

## Susceptibilidad de edificaciones patrimoniales del Cantón Pasaje ante un movimiento sísmico

*Susceptibility of Heritage Buildings in The Canton of Pasaje to Seismic Motion*

Luis Fernando Frías León, Yonimiler Castillo Ortega

### RESUMEN

Las edificaciones con valor patrimonial son un testimonio excepcional del progreso de una comunidad y representan ejemplos innegables de la transferencia de conocimientos a lo largo de las generaciones. Es inevitable caminar por centro consolidado de Pasaje y no reconocer el legado cultural de muchas edificaciones. Sin embargo, también resulta fácil observar las alteraciones erróneas que se han realizado a estas edificaciones con el objetivo de responder a las “nuevas exigencias” de la actualidad. La conservación de los bienes patrimoniales resulta necesaria para la preservación de la integridad e identidad de la ciudad. La presente investigación posibilita entender el nivel de susceptibilidad que presentan las edificaciones consideradas como bienes patrimoniales, debido a que estas viviendas poseen un valor cultural. El objetivo de la investigación es el de identificar la susceptibilidad sísmica a las que están expuestas, para esto se utilizaron métodos de matrices de evaluación sísmica para medir el nivel de susceptibilidad en las edificaciones patrimoniales.

**Palabras clave:** Susceptibilidad sísmica; desarrollo local; edificaciones patrimoniales; análisis estructural.

---

### Luis Fernando Frías León

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador. [luis.frias.22@est.ucacue.edu.ec](mailto:luis.frias.22@est.ucacue.edu.ec)

<http://orcid.org/0009-0007-9210-9570>

### Yonimiler Castillo Ortega

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador. [ycastilloo@ucacue.edu.ec](mailto:ycastilloo@ucacue.edu.ec)

<http://orcid.org/0000-0002-7710-5199>

<http://doi.org/10.46652/resistances.v5i9.139>

ISSN 2737-6230

Vol. 5 No. 9 January-June 2024, e240139

Quito, Ecuador

Submitted: december 15, 2023

Accepted: february 24, 2024

Published: march 11, 2024

Continuous Publication

## ABSTRACT

Buildings with heritage value are an exceptional testimony of the progress of a community and represent undeniable examples of the transfer of knowledge throughout generations. It is inevitable to walk through the consolidated center of Pasaje and not recognize the cultural legacy of many buildings. However, it is also easy to observe the erroneous alterations that have been made to these buildings in order to respond to the “new demands” of today. The conservation of heritage assets is necessary for the preservation of the integrity and identity of the city. The present research makes it possible to understand the level of susceptibility of buildings considered as heritage assets, since these dwellings have a cultural value. The objective of the research is to identify the seismic susceptibility to which they are exposed, using seismic evaluation matrix methods to measure the level of susceptibility in heritage buildings.

**Keywords:** Seismic susceptibility; local development; heritage buildings; structural analysis.

## Introducción

Las edificaciones de carácter patrimonial son reflejo excepcional del desarrollo de un asentamiento, y constituyen indiscutibles ejemplos de la transmisión de conocimientos de generación en generación. En cada edificación se encuentra envuelta la sabiduría popular en respuesta a las necesidades específicas de un lugar; por ello, es obligación de todos valorar, preservar y difundir este legado. El empleo de materiales tradicionales en la región, como: adobe, bahareque, tapial, madera y piedra, en elementos estructurales, muros, pisos y carpintería, otorgan un valor agregado al hecho de construir un espacio, gracias a la riqueza de detalles, texturas y proporciones que poseen las edificaciones patrimoniales; y a su vez la convierten en un atractivo significativo que resalta la connotación histórica de un lugar (GAD Pasaje, 2019).

El Ecuador se encuentra ubicado en una zona sísmica donde han ocurrido sismos fuertes como el que se dio el terremoto del 16 de abril 2016 con epicentro en Pedernales, Ecuador con magnitud de 7.8 Mw (magnitud momento). La costa se venía deformando a razón de 2 a 3 centímetros por año, datos medidos en la zona de influencia del evento sísmico (Esmeraldas y Manabí), desplazando la costa 0.80 metros hacia el oeste y teniendo algunos centímetros en el eje vertical (Páez, 2017). Así como también se suscitó el 18 de marzo de 2023 originándose un sismo de magnitud 6.5 registrado a 29.12 km de Balao, Guayas, dados estos antecedentes conlleva a la necesidad de hacer una determinación del grado de susceptibilidad de edificaciones patrimoniales del cantón Pasaje ante un movimiento sísmico.

Para Zamora et al. (2020), la susceptibilidad de las edificaciones patrimoniales en el Cantón Pasaje radica en su construcción mayoritaria en madera o materiales mixtos. Estas estructuras muestran características específicas como irregularidades, anchos muros, vanos inadecuados y cubiertas pesadas. La falta de refuerzos y el envejecimiento de los elementos estructurales las hacen especialmente propensas a sufrir daños mínimos durante un terremoto.

