



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO

CARRERA DE INGENIERÍA EN RIESGOS DE DESASTRES

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN RIESGOS
DE DESASTRES**

TEMA:

MAPA INTERACTIVO DE LA AMENAZA SÍSMICA EN EL ECUADOR COMO
HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES.

AUTORES:

GUILLIN VERDEZOTO ALEXANDER MANUEL

VELASQUEZ TORAL DOMINIQUE DANIELA

AUTORES CORPORATIVOS

TUTOR

ING. DANIEL SANTIAGO PAREDES GAIBOR

PARES ACADEMICOS

ING. NUMA INAIN GAIBOR VELASCO

ING. LUIS HERNAN VILLACIS TACO

GUARANDA – ECUADOR

2025

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR



CARRERA INGENIERÍA EN RIESGOS DE DESASTRES

FACULTAD DE
CIENCIAS DE
LA SALUD Y
DEL SER HUMANO

Guaranda, 11 de junio de 2026

Asunto: Autorización para subir trabajo de titulación al repositorio institucional

De mi consideración:

En calidad de Director del Trabajo de Titulación elaborado por los estudiantes Guillin Verdezoto Alexander Manuel y Velásquez Toral Dominique Daniela, titulado: “Mapa interactivo de la amenaza sísmica en el Ecuador como herramienta para la gestión del riesgos de desastres”, me permito informar que se han realizado las revisiones correspondientes del caso.

Una vez verificado el cumplimiento de los requisitos académicos y legales establecidos, se autoriza subir el proyecto de titulación al Repositorio Institucional de la Universidad Estatal de Bolívar, para los fines pertinentes.

Particular que comunico para los trámites correspondientes.



Atentamente,

Ing. Daniel Paredes Gaibor, Mgtr.
Director del Proyecto de Investigación

DERECHOS DEL AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Nosotros **Alexander Manuel Guillin Verdezoto** y **Dominique Daniela Velasquez Toral** portadores de la Cédula de Identidad No **02500303476** y **1727508630** en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación:

Mapa interactivo de la amenaza sísmica en el Ecuador como herramienta para la gestión del riesgo de desastres, periodo enero-mayo 2025, modalidad proyecto de investigación, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Los autores declaran que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Alexander Manuel Guillin Verdezoto



Alexander Manuel Guillin Verdezoto

Dominique Daniela Velasquez Toral



Dominique Daniela Velasquez Toral

DEDICATORIA

A mi hija perruna, el amor más puro de mi vida, por ser mi refugio y fortaleza en los momentos en que quise rendirme; por animarme siempre a seguir adelante y por ser la razón por la que no me rendí y pude cumplir esta meta. A mi padre, Luis Eduardo Velásquez Herrera, por creer en mí durante este proceso y brindarme su amor y apoyo incondicional, siendo el pilar fundamental que hizo posible este sueño. Y a mi abuelita, María Etelvina Caiza, quien desde el cielo ilumina y bendice mi camino; con su amor eterno, es una guía constante que inspira y hace posible que todos estos esfuerzos y en la culminación de esta meta tan importante en mi vida.

VELASQUEZ TORAL DOMINIQUE DANIELA

A mis padres gracias por todo la fuerza y el apoyo incondicional. Su amor, consejos y el sacrificio que hicieron por ser posible este logro, que también es suyo. A mi querido padre gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia este logro es una muestra de mi gratitud por todo lo que ha hecho por mí. A mis hermanas que con sus enseñanzas siguen guiando mi camino este logro también es para ellas con todo mi cariño.

GUILLIN VERDEZOTO ALEXANDER MANUEL

AGRADECIMIENTO

Agradezco de corazón a mi familia, por creer en mí en todo momento, por acompañarme con sus palabras de aliento y por motivarme a seguir adelante durante todo este proceso. Su apoyo me dio fuerza en los días difíciles y me recordó que cada esfuerzo valía la pena.

A mi sobrino, por su alegría, cariño y entusiasmo, que muchas veces fueron una motivación especial para continuar y no perder de vista esta meta.

A mi hija perruna, por ser mi compañía, mi refugio y mi fortaleza en los momentos en que sentí cansancio o dudas. Su amor incondicional me impulsó a no rendirme y a seguir avanzando con más esperanza.

Y a mí tutor, por su paciencia, orientación, dedicación y experiencia, cualidades que fueron muy importantes para el desarrollo y culminación de este trabajo. Su guía me permitió mejorar, aprender y llegar con mayor seguridad a este logro.

DOMINIQUE DANIELA VELASQUEZ TORAL

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar y a la facultad de ciencias de la salud por brindarme la formación académica y el apoyo necesario para desarrollar esta investigación y crecer profesionalmente. También agradezco a los docentes de la carrera por compartir sus conocimientos y contribuir en mi formación profesional y ética. Finalmente, expreso mi más profundo y sincero agradecimiento a mi familia y a todas las personas que de manera directa o indirecta me brindaron apoyo y a mi compañera de tesis por su compromiso y amistad durante todo este proceso.

GUILLIN VERDEZOTO ALEXANDER MANUEL

TITULO

Mapa interactivo de la amenaza sísmica en el Ecuador como herramienta para la gestión del riesgo de desastres.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	2
DERECHOS DEL AUTOR.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TITULO	6
ÍNDICE.....	7
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I PROBLEMA.....	16
1.1 Planteamiento del Problema	16
1.2 Formulación del Problema.....	17
1.3 Objetivos.....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
1.4 Justificación	18
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	20
2.1 Marco Referencial.....	20
2.2 Antecedentes	22

2.3	Bases Teóricas	25
2.4	Legal	31
2.5	Definición de Términos	35
2.6	Sistemas de variables	38
2.6.1	Variable Independiente	38
2.6.2	Variable dependiente	38
	Operacionalización de Variables	38
CAPITULO III METODOLOGÍA		42
3.1	Nivel de la Investigación.....	42
3.2	Enfoque de la investigación	42
3.3	Métodos de Investigación	43
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos.....	43
3.5.4	Convertir los archivos a GeoJSON	50
3.6	Población y Muestra	52
3.6.1	Población.....	52
3.6.2	Muestra	52
CAPITULO IV		53
RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS.....		53
PLANTEADOS		53

4.1	Objetivo 1: Elaborar una base de datos integrada que recopile información histórica de eventos sísmicos en el Ecuador, incorporando parámetros sismológicos, fallas geológicas y datos de densidad poblacional.....	53
4.1.1	Eventos históricos	53
4.1.2	Fallas Geológicas	76
4.1.2	Densidad poblacional	88
4.2	Objetivo 2: Diseñar un mapa de amenaza sísmica en el Ecuador para facilitar la visualización de los eventos sísmicos, su magnitud y el impacto por parte de los usuarios	
	95	
4.3	Objetivo 3. Evaluar la efectividad del mapa interactivo mediante el seguimiento a los usuarios	105
	CONCLUSIONES	124
	RECOMENDACIONES	125
	BIBLIOGRAFÍA	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variable independiente	39
Tabla 2 Variable dependiente.....	40
Tabla 3. Sismos más representativos.....	54
Tabla 4 Fallas geológicas	77
Tabla 5 Densidad Poblacional por provincias.....	90
Tabla 6 Densidad poblacional baja	92
Tabla 7 Densidad poblacional media	93
Tabla 8 Densidad poblacional alta	94
Tabla 9 Capas utilizadas en el mapa interactivo.	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de elaboración del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador.	96
Figura 2 Mapa de Fallas Geológicas del Ecuador.....	98
Figura 3 Mapa de Peligro Sísmico.....	99
Figura 4 Mapa de Densidad Poblacional Provincial	100
Figura 5 Sismos Más Representativos del Ecuador.	101

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 ¿Ha recibido formación previa en Sistemas de Información Geográfica (SIG)?.....	106
Gráfico 2 ¿Qué tan importante considera el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la gestión de riesgos de desastres?.....	107
Gráfico 3 ¿Qué tan familiarizado está con el concepto de amenaza sísmica?	109
Gráfico 4 ¿Cuál de los siguientes conceptos considera que domina mejor?.....	109
Gráfico 5 ¿Cómo ha adquirido principalmente sus conocimientos sobre gestión de riesgos de desastres?	111
Gráfico 6 ¿Cómo fue su experiencia al usar el visor del mapa en ArcGIS Online?.	112
Gráfico 7 ¿Qué herramienta utilizó más en el mapa?	113
Gráfico 8. ¿Qué dificultad principal tuvo al interactuar con el mapa?	114
Gráfico 9 ¿Qué tan fácil le resultó identificar la información específica (valores o datos) al hacer clic en el mapa?	115
Gráfico 10 ¿Qué mejoraría del mapa para facilitar su uso como estudiante?	117
Gráfico 11 ¿Después de usar el mapa, ¿para qué actividad considera más útil esta herramienta?.....	118

Gráfico 12 ¿Qué tanto le ayudó el mapa a comprender la distribución espacial de la amenaza sísmica?..... 119

Gráfico 13 ¿Qué aplicación práctica considera que tiene este mapa en su futura profesión?..... 120

Gráfico 14. ¿Utilizaría este tipo de mapas en actividades académicas o profesionales relacionadas con la gestión del riesgo? 122

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta	129
Anexo 2. Uso y evaluación del mapa interactivo de amenaza sísmica por estudiantes en un entorno académico.	132

INTRODUCCIÓN

Ecuador convive con la fuerza de la Tierra, su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico lo expone a una actividad sísmica crítica, producto del contacto entre las placas Nazca y Sudamericana. La memoria histórica del país está marcada por la devastación, con eventos que van desde la magnitud 7.8 en 1906 hasta el impacto del sismo de Pedernales en 2016 (Instituto Geofísico EPN, 2012). Este último evento no solo dejó cientos de víctimas y miles de damnificados, además puso de manifiesto las debilidades en la gestión del riesgo y la preparación ante desastres en el país.

Se propone elaborar un mapa interactivo de amenaza sísmica del Ecuador, utilizando herramientas geoespaciales como ArcGIS Online. Además, la idea es que la información pueda mostrarse de una forma más sencilla, ordenada y fácil de interpretar, para que no solo se observe la ubicación de los sismos más importantes registrados en el país, sino también datos como su magnitud, profundidad, características, concentración sísmica, fallas geológicas cercanas y niveles de peligro.

Con este mapa se podrá identificar con mayor claridad qué zonas del Ecuador presentan mayor actividad sísmica y, por lo tanto, requieren más atención en temas de prevención. De esta manera, el trabajo busca aportar una herramienta práctica que ayude a comprender mejor el riesgo, apoyar la planificación del territorio y orientar decisiones relacionadas con el ordenamiento urbano y la gestión del riesgo.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló con el propósito de fortalecer la gestión del riesgo de desastres en el Ecuador mediante la elaboración de un mapa interactivo de amenaza sísmica en ArcGIS online. La necesidad de este estudio surge debido a la alta actividad sísmica del territorio ecuatoriano, ocasionada por la interacción de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana, lo que ha provocado importantes eventos sísmicos a lo largo de la historia y ha generado impactos significativos sobre la población, la infraestructura y el territorio.

El objetivo principal fue diseñar un mapa interactivo de amenaza sísmica que facilite la visualización, comprensión y acceso a la información relacionada con los eventos sísmicos registrados en el país. Para ello, se integró información histórica de sismos, fallas geológicas, peligrosidad sísmica, datos de densidad poblacional y densidad sísmica, permitiendo consolidar una base de datos geoespacial orientada al análisis de la amenaza sísmica.

Los resultados obtenidos permitieron identificar y representar espacialmente las zonas con mayor amenaza sísmica, evidenciando la relación existente entre la actividad tectónica, la distribución de las fallas geológicas y la concentración poblacional. Asimismo, el mapa interactivo facilitó la consulta de información relevante como ubicación, magnitud y profundidad de los eventos sísmicos, proporcionando una herramienta dinámica y accesible para la interpretación de la amenaza sísmica en el Ecuador.

En conclusión, el mapa interactivo constituye una herramienta tecnológica innovadora que contribuye a mejorar la comprensión de la amenaza sísmica y fortalece los procesos de gestión del riesgo de desastres. Su aplicación favorece la planificación territorial, la toma de decisiones informadas y la promoción de una cultura de prevención, convirtiéndose en un recurso de apoyo para instituciones, estudiantes y ciudadanía en general frente a los riesgos sísmicos presentes en el territorio ecuatoriano.

ABSTRACT

This research was developed with the purpose of strengthening disaster risk management in Ecuador through the development of an interactive seismic hazard map using ArcGIS Online. The need for this study arises from the high seismic activity that characterizes the Ecuadorian territory, caused by the interaction between the Nazca and South American tectonic plates. This phenomenon has triggered significant seismic events throughout history, generating considerable impacts on the population, infrastructure, and territory.

The main objective was to design an interactive seismic hazard map that facilitates the visualization, understanding, and access to information related to seismic events recorded in the country. To achieve this, historical earthquake data, geological faults, seismic hazard information, population density data, and seismic density data were integrated, allowing the development of a geospatial database focused on seismic hazard analysis.

The results made it possible to identify and spatially represent areas with the highest seismic hazard, highlighting the relationship between tectonic activity, the distribution of geological faults, and population concentration. Furthermore, the interactive map facilitated access to relevant information such as the location, magnitude, and depth of seismic events, providing a dynamic and accessible tool for the interpretation of seismic hazards in Ecuador.

In conclusion, the interactive map constitutes an innovative technological tool that contributes to improving the understanding of seismic hazards and strengthens disaster risk management processes. Its application supports territorial planning, informed decision-making, and the promotion of a culture of prevention, becoming a valuable resource for institutions, students, and the general public in addressing the seismic risks present throughout Ecuadorian territory.

CAPÍTULO I PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Ecuador no solo se sitúa geográficamente en el Cinturón de Fuego del Pacífico; convive con su energía. Esta ubicación privilegiada, pero de alta complejidad tectónica, somete al país a una vulnerabilidad sísmica constante que ha moldeado su historia, más allá de los registros técnicos los terremotos en Ecuador representan puntos de quiebre social; el evento de Pedernales en 2016 es el recordatorio más reciente y doloroso de esta realidad. Con cerca de 700 vidas perdidas y una infraestructura fragmentada, este suceso evidenció que el riesgo no es solo un dato geológico, sino una urgencia humana y económica que aun demanda soluciones integrales (Waldmüller & Nogales, 2022).

Una de las principales problemáticas que enfrentamos hoy tiene que ver con cómo accedemos o más bien, no accedemos a la información sobre la amenaza sísmica en nuestro país. Los datos están dispersos, muchas veces desactualizados, y en muchos casos, fuera del alcance de quienes más los necesitan. Los mapas tradicionales, aunque han sido herramientas valiosas, son estáticos y no permiten esa interacción que nos ayude a ver el panorama completo, a entender realmente la amenaza, esto afecta a todos: autoridades, técnicos y por supuesto a la ciudadanía en general.

Por otro lado, si bien la Constitución del Ecuador establece la gestión de riesgos como un derecho de la población y una obligación del Estado, y existen entidades responsables de su planificación e implementación, aún se evidencia la ausencia de una herramienta tecnológica interactiva que concentre y mantenga actualizada la información geoespacial vinculada a la amenaza sísmica. Esta falencia representa una brecha importante en la gestión integral del riesgo, al restringir el acceso a información clara, actualizada y territorialmente referenciada.

De igual manera, esta problemática se ve acentuada por la limitada participación ciudadana informada, puesto que la población no siempre cuenta con mecanismos accesibles que le permitan conocer y comprender el nivel de riesgo existente en su entorno. En consecuencia, se debilita la cultura de prevención y se limita la capacidad de respuesta y resiliencia comunitaria.

1.2 Formulación del Problema

¿De qué manera el uso de un mapa interactivo de amenaza sísmica contribuye a la comprensión y análisis del riesgo sísmico en estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un mapa interactivo de amenaza sísmica del Ecuador, mediante herramientas geoespaciales, para fortalecer la comprensión y análisis de la amenaza sísmica en estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Elaborar una base de datos integrada que recopile información histórica de eventos sísmicos en el Ecuador, incorporando parámetros sismológicos, fallas geológicas y datos de densidad poblacional.
- Diseñar un mapa de amenaza sísmica en el Ecuador para facilitar la visualización de los eventos sísmicos, su magnitud y el impacto por parte de los usuarios.

- Evaluar la efectividad del mapa interactivo de amenaza sísmica como herramienta de apoyo para la comprensión y análisis de la amenaza sísmica, mediante encuestas aplicadas a estudiantes usuarios de la Carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres.

1.4 Justificación

La elaboración de un mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador encuentra su justificación en la elevada exposición del país a este tipo de fenómenos, debido a su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico y a los antecedentes históricos de terremotos que han generado graves consecuencias humanas, materiales y sociales. En la actualidad, muchas de las herramientas que se utilizan para mostrar y manejar información sobre riesgos todavía tienen algunas limitaciones. Entre las principales dificultades se encuentran la poca interacción con los datos, la falta de actualización constante y el acceso limitado para la ciudadanía (Montilla, 2025).

Además, las leyes ecuatorianas señalan que la población debe contar con información clara y oportuna para prevenir y enfrentar los riesgos naturales. Por su lado la Constitución de la República del Ecuador reconoce el derecho de las personas a estar informadas y protegidas ante este tipo de amenazas. De igual manera, la normativa nacional sobre gestión de riesgos promueve acciones enfocadas en la prevención, la alerta temprana y la reducción de desastres, con el propósito de proteger la vida, el bienestar de la población y la seguridad de los territorios.

Por ello, el desarrollo de una herramienta geoespacial interactiva no responde únicamente a una necesidad técnica, sino también a una responsabilidad institucional y social con la seguridad, la prevención y el fortalecimiento de la resiliencia en el territorio. Sin embargo la integración de conocimientos de ingeniería sísmica, geología, tecnologías de la información

y gestión pública permitiría desarrollar una herramienta multidisciplinaria y actualizada que cumpla con estos mandatos legales (Uriarte, 2024).

Este tipo de herramienta también aporta al cumplimiento de lineamientos internacionales, como los planteados en la Estrategia de Sendai, que promueve la reducción del riesgo de desastres y la protección de la población. En otros lugares, el uso de mapas y plataformas similares ha demostrado ser una ayuda importante para disminuir pérdidas humanas y económicas. Por ello, su aplicación en el Ecuador respondería a la necesidad de fortalecer la prevención frente a terremotos de gran magnitud, tomando en cuenta que el país se encuentra expuesto de manera constante a este tipo de amenazas.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Referencial

Desde 1983, el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional se ha consolidado como uno de los principales centros de investigación del Ecuador en el diagnóstico, monitoreo y vigilancia de amenazas sísmicas y volcánicas, los cuales pueden causar de gran efecto en la población, en los proyectos de inversión, en el entorno natural como ya se ha experimentado pueden ser de impacto negativo en el desarrollo del país. A partir del 13 de enero de 2003, mediante Decreto Oficial No. 3593, el Instituto Geofísico recibe del Estado ecuatoriano el encargo oficial del diagnóstico y la vigilancia de los peligros sísmicos y volcánicos en todo el territorio nacional.

Juntamente con el diagnóstico de la amenaza, el Instituto Geofísico mantiene un activo programa de monitoreo instrumental en tiempo real, que asegura la vigilancia científica permanente sobre volcanes activos y fallas tectónicas en el territorio nacional. Una serie de publicaciones dan fe de la capacidad y mística de trabajo de los científicos y técnicos que conforman el Instituto, tiene una gran trascendencia a nivel nacional e internacional por su labor preponderante en el monitoreo e interpretación de los volcanes Tungurahua, Reventador, Guagua Pichincha, Cotopaxi y otros.

