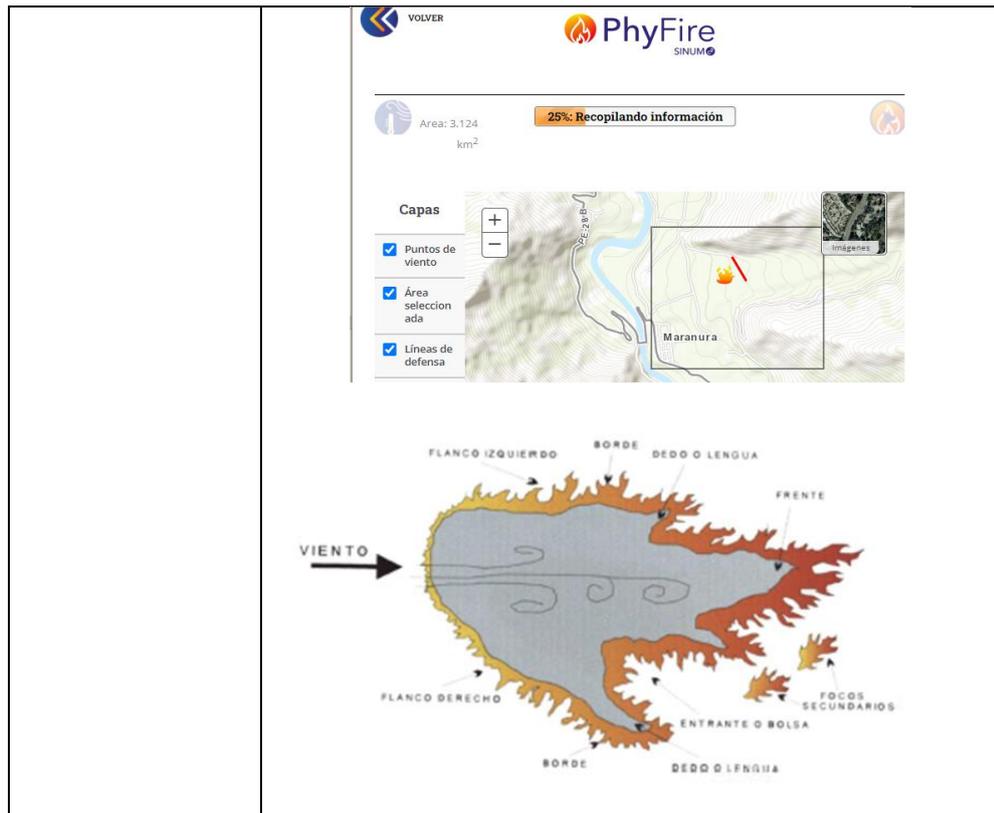
a) Circular: Corresponde a terrenos planos, con poco viento y combustibles homogéneos.

b) Irregular: Se produce sobre terrenos con pendiente, vientos irregulares y presencia de combustibles heterogéneos.

c) Elíptico: Presenta características similares al anterior, pero con un viento de dirección constante.

Análisis del comportamiento previsible del fuego mediante la aplicación de técnicas específicas de simulación de incendios.

Modelo físico simplificado PhyFire, que está integrada en un sistema de información geográfica (SIG), se puede usar en todo el territorio nacional y es accesible para cualquier usuario de internet: [sinumcc.usal.es](http://sinumcc.usal.es), que sería útil porque predice su evolución y permite visualizarla en 3D.



### 3.7. Método de análisis de datos

Este sirve de base para sacar conclusiones sobre los hechos y, a partir de ahí, probar o refutar suposiciones e hipótesis sobre los mismos. Blog (Five Acts, 2021).

En este caso se aplica el método de encuestas, en las que se busca recoger respuestas los problemas e hipótesis de la investigación.

En general, los cuestionarios para esta investigación se basan en la escala de Likert, lo que facilita el estudio posterior al permitir traducir numéricamente las respuestas.

**Cuadro N° 03** Escala de Likert, blog (mdirector, 2020).

1	2	3	4	5
indiferente	regular	bueno	Muy bueno	excelente

### **3.8. Aspectos éticos**

La presente tesis es verídico y confidencial, porque puesto que tiene la aceptación por personas que han intervenido en el proceso de realización y la confiabilidad de expertos profesionales en el ámbito de la docencia universitaria que son afines a las carreras ciencias naturales y el ambiente.

Para la presente pesquisa fue autorizada por la Municipalidad Distrital de Maranura para desarrollar encuestas los sectores más afectados por los incendios forestales. En cuanto a los resultados obtenidos no estas no han sido manipulados ni alterados de ninguna manera. Finalmente, los autores y sus pesquisas, que amparan la parte teórica en este presente estudio.

#### IV. RESULTADOS

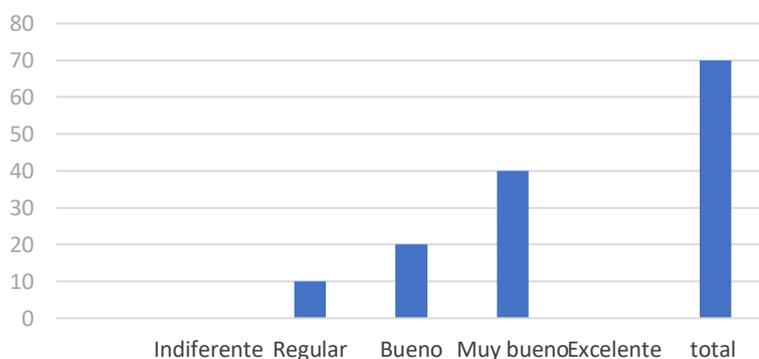
### ENCUESTA SOBRE APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS S.I.G, INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA, ANÁLISIS DE DATOS ESPACIALES, PREVENCIÓN DE RIESGOS DE INCENDIOS FORESTALES, DEL DISTRITO DE MARANURA.

La encuesta se desarrolló de acuerdo a la muestra establecida para la presente investigación, integrado por 70 pobladores del distrito de Maranura. Seguidamente, se muestra las tablas de la distribución de frecuencias según la aplicación de tecnologías SIG, herramientas georreferenciadas, análisis de datos espaciales, prevención de riesgos de incendios forestales del distrito de Maranura.