Las edificaciones patrimoniales presentan limitaciones en el análisis de la susceptibilidad sísmica. La falta de información histórica dificulta la comprensión completa de la estructura y su comportamiento ante sismos. La calidad y consistencia de los datos sísmicos y estructurales pueden ser un desafío, con datos limitados o incompletos. Las normas sísmicas modernas están diseñadas principalmente para nuevas edificaciones y pueden no ser aplicables directamente a edificaciones patrimoniales. Además, las limitaciones económicas y técnicas en la intervención pueden restringir la implementación de mejoras sísmicas, dejando a las estructuras vulnerables a daños en caso de terremotos.

Históricamente, en el cantón Pasaje no se ha llevado a cabo ninguna investigación específica sobre la susceptibilidad sísmica de las edificaciones patrimoniales. La falta de estudios en este ámbito ha limitado la comprensión de los riesgos sísmicos que enfrentan estas estructuras históricas y ha dificultado la implementación de medidas de protección y conservación adecuadas para salvaguardar el patrimonio arquitectónico frente a los terremotos.

La problemática científica de la susceptibilidad sísmica en edificaciones patrimoniales reside en la necesidad de entender y evaluar su comportamiento sísmico, dada su singularidad histórica y cultural. La aplicación de códigos sísmicos actuales se ve dificultada por características especiales, falta de información detallada, complejidades en las interacciones estructurales y limitaciones económicas y técnicas, complicando la protección y preservación ante terremotos.

La importancia de evaluar y comprender el nivel de riesgo sísmico al que están expuestas estas estructuras históricas y patrimoniales. Es fundamental medir el grado de susceptibilidad de edificaciones patrimoniales del cantón Pasaje ante un movimiento sísmico para tomar medidas de preservación adecuadas y evitar la pérdida irreparable de este valioso patrimonio, además de la protección de la vida y seguridad de los habitantes, ya que las viviendas catalogadas como patrimonio cultural son utilizadas como edificaciones residenciales o también como edificaciones de uso comercial.

Para esto es necesario hacer un diagnóstico del riesgo de las edificaciones patrimoniales ante sismos en el cantón Pasaje, considerando lo crucial que corresponde el patrimonio cultural, de esta manera brinda información valiosa para la planificación urbana y la implementación de políticas de protección. Es fundamental actuar de manera preventiva para evitar pérdidas irreparables y preservar nuestro legado histórico para las futuras generaciones.

Es así que este estudio pretende utilizar las herramientas de diagnóstico planteadas por Díaz Fuentes en su trabajo “Diseño de herramientas de evaluación del riesgo para la conservación del patrimonio cultural inmueble” y posteriormente en “Un método simplificado para evaluar el riesgo sísmico y priorizar la atención de los bienes culturales inmuebles: el caso de Chile” y “Evaluación del riesgo del patrimonio religioso de la quebrada de Tarapacá: el abandono y la pérdida de la tradición constructiva como detonantes de su susceptibilidad ante la amenaza sísmica” los cuales

plantean un procedimiento de evaluación de riesgos mediante la aplicación de tres herramientas: la priorización de la asistencia con base en el valor cultural, la evaluación y mapeo de amenazas y la ponderación de la susceptibilidad sísmica (Díaz, 2016; 2017a; 2017b), además del trabajo de adaptación de “susceptibilidad” sísmica de las viviendas catalogadas como patrimonio cultural del casco urbano del cantón Guaranda” el cual plantea que se puede analizar la susceptibilidad de los bienes patrimoniales ante los eventos sísmicos enfocándose en los elementos de infraestructura y mapeas su susceptibilidad simplificando los procesos de cálculo para mayor facilidad de interpretación (Chimbolema & Goyes, 2023), esto considerando que los bienes patrimoniales tienen un valor cultural intrínseco reconocidos por la sociedad.

La clave de este estudio es el estructurar los componentes de un modelo de medición para identificar la susceptibilidad de las edificaciones patrimoniales ante un movimiento sísmico. Este modelo debe incluir aspectos como la evaluación de la calidad de los materiales utilizados en la construcción, la resistencia estructural, la ubicación geográfica y la historia sísmica de la zona. Además, se deben considerar factores como el diseño arquitectónico, el estado de conservación y la documentación histórica.

### **Marco teórico**

Las edificaciones patrimoniales las podemos observar en casi todos los países y ciudades, son objetos visibles importantes en la historia de la ciudad, donde aún perduran una serie de eventos que crean recuerdos del nacimiento de la nación, que viven en el entorno urbano y en los edificios modernos, además de ser un símbolo de la cultura local y una nueva idea para el mercado y la economía. Dependiendo del propósito del mundo donde se ubica, los edificios históricos incluyen diferentes materiales, diferentes métodos de construcción y diferentes métodos.

Gutiérrez et al. (2019), el patrimonio se define como el legado de una comunidad, abarcando bienes materiales y expresiones culturales transmitidas por ancestros. Incluye tradiciones orales, festivas, conocimientos y técnicas artesanales. Preservar este legado es una responsabilidad moral hacia las generaciones futuras para su beneficio.