Una vez que los tres primeros mencionados han experimentado nuevos y repetidos procesos eruptivos durante los últimos años, con el consiguiente peligro para la ciudadanía asentada en las zonas de afectación por los fenómenos eruptivos en dichos volcanes. Gracias a la Red Nacional de Sismógrafos y a la Red de Observatorios Volcánicos, el Instituto ha podido emitir alertas tempranas para que las autoridades y la población puedan tomar a tiempo las medidas preventivas

correspondientes, en base a los mapas de peligro previamente establecidos por sus científicos y que en el caso de las recientes erupciones de julio y agosto de 2006 del volcán Tungurahua, significó que la vida y la seguridad de centenares a miles de personas, oportunamente informadas, sean puestas a buen recaudo (Quinde & Reinoso, 2016).

Por otra parte, el Servicio Geológico de los Estados Unidos, conocido por sus siglas en inglés como USGS, constituye una fuente internacional relevante para la consulta de forma sencilla los sismos que se registran en diferentes partes del mundo. En esta página se puede revisar información reciente de cada evento, como el lugar donde ocurrió, su magnitud, profundidad e intensidad. Por eso, resulta una fuente útil para dar seguimiento a la actividad sísmica y contar con datos que ayuden a comprender mejor este tipo de fenómenos. Por esta razón, se convierte en una fuente de consulta importante tanto para especialistas como para la ciudadanía interesada en comprender mejor el comportamiento sísmico.

También cuenta con mapas, reportes y herramientas digitales que ayudan a comprender mejor el comportamiento sísmico. Gracias a ello, el USGS aporta con información clara y accesible que puede servir de apoyo en estudios, procesos de prevención y toma de decisiones frente al riesgo sísmico (United States Geological Survey, USGS, 2014).

En la misma línea, el Centro Sismológico Europeo-Mediterráneo, conocido como EMSC, también es una fuente importante para consultar información sobre sismos recientes. Por otro lado, Esri es una empresa reconocida por desarrollar herramientas para trabajar con Sistemas de Información Geográfica. Su plataforma ArcGIS permite organizar, analizar y representar información geoespacial mediante mapas y otros recursos visuales. En este tipo de estudios, ArcGIS resulta útil porque facilita la creación de mapas interactivos.

De manera complementaria, ArcGIS Enterprise ofrece a las organizaciones una solución integral para administrar, analizar y compartir, datos geoespaciales desde su propia infraestructura tecnológica. Esta característica permite mantener mayores niveles de seguridad, control y gestión de la información territorial. En cambio, QGIS es un programa libre que permite trabajar con información geográfica de una manera bastante completa. Una ventaja importante de QGIS es que se puede usar en diferentes sistemas operativos, como Windows, macOS y Linux. Además, permite trabajar con varios tipos de archivos geográficos, lo que facilita mucho el manejo de la información (QGIS Development Team, 2022).

2.2 Antecedentes

Medranda et al. (2018), realizaron un estudio titulado “Los mapas interactivos, herramientas para la participación ciudadana”, en lo cual destacan que los mapas interactivos facilitan el control ciudadano sobre las acciones de los representantes políticos, gracias a su accesibilidad global y en tiempo real. Además, esta investigación se desarrolló en 106 municipios con más de 25.000 habitantes y concluyó que las sociedades democráticas deben fortalecer la participación ciudadana a través del acceso oportuno y suficiente a la información. Los mapas interactivos son, por tanto, una herramienta clave para fortalecer la transparencia y la participación en la gestión pública (Medranda et al., 2018).

Renó y Renó (2013), en el artículo titulado “Narrativa Trasmmedia Y Mapas Interactivos: Periodismo Contemporáneo” sostienen que los medios tradicionales ya no satisfacen las expectativas de los ciudadanos actuales. En este contexto, resulta necesario innovar en lenguajes y herramientas que favorecen la participación en procesos interactivos. Desde esta perspectiva, el periodismo trasmmedia se plantea como una posible alternativa, mientras que los mapas interactivos cumplen una función comunicativa relevante. Con base en ello, el artículo presenta

un análisis reflexivo sobre la relación entre los mapas interactivos y narrativa transmedia en la creación de contenidos contemporáneos, dentro del marco de la nueva ecología de los medios (Renó & Renó, 2013).

Guzmán et al. (2018), presentaron el artículo titulado “Diseño de mapa interactivo y multitáctil de supervivencia de árboles” desarrollado en el marco de las actividades impulsadas por el Departamento de Estudios Multidisciplinarios de la Universidad de Guanajuato, orientadas a la certificación de buenas prácticas ambientales. En este trabajo los autores diseñaron un mapa interactivo y multitáctil con el propósito de optimizar el inventario, monitoreo y seguimiento de los árboles. Para ello, utilizaron herramientas digitales que permitieron representar la información de manera visual, dinámica y accesible, contribuyendo así a la gestión ambiental institucional (Guzmán et al., 2018).

Por otra parte, en el ámbito de la vulnerabilidad sísmica, Fabiana (2022), resalta la importancia de estos estudios para la formulación de programas de mitigación de riesgo. Dado el elevado riesgo sísmico existente en el país, se han desarrollado diversas investigaciones orientadas a evaluar la vulnerabilidad de edificaciones y construidas. En este sentido, el artículo muestra diferentes métodos que se han aplicado para conocer qué tan vulnerables pueden ser las edificaciones frente a un sismo. Entre estos se mencionan el proyecto SARA, realizado en Quito, y otros procedimientos como FEMA P-154, NEC-15, FUNVISIS, Benedetti-Petrini y FEMA 310.

A partir de la comparación de estos métodos, los autores identifican semejanzas y diferencias en los criterios utilizados para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. Esta comparación permite reconocer con mayor precisión aquellas construcciones que podrían

presentar mayores niveles de riesgo y que, por tanto, requieren evaluaciones más detalladas antes de definir acciones de prevención, reforzamiento estructural o gestión del riesgo. El estudio concluye que estas metodologías son útiles para identificar edificaciones con baja capacidad de respuesta frente a un sismo y recomienda aplicar al menos tres métodos de evaluación para obtener resultados más consistentes (Cunalata & Caiza, 2022).

Falconi (2017), en su estudio titulado Peligrosidad sísmica de la costa norte de Ecuador y el terremoto de Pedernales de 2016, examina la alta peligrosidad sísmica en la costa norte ecuatoriana, asociada al acoplamiento entre las placas de Nazca y Sudamericana, fenómeno que da lugar a terremotos interplaca aproximadamente cada 20 años, con magnitudes superiores a 7. Dentro de este escenario, el terremoto de Pedernales de 2016, de magnitud de 7,8, generó severas afectaciones, debido a que la demanda sísmica observada superó los valores previstos en la normativa vigente. En la zona epicentral, las ordenadas espectrales alcanzaron niveles cercanos al triple de los establecidos en la norma sísmica ecuatoriana de 2015 (Falconi, 2017).

Pérez (2023), menciona sobre los terremotos perdidos son aquellos que asolaron las grandes civilizaciones y de los que hoy en día no se tiene constancia o han sido olvidados. ¿Es posible borrar una civilización del planeta en su máximo apogeo y hoy en día no recordarlo? ¿Qué podemos hacer para reconocer y recuperar dichos terremotos perdidos? El arqueo en sismología es la rama de las ciencias de la tierra y humanidades que trata de descubrir aquellos terremotos que provocaron devastación y un movimiento fuerte del terreno, y que han sido olvidados y perdidos con el paso del tiempo. El interés por encontrar estos terremotos perdidos permitirá conocer mejor la reciente historia del hombre y sus civilizaciones sobre la Tierra y, sobre todo, completará los estudios en peligrosidad sísmica para aquellas ciudades que vuelven a asentarse sobre los restos de las que fueron colapsadas. Grandes terremotos como el de

Sumatra de 2004, o el más reciente de Nepal de 2015, han dejado una huella terrible en una historia reciente dominada por una comunicación global y una tecnología de la información.

Giesecke (2005), señala que los movimientos sísmicos no están condicionados por las fronteras políticas, particularmente en Sudamérica, donde la dinámica tectónica vinculada a la cordillera de los Andes puede producir efectos simultáneos y de intensidad comparable en varios países de la región. En atención a esta realidad, durante la década de 1960 se creó el Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), concebido como una iniciativa destinada al desarrollo de estudios y actividades sismológicas con enfoque regional. En este sentido, la incorporación de las capacidades técnicas y científicas alcanzadas por este organismo dentro de un proyecto integrador sudamericano resultaría de gran relevancia, ya que su labor permitiría fortalecer, entre otros aspectos, la formulación de políticas regionales de prevención y el impulso de estrategias de desarrollo para las zonas con mayor nivel de vulnerabilidad.

2.3 Bases Teóricas

Gestión del Riesgo de Desastres

La gestión del riesgo de desastres ha evolucionado desde una visión reactiva centrada en la atención de emergencias hacia un enfoque integral que prioriza la prevención, la reducción de vulnerabilidades y el fortalecimiento de la resiliencia territorial. En este sentido, Fekete et al. (2014), definen la gestión del riesgo como un proceso sistemático que abarca la identificación, evaluación y control de los riesgos asociados a amenazas naturales o antrópicas, con el propósito de disminuir su impacto en comunidades vulnerables.

Sin embargo, Klein et al. (2014), señalan que el término resiliencia todavía genera discusión en el campo de los desastres naturales, ya que muchas veces se utiliza de forma amplia y no siempre existe una definición clara sobre cómo aplicarlo en la práctica. Por esta razón, es importante precisar su significado dentro de cada estudio, para que el análisis sea más ordenado y fácil de comprender. Por ello, en este estudio se entiende la resiliencia como la capacidad que tiene una comunidad o un territorio para prepararse antes de que ocurra un evento adverso, resistir sus efectos, adaptarse a la situación y recuperarse de manera progresiva.

Según Sánchez (2023), el riesgo puede analizarse a partir de cuatro componentes: la amenaza, la exposición, la vulnerabilidad y la capacidad. La amenaza se relaciona con la posibilidad de que ocurra un evento natural o provocado por el ser humano y que este pueda causar daños. La exposición, en cambio, hace referencia a las personas, viviendas, bienes o infraestructuras que se encuentran ubicadas en zonas donde podrían verse afectadas. Por otro lado, la vulnerabilidad tiene que ver con las condiciones que hacen que una comunidad o territorio sea más frágil frente a un impacto, ya sea por aspectos físicos, sociales, económicos o ambientales. Por ejemplo, si existe una amenaza, pero no hay población o infraestructura expuesta, el riesgo disminuye, sin embargo, cuando una comunidad presenta alta vulnerabilidad, los daños pueden ser mayores incluso ante eventos no tan fuertes.

La gestión del riesgo también debe entenderse desde el territorio, porque no todas las zonas tienen las mismas condiciones ni enfrentan los mismos niveles de amenaza. En este sentido, la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias ha señalado la importancia de incluir la reducción de vulnerabilidades y el fortalecimiento de la resiliencia dentro de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, ya que estos instrumentos permiten conocer mejor la realidad (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2023).

Según Weilian et al. (2022), trabajar la información sobre desastres desde un enfoque geoespacial ayuda a ubicar mejor dónde ocurren los fenómenos y a comprender las condiciones del lugar donde se presentan. Cuando estos datos se muestran en mapas dinámicos o en plataformas virtuales, la información se vuelve más fácil de entender, no solo para los técnicos, sino también para la ciudadanía que necesita conocer a qué tipo de riesgos puede estar expuesta. Los SIG no se limitan únicamente a presentar datos en un mapa, también ayudan a analizar la información y a tomar mejores decisiones. Al transformar datos técnicos en representaciones más claras, las instituciones y los actores locales pueden identificar zonas prioritarias, organizar mejor los recursos, planificar acciones de prevención y proponer medidas que ayuden a reducir posibles daños en la población y en el territorio.

Amenaza sísmica

Como se ha señalado en el apartado anterior, la gestión del riesgo de desastres requiere una comprensión precisa de sus componentes fundamentales. En este sentido, Marín (2023), sostiene que el análisis de riesgos mediante sistemas de información geográfica (SIG) exige, ante todo, claridad en el concepto de amenaza sísmica, entendida como la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico capaz de generar daños en un territorio determinado. Marín (2023), también diferencia dos conceptos que muchas veces se confunden: amenaza y riesgo. La amenaza hace referencia a la posibilidad de que ocurra un fenómeno, como un sismo, en un lugar determinado. En cambio, el riesgo va más allá, porque también considera qué tan expuesta está la población, qué bienes o infraestructuras podrían verse afectados y qué nivel de vulnerabilidad existe, por eso, el riesgo permite tener una idea más completa de los posibles daños que podría generar un evento sísmico.

Además, Elliott (2020) destaca que herramientas como la observación de la Tierra, los sistemas satelitales, el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) y la técnica de interferometría radar de apertura sintética (InSAR) permiten analizar deformaciones del terreno e identificar áreas donde podría existir acumulación de tensión tectónica. En este sentido, estas tecnologías aportan información relevante para el estudio de la amenaza sísmica y, al mismo tiempo, complementan el análisis de las condiciones de vulnerabilidad y exposición de la población, la infraestructura y los sistemas territoriales.

Collahuazo (2024), enfatiza que el estudio de los lugares de interés hidrológico en el país debe comprenderse en relación con el contexto tectónico que caracteriza al Ecuador, determinado por la interacción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana. Esta dinámica geológica genera una alta sismicidad y mantiene procesos volcánicos activos, situando al territorio ecuatoriano entre las zonas más vulnerables de la región andina. En este contexto, los eventos telúricos pueden afectar tanto la infraestructura como los recursos naturales. Además, la amenaza entendida como una probabilidad, su diferencia con el riesgo, la importancia de la vulnerabilidad y la exposición, así como las formas de representar espacialmente la información sísmica y el contexto tectónico del Ecuador. Muchas veces la información geoespacial es técnica y difícil de interpretar, por lo que resulta necesario presentarla de una manera más visual.

Por su parte, el mapa interactivo de amenaza sísmica puede ser una herramienta de gran ayuda, ya que permite mostrar las zonas con mayor exposición mediante colores, símbolos y categorías fáciles de interpretar. Al tomar como referencia metodologías como las del European Seismic Hazard Model, este tipo de mapa puede facilitar que tanto la población como las autoridades identifiquen con mayor rapidez los lugares donde se deben fortalecer las acciones de prevención y priorizar los recursos disponibles (Marín, 2023).

De esta forma, la elaboración de un mapa interactivo no solo representa el uso de una herramienta tecnológica, sino también la aplicación práctica de los conceptos teóricos analizados. Su aporte se relaciona directamente con la planificación territorial, la reducción de vulnerabilidades y la preparación de las comunidades frente a futuros eventos sísmicos en el Ecuador.

Sismos

La comprensión de los sismos constituye un pilar fundamental para el estudio de la amenaza sísmica desarrollado en el apartado anterior. Hu (2024), define los sismos como la manifestación más evidente de la dinámica interna de la Tierra, originados por el movimiento de fallas activas sometidas a esfuerzos tectónicos. En términos generales, un sismo puede entenderse como la liberación súbita de energía acumulada en la corteza terrestre, producto de la deformación progresiva de las rocas en zonas de falla. Dichas ondas (primarias (P), secundarias (S) y superficiales) transportan la energía desde el foco del terremoto hacia la superficie, siendo responsables del movimiento del suelo y de los daños en infraestructuras y comunidades. Comprender este proceso resulta esencial para la gestión del riesgo, ya que permite vincular la mecánica de las fallas con la representación espacial de la amenaza sísmica (Hu, 2024).

Ben et al. (2021), distinguen tres grandes tipos de sismos tectónicos son los más comunes y se producen por el movimiento de las placas de la corteza terrestre; cuando la energía acumulada en las fallas se libera de manera súbita, se generan ondas sísmicas que provocan el sacudimiento del suelo. Los sismos volcánicos están asociados a la actividad de los volcanes: el ascenso de magma y gases ejerce presión sobre las rocas, provocando fracturas y pequeños temblores que pueden anticipar erupciones. Por esta razón, es necesario tomarlos en cuenta

dentro de los procesos de planificación territorial y gestión del riesgo. Ben et al. (2021) señalan que entender estas diferencias ayuda a analizar mejor la realidad de países como Ecuador, donde existen procesos tectónicos activos, actividad volcánica frecuente y también acciones humanas que pueden influir en las condiciones del terreno y alterar su equilibrio geológico.

Más allá del origen, el estudio de los terremotos exige distinguir entre dos formas de medirlos: la magnitud y la intensidad. Zhenpeng et al. (2023), señalan que la magnitud expresa la cantidad de energía liberada en el hipocentro y se calcula con parámetros físicos de las ondas sísmicas, lo que la convierte en un valor único y comparable a nivel global. En cambio, la intensidad refleja los efectos visibles y sentidos en la superficie como daños en edificaciones o la percepción de las personas y por ello varía de un lugar a otro según la distancia al epicentro y las condiciones locales del terreno. La magnitud permite conocer qué tan fuerte fue el sismo desde su origen, es decir, la energía que se liberó durante el evento. En cambio, la intensidad ayuda a entender cómo se sintió ese sismo en la superficie y qué efectos produjo en las personas, viviendas, infraestructuras y comunidades.

De manera complementaria, Ogata (2021), señala que también es necesario diferenciar entre hipocentro y epicentro, ya que estos términos ayudan a interpretar mejor la información que aparece en los catálogos sísmicos. El hipocentro corresponde al punto en el interior de la Tierra donde se origina la ruptura de la falla y, por tanto, donde se libera la energía sísmica; es un dato técnico que permite caracterizar la profundidad y las condiciones geológicas del evento.

Mapas Interactivos y Sistemas de Información Geográfica Aplicados a la Amenaza Sísmica

La evolución de la cartografía ha transformado profundamente la manera en que se visualiza y analiza la información territorial. Rojano y Montane (2025), destacan que la

visualización de datos ha evolucionado hacia herramientas dinámicas y adaptativas, dentro de las cuales el mapa interactivo ocupa un lugar central. A diferencia de los mapas tradicionales, que presentan información estática y limitada a una sola representación, los mapas interactivos permiten al usuario explorar, filtrar y personalizar la información en tiempo real. Kuatbay et al. (2023), señalan que la cartografía ha cambiado mucho con el paso del tiempo. Antes, los mapas se trabajaban principalmente como capas estáticas; en cambio, hoy existen sistemas digitales interactivos que permiten integrar información actualizada y adaptarse mejor a las necesidades de cada usuario.

Detrás de estas herramientas se encuentran los Sistemas de Información Geográfica, conocidos como SIG. Quamar et al. (2023), explican que un SIG permite recopilar, organizar, analizar y representar información geográfica de modo más eficiente. Para ello, se utilizan diferentes fuentes de identificaciones, como mapas, imágenes satelitales, sensores y registros territoriales. Luego, esta averiguación puede ser almacenada, procesada y representada mediante mapas o modelos que facilitan su interpretación.

2.4 Legal

Constitución de la República del Ecuador

La gestión del riesgo de desastres en el Ecuador cuenta con un sustento constitucional explícito, particularmente en lo referente a la prevención y mitigación de amenazas naturales como los sismos. La Constitución de la República del Ecuador, en su artículo 389, establece que el Estado debe proteger a las personas, a las colectividades y a la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico, mediante acciones de prevención, mitigación, recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales (Constitución de la República del Ecuador del Ecuador, 2008).

Además, el artículo 390 de la Constitución señala que la gestión de riesgos debe aplicarse bajo el principio de descentralizada subsidiaria. Esto quiere decir que cada institución pública debe asumir sus responsabilidades de acuerdo con el territorio y las competencias que le correspondan (CRE, 2008).

Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030

Recomienda el uso de tecnologías de la información y sistemas geoespaciales como herramientas clave para la gestión integral del riesgo. Esto permite una mejor comprensión del riesgo en todas sus dimensiones: exposición, vulnerabilidad y características de las amenazas, facilitando la elaboración de mapas detallados de amenazas naturales y antropogénicas. Por su parte, los mapas son esenciales para la planificación territorial, la prevención y la mitigación de desastres, ya que facilitan información precisa y actualizada que puede ser utilizada por autoridades, técnicos y comunidades (United Nations, 2015).