**Tabla 1.** *Distribución de frecuencias según aplicación de tecnologías SIG información obtenida de encuesta.*

<i>Escala</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje válido</i>	<i>Porcentaje acumulado</i>
<i>Indiferente</i>	0	0	0	0
<i>Regular</i>	10	14	14	14
<i>Bueno</i>	20	29	29	29
<i>Muy bueno</i>	40	57	57	57
<i>Excelente</i>	0	0	0	0
<i>Total</i>	70	100 %	100 %	100 %

**Distribución de de frecuencia según  
Aplicación de Tecnologías SIG**



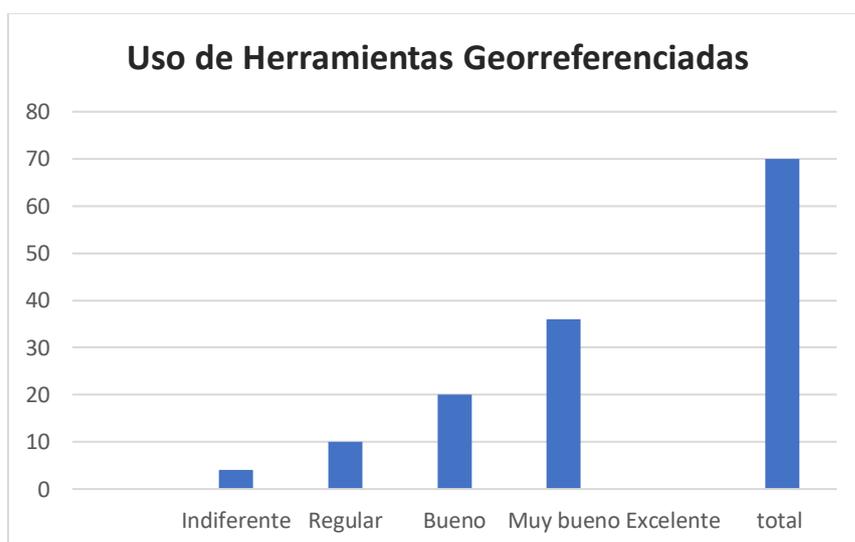
**Gráfico N° 09.** *Referente a Aplicación de tecnologías SIG*

**Interpretación:** De acuerdo a la aplicación de encuestas, se obtuvo que el 57% opina que la aplicación de tecnologías SIG es muy buena, el 29 % considera que es bueno y el 14 % cree que la aplicación de tecnologías SIG es regular y el 0.00% manifiesta indiferencia.

**Tabla 2.** Distribución de frecuencias según uso de herramientas georreferenciadas.

Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Indiferente	4	6	6	6
Regular	10	14	14	14
Bueno	20	29	29	29
Muy bueno	36	51	51	51
Excelente	0	0	0	0
Total	70	100 %	100 %	100 %

**Fuente:** Datos obtenidos de la encuesta

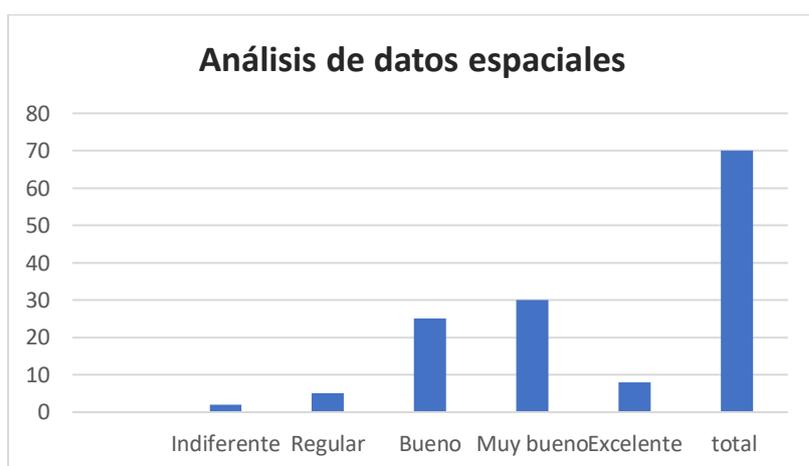


**Gráfico N° 10.** Referente a Herramientas Georreferenciadas

**Interpretación:** Se obtuvo que el 51% considera que el uso de herramientas georreferenciadas es muy bueno, el 29 % refiere que es bueno, el 14 % manifiesta que es regular y el 6 % es indiferente.

**Tabla 3.** Distribución de frecuencias según análisis de datos espaciales

Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Indiferente	2	3	3	3
Regular	5	7	7	7
Bueno	25	36	36	36
Muy bueno	30	43	43	43
Excelente	8	11	11	11
Total	70	100 %	100 %	100 %

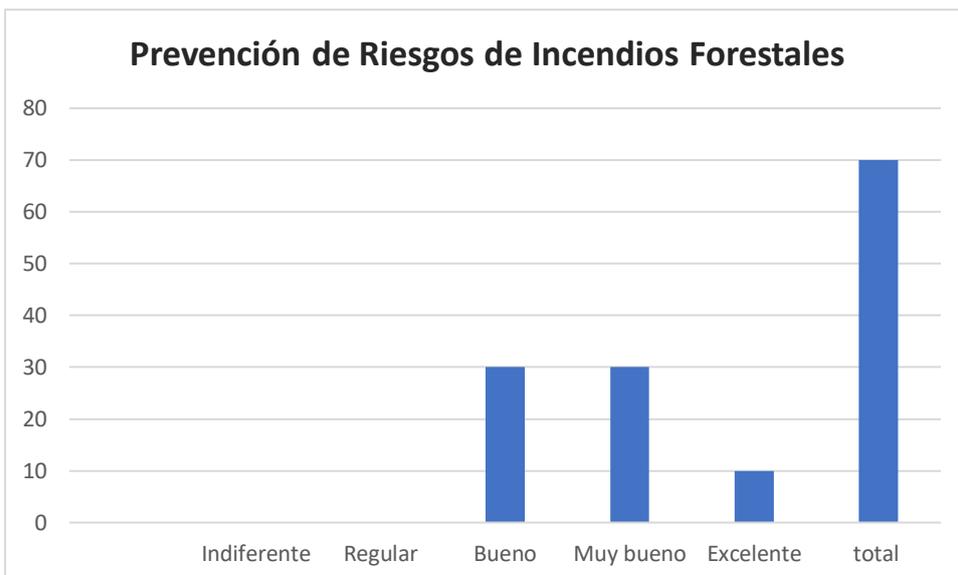


**Gráfico N° 11.** Referente análisis de datos espaciales

**Interpretación:** Se obtuvo que el 11% afirman que el análisis de datos espaciales es excelente, un 43% considera que es muy bueno, 36% refieren que es bueno, un 7 % menciona que es regular y un 3% manifiestan indiferencia.

**Tabla 4.** Distribución de frecuencias prevención de riesgos de incendios forestales

Escala	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Indiferente	0	0	0	0
Regular	0	0	0	0
Bueno	30	43	43	43
Muy bueno	30	43	43	43
Excelente	10	14	14	14
Total	70	100 %	100 %	100 %



**Gráfico N° 12.** Referente riesgos de incendios forestales

**Interpretación:** Se obtuvo un resultado donde el 14% afirman que la prevención de incendios forestales es excelente, un 43% considera que es muy bueno, 43% refieren que es bueno.

## **ENCUESTA PARA DETERMINAR LA CORRELACIÓN ENTRE APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS S.I.G, INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA, ANÁLISIS DE DATOS ESPACIALES, Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE INCENDIOS FORESTALES DEL DISTRITO DE MARANURA.**

En esta encuesta se consideró la muestra obtenida para la investigación con un total de 70 pobladores.