El bien inmueble patrimonial se encuentra formado por sus componentes, elementos y características que para Ríos va determinado de la siguiente forma: La estructura de una edificación engloba componentes esenciales como muros, columnas, vigas, cimientos, entre otros, que cumplen la función de recibir y transmitir cargas al suelo. Las paredes delimitan espacios con

materiales como ladrillos o hormigón. La carpintería, elementos ornamentales y las instalaciones eléctricas y sanitarias son cruciales para el estilo y funcionalidad (2021, p. 32).

Los bienes inmuebles constituyen un conjunto de elementos que, con el paso del tiempo, la falta de mantenimiento, el abandono, la variación de usos, sufren transformaciones que pueden hacer que sus valores patrimoniales cambien trascendentalmente, hasta el punto de conseguir una pérdida total de los elementos (Barsallo & Rodas, 2015). Cuán importante es mantener y preservar los bienes inmuebles, ya que, con el tiempo y la falta de cuidado, pueden sufrir transformaciones que afectan sus valores patrimoniales.

Ecuador se encuentra localizado en el cinturón de fuego del océano Pacífico, al noroccidente de Sudamérica. Al ser uno de los países más densamente poblados de la región, está afectado por una intensa actividad sísmica, causada principalmente por la subducción de la placa oceánica de Nazca y la presencia de un complejo sistema de fallas activas locales. El evento de mayor magnitud, que ha sido registrado ya en época instrumental, ocurrió en 1906, con una magnitud estimada de Mw 8.8, localizado en la costa del país. En la cordillera de los Andes han ocurrido eventos superficiales, que siendo de menor magnitud, han causado muchas pérdidas humanas y materiales al localizarse sus epicentros cerca de grandes ciudades (Parra et al., 2017).

Pando et al. (2022), afirma que el análisis de la susceptibilidad de las estructuras es crucial para evaluar el riesgo y reducir los desastres causados por los terremotos. Estos ocurren debido al movimiento de las placas tectónicas, lo que transforma constantemente el suelo. Como resultado, muchas estructuras existentes están propensas a sufrir daños y perjudicar a sus ocupantes. Aproximadamente hay 500,000 movimientos sísmicos anuales, de los cuales 100,000 se sienten y unos 100 causan daños significativos. Estos eventos han revelado deficiencias en las estructuras a nivel mundial.

### **Gestión de Riesgo sobre edificaciones patrimoniales**

La aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas se utiliza para intentar reducir los riesgos asociados a la ocurrencia de un desastre. En los países desarrollados, se han creado diversas tecnologías, técnicas y metodologías para disminuir el riesgo sísmico. Sin embargo, estas soluciones no son fácilmente adaptables a los países en desarrollo o a aquellos considerados del Tercer Mundo. Para lograr una adaptación exitosa de estas soluciones, es necesario contar en primer lugar con la aceptación del público y otros actores locales, así como tener un conocimiento de las condiciones políticas, sociales, económicas y culturales del territorio en cuestión (González, 2005, p. 6).

La gestión del riesgo de desastres debe unirse con la gestión del desarrollo desde los diferentes ámbitos territoriales, con el único fin de planificar y a su vez ordenar el territorio apropiadamente, evitando de esta manera la generación de nuevos riesgos y la reducción de daños, pérdidas causadas por desastres, a través del control de las condiciones de riesgo existentes y de la transferencia de este (Secretaría Gestión de Riesgos, 2021).

Los fenómenos sísmicos se los considera como unas de las manifestaciones más impactantes que proviene de la naturaleza con un alto nivel de fuerza ocasionando daños irreversibles en este tipo de edificaciones patrimoniales ya que por su estado más susceptible la cantidad de daños puede ser mayor que en edificaciones modernas. Esta clase de susceptibilidad y el daño que puede provocar en los elementos no estructurales es de gran importancia debido al grado de valor patrimonial que estas poseen (Cevallos, 2022).

Los terremotos son los mayores enemigos de las edificaciones patrimoniales, por lo que se mantienen en peligro y gran dificultad para hacerles frente a los movimientos sísmicos, donde muchos de ellos colapsan, en cambio los edificios actuales en donde si se construye en base normativas tienen mayor índice de resistencia y seguridad después del terremoto (Sánchez et al., 2013).

Los principales factores de riesgo que afronta tanto el patrimonio tradicional como el moderno, llegando a la conclusión de que la mayor parte de los riesgos son similares, en donde los antrópicos mantienen un alto índice de incidencia en el patrimonio moderno. Por otro lado, la valoración de ambas tipologías patrimoniales radica principalmente en sus características tanto morfológicas como en su materialidad, ambas distintas, por lo cual el análisis de riesgos se enfocó principalmente en los factores de valoración y en los atributos que lo conforman (Carvajal & Heras, 2020, p. 4).

En cuanto a los elementos que van en la estructura de techo, además de fallas de corte en los extremos, no es raro encontrar ataques bióticos, producto de que están más expuestos a los agentes atmosféricos y el grado de daño o pérdida que puede sufrir un elemento cuando se presenta un peligro como amenaza primaria como lo manifiesta el (Comité de ministros del Consejo de Europa) un fenómeno sísmico se puede evaluar conforme a tres criterios: probabilidad, gravedad y consecuencias o pérdidas de valor.