Ley Orgánica de Gestión Integral de Riesgos de Desastres (LOGIRD)

La LOGIRD regula la gestión integral del riesgo de desastres en el Ecuador, estableciendo las responsabilidades del Estado, los gobiernos autónomos descentralizados y la sociedad civil. Esta ley obliga a implementar sistemas de información, monitoreo y alerta temprana, y promueve el acceso a la información y la participación ciudadana en la gestión del riesgo (Barrezueta, 2024).

Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS)

Por otro lado, la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS), en su artículo 11, dispone que los instrumentos de ordenamiento territorial deben incorporar obligatoriamente el análisis de amenazas y riesgos naturales, con el propósito de

garantizar un desarrollo territorial seguro y sostenible (LOOTUGS, 2016). Esta disposición respalda el uso de mapas interactivos de amenaza sísmica como herramientas técnicas para identificar zonas vulnerables y orientar decisiones sobre el uso y ocupación del suelo.

El artículo 18 de la LOOTUGS establece que el ordenamiento territorial debe sustentarse en información técnica, científica y geoespacial actualizada (LOOTUGS, 2016). El uso de Sistemas de Información Geográfica y plataformas web interactivas se conviene a la normativa, ya que facilita la actualización, visualización y difusión de datos sobre amenaza sísmica, y permite fortalecer una planificación basada en realidad, apoyar la toma de decisiones de los gobiernos autónomos descentralizados y ayudar a un uso del suelo más seguro.

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

En la misma línea, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), en su artículo 140, asigna a los gobiernos autónomos descentralizados la competencia exclusiva en gestión de riesgos, incluyendo acciones de prevención, reacción, mitigación y reconstrucción frente a eventos adversos (COOTAD, 2010). Desde esta perspectiva, los mapas de amenaza sísmica constituyen insumos técnicos necesarios para el ejercicio de dichas competencias, al proporcionar información espacial precisa sobre los niveles de riesgo.

Por su lado, el artículo 55 del COOTAD establece que los gobiernos municipales deben planificar el desarrollo cantonal y formular los planes de ordenamiento territorial. Asimismo, incluir información sísmica en estos procesos permite identificar zonas con mayor riesgo de amenaza y orientar decisiones más seguras sobre la ubicación de asentamientos humanos, la

infraestructura y equipamientos, promoviendo el uso adecuado del suelo y una mejor protección.

Reglamento al Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos

Sin embargo, el Reglamento al Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos en sus artículos. 6-7 señala que la gestión del riesgo comprende el análisis, monitoreo y evaluación de amenazas y vulnerabilidades, y que la información generada debe ser accesible para la planificación y la toma de decisiones (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2018). Desde esta perspectiva, los mapas interactivos de amenaza sísmica contribuyen al fortalecimiento del sistema de gestión de riesgos, al promover el acceso a información clara y comprensible que favorece la prevención y la reducción de impactos ante eventos sísmicos.

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN), mediante el Decreto No. 3593 (2003)

Mediante Decreto Oficial No. 3593, el Instituto Geofísico recibe del Estado ecuatoriano el encargo oficial del diagnóstico y la vigilancia de los peligros sísmicos y volcánicos en todo el territorio nacional. Conjuntamente con el diagnóstico de la amenaza, el Instituto Geofísico mantiene un activo programa de monitoreo instrumental en tiempo real, que asegura la vigilancia científica permanente sobre volcanes activos y fallas tectónicas en el territorio nacional. Una serie de publicaciones tanto científicas como de divulgación general a nivel nacional e internacional dan fe de la capacidad y mística de trabajo de los científicos y técnicos que conforman el Instituto (Escuela Politécnica Nacional, s. f.).

2.5 Definición de Términos

Amenaza: La amenaza se describe como cualquier factor de riesgo externo que pueda dañar el nivel social, ambiental y económico en la sociedad durante algún tiempo específico (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

Amenaza natural: La amenaza natural hace referencia a cualquier proceso o fenómenos natural obtenido de la naturaleza que tienen el potencial de dañar a las personas, las características y el medio ambiente (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

Amenaza sísmica: La amenaza sísmica hace referencia a la posibilidad de que un sismo con determinada intensidad se produzca en una zona específica dentro de un intervalo de tiempo establecido (Álvarez, 2022).

ArcGIS online: ArcGIS Online es una plataforma segura y escalable basada en software como servicio (SaaS) que respalda los flujos de trabajo geoespaciales. Permite optimizar la toma de decisiones mediante la recolección, gestión y análisis de datos, así como la creación y difusión sencilla de mapas y aplicaciones dentro de un sistema de información geográfica (SIG) colaborativo en la web (ESRI, 2011).

Densidad poblacional: Indicador obtenido al dividir la población total entre la superficie del área analizada, con el fin de establecer la cantidad de habitantes por unidad territorial (Bastidas & Medina, 2011).

Desastres: Alteración significativa del funcionamiento normal de una comunidad, originada por la interacción entre eventos peligrosos y condiciones de exposición y vulnerabilidad, que ocasiona pérdidas o impactos humanos, materiales, económicos o

ambientales, y cuya magnitud demanda la intervención del Estado. (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

Falla geológica: Una falla geológica es una grieta en la corteza terrestre donde las rocas a ambos lados se desplazan, causando movimiento en la superficie terrestre (Soporte & Compañía, 2012).

IG-EPN: El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN) es la entidad encargada a nivel nacional de monitorear y analizar los riesgos sísmicos y volcánicos en el Ecuador, de acuerdo con la información publicada en su sitio web (IG-EPN, 2015).

Mapa: Representación gráfica de una parte de la superficie terrestre que muestra información sobre un tema específico (ESRI, 2022).

Parámetros sísmicos: Datos numéricos que describen un sismo, como magnitud, profundidad, ubicación y efectos en el suelo (MIDUVI, 2011).

Prevención de riesgos: Comprende acciones y medidas destinadas a evitar la generación de nuevos riesgos y a reducir los existentes (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

Resiliencia: capacidad de una comunidad o sociedad expuesta a una amenaza para resistir, adaptarse y recuperarse frente a sus efectos (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

Riesgo de desastres: probabilidad de que se produzcan pérdidas humanas, daños materiales o afectaciones en una comunidad durante un período determinado, en función de la amenaza existente y de las condiciones de exposición y vulnerabilidad (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

Shapefile: formato empleado para almacenar datos vectoriales, permitiendo registrar la ubicación, forma y atributos de los elementos geográficos (ESRI, 2022).

SIG: sistema de información geográfica conformado por programas, datos y herramientas digitales que permiten representar, analizar y gestionar información vinculada con ubicaciones geográficas (ESRI, 2022).

Sismo cortical: también denominado sismo superficial o intraplaca continental, corresponde a un terremoto generado dentro de la corteza terrestre, generalmente a profundidades menores a 70 kilómetros (Aguiar et al., 2010).

Sismicidad: Término que hace referencia a la frecuencia y la intensidad con las que se presentan los sismos en un área geográfica determinada (RAE, 2021).

Sismo de subducción: Es un tipo de sismo que se origina en regiones de subducción, donde una placa tectónica se introduce por debajo de otra (Aguiar et al., 2010).

Sismos: Movimiento o vibración del terreno originado, por lo general, causado por la liberación repentina de energía debido al desplazamiento de masas rocosas a lo largo de una falla tectónica (IG - EPN, 2023).

Terremoto: Movimiento brusco de la superficie terrestre causado por una dislocación o deformación en la corteza terrestre (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

USGS: United States Geological Survey (Servicio Geológico de los Estados Unidos). es una entidad científica del gobierno federal estadounidense encargada de investigar el suelo, los recursos naturales y las amenazas naturales, como terremotos, volcanes e inundaciones (USGS, 2020).

Vulnerabilidad: Condiciones determinadas por factores físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, comunidad, bienes o sistemas a los impactos de las amenazas (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2018).

2.6 Sistemas de variables

2.6.1 Variable Independiente

- Mapa interactivo

2.6.2 Variable dependiente

- Aporte a la gestión de riesgos de desastres

Operacionalización de Variables

Tabla 1

Variable independiente.

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumentos
Mapa interactivo	Es una representación digital de información geográfica que permite a los usuarios modificar su apariencia o funcionalidad, como	Interactividad	Nivel de interacción del usuario	Ordinal	Encuesta
	cambiar el estilo, hacer zoom, buscar lugares, aplicar filtros o ver información.	Accesibilidad	Frecuencia de acceso	Ordinal	Encuesta

Nota. La tabla presenta la variable independiente de la investigación.

Fuente: Elaboración propia 2025.

Tabla 2*Variable dependiente.*

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Escala	Instrumento
Comprensión y percepción de utilidad del mapa interactivo sobre la amenaza sísmica	Grado en que los estudiantes perciben que el mapa interactivo facilita el acceso, interpretación y comprensión de la información sísmica presentada, así como su utilidad académica para el análisis del riesgo sísmico.	Accesibilidad a la información	Nivel de facilidad percibida para acceder, consultar y localizar información dentro del mapa interactivo.	Ordinal	Encuesta aplicada a los usuarios
		Comprensión de la amenaza sísmica	Nivel de comprensión de los estudiantes sobre la distribución espacial, magnitud y ubicación de la amenaza sísmica después de utilizar el mapa.	Ordinal	Encuesta aplicada a los usuarios
		Utilidad académica y técnica	Nivel de percepción de los estudiantes sobre la utilidad del mapa como herramienta	Ordinal	Encuesta aplicada a los usuarios

de apoyo para el
análisis académico
del riesgo sísmico.

Nota. La tabla muestra la operacionalización de la variable dependiente de la investigación.

Fuente: Elaboración propia 2025.

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1 Nivel de la Investigación

En el marco de esta investigación, se adoptó un enfoque descriptivo con el propósito de obtener información detallada sobre las posibles dificultades que enfrentan los usuarios al interactuar con el mapa de amenaza sísmica. Este enfoque permitió identificar sus preferencias, así como comprender con mayor precisión la usabilidad y funcionalidad de la herramienta desde la perspectiva de quienes la utilizan. En este sentido, el análisis realizado permitió fortalecer la utilidad del mapa en los procesos de gestión del riesgo sísmico.

Este estudio fue pertinente porque facilitó comprender como la herramienta influye en la manera en que los usuarios interpreten y perciben el riesgo sísmico. Con este fin, se elaboró y aplicó un cuestionario que recogió información sobre el nivel de comprensión, la facilidad de uso y la utilidad percibida del mapa. Asimismo, se incluyeron preguntas abiertas para conocer opiniones y sugerencias que ayuden a mejorar el funcionamiento del mapa y su aporte a la gestión del riesgo. Con base en ello, fue posible identificar no solo patrones de uso y niveles de comprensión, sino también algunas dificultades específicas al momento de interactuar con la herramienta.

3.2 Enfoque de la investigación

Este estudio se realizó bajo un enfoque mixto, uniendo lo mejor de los mundos cualitativo y cuantitativo. Por un lado, buscamos entender a fondo las percepciones y opiniones de los usuarios sobre el mapa interactivo. Por otro lado, analizamos datos medibles para evaluar qué tan útil es la herramienta y cómo se presenta la información sísmica. Al integrar ambos enfoques, logramos una visión mucho más completa y sólida del proyecto. Esto permitió

obtener una visión más amplia y completa del problema de estudio, así como valorar de mejor manera el aporte del mapa interactivo en la gestión del riesgo de desastres en el Ecuador.

3.3 Métodos de Investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó el método descriptivo, el cual permitió analizar y caracterizar el comportamiento de los usuarios frente al uso del mapa interactivo de amenaza sísmica. Asimismo, se utilizó el método analítico, que facilitó la interpretación de los resultados obtenidos a partir de la información recopilada. De igual manera, se aplicó un enfoque cuantitativo, ya que se recolectaron datos mediante encuestas estructuradas que posteriormente fueron tabuladas y analizadas estadísticamente, permitiendo obtener conclusiones objetivas sobre la percepción y utilidad.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos

3.4.1 Objetivo específico 1

Técnicas:

Revisión documental

La revisión documental consiste en la recopilación, análisis y síntesis de información proveniente de fuentes bibliográficas, científicas y técnicas relacionadas con la amenaza sísmica, los sistemas de información geográfica (SIG) y la gestión del riesgo de desastres.

Esta técnica permite establecer el marco teórico y conceptual de la investigación, así como identificar metodologías, modelos y experiencias previas aplicadas en estudios similares. Además, facilita la selección de variables relevantes como magnitud, profundidad, intensidad sísmica y ubicación de fallas geológicas. Para ello, se consultarán fuentes oficiales

y científicas, como publicaciones del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, artículos académicos y bases de datos especializados.

Análisis de datos secundarios

El análisis de datos secundarios se basa en la utilización de información previamente recolectada por instituciones oficiales y organismos especializados en el monitoreo sísmico. Esta técnica permitirá validar y complementar los datos históricos de eventos sísmicos en el Ecuador, garantizando su confiabilidad y consistencia. A través de este análisis, se examinan variables como la magnitud, profundidad, localización geográfica y frecuencia de los sismos. De igual forma el uso de datos secundarios resulta fundamental para optimizar recursos y asegurar que la información empleada en la investigación.

Instrumentos:

Ficha de revisión documental

Este instrumento se emplea para registrar, organizar y sistematizar la información obtenida de las fuentes bibliográficas, científicas y técnicas consultadas. La ficha incluye datos como: autor, año de publicación, título del documento, fuente, objetivos, metodología, resultados relevantes y aportes al estudio. Su uso permite estructurar el marco teórico de manera ordenada y facilitar la identificación de conceptos clave relacionados con la amenaza sísmica, los SIG y la gestión del riesgo.

Matriz de análisis de datos secundarios

La matriz de análisis de datos secundarios se utiliza para recopilar y organizar la información proveniente de bases de datos oficiales sobre eventos sísmicos. Este instrumento permite clasificar variables como magnitud, profundidad, ubicación geográfica, fecha y frecuencia de los sismos. Además, facilita el procesamiento, comparación y validación de los datos, garantizando su coherencia y utilidad para el desarrollo de la investigación.

Base de datos digital

Se emplea una base de datos digital, elaborada en herramientas como hojas de cálculo (Excel) o software SIG (ArcMap), para almacenar, depurar y analizar la información recolectada. Este instrumento permite la integración de datos geoespaciales y estadísticos, facilitando su posterior representación cartográfica y análisis espacial

3.4.2 Objetivo específico 2

Técnicas:

Sistematización de información geoespacial

Consiste en la organización, estructuración y procesamiento de datos espaciales dentro de un entorno SIG. Además, esta técnica integra diferentes capas de información, como eventos sísmicos, fallas geológicas y densidad poblacional, facilitando su análisis y representación cartográfica. Asimismo, se aplican los procesos de georreferencia, edición y análisis espacial para generar los productos cartográficos confiables.

Instrumentos:

Capas temáticas digitales (shapefiles)

Son archivos geoespaciales que contienen información específica del territorio, tales como ubicación de sismos, fallas geológicas y características demográficas. Estas capas constituyen la base para el análisis espacial y la representación cartográfica dentro del SIG.

Software de Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Se empleará herramientas tecnológicas especializadas como ArcMap y ArcGIS Online para la organización, procesamiento y análisis de la información geoespacial. Estos programas permiten integrar diferentes capas temáticas, realizar análisis espaciales, georreferenciar datos y generar productos cartográficos digitales, incluyendo el mapa interactivo de amenaza sísmica.

3.4.3 Objetivo específico 3

Técnicas:

Encuesta

La encuesta es una técnica de recolección de datos que permite obtener información directa de los usuarios sobre la funcionalidad, comprensión y utilidad del mapa interactivo desarrollado.

Se aplicó un cuestionario estructurado con preguntas claras, concretas y relacionadas con el uso de los sistemas de información geográfica (SIG), enfocado en evaluar la experiencia del usuario. Este instrumento permitirá medir aspectos como la facilidad de navegación, interpretación de la información y percepción del riesgo sísmico.

Instrumentos:

Cuestionario estructurado

Es el instrumento principal de recolección de datos, diseñado con preguntas cerradas y de opción múltiple, orientadas a evaluar la funcionalidad, comprensión y utilidad del mapa interactivo. Este cuestionario incluye ítems relacionados con la facilidad de navegación, interpretación de la información geoespacial y percepción del riesgo sísmico. El uso de preguntas cerradas permitirá obtener respuestas estandarizadas y cuantificables, facilitando su tabulación, análisis estadístico e interpretación de resultados.

Formulario digital

Se emplea la plataforma Google Forms como medio para el estudio del cuestionario. Este instrumento facilitará la distribución de la encuesta, la recopilación calculada de respuestas y la generación de resultados en tiempo real mediante gráficos y estadísticas.

3.5 Técnicas de análisis y procesamiento de la Información

Para alcanzar los resultados planteados en el presente proyecto de investigación, titulado “Mapa interactivo de la amenaza sísmica en el Ecuador como herramienta para la gestión del riesgo de desastres”, se requiere la aplicación de un conjunto articulado de técnicas y herramientas que permitan la recolección, procesamiento, análisis y validación de la información.

En este sentido, la investigación se apoya en metodologías propias del análisis geoespacial y de la gestión de datos, con el propósito de obtener un producto final confiable, funcional y orientado a la toma de decisiones. La integración de estas técnicas no solo facilita el cumplimiento de los objetivos propuestos, sino que también garantiza la calidad, precisión y utilidad del mapa interactivo desarrollado.

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico, orientado a la elaboración de una base de datos integrada que recopile información histórica de eventos sísmicos en el

Ecuador, así como parámetros sismológicos, fallas geológicas y datos de densidad poblacional, se utilizara lo siguiente.

3.5.1. Revisión documental.

Esta técnica permite la recopilación, selección, análisis y organización de información proveniente de fuentes secundarias confiables, tales como registros históricos de eventos sísmicos, documentos técnicos, reportes institucionales y bases de datos oficiales. Entre las fuentes más relevantes se consideraron los registros emitidos por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, así como información cartográfica y demográfica disponible en entidades públicas y repositorios especializados.

Como parte del proceso metodológico, se utilizaron diversos instrumentos que facilitarán la sistematización de la información recopilada. Entre ellos destacan las matrices de registro, diseñadas para estandarizar los datos según variables específicas como magnitud, profundidad, localización geográfica y fecha del evento; bases de datos estadísticas en formato digital; informes técnicos; y archivos cartográficos en formatos geoespaciales. Estos instrumentos permitieron estructurar la información de manera ordenada, coherente y compatible con los sistemas de información geográfica.

3.5.2 Análisis de datos secundarios

De manera complementaria, se aplicó un análisis de datos secundarios, con el fin de validar, depurar y homogenizar la información recopilada. Este proceso es fundamental debido a que los datos se encontraran en diferentes formatos y estructuras, tales como hojas de cálculo (Excel), archivos vectoriales tipo SHP (shapefile) y formatos KML. En este contexto, se realizará un proceso de conversión, limpieza y normalización de datos, que incluye la eliminación de inconsistencias, la corrección de errores. También, se llevará a

cabo la integración de la información dentro de un entorno de sistemas de información geográfica (SIG), Esto permite consolidar las diferentes capas de información en una base de datos geoespacial unificada

Así mismo, se incorporará información correspondiente a las fallas geológicas a nivel nacional, lo cual resulta fundamental para comprender la dinámica tectónica del territorio ecuatoriano y su estrecha relación con la ocurrencia de eventos sísmicos. Esta información permitirá identificar zonas de mayor actividad sísmica y reconocer patrones asociados a la interacción de placas y estructuras geológicas presentes en el país.