### **Prueba de hipótesis general:**

La aplicación de las tecnologías S.I.G. mejora significativamente en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021.

#### **I. Establecer el nivel de confianza:**

Para la confiabilidad del 95%, se considera un nivel de significancia de 0.05

## II. Elección de la prueba estadística:

Para la validación de la hipótesis se aplicará el estadístico no paramétrico Rho de Spearman.

### I. Resultado estadístico:

**Tabla 5.** Correlación de Aplicación de tecnologías SIG, mejora significativamente prevención de incendios forestales.

Correlación de variables			Aplicación de Tecnologías SIG	Mejora significativa en prevención de incendios forestales
Rho Spearman	Aplicación de Tecnologías SIG	Coeficiente de correlación	1,000	,676**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	70	70
Mejora significativamente prevención de incendios forestales		Coeficiente de correlación	,676**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	70	70

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

### Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos en el gráfico N° 5 comprobamos que, entre la aplicación de tecnologías SIG y la mejora significativa en prevención de incendios forestales, existe una relación directa y positiva al obtener un valor de 0.67; es decir con la aplicación de tecnologías SIG mejora en la prevención de incendios forestales. Así mismo, comprobamos que existe una relación alta de 67.6% entre ambas variables.

Por otro lado, al obtener un valor de sigma de  $p=0.000$  y es menor de 0.05; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, demostrando efectivamente que la aplicación de tecnologías SIG, si influye significativamente en la mejora de prevención de incendios forestales en el Distrito de Maranura.

## HIPÓTESIS ESPECÍFICA -01

La información georreferenciada **incide** en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021.

**Tabla 6.** *Correlación entre información georreferenciada y prevención de riesgo de incendios forestales.*

	Información georreferenciada	Prevencción de riesgo de incendios forestales
Rho de Spearman	Información georreferenciada	Prevencción de riesgo de incendios forestales
	Coeficiente de correlación	Coeficiente de correlación
	Sig. (bilateral)	Sig. (bilateral)
	N	N
	1,000	,821**
	.	,000
	70	70
	Prevencción de riesgo de incendios forestales	Información georreferenciada
	Coeficiente de correlación	Coeficiente de correlación
	Sig. (bilateral)	Sig. (bilateral)
	N	N
	,821**	1,000
	,000	.
	70	70

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

### Interpretación:

Según los resultados obtenidos en la tabla N° 6 comprobamos que, entre la información georreferenciada y la prevención de riesgo de incendios forestales, existe una relación directa y positiva al obtener un valor de 0.82; es decir con la aplicación de tecnologías SIG mejora en la prevención de incendios forestales. Así mismo, comprobamos que existe una relación alta de 82.1% entre ambas variables.

Por otro lado, al obtener un valor de sig.=0.000 y es menor a  $\alpha=0.05$ ; se rechaza la  $h_0$  y se acepta la alterna, demostrando efectivamente que el uso de información georreferenciada, si incide en la prevención de riesgo de incendios forestales en el Distrito de Maranura.

## HIPÓTESIS ESPECÍFICO – 02

El análisis de datos espaciales incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021

**Tabla 7.** *Correlación entre datos espaciales y prevención de riesgo de incendios forestales*

	Datos espaciales		Datos espaciales	Prevención de riesgo de incendios forestales
Rho de Spearman		Coeficiente de correlación	1,000	,530**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	70	70
	Prevención de riesgo de incendios forestales	Coeficiente de correlación	,530**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	70	70

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

### Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos en el gráfico N° 7 comprobamos que, entre los datos espaciales y la prevención de riesgo de incendios forestales, existe una relación directa y positiva al obtener un valor de 0.53; es decir con el uso de datos espaciales incide en la prevención de incendios forestales. Así mismo, comprobamos que existe una relación alta de 53% entre ambas variables.

Por otro lado, al obtener un valor de sigma de  $p=0.000$  y es menor de 0.05; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, demostrando efectivamente que el uso de datos espaciales, si incide en la prevención de riesgo de incendios forestales en el Distrito de Maranura.

## V. DISCUSIÓN

En la presente pesquisa concerniente con la aplicación de tecnologías SIG y la reducción de riesgo de incendios forestales. Según el trabajo realizado, la identificación de zonas de riesgo, predicción de incendios y un plan de concientización incide en la disminución de riesgos de incendios forestales.

De acuerdo a la hipótesis general, en la presente investigación se determinó que la aplicación de las tecnologías SIG, mejora significativamente en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, de acuerdo al estadístico Rho de Spearman, tiene una correlación al obtener un valor de 0.67; es decir con la aplicación de tecnologías SIG mejora en la prevención de incendios forestales.

De acuerdo a CENEPRED - Perú, 2018, la aplicación de tecnologías SIG en la identificación de mapas de peligro como referente para los gobiernos locales y regionales, mejora significativamente la prevención de los incendios forestales, en relación al conocimiento brindado, para así planificar y ejecutar las acciones inmediatas a los procesos de gestión de riesgo, concluyéndose que los SIG inciden en la minimización de riesgos de incendios, obteniendo un resultado positivo.

De acuerdo a la tesis: “Actitudes Ambientales y Gestión de Riesgos de Desastres en Incendios Forestales de los Pobladores de Vischongo Ayacucho 2021”, la relación entre las actitudes de la población ante el riesgo de desastres en incendios forestales tiene una correlación positiva considerable con un valor de Rho de Spearman de 0.79. (Chambi Mamani, Jose Luis, Vallejo Martinez, Neleyda Victoria, 2021).

Según los estudios realizados (Janenilieth Navarro, 2021) sobre “SIG para prevenir y combatir incendios forestales”, se concluye la importancia de SIG, que ayuda a organizar, encontrar y determinar la ubicación de lugares de forma inmediata, de la misma forma facilita el análisis de las características del territorio y su relación con las causas que ocasionan los incendios, determinando que existe una correlación positiva en el uso de los SIG, mejora significativamente en la reducción de incendios forestales. Se determinó en las encuestas realizadas

que los pobladores requieren de capacitación permanente porque no tienen conocimiento al SIG y actuar de manera estratégica para enfrentar un incendio forestal.

De acuerdo a la hipótesis específica 1, en la presente investigación se determinó que la información georreferenciada incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, de acuerdo al estadístico Rho de Spearman, tiene una correlación al obtener un valor de 0.82; es decir la información georreferenciada incide en la prevención de riesgos de incendios forestales. En este aspecto la prevención de incendios por parte de la población si contribuye de manera organizada y comprometida; sin embargo, la mayoría poco conoce los últimos adelantos de la tecnología del Sistema de Información Geográfico.

De acuerdo a la hipótesis específica 2, Se determinó que el análisis de datos espaciales incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, de acuerdo al resultado estadístico Rho de Spearman, tiene una correlación al obtener un valor de 0.53; es decir que el análisis de datos espaciales incide en su prevención.