## Susceptibilidad Sísmica en edificaciones patrimoniales

Para Espíndola & Pérez el concepto de sismo viene dado por la teoría de la tectónica de placas ayuda a comprender el porqué del movimiento relativo entre ellas; también, cómo esa gran deformación y fuerzas de fricción se originan en las fronteras de la corteza. Esto provoca que el material del que están constituidas las placas finalmente se fracture y provoque, en la mayoría de los casos, desplazamientos súbitos o perturbaciones, lo cual constituye la antesala de lo que en la superficie terrestre se conoce como un sismo (2018, p. 4).

Para definir la amenaza sísmica Vargas utilizó un método de análisis determinístico, y se decidió: “ejecutar un análisis haciendo uso de tres escenarios sísmicos basados en la información registrada y las evidencias de actividad tectónica recolectadas sobre las condiciones geológicas y el potencial sísmico del sitio evaluado” (Vargas, 2016, p. 8), Este enfoque permite obtener una comprensión más completa y detallada de la amenaza sísmica en cuestión.

Caicedo define la susceptibilidad de una estructura o grupo de estructuras como:

El grado de daño que resulta por la ocurrencia de un movimiento sísmico del terreno de una intensidad dada. Por otra parte, la función de susceptibilidad de una estructura es aquella que describe grafica o matemáticamente su susceptibilidad para varias intensidades del movimiento del terreno, siendo estas intensidades expresadas preferiblemente por valores de algún parámetro físico. (1994, p. 4)

La susceptibilidad es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido suficiente en prevención y mitigación, y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado elevado. De aquí se desprende que la tarea prioritaria para definir una política preventiva es reducir la susceptibilidad, pues no es posible enfrentarse a las fuerzas naturales con el objeto de anularlas (Nanfuñay & Santisteban, 2015, p. 21).

La evaluación de la susceptibilidad sísmica de estructuras patrimoniales implica ciertas complicaciones al intentar definir de manera adecuada la demanda a utilizar, y es que el gran desconocimiento existente a nivel mundial en cuanto a los niveles de amortiguamiento esperados ante sismos intensos, o los valores de ductilidad máxima que se pudieran presentar obliga a la obtención de espectros de sitio transparentes, invalidando la aplicación para tal fin de los especificados en los reglamentos de construcciones actuales, los cuales están calibrados y pensados para estructuras de edificación contemporáneas (Martínez et al., 2014, p. 5).

Los países en vías de desarrollo como el Ecuador los que se ven más gravemente afectados. Esto se debe a dos factores fundamentales: 1) localización: esos países, en conjunto, abarcan una extensión mucho mayor y, además, se encuentran en muchos casos en zonas de intensa actividad geodinámica; 2) desarrollo económico, social, político y cultural: es frecuente que en estos países no existan, o no se apliquen, normas o políticas de ordenación territorial que tengan en cuenta los riesgos naturales; también suele ser limitado el grado de preparación de la población o la organización de planes de prevención y corrección de riesgos (Menéndez et al., 2023, p. 2).

### **Metodologías para el cálculo de la susceptibilidad sísmica**

La Susceptibilidad sísmica de edificios dentro de un área urbana puede evaluarse a partir del análisis mediante modelos numéricos del daño sísmico de estructuras, de la inspección de edificios existentes o de pruebas de laboratorio. Vielma et al. (2014), menciona que es aquí donde se hace necesario distinguir entre la susceptibilidad observada, que significa la susceptibilidad que ha sido obtenida de la inspección de los daños posteriormente a un terremoto y del análisis estadístico de los mismos para algún tipo definido de estructura y la susceptibilidad calculada, que es la susceptibilidad que ha sido obtenida a partir de un análisis mediante un modelo estructural o mediante ensayos en el laboratorio de modelos reducidos y cuyos resultados han sido expresados en términos probabilistas (p. 13).

La experiencia acumulada y las normativas actuales en ingeniería civil han permitido desarrollar medidas reparadoras seguras y económicas para la conservación de estructuras históricas. El análisis sísmico es clave para garantizar la seguridad de la población y proteger los intereses económicos, especialmente en el turismo, una industria crucial. La selección de metodologías depende de factores como la información disponible, el tiempo, el detalle requerido, el estado de conservación y el riesgo para los usuarios.

En el caso de bienes patrimoniales una metodología utilizada es la que se basa en la generación de matrices de evaluación del riesgo sísmico en edificaciones patrimoniales y que se compone de tres herramientas que analizan el patrimonio según su valor, la amenaza y la susceptibilidad (Díaz, 2016).

Este análisis basado en matrices de evaluación sísmica implica la utilización de matrices específicas para evaluar la susceptibilidad sísmica de las edificaciones, las matrices consideran diversos factores, como los elementos de unicidad del bien patrimonial como los valores socio-culturales y los económicos, así como los aspectos sísmicos esporádicos y continuos, materiales de construcción, diseño estructural y ubicación geográfica, en este proceso el cálculo se realiza mediante asignación de ponderaciones a cada variable, y se utiliza una fórmula o sistema de puntuación para calcular la susceptibilidad sísmica total de la edificación (Díaz, 2017a; 2017b).