De igual manera, se integrarán datos de densidad poblacional, los cuales serán clasificadas en niveles bajo, medio y alto para cada provincia. Esta clasificación facilita el análisis del grado de exposición de la población frente a la amenaza sísmica, permitiendo establecer una relación directa entre la ocurrencia de eventos naturales y su posible impacto en el territorio.

La integración de todas estas variables dentro de un entorno geoespacial no solo facilita la visualización de la distribución espacial y temporal de los eventos sísmicos, sino que también permite realizar un análisis del riesgo desde un enfoque integral. En este sentido, la base de datos desarrollada se consolida como una herramienta clave para la generación del mapa interactivo, ya que posibilitará vincular la amenaza natural con factores sociales.

Para el desarrollo del segundo objetivo específico, orientado al diseño de un mapa de amenaza sísmica en el Ecuador que facilite la visualización de los eventos sísmicos, su magnitud y su posible impacto, se procedió al procesamiento y análisis de la información previamente recopilada en la etapa inicial de la investigación.

3.5.3 Depuración de datos

Una vez consolidada la base de datos integrada, los datos serán sometidos a un proceso de depuración, organización y estandarización, utilizando herramientas como hojas de cálculo en Excel para la estructuración de los atributos y el Software ArcMap para el tratamiento geoespacial.

3.5.4 Convertir los archivos a GeoJSON

Además, la información se transformará a formatos interoperables, específicamente a GeoJSON, con esta finalidad de facilitar su integración y visualización en plataforma web. Además, para esta implantación, se utilizó el ArcGIS Online, herramientas de cargar, gestionar y presentar información geográfica.

3.5.5 generación del mapa de amenaza sísmica

El mapa de amenaza sísmica en el ArcGIS online integrará diversas capas de información, entre las que destacan: los sismos más representativos registrados en el Ecuador, la densidad poblacional clasificada por provincias y la ubicación de las principales fallas geológicas del país. Esta integración permite al usuario visualizar de manera clara la distribución espacial de los eventos sísmicos, identificar zonas de mayor vulnerabilidad y comprender la relación entre la amenaza natural y los factores de exposición.

Este mapa interactivo está diseñado para que cualquier persona pueda explorar los datos a fondo. Gracias a sus herramientas de navegación y análisis, es fácil consultar detalles clave como la magnitud de los sismos, su ubicación exacta y el contexto geológico de la zona.

Más que un simple mapa, hemos creado una herramienta tecnológica para entender mejor el riesgo sísmico en Ecuador. Es un recurso valioso para planificar el territorio, gestionar emergencias y apoyar futuras investigaciones. Para asegurar su eficacia, nos basamos en todo el trabajo previo de recolección de datos y diseño que realizamos en las etapas anteriores.

3.5.6 Recolección de datos,

La aplicación de la técnica de recolección de datos mediante encuesta, la cual se elaborará a través de la herramienta digital Google Forms. Esta herramienta permite obtener información directa de los usuarios acerca del funcionamiento, la utilidad y el nivel de comprensión del mapa interactivo.

El instrumento será diseñado con preguntas claras, concretas y estructuradas, orientadas a evaluar aspectos clave como la facilidad de uso, la accesibilidad de la información, la correcta interpretación de los datos geoespaciales y la percepción del riesgo sísmico

3.5.7 Identificación de la población a ser encuestada

La encuesta va hacer aplicada a un grupo de usuarios previamente definidos, conformado por estudiantes de la carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres, desde primer hasta quinto semestre. Estos participantes interactuaran con el mapa interactivo y posteriormente emitieran sus criterios en función de su experiencia de uso. Para la medición de las respuestas se utilizó una escala tipo Likert, lo que permitió cuantificar el nivel de aceptación, satisfacción y funcionalidad de la herramienta desarrollada.

3.5.8 Procesamiento y análisis de los datos obtenidos

Una vez recolectada la información, se llevará a cabo el procesamiento y análisis de los datos obtenidos, mediante la organización de las respuestas en tablas y gráficos estadísticos generados automáticamente por la plataforma. Este análisis permitirá interpretar los resultados de cada una de las preguntas de forma individual, así como identificar tendencias generales en relación con la efectividad del mapa interactivo.

Los resultados obtenidos facilitarán la evaluación integral del producto desarrollado, permitiendo determinar su grado de funcionalidad, utilidad y pertinencia como herramienta para la gestión del riesgo de desastres, y se logró validar el cumplimiento del objetivo planteado, evidenciando el aporte del mapa interactivo en la comprensión de la amenaza sísmica en el Ecuador y su potencial aplicación en métodos de planificación territorial y toma de decisiones.

3.6 Población y Muestra

3.6.1 Población

Para nuestro trabajo de investigación se tomó en cuenta como universo a estudiantes de la carrera de Ingeniería En Riesgos De Desastres De La Universidad Estatal De Bolívar en el periodo académico 2025-2025.

3.6.2 Muestra

Como muestra se escogerá a los estudiantes de primero y quinto semestre de la carrera de ingeniería en riesgos de desastres de la universidad estatal de bolívar se obtuvo una muestra de 93 encuestas.

CAPITULO IV.

RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS

PLANTEADOS

Para cumplir con el Objetivo 1, se recopilaron diversos datos relacionados con eventos sísmicos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) proporcionó archivos de sismos registrados entre 1901 y 2025. Asimismo, se recopiló información sobre la peligrosidad sísmica, incluyendo los valores de aceleración sísmica esperada para periodos de retorno de 475 años, requeridos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) para edificaciones normales, y de 2475 años para edificaciones de importancia especial. Estos datos también fueron obtenidos del IG-EPN. Además, se incorporó información sobre la densidad poblacional, correspondiente al año 2022, proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

4.1 Objetivo 1: Elaborar una base de datos integrada que recopile información histórica de eventos sísmicos en el Ecuador, incorporando parámetros sismológicos, fallas geológicas y datos de densidad poblacional

4.1.1 Eventos históricos.

Conocer los sismos más importantes en la historia de Ecuador es clave para entender cómo se comporta la tierra en nuestro país y el impacto real que tienen en las personas. Al analizar datos como la magnitud, el lugar y la profundidad, podemos identificar patrones y señalar las zonas que más han sufrido a lo largo del tiempo. Estos eventos no son solo cifras;

representan lecciones importantes por los daños que han causado en viviendas, infraestructura, la economía y, sobre todo, en la vida de los ecuatorianos.

cotidiana de muchas comunidades, mostrando la vulnerabilidad que existe en varios sectores del territorio ecuatoriano. El análisis de los registros históricos constituye una base fundamental para la organización de la información en la base de datos y para la posterior evaluación de la amenaza sísmica en el territorio ecuatoriano.

Tabla 3.

Sismos más representativos.

Id	Lugar	Año	Hora	Min	Profundidad		Mag.	Long.	Lat.	Fuente	Resumen
					(Km)						
1	Quito	31/03/1587	1	30	10		6.4	-78,33	0,05	IG-EPN	En San Antonio de Pichincha y pueblos vecinos hubo una significativa destrucción. Grandes y profundas grietas por las que brotó agua negra y de mal olor.

												Destrucción de nueve poblaciones. A pesar de la alta intensidad, la zona macro sísmica fue bastante restringida. La mayor destrucción ocurrió en Chimbo. Pocos sobrevivientes. Grandes deslizamiento s en montes y laderas.
3	Chimbo	29/08/1674	x	x	10	6.4	-79,15	-1,67	IG-EPN			Destrucción de nueve poblaciones. A pesar de la alta intensidad, la zona macro sísmica fue bastante restringida. La mayor destrucción ocurrió en Chimbo. Pocos sobrevivientes. Grandes deslizamiento s en montes y laderas.
4	Ambato y Latacunga	22/11/1687	x	x	10	8	-78,42	-1,25	IG-EPN			Gran terremoto en las provincias centrales. Destrucción de Ambato, Latacunga y

											<p>muchas poblaciones de la comarca. Deslizamientos de montes y taludes. Aproximadamente 7200 muertos. Terremoto muy destructivo entre Tiopullo y el Azuay, con graves daños en Ambato, Latacunga y Riobamba y cerca de 8 000 muertos. Provocó deslizamientos, derrumbes, grietas y avalanchas que agravaron</p>
5	Chimborazo y Cotopaxi	20/06/1698	6	0	10	7.25	-78,8	-1,65	IG-EPN		<p>Provincias de Tungurahua,</p>

											Gran terremoto de Latacunga y su jurisdicción. Destrucción de iglesias y casas en la ciudad y en los pueblos vecinos. Efectos considerables en Tungurahua. Murieron más de 4 000 personas.
7	Latacunga y su jurisdicción	22/02/1757	x	x	10	6.1	-78,56	-0,92	IG-EPN		Terremoto en Riobamba. Graves daños en la ciudad y pueblos vecinos. Destrucción total de
8	Riobamba	10/05/1786	15	0	10	5.8	-78,78	-1,68	IG-EPN		

											de víctimas, con fuerte impacto social y económico.
											En Ecuador solo se conoce que los efectos fueron severos en Tulcán y se lo sintió fuertemente hasta Ibarra.
10	Fronte ra Ecuad or- Colom bia	20/01/1834	1	45	10	7.4	-78,09	0,88	IG-EPN		Graves daños en Quito y el valle de Los Chillos, afectando iglesias y viviendas. Se sintió en gran
11	Cotop axi hasta Imbab ura.	22/03/1859	13	30	10	7.2	-78,75	0,02	IG-EPN		

											parte del país, con grietas en el terreno y varias víctimas, especialmente en Machachi y zonas cercanas.
											Violento sismo que produjo daños severos. Caen paredes de casas. Destruida parcialmente la iglesia de Píllaro. Destrucción parcial de muchas casas en Pelileo. En el sector rural los daños fueron cuantiosos en
12	Provincia de Tungurahua	17/05/1868	18	0	10	6.1	-78,42	-1,25	IG-EPN		

										casas de adobe y tapia.
										Averías en puente de El Socavón de Ambato.
										Terremoto en la provincia del Carchi.
										Graves destrozos en casas e iglesias. Los mayores estragos se
13	Provincia del Carchi	15/08/1868	19	30	10	6.6	-77,92	0,7	IG-EPN	localizaron en la zona de El Ángel, Huaca, Tusa y El Chota. En Tulcán los efectos fueron de menor proporción. Decenas de muertos (solo

										en calles de El Ángel se contabilizaron 32 víctimas).
										Causó gran destrucción en Ibarra, Cotacachi y Otavalo, con deslizamientos, grietas y daños en vías. Ibarra quedó casi en ruinas (se intentó trasladarla) y también hubo daños en Quito y Carchi, con fuertes impactos sociales y económicos.
14	Provincia de Imbabura	16/08/1868	6	40	10	7.25	-78,3	0,25	IG-EPN	

										Generó un gran tsunami, causando graves daños en Esmeraldas y el sur de Colombia.
15	Ecuador – Colombia	31/1/1906	10	36	20	8.8	-79,37	0,96	IG-EPN	Hubo alrededor de 30 muertos (posiblemente muchos más), numerosos heridos y gran cantidad de afectados, además de destrucción de poblaciones costeras.
16	Cantones de Chimborazo	23/9/1911	4	10	10	6.2	-78,8	-1,73	IG-EPN	Causó estragos de consideración en varios cantones de la provincia del Chimborazo,

											33 km del Pullurima.
											Sismo
											destructor en
											la zona rural
											del valle de
											Los Chillos.
											Colapso de
											algunas casas,
18	Valle de Los Chillos	5/2/1923	12	22	10	6.1	-78,63	-0,55	IG-EPN		principalment e las de adobe, mientras otras quedaron inhabitables. Algunos heridos.
											Fuerte sismo afecta únicamente a Quito, donde se produjeron daños en
19	Quito	19/5/1923	10	31	10	6.1	-77,8	0,88	IG-EPN		

										edificios públicos, iglesias y casas.
										Terremoto en la frontera Ecuador- Colombia, que asoló las poblaciones que resultaron afectadas con el terremoto de 1923. En esta ocasión
20	Fronte ra Ecuad or- Colom bia	18/12/1926	18	5	10	6.0	-77,78	0,87	IG-EPN	se incrementa la actividad del volcán Galeras (cerca de Pasto) y entra en actividad el volcán Cumbal. 2 muertos y varios heridos.

										Algunos daños en la ciudad de Loja. Grietas en caminos y montes de la Región Oriental. Efectos varios en localidades peruanas.
21	Zona sur del país	25/7/1929	8	39	10	5.88	-78,48	-0,5	IG-EPN	
22	Valle de los Chillo s, en Pichin cha	10/8/1938	2	2	10	5.8	-78,41	-0,4	IG-EPN	Daños severos en viviendas, destrucción de casas de adobe y grietas, deslizamiento s y cambios en aguas termales, acompañado de ruidos subterráneos.

											Causó destrucción de viviendas rurales (adobe y tapia), daños en iglesias y colapso de
23	Pastoc alle	15/9/1944	19	20	10	5.7	-78,7	-0,71	IG-EPN		cubiertas, con afectación notable en Pastocalle, donde incluso se mencionó la reubicación de la población.
											Causó más de 6,000 muertos, 100,000
24	Antigua Ambato o.	5/8/1949	14	8	15	6.8	-78,62	-1,24	IG-EPN		damnificados y destruyó casi totalmente Ambato (75%), Pelileo

											Colapso de viviendas, grietas, deslizamiento s y daños en vías, además de un pequeño
26	Esmeraldas	19/1/1958	13	50	10	5.0	-78,59	-0,98	IG-EPN	tsunami que afectó la ciudad. Los efectos se sintieron también en Imbabura y el sur de Colombia.	
27	Provincia de Chimborazo	8/4/1961	9	3	10	6.3	-78,97	-2,09	IG-EPN	Graves daños en la provincia de Chimborazo. Principalmente fueron afectadas las edificaciones de adobe y tapia.	

										Cuturivías y Conchacapac.
										Destrucción parcial de casas de adobe o tapia.
	Zona									Pequeños deslizamiento s de laderas y taludes. Área macro sísmica muy restringida en la zona rural.
29	central de país	29/11/1976	23	20	10	5.0	-78,61	-0,52	IG-EPN	
	Bahía de Caráq uez, provin cia de Manab í	4/8/1998	13	59	10	7.1	-80,5	-0,6	IG-EPN	Causó graves daños estructurales en la provincia de Manabí, especialmente en Bahía, Canoa y San Vicente. Se registraron al

masiva en
Pedernales,
Portoviejo y
Manta,
provocando el
colapso de
infraestructura
crítica,
viviendas y
graves daños
al sector
productivo.

Nota. La tabla muestra los sismos más representativos del estudio. Datos del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional.

4.1.2 Fallas Geológicas

Las fallas geológicas presentes en el Ecuador desempeñan un papel fundamental en la generación de actividad sísmica, al estar asociadas tanto a procesos tectónicos de gran escala como a deformaciones locales de la corteza terrestre. Estas fallas no solo se relacionan con grandes terremotos interplaca en la zona oceánica, sino también con fallas corticales poco profundas, las cuales pueden generar eventos sísmicos de menor magnitud, pero con alto potencial de afectación. Debido a su proximidad a zonas pobladas, estas fallas impactan tanto áreas urbanas como rurales, incrementando el nivel de riesgo sísmico en diversas provincias del país. Su identificación y análisis resultan esenciales.

Tabla 4*Fallas geológicas.*

Numero	Falla	Longitud	Movimiento	Época de movimiento más reciente	Taza de Deslizamiento (mm/año)
EC-01	San Lorenzo	21,9 km	Desconocido	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-02	Esmeralda	58,4 km			
	Esmeralda - Sección			<1,6 millones de años	
EC-02a	Norte	21,3 km	Desconocido		<1(desconocido)
	Esmeralda - Sección			<1,6 millones de años	
EC-02b	Sur	41,1 km	Sinistral, reverso		<1(desconocido)
EC-03	Río Canandé	59,6 km			
	Río Canandé Sección			<1,6 millones de años	
EC-03a	Occidental	16,0 km	Normal, dextral		<1(desconocido)
	Río Canandé -			<1,6 millones de años	
EC-03b	Sección Central	25,8 km	Dextral		<1(desconocido)
	Río Canandé -			<1,6 millones de años	
EC-03c	Sección Oriental	19,7 km	Dextral		<1(desconocido)
				<1,6 millones de años	
EC-04	Falla de Galera	25,1 km	Dextral, normal		<1(desconocido)

EC-05	Buga	24,6 km	Inversión	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-06	Lineamiento Mache	55,5km	Desconocido	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-07	Cañaveral	137,7 km			
EC-07a	Cañaveral - Sección Norte	37,5 km	Inverso, dextral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-07b	Cañaveral - Sección central	34,2 km	Dextral, normal	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-07c	Cañaveral - Sección Jama	46,7 km	Desconocido	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-07d	Tramo San Isidro	15,1 km	Normal, dextral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-08	Quinindé	78,2 km	Inverso, transpresivo	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-10	Bahía	43,4 km			
EC-10a	Bahía-Sección Norte	22,2 km	Sinistral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-10b	Bahía-Sección Sur	22,2 km	Posiblemente inverso a transpresivo	<1,6 millones de años	<1(desconocido)

				<1,6 millones de	
EC-11	Calceta	50,3 km	Desconocido	años	<1(desconocido)
				<1,6 millones de	
EC-12	Daule	77,9 km	Desconocido	años	<1(desconocido)
				<1,6 millones de	
EC-13	Buena Fe	61,1 km	Desconocido	años	<1(desconocido)
EC-14	Jipijapa	43,0 km			
	Jipijapa-Sección			<1,6 millones de	
EC-14a	Jipijapa	23,6 km	Contrarrestar	años	<1(desconocido)
	Jipijapa-Sección			<1,6 millones de	
EC-14b	Julcuy	15,9 km	Contrarrestar	años	<1(desconocido)
				<1,6 millones de	
EC-15	Río Colimes	27,2 km	Desconocido	años	<1(desconocido)
EC-16	Colonche	106,4 km			
	Colonche-Sección			<1,6 millones de	
EC-16a	Noroeste	10,3 km	Contrarrestar	años	<1(desconocido)
	Colonche-Sección			<1,6 millones de	
EC-16b	Norte	22,8 km	Inversa, transpresiva	años	<1(desconocido)
	Colonche-Sección			<1,6 millones de	
EC-16c	central	20,9 km	Sinistral	años	<1(desconocido)

EC-16d	Colonche-Sección sur	32,1 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-17	Carrizal	66,0 km	Desconocido	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-18	La cruz	47,8 km	Dextral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-19	Chanduy	34,4 km	Desconocido	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-20	Posorja	73,5 km	Normal	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-21	Jambelí	16,9 km	Normal	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-22	Puná	43,9 km	Dextral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-23	San isidro	11,7 km	Dextral	<15,000 años	0,2-1,0
EC-24	El Ángel	26,3 km	Reverso, dextral	<15,000 años	<1(desconocido)
EC-25	Río Ambi	15,6 km	Dextral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-26	Otavalo	21,3 km	Dextral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)

	Billecocha-					
EC-27	Huayrapungo	33,2 km				
	Billecocha					
	Huayrapungo-					
EC-27a	Sección Billecocha	7,0 km	Normal		<15,000 años	<1(desconocido)
	Billecocha					
	Huayrapungo-				<1,6 millones de	
EC-27b	Sección Huayrapungo	14.9 km	Dextral		años	<1(desconocido)
EC-28	Apuela	53,8 km				
	Apuela-Sección				<1,6 millones de	
EC-28a	Noreste	25,4 km	Dextral		años	<1(desconocido)
	Apuela-Sección				<1,6 millones de	
EC-28b	central	20,4 km	Dextral		años	<1(desconocido)
					<1,6 millones de	
EC-28c	Sección sur	28,4 km	Desconocido		años	<1(desconocido)
EC-29	Nanegalito	43,6 km	Dextral		<15,000 años	1-may
EC-30	El Cinto	24,4 km				
	El Cinto-Sección				<1,6 millones de	
EC-30a	Guayacán	12,2 km	Sinistral		años	<1(desconocido)
	El Cinto-Sección Río				<1,6 millones de	
EC-30b	Cinto	8,0 km	Sinistral		años	<1(desconocido)