A la ausencia de estudios de estudios similares, nos basamos en nuestro intento de validar los resultados, mediante las encuestas planteadas. Del mismo modo, se destacó la utilidad de esta iniciativa y la efectividad del modelo, en términos de simplicidad y rapidez.

En general, cabe señalar que existe una tendencia a sobrestimar ligeramente el riesgo de incendios forestales acumulando varios parámetros. Pero, esta sobreestimación se considera como un margen de seguridad del modelo. (Okacha Talbi, 2018 p 550.).

La teledetección puede rastrear el evento durante el tiempo del desastre, el lugar de satélite lo hace ideal para la organización y gestión operativa del evento. Eventualmente, la teledetección puede contribuir a la estimación de daños y luego puede utilizarse para mapear la nueva situación y actualizar la base de datos. En consecuencia, el uso de la teledetección y SIG para la gestión de reducir los riesgos de incendios forestales, se concluye que existe una relación

de correspondencia de estas nuevas tecnologías y el apoyo de los servicios de protección civil. (Nadila Bentekhici, 2020, p.812).

Los indicadores esenciales que favorecen estos incendios son principalmente el desencadenamiento (calor, ausencia de precipitaciones, pirómano, etc.), la velocidad de propagación (naturaleza del orografía, vegetación, humedad), dirección del viento y ausencia de obstáculos naturales (ríos) así como los parámetros geográficos de la región, que guían el establecimiento de planes de intervención en tiempo real, a saber: La topografía (terreno accidentado o no), acceso (redes de carreteras, pistas), y aglomeraciones (habitantes, sitios estratégicos).

La cartografía del riesgo de incendios plantea dos problemas importantes: La expresión de necesidades en esta área a menudo se confunde y los conceptos utilizados pueden tener significados muy diferentes. Sin embargo, en la actualidad predominan dos tipos de necesidades: una necesidad relacionada con problemas urbanísticos en zonas de alto riesgo y una necesidad relacionada con el desarrollo de bosques contra incendios. Estas necesidades existen a escala local y regional. Datos actualizados: cuanto más complejos sean los métodos de evaluación de riesgos, más aumenta la cantidad y calidad de la información requerida. Es por esta razón que muchos de los métodos de actualización de mapas utilizados son estudió. Estos métodos van desde una simple visita de campo hasta el uso de fotografías aéreas o satelitales. Sin embargo, el uso de un sistema GIS global que pueda integrar la actualización de modelos sea cual sea el tipo de cambio, se hace necesaria, como asistencia a los políticos en la toma de decisiones en la gestión de desastres, y establecer un mapa de riesgo bajo, nulo o alto riesgo para evitar la mayor parte del desarrollo de quemas y peligrosos en el lugar y la necesidad de tomar acciones para reducir la vulnerabilidad de estos incendios. (Okacha Talbi, 2018, p. 544).

¿Pueden los SIG ser una herramienta para la prevención y combate de incendios? La Asociación Forestal Entre Douro y Tâmega (AFEDT) así lo cree y, por ello el apoyo de Esri Portugal, una plataforma colaborativa para compartir información geográfica, la cual la llamo GeoForest y tiene como objetivo reunir a

los municipios y otras entidades responsables en Comunidades Forestales Inteligentes. Según publicación (Smart Cites, 2017, p.2).

AFEDT quiere crear “una estructura que abarque temas relacionados con la defensa del bosque contra incendios y la sensibilización de la población en general, proporcionando un conjunto de herramientas de apoyo a la toma de decisión”. GeoForest permite la creación de aplicaciones específicas para la visualización de datos geográficos sobre espacios forestales y que estarán disponibles a través de la plataforma ArcGIS de Esri, y que se centrarán en cinco ejes temáticos: Colaboración, Compromiso, Conciencia, Análisis Espacial y Movilidad. (Según Tamiozzo Pereira Torrez Fillipe, 2017).

En la actualidad, Esri Portugal, GeoForest tiene una alianza con los municipios de Amarante y Cinfães, como entidades que aportan datos al proyecto, pero el objetivo es conseguir la cooperación de los demás municipios de la región, así como entidades como el Cuerpo de Bomberos, el Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza y los Bosques y la GNR. Según publicación (Smart Cites, 2017, p.2). De acuerdo a los estudios se concluyó que: Áreas con mayor ganancia de energía solar, como las laderas orientadas al norte, presentaban mayor número de ocurrencias, lo que demuestra que, a pesar de la influencia antrópica, el clima ejerce control significativo sobre los incendios; cuanto mayor sea la pendiente del terreno, mayor será la probabilidad de ocurrencias de incendios. (Según Tamiozzo Pereira Torrez Fillipe, 2017 p.8).

Finalmente, la defensa contra incendios es la detección temprana mediante la teledetección que es una herramienta fundamental de la cubierta vegetal mientras que el Sistemas de Información Geográfica, tienen la posibilidad de integrar espacialmente la morfología del territorio como: altitud, pendiente, orientaciones y su cobertura vegetal o un estudio integrado del Paisaje, al tiempo que permite contemplar otras características meteorológicas (temperatura, viento, humedad, precipitación) del área in situ y la actividad antrópica. Álvarez (2000).

## VI. CONCLUSIONES

1.- Se determinó que la aplicación de las tecnologías S.I.G. mejora significativamente la prevención de riesgos de incendios forestales, mediante la aplicación de tecnologías SIG, el uso de herramientas georreferenciadas y análisis de datos espaciales, se obtuvo resultados positivos que mejora significativamente en la prevención de riesgos de quemas en los sectores Beatriz, Collpany y Pintobamba Distrito de Maranura, obteniendo un coeficiente de spearman de 0.67; es decir con la aplicación de tecnologías SIG mejora en la prevención de incendios forestales.

2.- Se estableció que se tiene una relación directa entre la información georreferenciada con la prevención de riesgos de incendios forestales, al obtenerse un valor de coeficiente de spearman de 0.82 entre ambas variables, existiendo una relación positiva y directa. De acuerdo a la hipótesis específica 1 se demuestra que efectivamente el uso de información georreferenciada, si incide en la prevención de riesgo de propagaciones descontroladas de fuego en el distrito de Maranura.

3.- Se estableció que existe una relación directa entre el análisis de datos espaciales y la prevención de riesgos de incendios forestales, al obtenerse un valor de coeficiente de spearman de 0.53 entre ambas variables, existiendo una relación positiva y directa. De acuerdo a la hipótesis específica 2 se demuestra que efectivamente que el uso de datos espaciales, si incide en la prevención de riesgos de incendios forestales en el distrito de Maranura.