Chimbolema & Goyes (2023), adapto la metodología de matrices para aplicarla en bienes patrimoniales ecuatorianos, incorporando tres herramientas. La primera prioriza la protección del patrimonio cultural según su valor histórico, simbólico, estético, científico y de uso. La segunda evalúa la amenaza sísmica considerando registros históricos, intensidad y recurrencia. La tercera evalúa la susceptibilidad sísmica de los bienes culturales, considerando reparaciones, condiciones estructurales, elementos no estructurales y vulnerabilidad al fuego. Se utiliza fichas de análisis y cuantificación para evaluar la vulnerabilidad constructiva sísmica.

Estas metodologías son esenciales para comprender y cuantificar la susceptibilidad de las edificaciones patrimoniales ante movimientos sísmicos, sin embargo, es importante adaptarlas a las características específicas del cantón Pasaje y las particularidades de las edificaciones en estudio.

Díaz et al (2020) opina que las metodologías utilizadas a lo largo de la historia representan el mismo proceso convencional y tradicional, que consiste en realizar un levantamiento para obtener un inventario de los elementos del espacio público de estas zonas de conservación patrimonial, para luego analizar las condiciones en que se encuentran, seguido del análisis se evalúa las fortalezas y debilidades que representan, para así, formular un plan de acción que sea coherente con el desarrollo de la zona estudiada, generando objetivos para cada elemento que constituye el espacio urbano (p. 17).

Así mismo el estudio de las construcciones históricas debe tratarse como un enfoque basado en el uso de la tecnología moderna y la ciencia ya que es responsabilidad de los especialistas en este ámbito el seleccionar y dirigir los medios técnicos necesarios para llegar a la comprensión necesaria de la morfología y el comportamiento estructural de la construcción y de esta manera caracterizar las necesidades para su respectiva reparación.

En el marco de los estudios de susceptibilidad sísmica a gran escala en centros históricos, es común la estrategia de caracterizar un determinado patrimonio edificado con base en la definición de edificaciones típicas de las tipologías existentes. Al tratarse tal territorio de un centro histórico, los estudios de susceptibilidad sísmica son más complejos, principalmente por dos razones: 1) la caracterización mecánica de los materiales requiere de ensayos no convencionales; 2) los objetivos de desempeño sísmico varían en función del valor patrimonial de las edificaciones. Además, no hay una metodología definida para caracterizar el parque edificado de áreas históricas. Cada centro histórico presenta dinámicas urbanas diferentes ya que su evolución y consolidación arquitectónica es distinta en cada caso. Sin embargo, los entendidos en la materia concuerdan que para una caracterización confiable se requiere una encuesta detallada que refleje el desempeño sísmico de las edificaciones del área de estudio (Quezada et al., 2021, p. 3).

En cambio, Jiménez et al. (2018), existen dos tipos principales de estudios de susceptibilidad sísmica a nivel territorial. Los estudios de primer nivel se basan en funciones de correlación elaboradas a partir de daños observados después de terremotos reales, estableciendo la relación entre la intensidad sísmica y los daños. Los estudios de segundo nivel se fundamentan en la simulación del comportamiento sísmico mediante modelos analíticos, calculando y analizando estructuras para evaluar su respuesta ante distintos niveles de actividad sísmica.

Ante esta problemática existente hoy en día y el peligro inminente de la pérdida del patrimonio por fenómenos sísmicos, es necesario crear la necesidad desde la academia hasta el ejercicio profesional, se aporte al conocimiento científico de soluciones y prácticas de conservación, con materiales compatibles e intervenciones versátiles y reversibles, que aseguren la mitigación de las consecuencias potenciales de eventos sísmicos (Arteaga et al., 2017).

## Metodología

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos. La investigación cualitativa permite una comprensión profunda de los aspectos culturales e históricos de las edificaciones patrimoniales, mientras que la investigación cuantitativa se centró en la medición objetiva de la susceptibilidad sísmica. Se adoptó un enfoque exploratorio y descriptivo para analizar la susceptibilidad sísmica de las edificaciones patrimoniales en el cantón Pasaje. Este enfoque permitió una comprensión integral de la situación actual, identificando patrones y factores clave.

Esta investigación utilizó la metodología basada en los procesos de investigación que ha realizado Díaz (2017a), y Chimbolema & Goyes (2023), las cuales en su investigación evalúan el riesgo en edificaciones históricas basado en 3 factores: el factor patrimonial económico, las amenazas y la susceptibilidad, de donde plantearon 3 herramientas considerando estos parámetros mencionados.