EC-31	Quito	30,5 km			
EC-31a	Quito-Sección Norte	17,5 km	Inverso, dextral	<15,000 años	0,2-1,0
EC-31b	Quito-Sección Sur	15,0 km	Inverso, dextral	<15,000 años	0,2-1,0
EC-32	Tandapi	15,9 km	Sinistral	<15,000 años	1-may
				<1,6 millones de	
EC-33	Papallacta	16,1 km	Dextral	años	<1
				<1,6 millones de	
EC-34	Río Baba	27,0 km	Inverso, dextral	años	<1(desconocido)
				<1,6 millones de	
EC-35	Machachi	32,8 km	Dextral	años	<1(desconocido)
				<1,6 millones de	
EC-36	Poaló	20,3 km	Contrarrestar	años	<1(desconocido)
			Deslizamiento de	<1,6 millones de	
EC-40	Guangaje	25,9 km	huelga	años	<1(desconocido)
EC-41	Chugchilán-Sigchos	57,9 km			
	Chugchilán Sigchos-		Transpresivo,	<1,6 millones de	
EC-41a	Sección Sigchos	29,2 km	dextral	años	<1(desconocido)
	Chugchilán Sigchos-			<1,6 millones de	
EC-41b	Sección Chugchilán	23,0 km	Contrarrestar	años	<1(desconocido)

				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-42	Pucayacu	32,9 km	Contrarrestar		
EC-43	Valencia La Maná	65,0 km			
	Valencia La Maná-			<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-43a	Tramo Valencia	40,3 km	Desconocido		
	Valencia La Maná-			<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-43b	Sección La Maná	15,0 km	Contrarrestar		
				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-44	Quinsaloma	24,3 km	Contrarrestar		
				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-45	Calabí	37,5 km	Desconocido		
				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-46	Salinas	36,2 km			
	Salinas-Sección Río			<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-46a	Salinas	15,7 km	Contrarrestar		
				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-46b	Salinas-Sección Sur	19,8 km	Desconocido		
				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-47	Guaranda	21,9 km	Inverso, dextral		
				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-48	Montalvo	50,6 km	Contrarrestar		
				<1,6 millones de años	<1(desconocido)

				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-49	Chillanes	36,4 km	Contrarrestar		
EC-50	Pallatanga	56,8 km			
	Pallatanga-Sección				1-may
EC-50a	Pallatanga	38,6 km	Dextral, reverso	<15,000 años	
	Pallatanga-Sección			<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-50b	central	17,0 km	Dextral		
	Pallatanga-Sección			<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-50c	Sur	12,2 km	Inverso, dextral		
				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-51	Pancho Negro	24,0 km	Dextral		
				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-52	Naranjal	25,9 km	Contrarrestar		
				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-53	Ponce Enríquez	56,9 km	Contrarrestar		
				<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-54	Chingual	70,3 km	Dextral	<15,000 años	>5
EC-55	Reventador	99,9 km			
	Reventador-Sección			<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-55a	Norte	51,5 km	Inverso		
	Reventador-Sección			<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-55b	Sur	48,4 km	Dextral		

EC-56	Salado	60,7 km	Inversa, dextral	<15,000 años	<1(desconocido)
EC-57	Baeza-Chaco	54,4 km	Dextral, reverso	<15,000 años	<1(desconocido)
EC-58	Cosanga	29,7 km	Inverso, dextral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-59	Huacamayos	39,6 km	Dextral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-60	Pisayambo	23,5 km	Dextral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-61	Patate	14,4 km	Dextral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-62	Candelaria	29,2 km	Deslizamiento horizontal	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-63	Guamote	31,8 km	Dextral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-64	Cáscales	68,2 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-65	Payamino	48,3 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-66	Sumaco	38,8 km	Inversa, transpresiva	<1,6 millones de años	<1(desconocido)

EC-67	Hollín	32,0 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-68	Tena	34,8 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-69	Pusuno	29,3 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-70	Arajuno	28,1 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-71	Anzu	31,7 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-72	Mera	12,3 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-73	Puyo	10,8 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-74	Pastaza	17,8 km	Sinistral	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-75	Santiago-Upano	80,5 km	Contrarrestar	<15,000 años	<1(desconocido)
EC-76	Macuma	119,0 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-77	Taihas	53,9 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)

EC-78	Paute	46,5 km	Desconocido	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-79	Gualaceo	32,6 km	Contrarrestar	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-80	Tarqui	17,8 km	Desconocido	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-81	Girón	44,7 km			
	Girón-Sección				
EC-81a	Noreste	23,7 km	Normal	<15,000 años	<1.0
	Girón-Sección				
EC-81b	suroeste	23,7 km	Normal, dextral	<15,000 años	<1.0
EC-82	Celica-Macará	73,3 km			
	Celica Macará-			<1,6 millones de	
EC-82a	Sección Celica	73,3 km	Desconocido	años	<1(desconocido)
	Celica Macará-			<1,6 millones de	
EC-82b	Sección Macará	35,3 km	Inverso	años	<1(desconocido)
				<1,6 millones de	
EC-83	La Toma	21,4 km	Inverso	años	<1(desconocido)
				<1,6 millones de	
EC-84	Catamayo	18,2 km	Inverso	años	<1(desconocido)

EC-85	Las Pitas	11,5 km	Inverso	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-86	El Tambo	17,9 km	Inverso	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-87	Loja	34,7 km	Inverso	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-88	Solanda	21,0 km	Desconocido	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-89	Las Aradas	47,5 km	Inverso	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-90	Numbala	97,8 km			
	Numbala-Sección			<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-90a	Norte	51,9 km	Inverso	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-90b	Numbala-Sección Sur	43,5 km	Inverso	<1,6 millones de años	<1(desconocido)
EC-91	Nangaritza	57,4 km	Transcurrente, inversa	<1,6 millones de años	<1(desconocido)

Nota. La tabla presenta las fallas principales del Ecuador.

4.1.2 Densidad poblacional

Para sacar la densidad poblacional por provincia se utilizó la siguiente formula:

$$Densidad\ poblacional = \frac{Población\ total}{Superficie\ (km^2)}$$

Para saber si la densidad poblacional era alta, media o baja se utilizó la siguiente tabla donde se indica los rangos para la clasificación:

Clasificación de densidad	Rango (hab/km²)	Explicación
Baja	Menos de 50 hab/km ²	Indica territorios con poca población en relación con su superficie. Generalmente son zonas rurales, amazónicas o con grandes áreas naturales donde los asentamientos están dispersos.
Media	50 – 100 hab/km ²	Representa territorios con población moderada, donde existen ciudades intermedias y actividades agrícolas o comerciales, pero también amplias zonas rurales.
Alta	Más de 100 hab/km ²	Indica alta concentración de población en un territorio relativamente pequeño. Suelen existir grandes ciudades, mayor desarrollo urbano, comercio, industria y servicios.

Nota. Información tomada del Plan Parcial de Ordenamiento Territorial del barrio Turupamba de la ciudad de Loja.

Tomando en cuenta que se hizo una clasificación para saber si la densidad poblacional es baja, media o alta ya que esto nos ayuda para identificar cuantas personas podrían verse afectadas en caso de sismos ya que nos sirve en la identificación de zonas de alto riesgo, esto ayuda para planificar evacuaciones, estimar daños potenciales y distribuir ayuda humanitaria eficientemente. Las zonas con mayor densidad suelen presentar mayores víctimas por el hacinamiento y la colisión de estructuras. Con la siguiente tabla podemos entender mejor que provincias entran en el rango bajo, medio o alta.

Para tener un mejor resultado más detallado se realizó la densidad poblacional de provincias, cantones y parroquias lo que nos dio un resultado más detallado de las poblaciones que se encuentra en un rango alto, medio y bajo.

Tabla 5

Densidad Poblacional por provincias.

PROVINCIA	HABITANTES	ÁREA KM2	DENSIDAD POBLACIONAL	CLASIFICACIÓN
PASTAZA	111.915	29646,25	4	BAJA
GALÁPAGOS	28.583	6636,30	4	BAJA
MORONA SANTIAGO	192.508	24005,02	8	BAJA
ORELLANA	182.166	21728,02	8	BAJA
NAPO	131.675	12542,22	10	BAJA
ZAMORA CHINCHIPE	110.973	10564,92	11	BAJA
SUCUMBÍOS	199.014	18096,61	11	BAJA
ESMERALDAS	553.900	15845,13	35	BAJA
LOJA	485.421	11064,15	44	BAJA
CARCHI	172.828	3782,92	46	BAJA
BOLÍVAR	199.078	3956,21	50	MEDIA
CAÑAR	227.578	3647,94	62	MEDIA

COTOPAXI	470.210	6188,55	76	MEDIA
CHIMBORAZO	471.933	6115,65	77	MEDIA
MANABÍ	1.592.840	19521,14	82	MEDIA
IMBABURA	469.879	4791,54	98	MEDIA
AZUAY	801.609	8173,01	98	MEDIA
SANTA ELENA	385.735	3688,74	105	ALTA
EL ORO	714.592	5871,01	122	ALTA
LOS RÍOS	898.652	7236,80	124	ALTA
SANTO DOMINGO DE LOS				
TSÁCHILAS	492.969	3780,00	130	ALTA
TUNGURAHUA	563.532	3385,88	166	ALTA
GUAYAS	4.391.923	16238,39	270	ALTA
PICHINCHA	3.089.473	9453,56	327	ALTA

Nota. Datos del Censo de Población y Vivienda (2022), del Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Elaboración propia 2025.

Como resultado nos dio que las siguientes provincias tiene tienen una clasificación baja, media, alta.

Densidad poblacional baja

Como resultado las provincias con una densidad baja fueron: Loja, Morona Santiago, Napo, Pastaza, Zamora Chinchipe y Galápagos. Estas provincias indica territorios con poca. En

las zonas rurales y amazónicas de nuestro país, la población suele vivir de forma más dispersa. Si bien una baja densidad poblacional significa que hay menos personas expuestas físicamente a un sismo, esto no implica que estén fuera de peligro. Al contrario, la vulnerabilidad en estas regiones puede ser mayor debido a las limitaciones en infraestructura, la dificultad de acceso y una capacidad de respuesta más lenta ante emergencias. Además, el hecho de que las familias vivan lejos unas de otras complican enormemente las tareas de evacuación y rescate cuando ocurre un desastre.

Tabla 6

Densidad poblacional baja

PROVINCIA	HABITANTES	AREA KM2	DENSIDAD POBLACIONAL	CLASIFICACIÓN
CARCHI	172.828	3782,92	46	BAJA
ESMERALDAS	553.900	15845,13	35	BAJA
GALÁPAGOS	28.583	6636,30	4	BAJA
LOJA	485.421	11064,15	44	BAJA
MORONA				
SANTIAGO	192.508	24005,02	8	BAJA
NAPO	131.675	12542,22	10	BAJA
ORELLANA	182.166	21728,02	8	BAJA
PASTAZA	111.915	29646,25	4	BAJA

SUCUMBÍOS	199.014	18096,61	11	BAJA
ZAMORA				
CHINCHIPE	110.973	10564,92	11	BAJA

Nota. Datos del Censo de Población y Vivienda (2022), del Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Elaboración propia 2025.

Densidad poblacional media

Como resultado las provincias con una densidad media fueron: Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Esmeraldas, Manabí. Estas provincias tienen una población intermedia y combinan ciudades pequeñas con amplias zonas rurales. Aunque no concentran grandes masas urbanas, sus centros poblados pueden verse afectados por sismos. Además, las diferencias entre áreas urbanas y rurales en infraestructura, servicios y capacidad de respuesta influyen directamente en sus niveles de vulnerabilidad.

Tabla 7

Densidad poblacional media.

PROVINCIA	HABITANTES	AREA KM2	DENSIDAD POBLACIONAL	CLASIFICACIÓN
AZUAY	801.609	8173,01	98	MEDIA
BOLÍVAR	199.078	3956,21	50	MEDIA
CAÑAR	227.578	3647,94	62	MEDIA
CHIMBORAZO	471.933	6115,65	77	MEDIA
COTOPAXI	470.210	6188,55	76	MEDIA

IMBABURA	469.879	4791,54	98	MEDIA
MANABÍ	1.592.840	19521,14	82	MEDIA

Nota. Datos del Censo de Población y Vivienda (2022), del Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Elaboración propia 2025.

Densidad poblacional Alta

Como resultado las provincias con una densidad media fueron: Chimborazo, El Oro, Guayas, Imbabura, Los Rios, Pichincha, Tungurahua, Santo Domingo de los Tsáchilas, Santa Elena. Estas provincias Indica alta concentración de población en un territorio relativamente pequeño. Suelen existir grandes ciudades, mayor desarrollo urbano, comercio, industria y servicios. Esto incrementa la probabilidad de afectaciones significativas, especialmente en áreas

urbanas densamente construidas. No obstante, estas provincias suelen contar con mejores servicios, infraestructura y capacidad de respuesta; sin embargo, la magnitud del impacto puede ser mayor debido a la concentración poblacional y al desarrollo urbano intensivo.

Tabla 8

Densidad poblacional alta

PROVINCIA	HABITANTES	AREA KM2	DENSIDAD POBLACIONAL	CLASIFICACIÓN
EL ORO	714.592	5871,01	122	ALTA
GUAYAS	4.391.923	16238,39	270	ALTA
LOS RÍOS	898.652	7236,80	124	ALTA
PICHINCHA	3.089.473	9453,56	327	ALTA

SANTA ELENA	385.735	3688,74	105	ALTA
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	492.969	3780,00	130	ALTA
TUNGURAHUA	563.532	3385,88	166	ALTA

Nota. Datos del Censo de Población y Vivienda (2022), del Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Elaboración propia 2025.

4.2 Objetivo 2: Diseñar un mapa de amenaza sísmica en el Ecuador para facilitar la visualización de los eventos sísmicos, su magnitud y el impacto por parte de los usuarios

Los resultados del Objetivo 2 presentan cómo se elaboró y organizó el mapa interactivo de amenaza sísmica del Ecuador. En esta etapa, la información histórica, los parámetros sismológicos, las fallas geológicas y los datos poblacionales se integraron en ArcGIS Online para construir una herramienta geoespacial dinámica. El mapa integra capas como peligro sísmico a 475 años, sismos históricos, fallas activas y límites administrativos. Esta información permite reconocer zonas más expuestas, identificar patrones de recurrencia y ubicar áreas donde la población coincide con una mayor amenaza.

El diseño del visor también tomó en cuenta a los aspectos relacionados con claridad, accesibilidad y facilidad del uso. La distribución de los elementos en la interfaz, la legibilidad de la simbología y la organización de la información fueron considerados para asegurar que el mapa pueda ser comprendido con mayor facilidad para estudiantes y profesionales.

Los resultados que se presentan a continuación describen la estructura final del mapa, sus funciones principales y la respuesta obtenida durante su aplicación. De esta manera, se

puede valorar el cumplimiento del Objetivo 2 y reconocer el potencial del visor interactivo como una herramienta de apoyo para fortalecer la gestión del riesgo sísmico en el país.

Diagrama de flujo

Figura 1

Proceso de elaboración del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador.



Nota. Etapas para la recopilación, procesamiento, diseño y publicación del mapa interactivo. Elaboración propia 2025.

Descripción de Capas del Mapa

El visor del mapa interactivo contiene múltiples capas temáticas que permiten realizar un análisis detallado del peligro sísmico y su relación con diversas variables territoriales. Cada una de estas capas representa información específica, la cual puede ser visualizada de manera individual o combinada, facilitando una mejor comprensión del comportamiento de la amenaza.

Este visor ofrece una mirada completa al riesgo sísmico en Ecuador al reunir capas de información sobre sismos históricos, fallas geológicas, densidad de población y niveles de peligro. Al integrar todos estos datos en un solo lugar, podemos ver claramente cómo interactúa la actividad sísmica con la distribución de la población, lo que nos ayuda a identificar las zonas más vulnerables. Además, el sistema te da el control total: puedes activar o desactivar cada capa según lo que necesites estudiar, logrando una exploración de la información mucho más ágil y dinámica.

Fallas geológicas del Ecuador

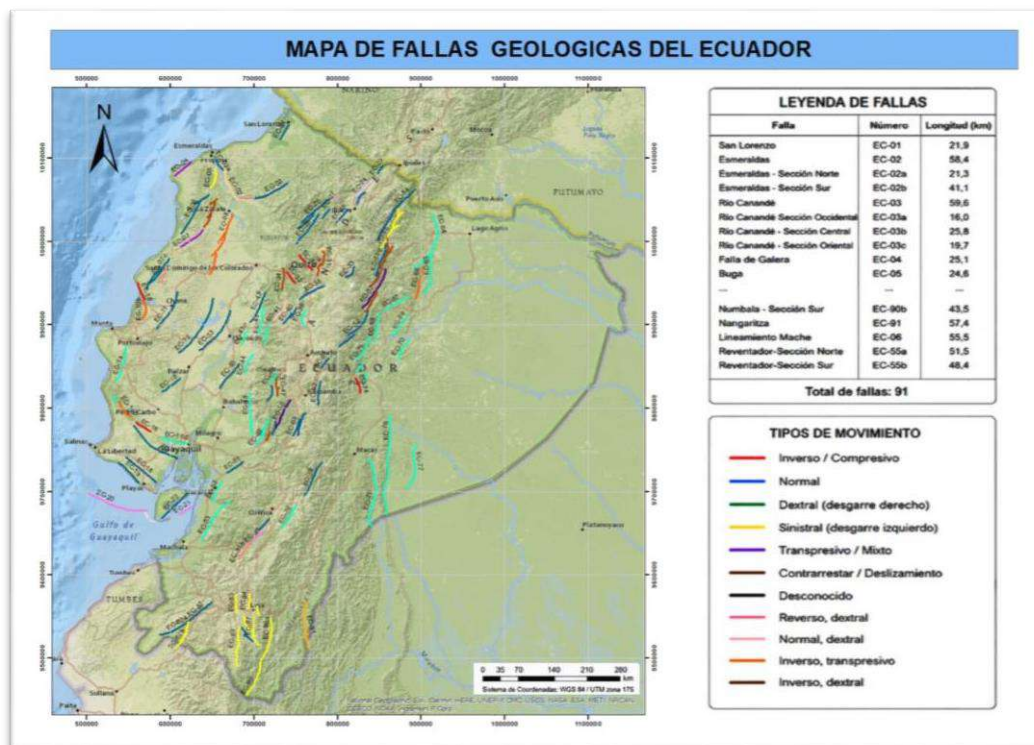
Esta sección del mapa nos muestra la red de fallas geológicas de Ecuador, que son básicamente las fracturas en la corteza terrestre causadas por el movimiento de las placas. Al incluirlas, podemos señalar con mayor precisión dónde se deforma el terreno y dónde es más probable que se acumule y libere energía en forma de sismos.

Lo más interesante de visualizar esta capa es que permite ver la relación directa entre estas fallas y los sismos históricos. Así, es más fácil identificar si los temblores se alinean con estructuras geológicas específicas, ayudándonos a entender mejor el comportamiento tectónico

de un país tan dinámico como el nuestro. Además, esta información es clave para detectar sectores con mayor riesgo de rupturas o reactivaciones en el futuro. Su utilidad aumenta cuando se combina con otras capas, como los sismos representativos, los niveles de peligro sísmico y la densidad poblacional. De esta manera, las fallas geológicas se convierten en un insumo importante para interpretar la amenaza sísmica y fortalecer la gestión del riesgo de desastres en el Ecuador.

Figura 2

Mapa de Fallas Geológicas del Ecuador.