4- La elaboración de un diagnóstico fiable y actualizado del riesgo de incendios forestales es el paso imprescindible y la pieza central para el desarrollo de programas de gestión forestal adecuados. La necesidad de proteger la riqueza de nuestro país requiere ahora el uso de métodos y medios eficientes. Por ello, la caracterización y cartografía de las zonas de riesgo de incendios forestales es fundamental, especialmente en las operaciones de prevención y extinción de incendios.

5.- Conociendo la importancia del tema en cuestión, este estudio se ha centrado sobre todo en el aspecto geomático, mostrando la contribución de los SIG y la teledetección en este campo; estas son herramientas esenciales. Para ello, el uso de SIG permite simplificar considerablemente la cartografía descriptiva y cuantitativa del fenómeno estudiado. Los parámetros del modelo están integrados allí y pueden ser modificados, simulados y actualizados a voluntad, lo que permite a los temáticos visualizar de forma independiente el efecto y la importancia de cada una de estas variables. La teledetección sirvió como una poderosa herramienta para extraer y actualizar información geográfica.

6.- En el Distrito de Maranura, en los sectores de intervención existe la necesidad e interés de parte de la población de obtener conocimiento acerca del conjunto de herramientas SIG, y tienen una actitud positiva de evitar ocasionar fuego en zonas de riesgo porque los principales perjudicados terminan siendo ellos mismos o sus vecinos colindantes, perdiendo sus cultivos y otros como zonas de reforestación con pino de la municipalidad.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1.- Proporcionar sustentabilidad a este trabajo de investigación, debido a que se presentan recurrentes sucesos de incendios forestales en el Distrito de Maranura.
  
- 2.- Las instituciones u organismos a cargo de la gestión del Distrito, deberían disponer un presupuesto y contar con un plan de prevención de incendios forestales y de esta manera minimizar los riesgos de sufrir un incendio. En tal sentido se debería realizar la identificación de zonas de riesgo: riesgo bajo, riesgo medio, riesgo alto y realizar capacitaciones a los pobladores del Distrito, para la prevención de incendios forestales.
  
- 3.- Promover campañas de recolección de residuos que puedan facilitar la propagación de incendios por causa natural.
  
- 4.- Además promover desde las municipalidades y diversas instituciones correspondientes, planes de capacitación para prevención de incendios forestales.

## REFERENCIAS

- ALAN Neill, David y CORTEZ Suarez, Liliana. Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica. Ecuador: Universidad Técnica de Machala, 2018. 75 pp. ISBN: 978-9942-24-093-4
- BIAZATTI, Leonardo Duarte. Mapeo Del Riesgo De Incendios Forestales En El Bosque Nacional Rio Preto En El Bosque Atlántico, 2021
- BACANI, Vitor Matheus. Geoprocessing Applied To Risk Assessment Of Forest Fires In The Municipality Of Bodoquena, Mato Grosso Do Sul / Geoprocessamento Aplicado À Avaliação De Risco De Incêndio Florestal No Município De Bodoquena, Mato Grosso Do Sul 2016.
- BOUHISSE Mayssara, BACHIR Boudjra, Salah Eddine. Prevención de Incendios Forestales y Matriz de Riesgo en el Bosque Nacional de Argelia. Artículo Scientific Research – 2020.  
DOI: 10.4236/oje.2020.106022.
- RDECOM. Diferencia Entre Investigación Básica E investigación Aplicada. 2020.
- SERRANO Atenea Alonso. Métodos de Investigación de Enfoque Experimental.
- J. MORPHOL. Técnicas de Muestreo sobre una población a Estudio. 2017.
- NEFTALI Toledo Díaz de León. Técnicas de Investigación Cualitativas y Cuantitativas. Universidad Autónoma del Estado de México.
- OKACHA, Talbi, Kheloufi Benabdeli. Mapeo de las zonas de riesgo de incendios forestales en el municipio de Doui Thabet, Saïda, Argelia, 2018.

- GONZAGA, Moreira, Pedro Augusto, ET Evaluación de sitios potenciales para la instalación de torres de observación para la prevención de incendios forestales. 2020
- SAHAGUN-Sanchez, Abril Joaquina Mendez-Garcia, Francisco Martin Huerta-Martinez and Marco Antonio Espinoza-Guzman Spatial Modeling of Fire Occurrence Probability in a Protected Area in Western Mexico. 2022
- MALPARTIDA, Mauricio, CESAR Roger. Riesgo a incendios forestales en la provincia de Satipo – Junín, Universidad del Centro de Perú. 2016.
- MADURO Almeida. Evaluation of the probabilistic model of fire propagation using cellular autómatas applied to small áreas Turci, 2019.
- Ethel Rubin de Celis Llanos. Analisis digital de imágenes de satélite para la clasificación de los Pacales de Madre de Dios.
- MILUSCA ROMAN RUIZ Tatiana, clasificación de bosque utilizando imágenes de satélite Lansat, con criterio fisiográfico, en la provincia de maynas, departamento de Loreto – Perú.
- Bomberos de Navarra Nafarroko Suhiltzaileak, comportamiento del fuego forestal e influencia de la topografía en el tiempo atmosférico.
- MOHAJAN, Haradhan. Two Criteria for Good Measurements in Research: Validity and Reliability. 2017.  
[https://mpr.ub.uni-muenchen.de/83458/1/MPRA\\_paper\\_83458.pdf](https://mpr.ub.uni-muenchen.de/83458/1/MPRA_paper_83458.pdf)
- SHONA MCCOMBES, Métodos de muestreo | Tipos y técnicas explicadas.  
<https://www.scribbr.com/methodology/sampling-methods/> 2022
- EZEQUIEL Ander-Egg Hernández, Funcionalidad de investigación aplicada,  
<https://it.thpanorama.com/blog/ciencia/investigacin-aplicada-caractersticas-definicion-ejemplos.html>

- ComoZet, significado de unidad de análisis <https://comozed.com/o-que-significa-unidade-de-an%C3%A1lise> 2020
- Five act, tipos de análisis de datos <https://www.fiveacts.com.br/tipos-de-analise-de-dados/> 2021
- Universidad de Maryland, Mapas de pérdida de superficie forestal mundial - <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>, 2017
- CENEPRED – Centro Nacional de Estimación y Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, Caracterización del peligro por incendios forestales. 2018
- CHAMBI Mamani, José Luis 2021, Actitudes Ambientales y Gestión de Riesgo de Desastres en Incendios Forestales de los Pobladores de Vischongo Ayacucho 2021.
- PAMELA Kaval, JOHN Loomis, Utilidad de SIG para Comprobar la Relación Entre la Disposición a Pagar del Propietario de la Vivienda y las Características del Entorno.
- JANENILIETH Navarro, SIG Para Prevenir Y Combatir Incendios Forestales- <https://storymaps.arcgis.com/stories/aa1e73cc99124b29a7b57c10e0645d33> 2021.
- MANTA, M. (2017). Contribución al conocimiento de la prevención de los incendios forestales en la sierra peruana. (UNALM, Ed.). Lima.
- SERNANP. (2018). Estrategia de Gestión del Riesgo de Incendio Forestal en el Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas por el Estado (Plan). Lima.