Es así que Díaz planteo una metodología aplicable a estructuras patrimoniales en Chile y Chimbolema & Goyes adaptaron el sistema de Díaz para usarlo de forma simplificada en las amenazas a los bienes patrimoniales de la ciudad de Guaranda en Ecuador, considerando la infraestructura y susceptibilidad. Con esto se tiene que las herramientas que se aplicaran en la evaluación del riesgo de las edificaciones patrimoniales en el cantón antes eventos sísmicos:

1. Descripción, jerarquización y mapeo de amenazas aplicadas al ámbito de la evaluación del riesgo del patrimonio cultural inmueble
2. Ficha de evaluación y cuantificación de la susceptibilidad constructiva sísmica en los bienes culturales inmuebles.

La herramienta 1 realiza un mapeo de riesgos para evaluar la amenaza sísmica de manera exhaustiva, considerando registros históricos, intensidad, recurrencia y fallas sísmicas, se formula el escenario más desfavorable basándose en información histórica, se emplea mediante un análisis determinístico y detallado de amenazas, utilizando una matriz detallada.

Después de analizar las amenazas, se identificó la situación más crítica imaginable, clasificándola según la gravedad del posible daño al bien inmueble. Se dividieron los resultados en tres categorías: sin daños, daños leves o graduales, y daño catastrófico, con ponderaciones de 0, 0.5 y 1, respectivamente. Se consideraron variables como registros históricos de sismos, intensidad, recurrencia sísmica y presencia de fallas sísmicas. En la tabla #1 se muestra la interpretación del valor del bien patrimonial con sus respectivos parámetros.

Tabla 1. Interpretación del nivel de amenazas y susceptibilidad.

Parámetros	Nivel de vulnerabilidad
0 – 0.35	Baja
0.36 – 0.65	Media
0.66 - 1	Alta

Nota. Interpretación del nivel de susceptibilidad, adaptado de (Díaz, 2017a).

La herramienta 2 evalúa y cuantifica la susceptibilidad sísmica de bienes culturales inmuebles. Considera variables como la conformidad con normativas, condiciones estructurales, detalles específicos, relación vigas-columnas, estabilidad de cimientos, corrosión en muros, irregularidades en elevación, integridad de techos, conservación, alteraciones en el entorno, elementos no estructurales y susceptibilidad al fuego. Estos parámetros se clasifican en tres tipos de susceptibilidad: asociada a la posición del edificio, inherente a la estructura y vinculada al estado de conservación.

Tabla 2. Interpretación del nivel de susceptibilidad.

Parámetros	Nivel de vulnerabilidad
0 – 0.35	Baja
0.36 – 0.65	Media
0.66 - 1	Alta

Nota. Interpretación del nivel de susceptibilidad, adaptado de (Díaz, 2017a).

Cada uno de estos parámetros, planteadas para estas herramientas, se pondera de acuerdo con su importancia en la susceptibilidad global del edificio, asignándoles una categoría A, B o C, donde “A” indica una susceptibilidad baja, “B” indica una susceptibilidad media y “C” indica una susceptibilidad alta. Posteriormente, se realiza un promedio para obtener el peso total. En la tabla # 2 se muestra la interpretación del nivel de susceptibilidad con sus respectivos parámetros, de donde la matriz de análisis se puede revisar en el anexo #2.

Finalmente, con los resultados obtenidos de estos análisis, se pudo evaluar el riesgo sísmico total, se lleva a cabo una multiplicación del nivel total de la susceptibilidad por la amenaza sísmica, sumando 1 a la amenaza. Esto se expresa mediante la fórmula #1:

$$(1) \quad R=(V) \times(A+1)$$

Nota: tomado de Diaz (2017)

Donde:

R = riesgo sísmico

V = susceptibilidad

A = amenaza

Con estas herramientas se analizará las principales estructuras arquitectónicas patrimoniales en el cantón pasaje y se podrá identificar su nivel de riesgo ante eventos sísmicos potenciales.

### **Población y muestra**

La población objetivo consistirá en todas las edificaciones patrimoniales ubicadas en el cantón Pasaje. Dada la diversidad de estas estructuras, se incluirán edificaciones de diferentes tipos, estilos arquitectónicos y épocas.

Considerando lo anterior se tiene que según el GAD del cantón Pasaje (GAD Pasaje, 2019) en la zona existen 93 edificaciones catalogadas como patrimonio cultural, lo cual permitió obtener

el universo para el cálculo de la muestra. A continuación, se detalla la fórmula que se utilizó y su respectivo calculo:

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

Dónde:

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población

Z= Nivel de confianza de 1,96

E= Margen de error del 10%

p= 50%

q= 50%

Con la información se puede revisar que la muestra para este estudio es tal como se plantea a continuación: n= 43 edificaciones

De esto se determinó al azar 43 edificaciones catalogadas como patrimoniales.

### **Técnicas e Instrumentos**

La investigación adopta un enfoque mixto, integrando tanto métodos cualitativos como cuantitativos para obtener una comprensión integral de la gestión de riesgos y la evaluación de la susceptibilidad sísmica en el contexto del patrimonio arquitectónico. Las técnicas e instrumentos utilizados se detallan a continuación:

#### **Investigación Cualitativa**

Revisión documental: Este proceso exhaustivo implica revisar y evaluar fichas técnicas sobre las edificaciones patrimoniales, así como otros archivos municipales para extraer información relevante. Se analizará el contexto histórico y cultural de las edificaciones patrimoniales, las particularidades arquitectónicas que definen su identidad, y la manera en que las comunidades han abordado la gestión del riesgo sísmico a lo largo del tiempo.