Nota. La capa de la distribución de los sismos en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

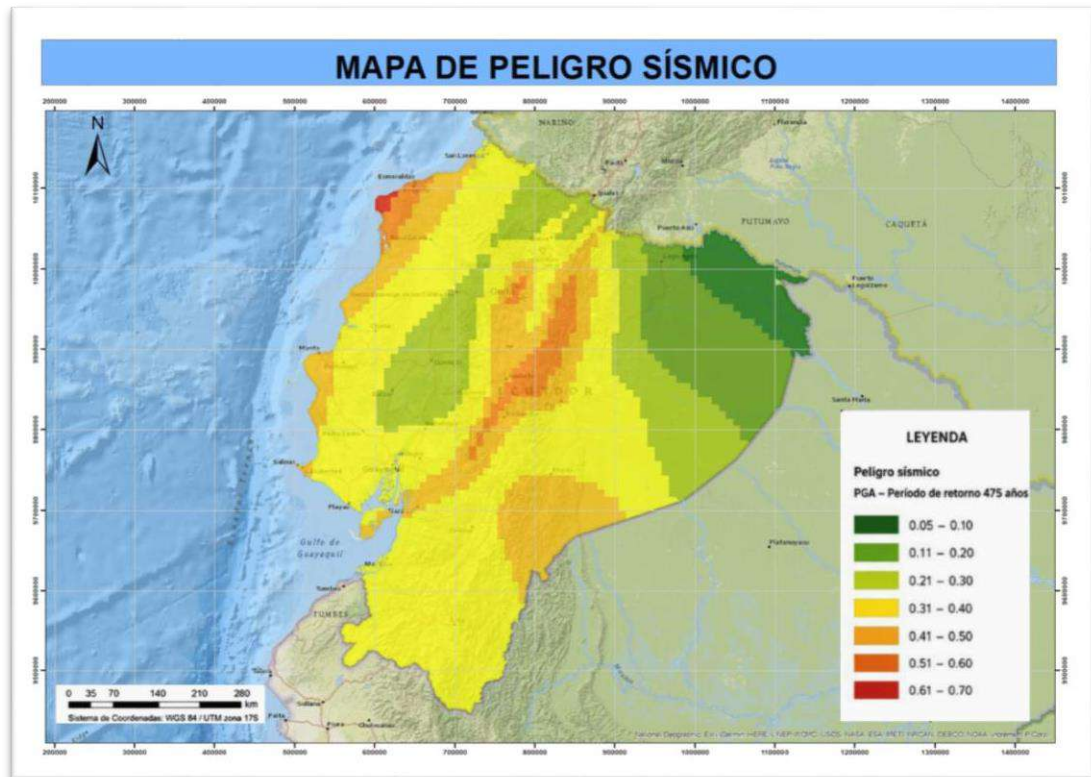
Peligro Sísmico.

La capa de peligro sísmico con un periodo de retorno de 475 años muestra las zonas donde podrían presentarse movimientos sísmicos de mayor intensidad, según análisis

probabilísticos. Este periodo indica que un evento de cierta intensidad podría ser superado, en promedio, una vez cada 475 años.

Figura 3

Mapa de Peligro Sísmico.



Nota. La capa de Peligro Sísmico.

Elaboración propia 2025.

Densidad poblacional Provincial

La capa de densidad poblacional, organizada por cantones, parroquias y provincias, nos permite identificar visualmente dónde se concentra la mayor cantidad de personas. Esta información es vital para entender el nivel de exposición ante un sismo. Naturalmente, las zonas con más habitantes suelen enfrentar un riesgo mayor, ya que allí se agrupan no solo más

de datos clara, podemos ver más allá de los números y detectar patrones a lo largo del tiempo. Visualizar estos eventos nos ayuda a entender mejor qué zonas del país han sido más vulnerables y cómo se ha concentrado la actividad sísmica en nuestro territorio.

Figura 5

Sismos Mas Representativos del Ecuador.



Nota. La capa de la distribución de los sismos en el Ecuador.

Elaboración propia 2025.

Densidad Sísmica

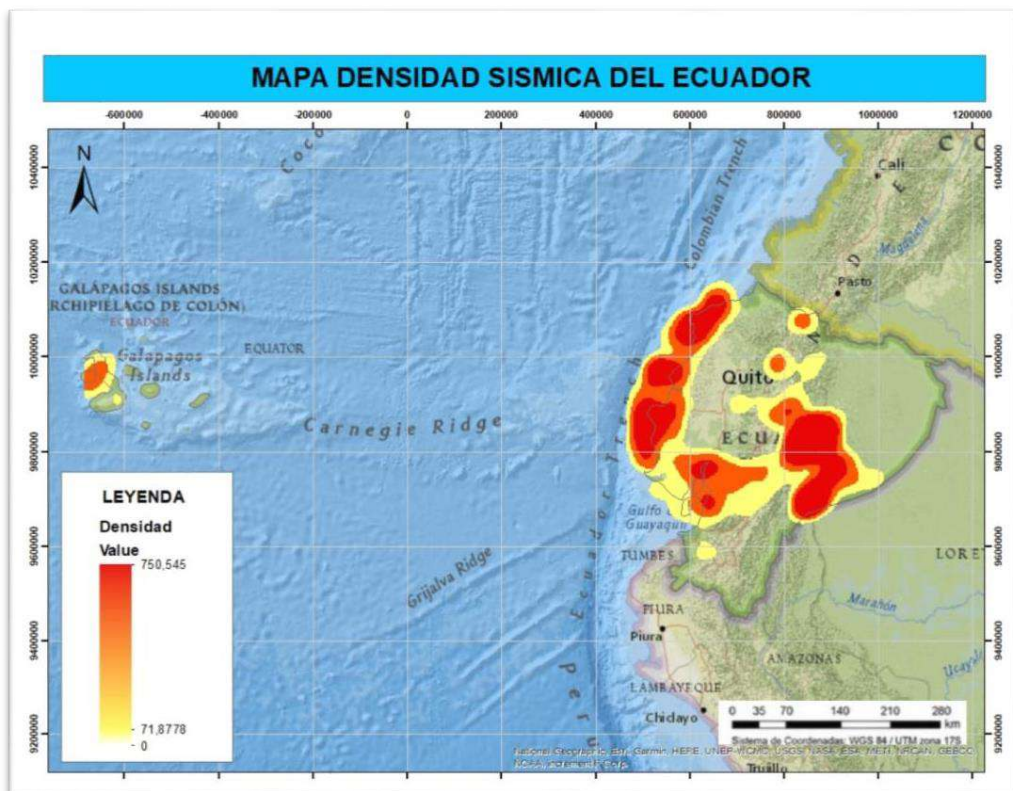
Esta capa de densidad sísmica nos revela dónde se concentran la mayoría de los temblores registrados en Ecuador, ayudándonos a identificar visualmente las zonas con mayor actividad. Para construirla, primero reunimos y organizamos cuidadosamente los registros

históricos de cada sismo; luego, ubicamos cada uno de ellos en el mapa y los integramos en una base de datos especializada para que la información sea fácil de analizar.

Esta herramienta nos ayuda a entender mejor cómo se distribuyen los sismos en Ecuador, permitiéndonos identificar patrones y reconocer aquellas zonas donde el riesgo es mayor. Lo más valioso es que su utilidad se multiplica cuando cruzamos esta información con otros datos, facilitando una interpretación mucho más completa y real de la situación en cada territorio se relaciona con otras capas del mapa, como las fallas geológicas, el peligro sísmico y la densidad poblacional, porque ayuda a identificar sectores donde coinciden condiciones de amenaza y exposición.

Figura 6

Densidad Sísmica



Nota. Capa de la densidad sísmica en Ecuador.

Elaborado propia 2025.

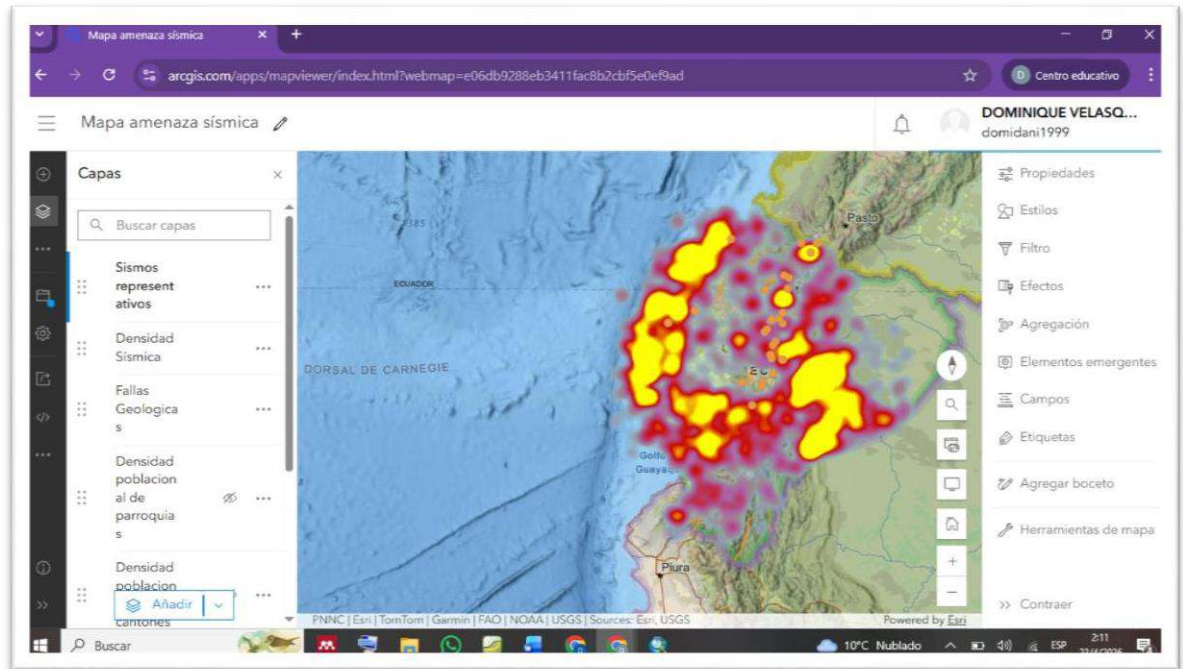
Mapa

Acceso al Mapa en ArcGIS Online

Para iniciar el análisis geoespacial del mapa de amenaza sísmica, es necesario acceder al mapa interactivo a través del enlace correspondiente en la plataforma ArcGIS Online. Una vez cargado el visor, el usuario puede visualizar la interfaz principal, la cual presenta diferentes herramientas de navegación que te ayudan a moverte por la información geográfica. En el panel lateral izquierdo, encontrarás distintas capas temáticas que puedes encender o apagar según lo que necesites estudiar, como los sismos registrados, las fallas geológicas o la densidad de la población. Además, el visor te da total libertad: puedes acercarte para ver detalles, alejarte para una visión general o desplazarte libremente por todo el territorio y consultar datos específicos al seleccionar cada elemento geográfico. Estas funcionalidades facilitan la interpretación de los datos y mejoran la experiencia del usuario.

Figura 6

Mapa de amenaza sísmica en ArcGIS online



Nota. Elaboración propia 2025.

Tabla 9

Capas utilizadas en el mapa interactivo.

N.º	Nombre de la capa	Descripción	Tipo de dato	Fuente
1	Sismos representativos	Ubicación georreferenciada de eventos sísmicos relevantes en el Ecuador, incluyendo información de magnitud y características principales.	Vectorial (puntos)	IG-EPN / USGS
2	Fallas Geológicas	Muestra la distribución de las fallas geológicas en el territorio, permitiendo identificar zonas con mayor actividad tectónica.	Vectorial (polígonos)	IG-EPN / USGS

3	Peligro Sísmico Tr 475 años	Muestra la densidad de población a nivel cantonal para analizar la exposición a la amenaza sísmica.	Vectorial (polígonos)	IG-EPN
4	Densidad poblacional general	Integra la información poblacional del territorio para relacionarla con la amenaza sísmica.	Vectorial (polígonos)	INEC
5	Densidad Sísmica	Muestra la densidad sísmica a nivel territorial para analizar la exposición a la amenaza sísmica.	Vectorial (polígonos)	IG-EPN

Nota. La tabla presenta las capas temáticas utilizadas en el mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

La combinación de estas capas dentro del entorno de ArcGIS Online facilita la identificación de patrones de ocurrencia sísmica, zonas de debilidad estructural del territorio. Esta herramienta nos permite identificar con claridad las áreas donde más personas están expuestas al peligro sísmico. Al relacionar la actividad de la tierra con las características de cada territorio, logramos una evaluación del riesgo mucho más real y completa. En definitiva, unir toda esta información en una plataforma interactiva no solo facilita el análisis técnico, sino que impulsa la planificación de ciudades más seguras y fortalece la educación en gestión de riesgos, permitiendo que cualquier usuario explore y comprenda esta información vital.

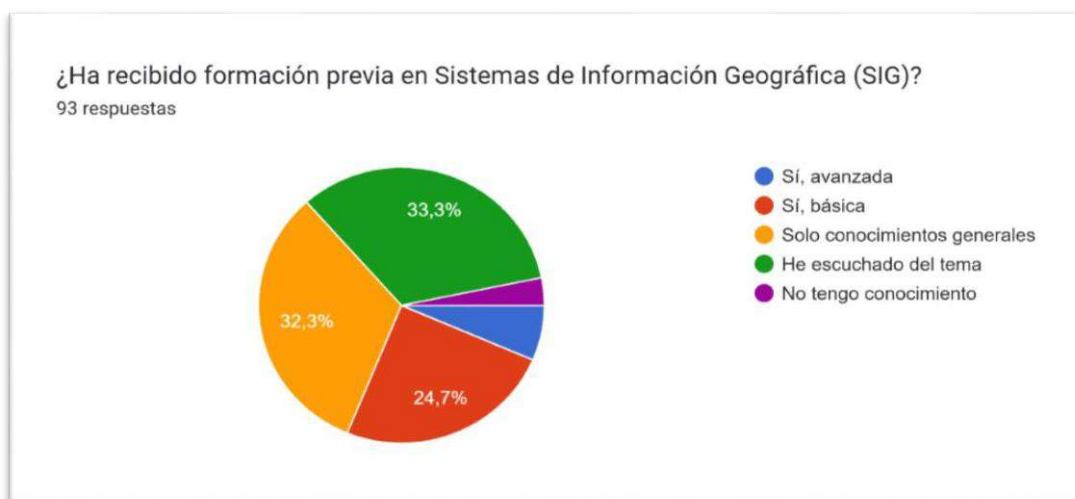
4.3. Objetivo 3. Evaluar la efectividad del mapa interactivo mediante el seguimiento a los usuarios.

Gracias a los resultados de la última etapa, pudimos validar qué tan bien fue recibido el mapa interactivo y qué tan útil resultó para quienes lo usaron. A través de encuestas y de

observar directamente cómo interactuaban con el visor, confirmamos que la herramienta cumple con su objetivo. De hecho, la gran mayoría de los participantes destacó que el mapa les facilitó entender el riesgo sísmico y los eventos históricos en Ecuador. Estas conclusiones se basan en la experiencia de 93 estudiantes que formaron parte de la evaluación de la carrera de Ingeniería en Gestión de Riesgos de Desastres, pertenecientes a los semestres considerados en el estudio. Esto permitió recoger opiniones de estudiantes con diferentes niveles de formación académica y conocer cómo perciben la utilidad de la herramienta.

Gráfico 1

¿Ha recibido formación previa en Sistemas de Información Geográfica (SIG)?



Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025

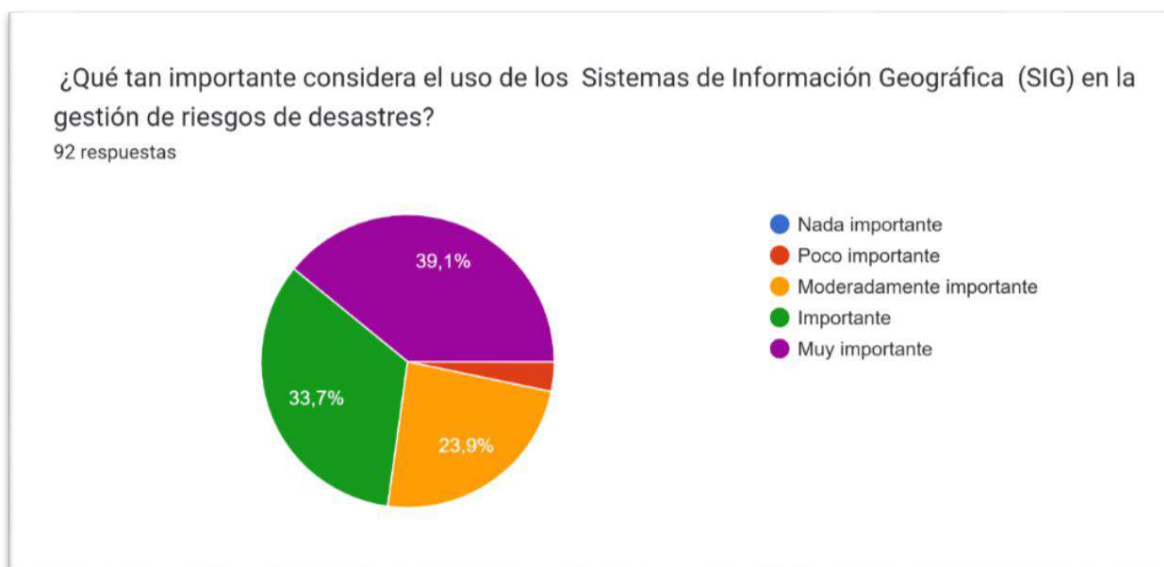
Análisis: Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes tiene algún acercamiento previo a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), aunque en niveles bastante básicos. Esto significa que, si bien el tema no les resulta completamente desconocido, todavía no existe un dominio técnico amplio sobre estas herramientas.

Al tratarse de estudiantes con formación mayormente básica o general, el hecho de que hayan logrado comprender y valorar positivamente la herramienta demuestra que el visor presenta una estructura clara, accesible y fácil de interpretar. Por tanto, el mapa no solo cumple una función informativa, sino también formativa, ya que acerca la información geoespacial a usuarios que todavía están en proceso de fortalecer sus competencias técnicas.

Al mismo tiempo, los resultados también dejan ver una necesidad académica. La reducida presencia de estudiantes con formación avanzada en SIG refleja que aún existe espacio para fortalecer este campo dentro de su proceso de formación. En este sentido, herramientas como el mapa interactivo pueden convertirse en un apoyo útil para promover el aprendizaje, despertar mayor interés por el análisis geoespacial y mejorar la comprensión de la amenaza sísmica desde una perspectiva más aplicada.

Gráfico 2

¿Qué tan importante considera el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la gestión de riesgos de desastres?



Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025

Análisis: Los resultados reflejan una opinión bastante favorable sobre la importancia de los Sistemas de Información Geográfica en la gestión de riesgos de desastres. El 39,1% de los encuestados considera que su uso es muy importante, mientras que el 33,7% lo califica como importante. En conjunto, estas respuestas superan el 70%, lo que muestra que la mayoría de estudiantes reconoce el aporte de estas herramientas para analizar, representar y comprender mejor el riesgo.

Por otra parte, el 23,9% señaló que los SIG son moderadamente importantes. Esto puede indicar que algunos estudiantes valoran su utilidad, aunque todavía no identifican por completo todas sus aplicaciones en la práctica. Finalmente, solo un pequeño porcentaje, cercano al 3%, los considera poco importantes, y no se registraron respuestas en la opción nada importante.

En términos generales, los resultados muestran que los estudiantes reconocen la importancia de los SIG dentro de su formación académica y futura práctica profesional. Esto también respalda la utilidad del mapa interactivo desarrollado, ya que no solo permite visualizar información sísmica, sino que también se presenta como una herramienta necesaria para fortalecer el aprendizaje y la gestión del riesgo.

Gráfico 3

¿Qué tan familiarizado está con el concepto de amenaza sísmica?