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01** Matriz de Consistencia

**Anexo N° 02** Matriz de Operacionalización de variables

**Anexo N° 03** Carta de presentación UCV

**Anexo N° 04:** Instrumentos de recolección de datos para la aplicación de tecnologías SIG

**Anexo N° 05:** Instrumentos de encuestas

**Anexo N°06:** Resumen Capacitación - Factores condicionantes del Territorio

**Anexo N°07:** Programa FhyFire (Modelo y propagación de Incendios)

**Anexo N°08:** Población Total Maranura

**Anexo N°09:** Validación de Instrumento Recolección de Datos

**Anexo N°10:** Validación de Instrumento Encuestas

**Anexo N°11:** Validación de Instrumento Recolección de Datos

**Anexo N° 12** Validación de Instrumento Encuestas

**Anexo N°13:** Validación de Instrumento Recolección de Datos

**Anexo N°14:** Validación de Instrumento Encuestas

**Anexo N°15** Análisis de confiabilidad

**Anexo N°16** Criterio de expertos para ficha recolección de datos

**Anexo N°17** Análisis de confiabilidad para recolección de datos

**Anexo N°18.** Criterio de expertos para encuestas:

**Anexo N° 19** Análisis de confiabilidad para encuestas

## Matriz de consistencia anexo N° 01

Aplicación de Tecnologías S.I.G, para la Prevención de Riesgos de Incendios Forestales, Distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021		
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General
¿Cómo la aplicación de las tecnologías S.I.G. incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021?	Determinar si la aplicación de las tecnologías S.I.G. mejora en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021.	La aplicación de las tecnologías S.I.G. mejora significativamente en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021.
Problemas Específicos	Objetivo Específico	Hipótesis Específico
¿De qué manera la información georreferenciada incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021?	Analizar si la información georreferenciada incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021.	La información georreferenciada incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021.
¿En qué medida el análisis de datos espaciales incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021?	Evaluar si el análisis de datos espaciales incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021.	El análisis de datos espaciales incide en la prevención de riesgos de incendios forestales, distrito de Maranura, La Convención, Cusco, 2021.

Matriz de Operacionalización de variables anexo N° 02

Variable 1	Independiente -Aplicación de tecnologías S.I.G.	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Escala de Medición</i>
		<p>Los SIG en el estudio de predicción y prevención del riesgo de incendios forestales. Con esta finalidad se utilizan las posibilidades que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta de integración y análisis espacial de las variables que intervienen en el inicio y desarrollo del incendio, se implementan índices y modelos de riesgo sobre la base de módulos operativos dentro del sistema elegido y se realizan simulaciones con fines predictivos. (Álvarez Rogel. 2000. p.5)</p>	<p><i>Esta variable será medida en sus dos componentes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Información georreferenciada</li> <li>-Análisis de datos espaciales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Información georreferenciada</li> <li>-Análisis de datos espaciales</li> </ul>	<p><i>Simulación de incendios forestales</i></p> <p><i>Trochas caminos imágenes satelitales</i></p> <p><i>Zonas de riesgo</i></p>	<p><i>Ordinal</i></p>
Variable 2	Dependiente -Prevención de riesgo de incendios forestales	<p>La prevención de incendios forestales puede ser el programa de mitigación más rentable y eficiente que puede llevar a cabo un organismo o una comunidad. La prevención de incendios perjudiciales es siempre menos costosa que su extinción. Los programas de prevención que son aceptados y promovidos dentro de la comunidad no solo reducen los costos y el daño a los recursos, sino que también promueven el conocimiento sobre la función y el efecto del fuego en el ecosistema. (SERFOR, 2018. p.19).</p>	<p><i>Esta variable será medida en sus dos componentes</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cambios climatológicos</li> <li>-Acción antropogénica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cambios climatológicos</li> <li>-Acción antropogénica</li> <li>-Plan de concientización</li> </ul>	<p>Pendiente, Temperatura, Intensidad de Viento</p> <p>Sensibilización ante los incendios forestales</p>	<p><i>Ordinal</i></p>

**Anexo N°03: Carta de presentación Municipalidad Distrital de Maranura.**



**"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"**

SAN JUAN DE LURIGANCHO, 16 de febrero de 2022

Señor  
ALCALDE. HEBERT SOTELO DIAZ  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARANURA  
FRENTE A LA PLAZA DE ARMAS MARANURA S/N



Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de INGENIERÍA AMBIENTAL

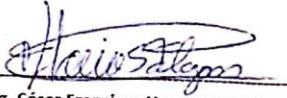
De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial SAN JUAN DE LURIGANCHO y en el mío propio, desearte la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que la Bach. SHIERLY VALDIVIA GUILLEN del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL, pueda ejecutar su investigación titulada: "APLICACION DE TECNOLOGIAS S.I.G PARA LA PREVENCION DE RIESGOS DE INCENDIOS FORESTALES, DISTRITO DE MARANURA , CUSCO 2021", en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,

  
Mg. César Francisco Honores Balcázar  
Coordinador Nacional de Titulación  
Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental

cc: Archivo PTUN.

**Anexo N°04:** Instrumentos de recolección de datos para la aplicación de tecnologías SIG

- Prevención de Incendios forestales

Factores climáticos 01/02/2022 - 03/02/2022						
N°	Punto de monitoreo	Distrito Maranura Sector	Parámetros físico - químicos			
			Precipitaciones	temperatura	viento	humedad
1	1	Collpani	56 %	26 °C	5km/h	90 %
2	2	Collpani	56 %	26 ° C	5km/h	90 %
3	3	Collpani	56 %	26 °C	5km/h	90 %
4	1	Beatriz	56 %	25 ° C	5km/h	90 %
5	2	Beatriz	56 %	25 ° C	5km/h	90 %
6	3	Beatriz	56 %	25 ° C	5km/h	90 %
7	1	Pintobamba	56 %	27 °C	6km/h	90 %
8	2	Pintobamba	56 %	27 °C	6km/h	90 %
9	3	Pintobamba	56 %	27 °C	6km/h	90 %
10						

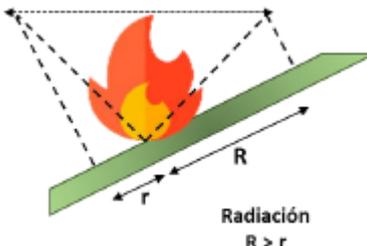
**Anexo N°05: Instrumentos de encuestas realizado a 70 personas en los sectores Beatriz, Collpany y Pintobamba Distrito de Maranura.**