Además, se examinarán prácticas de conservación, políticas de mantenimiento y estrategias de planificación urbana. Para esto se implementará una matriz de análisis documental basada en la metodología propuesta, la cual se puede encontrar en el anexo #3, de donde esta matriz proporciona un marco estructurado para evaluar críticamente la información recopilada durante la revisión documental, asegurando una consideración detallada de los aspectos clave relacionados con la gestión del riesgo sísmico en las edificaciones patrimoniales.

### **Investigación Cuantitativa:**

**Matrices de Evaluación Sísmica:** Para evaluar la susceptibilidad sísmica de edificaciones patrimoniales, se emplearán matrices específicas que consideran factores clave como materiales de construcción, diseño estructural y ubicación geográfica. Se utilizarán fichas de observación adaptadas de la investigación de Díaz (2017a), proporcionando un marco estructurado para el diagnóstico y la evaluación sísmica de bienes patrimoniales.

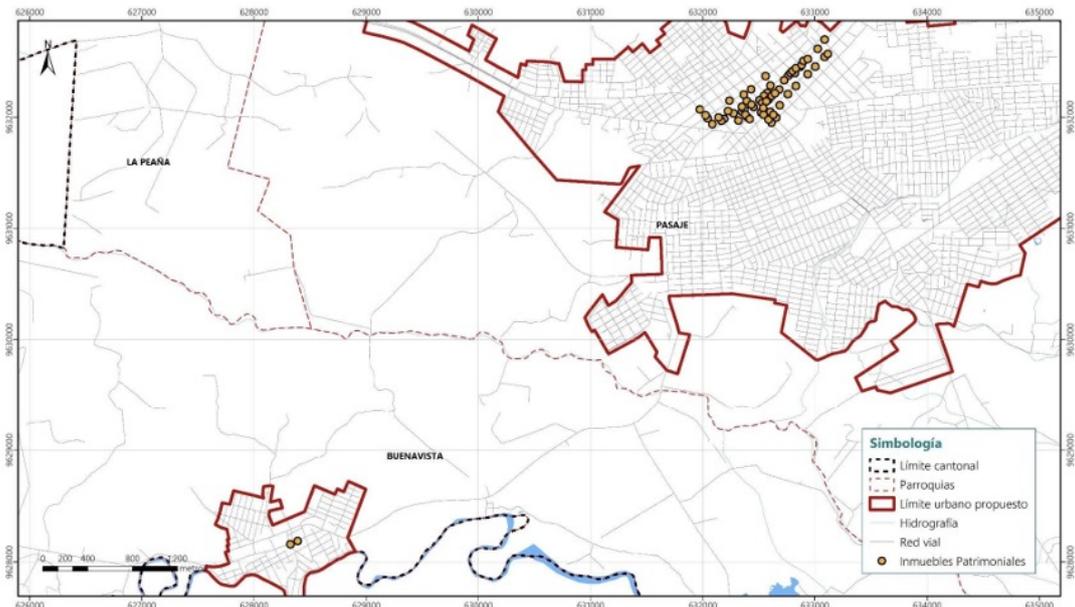
### **Procesamiento de Datos:**

Los datos cualitativos se analizan mediante análisis de contenido, identificando patrones temáticos y tendencias emergentes. Los datos cuantitativos se procesarán mediante técnicas estadísticas, utilizando software MS EXCEL en donde se compilaron las fichas de los análisis para las 43 edificaciones que son parte de este estudio. A partir de aquí se analizó e interpretó los resultados para cada uno de los bienes patrimoniales del estudio, en la cual se propuso una comparación y síntesis de los hallazgos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión completa de la susceptibilidad sísmica basado en los cálculos de susceptibilidad y amenaza de estos bienes.

## **Resultados**

Pasaje se sitúa al sur de la región costera de Ecuador, se ubica entre los ríos Jubones y Palenque, con altitudes de 10 a 1,560 metros sobre el nivel del mar. La población es de aproximadamente 72,806 habitantes. El clima cálido-húmedo oscila entre 20° y 35° Celsius, con precipitaciones de 500 a 1250 mm. El SIPCE registra 3 inmuebles en la zona de estudio, mientras que el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural destaca 93 bienes de interés patrimonial.

Figura 1. Mapa del cantón Pasaje.



Nota: Gráfico PUGS DE PASAJE. Tomado de PDOT del GADM Pasaje (2019).

Se presenta la tabla #3 y tabla #4 como resultado de las 43 fichas seleccionadas para el análisis de evaluación sísmica y el nivel de susceptibilidad de amenaza sísmica de las edificaciones patrimoniales del cantón Pasaje.

Tabla 3. Primera herramienta análisis evaluación de la amenaza sísmica de las edificaciones Patrimoniales Cantón Pasaje.