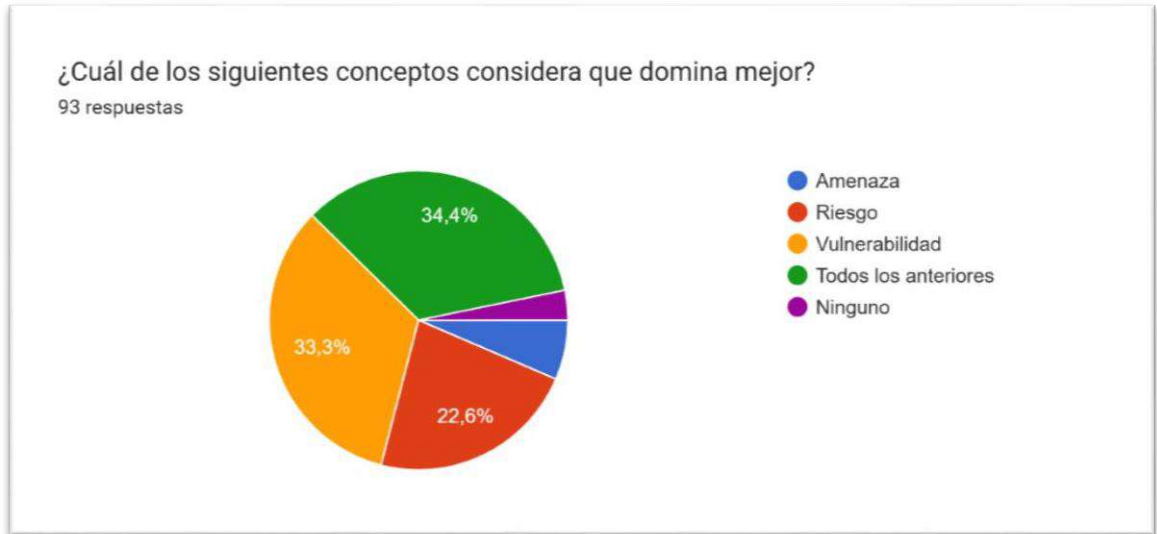
Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

Análisis: Al analizar qué tanto saben los estudiantes sobre la amenaza sísmica, notamos que la mayoría se ubica en un nivel inicial o intermedio. Cerca del 40% mencionó estar poco familiarizado con el concepto, mientras que un 31% tiene un conocimiento moderado; esto nos indica que más del 70% del grupo aún está fortaleciendo su comprensión sobre el tema. Solo una pequeña parte, el 22,6%, siente que domina el concepto con claridad.

Es curioso observar que los extremos son muy bajos: apenas entre el 3% y 4% no sabe nada del tema o, por el contrario, afirma conocerlo a profundidad. En conclusión, estos datos resaltan la importancia de herramientas como nuestro mapa interactivo, que facilita el aprendizaje al permitir visualizar la amenaza sísmica directamente sobre el territorio.

Gráfico 4

¿Cuál de los siguientes conceptos considera que domina mejor?



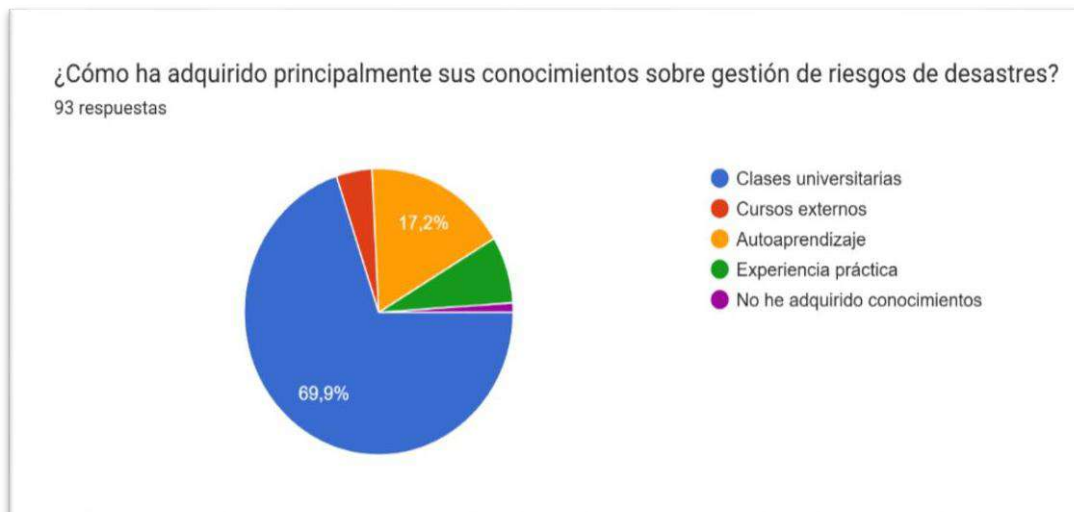
Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

Análisis: Los resultados dejan ver que los estudiantes tienen distintos niveles de conocimiento sobre los conceptos básicos de la gestión del riesgo. El 34,4% mencionó que domina amenaza, riesgo y vulnerabilidad, lo que muestra que una parte importante del grupo sí tiene una comprensión general del tema. También se observa que el 33,3% entiende mejor el concepto de vulnerabilidad y el 22,6% el de riesgo.

Por otro lado, el concepto de amenaza es el que presenta menor dominio, con alrededor del 6% al 7% de respuestas. Además, un pequeño porcentaje, cercano al 3% o 4%, indicó que no domina ninguno de estos conceptos. En general, estos resultados muestran que es necesario seguir trabajando estos conceptos para que los estudiantes comprendan mejor cómo se relacionan entre sí. En este sentido, el mapa interactivo puede ayudar bastante, porque permite ver en el territorio la relación entre amenaza, vulnerabilidad y riesgo.

Gráfico 5

¿Cómo ha adquirido principalmente sus conocimientos sobre gestión de riesgos de desastres?



Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

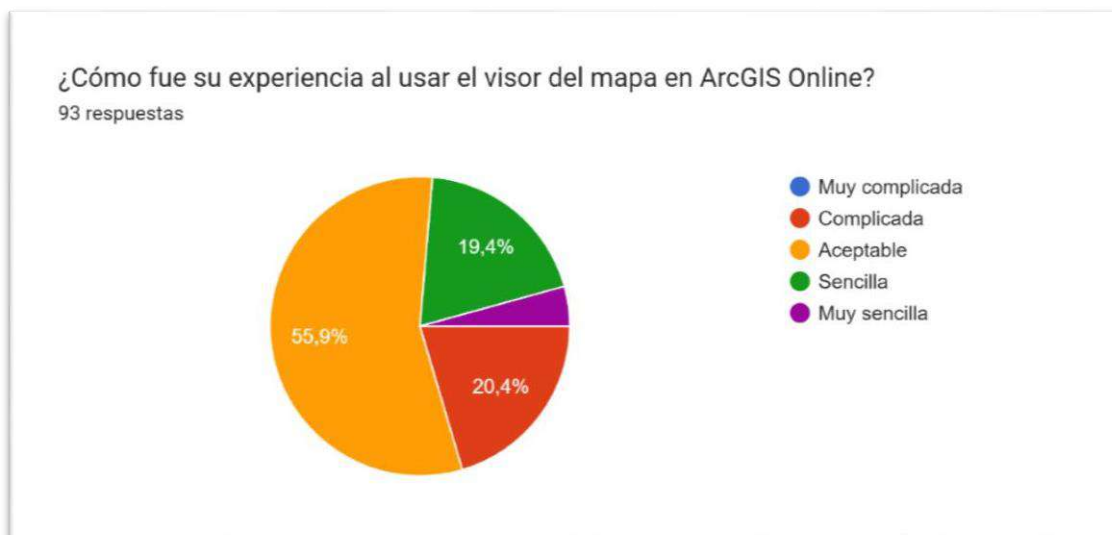
Análisis: Los resultados muestran que la mayoría de estudiantes ha aprendido sobre gestión de riesgos principalmente en las clases universitarias, con el 69,9% de las respuestas. Esto indica que la universidad es el espacio más importante para adquirir estos conocimientos. También se observa que el 17,2% ha aprendido por cuenta propia, lo que demuestra que algunos estudiantes buscan información adicional para reforzar lo visto en clase.

Por otra parte, la experiencia práctica representa aproximadamente entre el 7% y 8%, mientras que los cursos externos tienen una participación baja, cercana al 3% o 4%. Además, un porcentaje mínimo, menor al 2%, indicó que no ha adquirido conocimientos sobre este tema. Esto permite ver que, aunque la formación universitaria es fuerte, todavía hace falta fortalecer más la práctica y la capacitación complementaria. Estos resultados muestran la necesidad de

combinar mejor la teoría con actividades prácticas. En este sentido, el mapa interactivo puede ser una herramienta útil, porque permite aplicar lo aprendido en clase y entender la gestión del riesgo de una manera más clara, visual y cercana a situaciones reales

Gráfico 6

¿Cómo fue su experiencia al usar el visor del mapa en ArcGIS Online?



Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

Análisis: Los resultados muestran que la experiencia de los usuarios al utilizar el visor del mapa en ArcGIS Online fue mayormente positiva. El 55,9% la calificó como aceptable y el 19,4% como sencilla, por lo que más del 75% pudo usar la herramienta sin mayores problemas. Esto demuestra que el visor tiene una estructura clara y fácil de manejar para la mayoría de participantes.

Sin embargo, el 20,4% señaló que la experiencia fue complicada, lo que indica que todavía existen aspectos que se pueden mejorar, especialmente en la facilidad de uso o en la familiaridad de los usuarios con la plataforma. Por otro lado, un porcentaje pequeño, cercano al

4% o 5%, indicó que el uso fue muy sencillo, y no se registraron respuestas que lo calificaran. Los resultados permiten ver que el mapa interactivo sí cumple con una función práctica y accesible, sobre todo si se considera que no todos los usuarios tienen conocimientos avanzados en SIG. Aun así, sería importante mejorar algunos elementos del visor y reforzar una breve capacitación para que la experiencia sea más clara y útil dentro de la gestión del riesgo de desastres.

Gráfico 7

¿Qué herramienta utilizó más en el mapa?



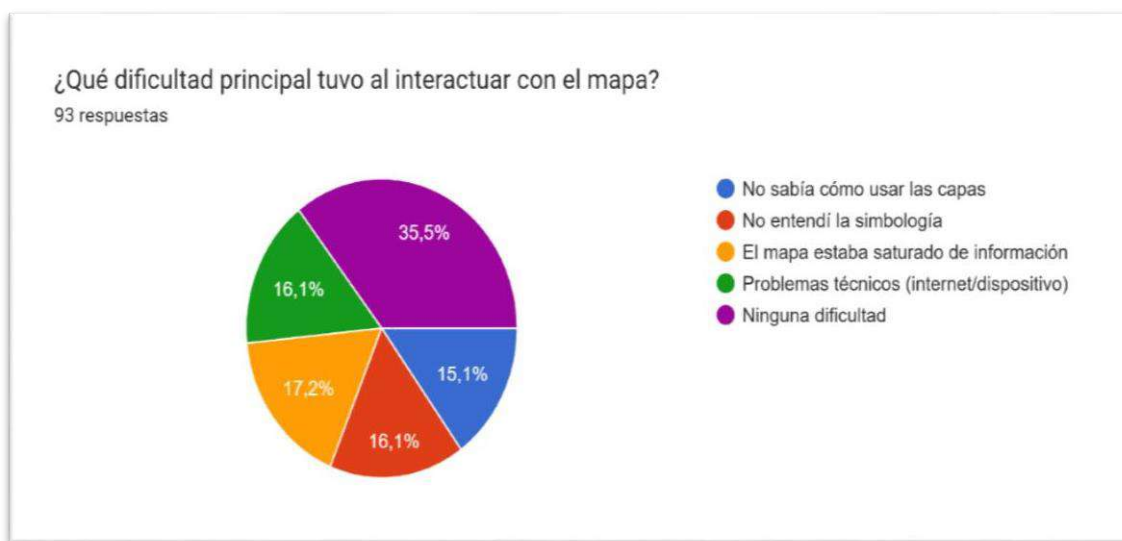
Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

El análisis del uso del mapa interactivo nos muestra una participación muy activa por parte de los usuarios. Lo que más despertó su curiosidad fue la exploración de las capas temáticas, utilizada por el 32,6% de los participantes. Además, un 28,3% no se limitó solo a mirar, sino que utilizó las herramientas de identificación para obtener datos específicos, demostrando una interacción real con el contenido.

Las funciones de navegación, como el desplazamiento (18,5%) y el zoom (14,1%), también fueron parte esencial de la experiencia, aunque en menor medida. Por último, notamos que un pequeño grupo (entre el 6% y 7%) no utilizó las herramientas, lo que nos da una pista para seguir trabajando en hacer la plataforma cada vez más intuitiva para todos.

Gráfico 8.

¿Qué dificultad principal tuvo al interactuar con el mapa?



Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

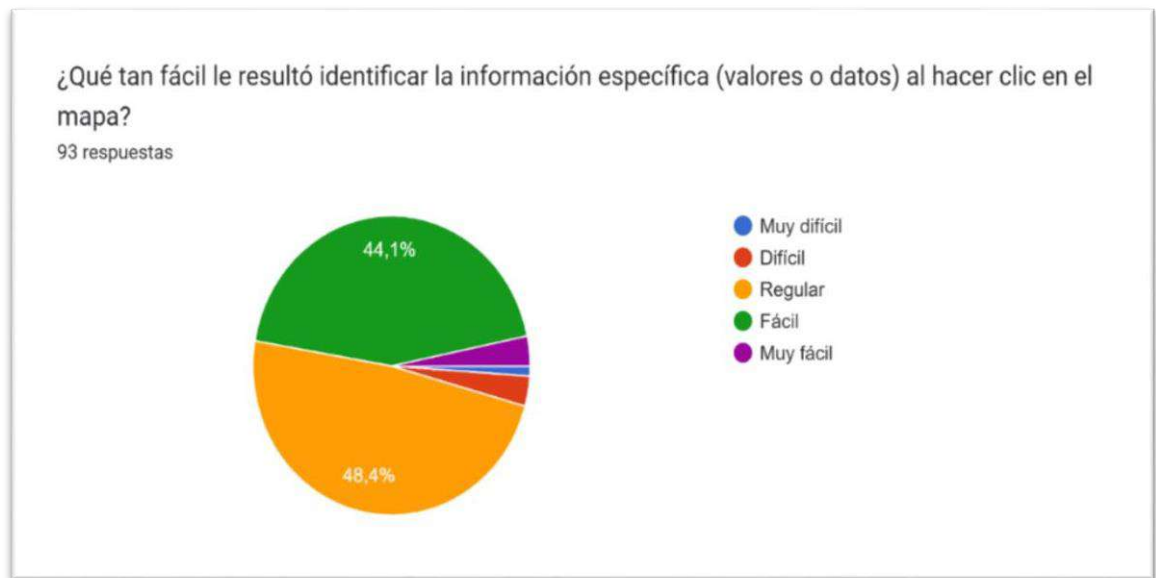
Análisis: El análisis de la experiencia de usuario nos deja noticias positivas: una parte importante de los participantes navegó por el mapa sin complicaciones, con un 35,5% que no reportó ningún inconveniente. Esto confirma que el visor es accesible y fácil de entender para una gran proporción de personas.

Sin embargo, también detectamos puntos donde podemos mejorar. Un 17,2% sintió que el mapa tenía demasiada información, lo que sugiere que el exceso de capas puede llegar a confundir. Además, un 16,1% tuvo dudas con la simbología o enfrentó problemas técnicos

externos, mientras que un 15,1% no tuvo claro cómo manejar las capas. Estos resultados son clave para optimizar la herramienta, enfocándonos en simplificar lo visual y añadir guías de apoyo que hagan la experiencia mucho más fluida para todos.

Gráfico 9

¿Qué tan fácil le resultó identificar la información específica (valores o datos) al hacer clic en el mapa?



Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

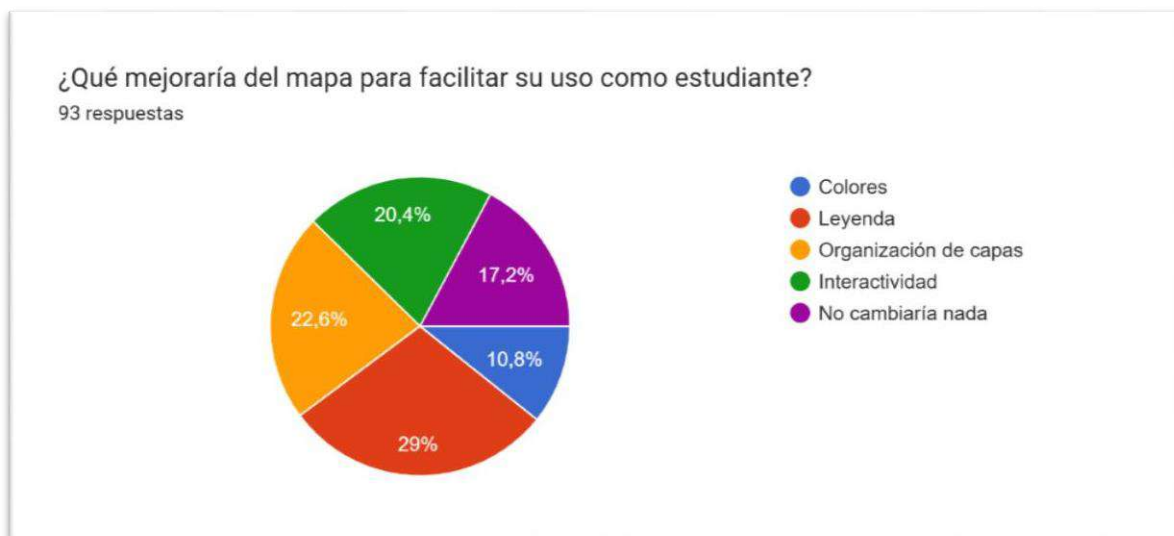
Análisis: Los resultados muestran que la identificación de información específica dentro del mapa fue, en general, una tarea accesible para la mayoría de los usuarios. El 44,1% de los encuestados indicó que le resultó fácil encontrar valores o datos al hacer clic en el mapa, mientras que un 48,4%. La mayoría de participantes logró usar el visor y acceder a la información del mapa, aunque no todos lo hicieron con el mismo nivel de facilidad. Una parte calificó la experiencia como regular, lo que muestra que la herramienta sí fue útil, pero todavía puede mejorar para que su uso sea más cómodo y claro.

Por otro lado, solo un porcentaje pequeño, cercano al 3% o 4%, indicó que el proceso fue difícil, mientras que la cantidad similar lo consideró fácil. Además, casi no hubo respuestas que señalaran una experiencia muy difícil, lo que permite entender que los problemas no fueron frecuentes ni afectaron a la mayoría.

Estos resultados muestran que el visor cumple con su función de presentar información de forma interactiva. Sin embargo, todavía se pueden mejorar algunos aspectos, como la forma en que aparecen los datos, la cantidad de información mostrada y la claridad de los atributos. Estos ajustes ayudarían a que el mapa sea más fácil de utilizar y más útil como apoyo para la gestión del riesgo de desastres.

Gráfico 10

¿Qué mejoraría del mapa para facilitar su uso como estudiante?



Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

Análisis: Los resultados muestran que, aunque el mapa interactivo funciona, los usuarios identificaron algunos aspectos que podrían mejorarse para que sea más fácil de usar. El 29% considera que se debe mejorar la leyenda, lo que indica que algunos símbolos o categorías no se entienden con total claridad. De igual manera, el 22,6% señaló que sería necesario organizar mejor las capas, ya que la forma en que se presenta la información puede dificultar un poco la navegación dentro del visor.