ENCUESTA SOBRE: Aplicación de Tecnologías S.I.G, para la Prevención de Riesgos de Incendios Forestales, Distrito de Maranura, La Convención – Cusco, 2021						
		CALIFICACIÓN				
VARIABLE INDEPENDIENTE: APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS SIG		1	2	3	4	5
1	¿Conoce usted las tecnologías SIG?					
2	¿según su opinión hay un adecuado uso de tecnologías para prevención de incendios forestales de parte de la Municipalidad?					
3	¿considera usted que sería de utilidad contar con programas de simulación de incendios forestales?					
4	¿conoce usted las zonas de riesgo de incendios forestales?					
5	¿según usted es necesario contar con mapas de zonificación de áreas vulnerables a sufrir incendios forestales?					
6	¿De acuerdo a lo mencionado en las preguntas anteriores, según su opinión sería de utilidad el uso de SIG para la reducción de riesgos de Incendios forestales?					
7	¿considera que su sector es más vulnerable a sufrir un incendio forestal por su condición topográfica (Zonas altas y accidentadas con pendientes)?					
8	¿según usted cree que su sector es más propenso a sufrir un incendio forestal por su amplia cobertura vegetal y otros materiales combustibles?					
9	¿Considera usted que debe conocer también las condiciones climáticas antes de realizar quemas de terreno con fines agrícolas?					
10	¿Le interesaría participar en talleres de capacitación sobre el uso de SIG para la reducción de riesgos de incendios forestales?					
VARIABLE DEPENDIENTE: PREVENCIÓN DE RIESGOS DE INCENDIOS FORESTALES		1	2	3	4	5
11	¿En el distrito se cuenta con un plan o proyecto de control de riesgos de incendios forestales?					
12	¿considera que la situación económica se ve afectado por los incendios forestales?					
13	¿considera que indispensable la prevención de riesgos de incendios forestales?					
14	¿En los últimos 5 años fueron afectados por incendios forestales?					
15	¿particularmente le afecta a su salud los incendios forestales?					

16	¿considera usted que cuentan con los recursos suficientes (fuentes hídricas y personal) para poder combatir un incendio forestal?					
17	¿consideran que las franjas contra incendios son efectivos en zonas de alto riesgo?					
18	¿considera que evitar ocasionar fuego en zonas de riesgo es mejor que sufrir un incendio forestal?					
19	¿las áreas de reforestación con pinos por parte de la municipalidad de Maranura son afectados por los incendios forestales?					
20	¿considera que la gran mayoría de los incendios son ocasionados por quemas para uso agrícola?					
<b>1=Deficiente 2=Malo 3=Regular 4=Buena 5=Óptimo</b>						

#### Anexo N° 06: Resumen Capacitación - Factores condicionantes del Territorio

Cobertura vegetal	<p>Para que exista un incendio forestal no basta con que se inicie el fuego, sino que además debe haber propagación, el tipo de vegetación condicionará la intensidad del fuego para cada zona, estas características intrínsecas de la vegetación le brindan cierto grado de probabilidad de incendiarse, propagar y mantener el fuego, esto se conoce como combustibilidad.(IDEAM, 2011; MiAMBIENTE, 2015)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>TIPO DE COMBUSTIBLES</th> <th>VALOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No combustible</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Area urbana</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Arboles</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Arboles/arbustos</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Arbustos/pastos/hierbas</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Arbusto</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Hierbas/arbustos</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Pastos/hierbas</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaborado por el CENEPRED.</p>	TIPO DE COMBUSTIBLES	VALOR	No combustible	1	Area urbana	1	Arboles	2	Arboles/arbustos	3	Arbustos/pastos/hierbas	3	Arbusto	4	Hierbas/arbustos	4	Pastos/hierbas	5
TIPO DE COMBUSTIBLES	VALOR																		
No combustible	1																		
Area urbana	1																		
Arboles	2																		
Arboles/arbustos	3																		
Arbustos/pastos/hierbas	3																		
Arbusto	4																		
Hierbas/arbustos	4																		
Pastos/hierbas	5																		

<p>Factor Topográfico</p>	<p>La pendiente produce una inclinación del fuego, de forma que en el área a favor de la pendiente el calor es transmitido por radiación y convección, en mayor medida que en el lado opuesto (Figura 4). Esto debido a que existe más superficie de contacto y está más próxima (MiAMBIENTE, 2015).</p> <p><b>Figura 4. Radiación del fuego en una pendiente</b></p>  <p><b>Radiación</b> <math>R &gt; r</math></p> <p>Fuente: Elaborado por el CENEPRED.</p>
---------------------------	--

**Anexo N° 7. Programa FhyFire (Modelo y propagación de Incendios)**

Grupo de Investigación

# SINUM

Simulación numérica y cálculo científico

Bienvenid@ shierly.vgn@gmail.com

**Menu**

---

INICIO

-  MODELO DE PROPAGACIÓN DE INCENDIOS
-  MODELO DE CAMPOS DE VIENTO
-  HERRAMIENTA DE LOCALIZACIÓN DE INCENDIOS

MI CUENTA

AYUDA

### Datos meteorológicos

Temp. ambiente

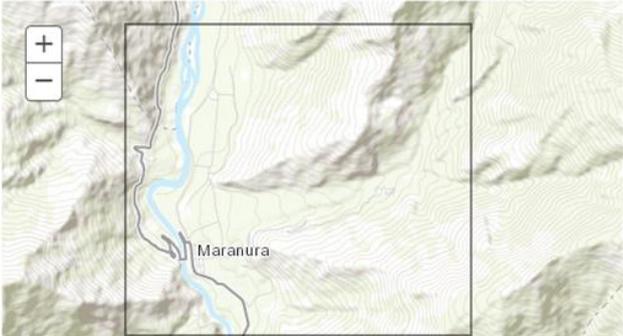
Rellenar en caso de viento constante?:

Velocidad del viento

Dirección del viento  °

[Consultar datos meteorológicos](#)

**GUARDAR**



**Anexo N°08: Población Total Maranura**

Población total de acuerdo a la información MDM 2017				
Ítem	Sector	Distrito	N° de habitantes	N° Viviendas
1	Collpani	Maranura	142	50
2	Beatriz	Maranura	55	20
3	Pintobamba	Maranura	45	17
			Total	
			242	87

## Anexo N°09: Validación de Instrumento Recolección de Datos



### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr. Túllume Chavesta, Milton Cesas
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Perito Forestal
- 1.3. Especialidad del validador: Ing. Forestal
- 1.4. Nombre del instrumento: Recolección de datos
- 1.5. Título de tesis:  
"Aplicación de Tecnologías S.I.G, para la Prevención de Riesgos de Incendios Forestales, Distrito de Maranura, La Convención – cusco-2021"
- 1.6. Autor del instrumento: Shierly Valdivia Guillen

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				75%	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				75%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				75%	
4. Organización	Existe una organización lógica.				75%	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				75%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				75%	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				75%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				75%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				75%	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				75%	
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>					75%	

## Anexo N°10: Validación de Instrumento Encuestas



### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr. Túllume Chavesta, Milton Cesar
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Perito Forestal
- 1.3. Especialidad del validador: Ing. Forestal
- 1.4. Nombre del instrumento: Encuestas
- 1.5. Título de tesis:  
"Aplicación de Tecnologías S.I.G. para la Prevención de Riesgos de Incendios Forestales, Distrito de Maranura, La Convención – cusco-2021"
- 1.6. Autor del instrumento: Shierly Valdivia Guillen

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				75%	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				75%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				75%	
4. Organización	Existe una organización lógica.				75%	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				75%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				75%	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				75%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				75%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				75%	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				75%	
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>					75%	

## Anexo N°11: Validación de Instrumento Recolección de Datos



### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Soto Sánchez, Sergio Ronald
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Especialista Ambiental – Marquisa SAC
- 1.3. Especialidad del validador: Ing. Forestal – Mg. Gestión Ambiental CIP 144546
- 1.4. Nombre del instrumento: Recolección de datos
- 1.5. Título de tesis:  
"Aplicación de Tecnologías S.I.G. para la Prevención de Riesgos de Incendios Forestales, Distrito de Maranura, La Convención – cusco-2021"
- 1.6. Autor del instrumento: Shierly Valdivia Guillen

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				65%	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				80%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				95%	
4. Organización	Existe una organización lógica.				65%	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				80%	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				80%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				80%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80%	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				85%	
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>					79%	

40408465

## Anexo N°12: Validación de Instrumento Encuestas



### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Soto Sánchez, Sergio Ronald

2.1. Cargo e institución donde labora: Especialista Ambiental – Marquisa SAC

1.2. Distrital de Maranura

2.2. Especialidad del validador: Ing. Forestal – Mg. Gestión Ambiental CIP 144546

1.3. Nombre del instrumento: Encuestas

1.4. Título de tesis:

"Aplicación de Tecnologías S.I.G, para la Prevención de Riesgos de Incendios Forestales, Distrito de Maranura, La Convención – cusco-2021"

1.5. Autor del instrumento: Shierly Valdivia Guillen

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				65%	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				82%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				82%	
4. Organización	Existe una organización lógica.				75%	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				82%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				82%	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				80%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				75%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				70%	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				65%	
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>					<b>75.8%</b>	

40408465

## Anexo N°13: Validación de Instrumento Recolección de Datos



### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Escobar Mesco Jose Manuel

1.2. Cargo e institución donde labora: Residente Proyecto - GERAGRI

1.3. Especialidad del validador: Ing. Agronomo

1.4. Nombre del instrumento: Recolección de datos

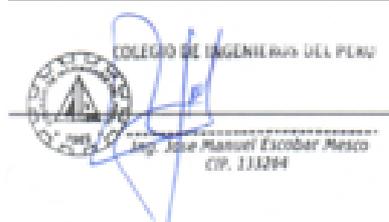
1.5. Título de tesis:

"Aplicación de Tecnologías S.I.G. para la Prevención de Riesgos de Incendios Forestales, Distrito de Maranura, La Convención – cusco-2021"

1.6. Autor del instrumento: Shierly Valdivia Guillen

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				70%	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				70%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				70%	
4. Organización	Existe una organización lógica.				70%	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				70%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				70%	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				70%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				70%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				70%	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				70%	
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>					70%	



## Anexo N°14: Validación de Instrumento Encuestas



### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Escobar Mesco, Jose Manuel

1.2. Cargo e institución donde labora: Residente de Proyecto - GERAGRI

1.3. Especialidad del validador: Ing. Agrónomo

1.4. Nombre del instrumento: Encuestas

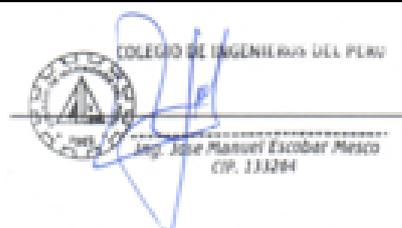
1.5. Título de tesis:

"Aplicación de Tecnologías S.I.G. para la Prevención de Riesgos de Incendios Forestales, Distrito de Maranura, La Convención – cusco-2021"

1.6. Autor del instrumento: Shirty Valdivia Guillen

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				78%	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				78%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				78%	
4. Organización	Existe una organización lógica.				78%	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				78%	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				78%	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				78%	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				78%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				78%	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				78%	
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>					78%	



**Anexo N°15 Análisis de confiabilidad**

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

$\alpha$  = Coeficiente de confiabilidad del cuestionario

$k$  = Número de ítems del instrumento

$S_i^2$  = Sumatoria de las varianzas de los ítems.

$S_T^2$  = Varianza total del instrumento.

**Anexo N°16 Criterio de expertos para ficha recolección de datos:**

EXPERTO	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	CRITERIO 4	CRITERIO 5	CRITERIO 6	CRITERIO 7	CRITERIO 8	CRITERIO 9	CRITERIO 10	SUMATORIA
1	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	750
2	65	80	95	65	80	80	80	80	80	85	790
3	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	700
TOTAL	210	225	240	210	225	225	225	225	225	230	2240
DES. EST.	5.00	5.00	13.23	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	7.64	45.09
VARIANZA	16.67	16.67	116.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	16.67	38.89	1355.56

Fuente: Duve Alex 2019 Alfa de Cronbach

$$\alpha = \left( \frac{10}{10-1} \right) \left( 1 - \frac{288.889}{1355.56} \right) = (1.11) (0.78)$$

$$\alpha = 0.87$$

**Anexo N°17 Análisis de confiabilidad para recolección de datos**

Número de elementos	Medida	Varianza total	Coeficiente de cronbach
<b>10</b>	45.09	1355.56	0.87

Se determinó la confiabilidad para la recolección de datos de campo con un resultado ACEPTABLE; obteniendo un valor de muestra de 0.87.

**Anexo N°18. Criterio de expertos para encuestas:**

EXPERTO	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	CRITERIO 4	CRITERIO 5	CRITERIO 6	CRITERIO 7	CRITERIO 8	CRITERIO 9	CRITERIO 10	SUMATORIA
1	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	750
2	65	82	82	75	82	82	80	75	70	65	758
3	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	700
TOTAL	210	227	227	220	227	227	225	220	215	210	2208
DES. EST.	5.00	6.03	6.03	2.89	6.03	6.03	5.00	2.89	2.89	5.00	31.43
VARIANZA	16.67	24.22	24.22	5.56	24.22	24.22	16.67	5.56	5.56	16.67	658.67

Fuente: Duve Alex 2019 Alfa de Cronbach

$$\alpha = \left( \frac{10}{10-1} \right) \left( 1 - \frac{300}{2250} \right) = (1.11) (0.75)$$

$$\alpha = 0.83$$

**Anexo N° 19 Análisis de confiabilidad para encuestas**

Número de elementos	Medida	Varianza total	Coficiente de cronbach
<b>10</b>	31.43	658.67	0.83

Se determinó la confiabilidad para encuestas con un resultado ACEPTABLE; obteniendo un valor de muestra de 0.83.