Por otra parte, el 20,4% mencionó que se podría mejorar la interactividad, es decir, que el mapa sea más dinámico y sencillo al momento de explorar la información. También, el 10,8% considera que los colores deberían ajustarse para diferenciar mejor los datos. Sin embargo, el 17,2% indicó que no cambiaría nada, lo que demuestra que una parte de los participantes sí se siente conforme con la herramienta.

Además, permiten ver que el mapa cumple con su propósito, pero todavía puede mejorar en aspectos visuales y de organización. Fortalecer la leyenda, ordenar mejor las capas, ajustar los colores y hacer más intuitiva la interacción ayudaría a que el usuario comprenda mejor la información y utilice el mapa con mayor facilidad dentro de la gestión del riesgo de desastres.

Gráfico 11

¿Después de usar el mapa, ¿para qué actividad considera más útil esta herramienta?



Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

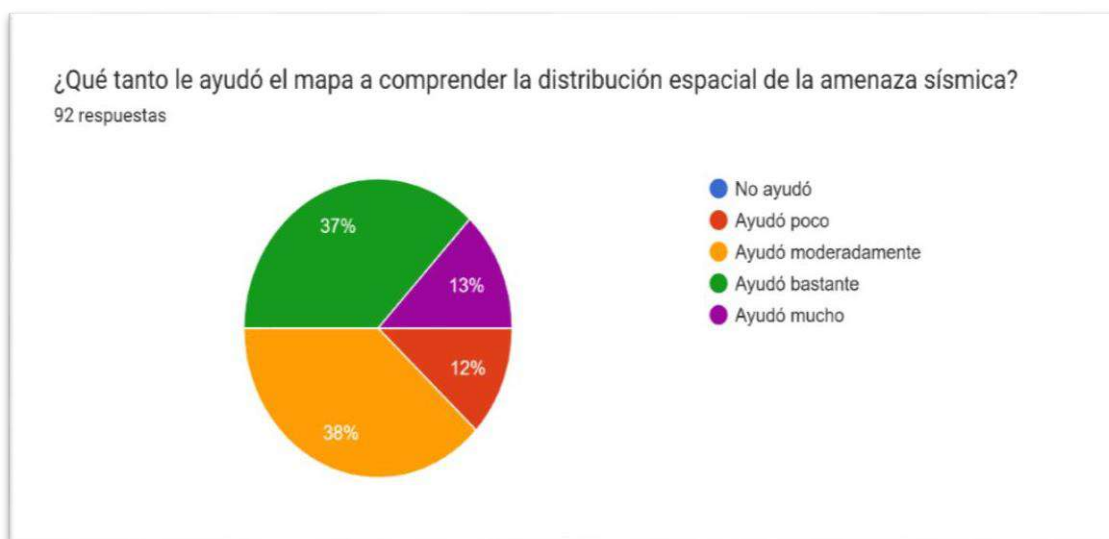
Análisis: Los resultados muestran que el mapa interactivo fue visto como una herramienta útil, sobre todo para identificar zonas con mayor amenaza sísmica, con el 38,9% de las respuestas. Esto demuestra que los usuarios reconocen su valor para ubicar en el territorio las áreas que podrían presentar mayor riesgo. Además, el 31,1% considera que también sirve para realizar análisis de riesgo, por lo que el mapa no solo ayuda a visualizar información, sino también a interpretarla.

De igual manera, el 25,6% señaló que el mapa puede apoyar trabajos académicos, lo que evidencia su utilidad como recurso de aprendizaje. En cambio, solo un porcentaje pequeño, cercano al 2% o 3%, indicó que sirve para comprender conceptos teóricos o que no le encuentra utilidad.

Sin embargo, el mapa interactivo aporta tanto en el campo técnico como en el académico. Su mayor fortaleza está en ayudar a reconocer amenazas y apoyar el análisis del riesgo, lo que lo convierte en una herramienta útil para la toma de decisiones, la gestión del riesgo de desastres y el aprendizaje aplicado.

Gráfico 12

¿Qué tanto le ayudó el mapa a comprender la distribución espacial de la amenaza sísmica?



Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

Análisis: Los resultados muestran que el mapa interactivo ayudó de manera positiva a comprender cómo se distribuye la amenaza sísmica en el territorio. El 38% de los encuestados indicó que la herramienta ayudó moderadamente, mientras que el 37% señaló que ayudó

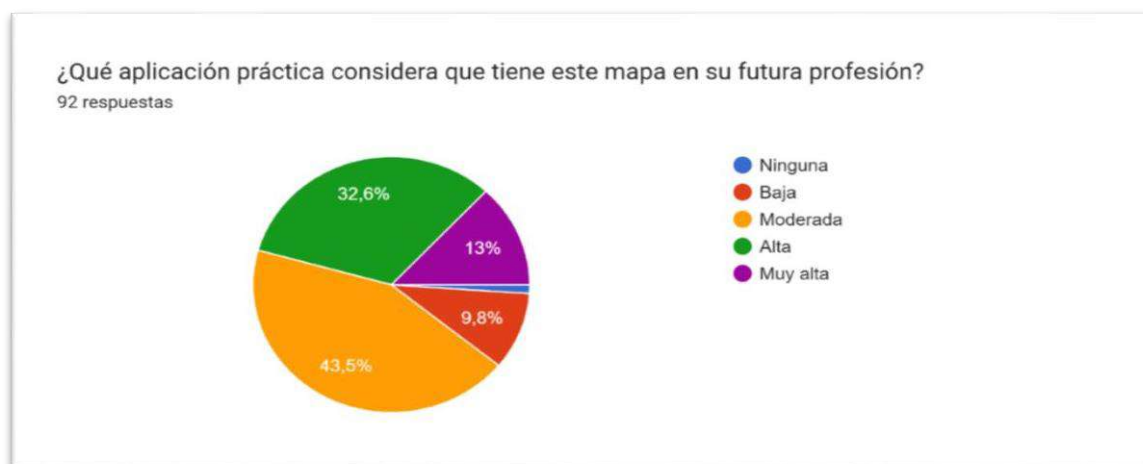
bastante. En conjunto, estas respuestas representan el 75%, lo que demuestra que la mayoría de usuarios logró entender mejor la información presentada en el mapa.

Además, el 13% consideró que el mapa ayudó mucho, reforzando la idea de que la herramienta fue útil para el aprendizaje. Por otro lado, el 12% manifestó que ayudó poco, pero no se registraron respuestas que indiquen que no ayudó. Esto permite observar que, aunque el nivel de ayuda fue diferente para cada usuario, el mapa sí aportó a la comprensión del tema.

El mapa interactivo facilita la interpretación de la amenaza sísmica de una forma más clara y visual. Por ello, puede considerarse una herramienta de apoyo importante tanto para el aprendizaje como para la gestión del riesgo de desastres, ya que permite comprender mejor en qué zonas del Ecuador se concentra este tipo de amenaza.

Gráfico 13

¿Qué aplicación práctica considera que tiene este mapa en su futura profesión?



Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

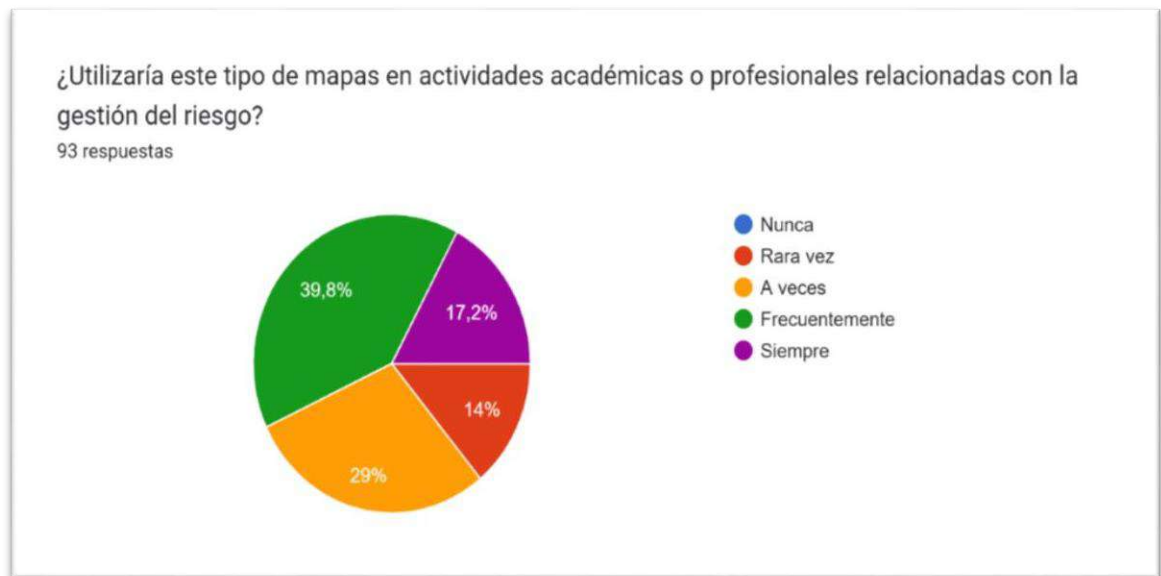
Los resultados confirman que el mapa interactivo se percibe como una herramienta con un gran futuro en el mundo profesional. Más del 75% de los encuestados ve una utilidad clara: un 43,5% considera que su aplicación es moderada y un 32,6% la califica como alta.

Si a esto le sumamos un 13% que ve un potencial 'muy alto', queda claro que la percepción sobre su utilidad práctica es sumamente positiva. Por el contrario, quienes ven una aplicación baja o nula representan una minoría mínima, lo que demuestra que la herramienta es valorada de forma muy positiva por la gran mayoría de los usuarios.

Estos resultados evidencian que el mapa interactivo no solo cumple una función académica, sino que también es percibido como un recurso con proyección hacia el ámbito profesional. Esto resalta su importancia como herramienta de apoyo en la toma de decisiones, el análisis territorial y la planificación en la gestión del riesgo.

Gráfico 14.

¿Utilizaría este tipo de mapas en actividades académicas o profesionales relacionadas con la gestión del riesgo?



Nota. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de primero a quinto semestre sobre la funcionalidad del mapa interactivo de amenaza sísmica en el Ecuador. Elaboración propia 2025.

Análisis: Los resultados muestran una alta predisposición por parte de los usuarios a utilizar este tipo de mapas en actividades académicas y profesionales relacionadas con la gestión del riesgo. El 39,8% de los encuestados indicó que los usaría frecuentemente, mientras que un 17,2% señaló que los utilizaría siempre, lo que en conjunto representa más del 57% de las respuestas.

Los datos reflejan una actitud positiva hacia la herramienta. Aunque un 29% de los usuarios mencionó que la utilizaría solo en ocasiones puntuales dependiendo de su necesidad específica del momento, es muy alentador que nadie eligiera la opción 'nunca'. Incluso el 14% que indicó un uso poco frecuente reconoce de alguna forma su utilidad. En conjunto, estos resultados demuestran que el mapa interactivo no solo ha sido bien recibido y comprendido, sino que tiene un potencial real de convertirse en un recurso valioso en diversos escenarios de

consulta y resalta su importancia como herramienta de apoyo en la gestión del riesgo de desastres, al facilitar el análisis territorial, la toma de decisiones y el fortalecimiento de competencias prácticas en los usuarios.

CONCLUSIONES

- La integración de información sismológica, geológica y demográfica, permitiendo estructurar una base de datos adecuada para el desarrollo del mapa de amenaza sísmica en ArcGIS Online. Esta integración permite observar con mayor claridad cómo se distribuyen los sismos en el territorio ecuatoriano e identificar las zonas donde existe mayor amenaza. Por su lado, se convierte en una herramienta útil para estudiar la información geoespacial y alcanzar mejor el comportamiento sísmico del país.
- El mapa de amenaza sísmica elaborado en ArcGIS Online permitió reunir y mostrar de forma interactiva investigación importante sobre los sismos registrados en Ecuador. Además, a través de la incorporación de capas como fallas geológicas, densidad sísmica, peligro sísmico y población, se logró identificar zonas con mayor nivel de amenaza. La herramienta facilita el análisis geoespacial y mejora la comprensión del impacto de los sismos en el territorio
- Los resultados de la encuesta evidencian que el mapa interactivo de amenaza sísmica fue percibido como una herramienta útil y accesible para los estudiantes, al facilitar la comprensión de la distribución espacial de la amenaza sísmica y apoyar el análisis académico de la amenaza.

RECOMENDACIONES

- Es importante mantener actualizada la base de datos e incorporar información geoespacial más detallada que permita mejorar la precisión del mapa de amenaza sísmica. Además, resulta necesario optimizar la visualización y funcionalidad en ArcGIS Online, con el fin de facilitar la interpretación de la información por parte de los usuarios.
- Impulsar el uso del mapa de amenaza sísmica como una herramienta de apoyo en actividades educativas, técnicas y de planificación, ya que permite analizar el territorio de una forma más clara y práctica. Además, sería recomendable ampliar sus funciones para que los usuarios puedan explorar mejor los escenarios de amenaza y relacionarse de manera más sencilla con la averiguación geoespacial.
- Mejorar la habilidad de uso del mapa interactivo, primariamente en aspectos como la leyenda, la organización de capas y la interacción con la información. También sería significativo fortalecer la capacitación de los usuarios, para que puedan alcanzar mejor el contenido del mapa y utilizar de forma adecuada en la gestión de riesgos.

BIBLIOGRAFÍA

Ayala, M., Avilés, F., & Buele, J. (13 de julio de 2023). MDPI. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2073-431X/12/7/146>

Ben, A. K. (29 de enero de 2021). *Reseñas de naturaleza Tierra y medio ambiente*. Obtenido de Reseñas de naturaleza Tierra y medio ambiente: <https://www.nature.com/articles/s43017-020-00108-w>

Collahuazo, O. V., & Collahuazo, S. A. (15 de junio de 2024). *conocimientoglobal*. Obtenido de [conocimientoglobal](https://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/507): <https://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/507>

Danciu, L. G. (2024). The 2020 European Seismic Hazard Model: overview and results. *Natural Hazards and Earth System Sciences (NHESS)*, 25.

Elliott, J. R. (20 de agosto de 2020). *Enlace de naturaleza de Springer*. Obtenido de Enlace de naturaleza de Springer: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10712-020-09606-4>

Fekete, A., Hufschmidt, G., & Kruse, y. S. (15 de mayo de 2014). *Benefits and Challenges of Resilience and Vulnerability*. Obtenido de Benefits and Challenges of Resilience and Vulnerability: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13753-014-0008-3>

Haro, A. F., Morales, K. E., Sotelo, B., & Dulanto, C. L. (11 de marzo de 2023). *Dialnet*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9585660>

Hu, Z. W. (4 de marzo de 2024). MDPI. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2076-3263/14/3/68>

- Kuatbay, S., Shodikul, O., Shukhrat, T., & Yunus, K. (31 de mayo de 2023). *E3S web of Conferences*. Obtenido de E3S web of Conferences: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/26/e3sconf_uesf2023_03057/e3sconf_uesf2023_03057.html
- Marcelo, M. T. (15 de Marzo de 2017). Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/234019837.pdf>
- Marín, V. L. (2023). *Biblioteca digital Universidad de Antioquia*. Obtenido de Biblioteca digital Universidad de Antioquia: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/0aa534d6-f9b7-4c9c-a2f1-fd6c5cc2dafd>
- Mark C. Gerstenberger, W. M. (19 de mayo de 2020). *Revistas de la AGU*. Obtenido de Revistas de la AGU: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019RG000653>
- Mesa, A. J. (2018). Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/48894/1/D-CD110104.pdf?utm_source=chatgpt.com
- MILITAR, I. G. (2010). *www.igm.gob.ec*. Obtenido de https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/wp-content/uploads/2013/03/a2010_humana.pdf
- Millones Jáuregui, J. L. (2007). Obtenido de https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/millones_jj/cap2.PDF
- Muhammad Daud, F. M., & Osello, \. A. (17 de mayo de 2024). *MDPI*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/10/4238>

- Niekerk, D. v. (30 de agosto de 2010). *Potchefstroom: North-West University*. Obtenido de Potchefstroom: North-West University.: https://www.researchgate.net/profile/Dewald-Niekerk-2/publication/264863987_Disaster_Risk_Reduction_Disaster_Risk_Management_and_Disaster_Management_Academic_Rhetoric_or_Practical_Reality/links/5516aaa30cf2f7d80a383cb2/Disaster-Risk-Reduction-Disaster-Ris
- Ogata, Y. (8 de febrero de 2021). *Enlace de naturaleza de Springer*. Obtenido de Enlace de naturaleza de Springer: <https://link.springer.com/article/10.1186/s40645-020-00401-8>
- Quamar, M., Al, B., Khan, K., Md, S., & Sami, E. F. (20 de octubre de 2023). *MDPI*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2072-4292/15/20/5039>
- Rojano, L. A., & Montané, L. G. (30 de septiembre de 2025). *Dialnet*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10503926>
- Sánchez, M. A. (9 de marzo de 2023). *Dipòsit Digital*. Obtenido de Dipòsit Digital: <https://diposit.ub.edu/items/1fa54f7b-e574-4322-8088-d9d8644009a5>
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2023). *Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT)* . Ecuador (sede principal de la institución y lugar de publicación oficial).: Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE).
- Weilian Li, J. Z. (12 de abril de 2022). *onlinelibrary.wiley*. Obtenido de onlinelibrary.wiley: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/tgis.12922>
- Zhenpeng Cheng, C. P. (25 de mayo de 2023). *MDPI*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/11/5052>

ANEXOS

Anexo 1.

Encuesta.

Importante

Muy importante

4. ¿Qué tan familiarizado está con el concepto de amenaza sísmica?

Nada familiarizado

Poco familiarizado

Moderadamente familiarizado

Familiarizado

Muy familiarizado

5. ¿Cuál de los siguientes conceptos considera que domina mejor?

Amenaza

Riesgo

Vulnerabilidad

Todos los anteriores

Ninguno

6. ¿Cómo ha adquirido principalmente sus conocimientos sobre gestión de riesgos de desastres?

Clases universitarias

Cursos externos

Autoaprendizaje

Experiencia práctica

No he adquirido conocimientos

7. ¿Cómo fue su experiencia al usar el visor del mapa en ArcGIS Online?

Muy complicada

Complicada

Aceptable

Sencilla

Muy sencilla

8. ¿Qué herramienta utilizó más en el mapa?

Zoom

Activación de capas

Identificación de información

Desplazamiento

No utilicé herramientas

9. ¿Qué dificultad principal tuvo al interactuar con el mapa?

No sabía cómo usar las capas

No entendí la simbología

El mapa estaba saturado de información

Problemas técnicos (internet/dispositivo)

Ninguna dificultad

10. ¿Qué tan fácil le resultó identificar la información específica al hacer clic en el mapa?

Muy difícil

Difícil

Regular

Fácil

Muy fácil

11. ¿Qué mejoraría del mapa para facilitar su uso como estudiante?

Colores

Leyenda

Organización de capas

Interactividad

No cambiaría nada

12. Después de usar el mapa, ¿para qué actividad considera más útil esta herramienta?

- Identificar zonas de mayor amenaza sísmica
- Realizar análisis de riesgo
- Apoyar trabajos académicos
- Comprender conceptos teóricos
- No le encuentro utilidad

13. ¿Qué tanto le ayudó el mapa a comprender la distribución espacial de la amenaza sísmica?

- No ayudó
- Ayudó poco
- Ayudó moderadamente
- Ayudó bastante
- Ayudó mucho

14. ¿Qué aplicación práctica considera que tiene este mapa en su futura profesión?

- Ninguna
- Baja
- Moderada
- Alta
- Muy alta

15. ¿Utilizaría este tipo de mapas en actividades académicas o profesionales?

- Nunca
- Rara vez
- A veces
- Frecuentemente
- Siempre

Anexo 2.

Uso y evaluación del mapa interactivo de amenaza sísmica por estudiantes en un entorno académico.