Primera Herramienta Analisis Evaluación De La Amenaza Sísmica De Las Edificaciones Patrimoniales Canton Pasaje		
Parámetro	Resultado	
Registros históricos de sismos en la localidad	0.5	PDOT PASAJE
Intensidad sísmica	1	PDOT PASAJE
Periodo de recurrencia sísmica	0.5	PDOT PASAJE
Presencia de fallas sísmicas	0	PDOT PASAJE
Resultado	0.50	

Fuente: Tomado de PDOT del GADM Pasaje (2019).

Se presenta la tabla #3 como primera herramienta de los resultados de la evaluación de la amenaza sísmica. En relación con el historial sísmico local, se registró un valor de 0.5, indicando una amenaza leve o gradual. Esto se debe a la escasa ocurrencia de sismos potenciales en el cantón, Con base en la información proporcionada por el PDOT de Pasaje 2019-2023, sobre los eventos ocurridos en el periodo 2010-2017.

En cuanto a la intensidad sísmica, se obtuvo un valor de 1,00, representando un nivel alto, ya que los eventos sísmicos han sido de gran magnitud, superando los 7 grados en la escala de Richter. En relación con el periodo de recurrencia, se registró un valor de 0.5, indicando un nivel medio.

En referencia a la presencia de fallas sísmicas, se obtuvo un valor de 0, señalando un nivel bajo, ya que no existen fallas sísmicas dentro del cantón. En términos generales, se obtuvo un valor de 0,50, indicando un nivel de amenaza sísmica medio.

Tabla 4. Tomado de Fichas Técnicas de Edificaciones.

Análisis Nivel De Susceptibilidad De Amenaza Sísmica De Las Edificaciones Patrimoniales Canton Pasaje	
Parámetros	Peso
Edificación reparada acorde a la normativa vigente	0.98
Condiciones en que se encuentra la edificación	0.44
Detalles estructurales	0.4
Relación entre las vigas y resistencia de columnas	0.45
Seguridad de los cimientos	0.36
Corrosión y deterioro en los muros	0.39
Irregularidad en la elevación de la edificación	0.17
Integridad estructural de los techos	0.42
Cubierta	0.46
Estado de conservación	0.48
Alteraciones en el entorno	0.2
Elementos no estructurales	0.35
Vulnerabilidad al fuego	1
Resultados	0.47

Se presenta la tabla #4 los resultados de la segunda herramienta análisis nivel de susceptibilidad de amenaza sísmica de las edificaciones patrimoniales cantón Pasaje, el valor 0,98 (nivel alto) se obtuvo para los edificios renovados de acuerdo con la normativa vigente, porque los edificios del patrimonio cultural restaurados se construyeron en condiciones que no se aplicaban a las normas técnicas de construcción. Debido al deterioro del patrimonio y las evidentes grietas, al sitio se le asignó un valor de “0,44” (nivel medio) con referencia a detalles estructurales.

Dado que su construcción se realizó según las normas antiguas y no se realizaron obras para adaptarlas a las normas existentes, a la relación vigas-columnas se le asignó un valor de “0,45” (nivel medio), ya que la resistencia de las columnas es mayor que el de las vigas. Según la seguridad de los cimientos, se obtiene un valor de “0,36” (grado medio) porque muchos edificios carecen de registros y planos de cimientos. Para la corrosión y el desgaste de las paredes, se obtuvo un valor de “0,39” (nivel medio), ya que hay corrosión localizada en las paredes del edificio patrimonial, y para las irregularidades en la altura del edificio, se alcanzó “0” (nivel bajo) (promedio) ya que no existen algunos elementos irregulares y discontinuos además de ciertas variaciones.

En términos de altura del edificio, la calificación de integridad estructural del techo y del techo es “0,42” (nivel medio) porque los hastiales y aleros del techo no son demasiado buenos para usar pendientes suaves, y el valor del estado de conservación es “0,48”. “(nivel medio) porque su estado de conservación es irregular debido a impactos menores.

El valor del cambio ambiental resultante del mantenimiento del sitio patrimonial es ‘0’ (nivel bajo) ya que el entorno circundante no se ve afectado. A los componentes no estructurales se les asignó un valor de 0.35 (nivel bajo) por daños parciales en puertas, ventanas, escaleras y objetos mal colocados en el edificio; finalmente, a la susceptibilidad al fuego se le asignó un valor de “1” (nivel alto) porque el Material, junto con la madera y caña y demás materiales, podría provocar un incendio en caso de emergencia. En términos generales, un valor de susceptibilidad estructural de 0,47 corresponde a la susceptibilidad a los terremotos es alta.

### **Cálculo del riesgo sísmico**

Una vez obtenida la evaluación de la amenaza sísmica y el nivel de susceptibilidad sísmica de las edificaciones patrimoniales, se procede a calcular el riesgo sísmico a través de la siguiente:

$$R = (V) * (A+1).$$

$$R = (0,47) * (0,5+1)$$

$$R = 0,70$$

Como se puede observar en los valores obtenidos por la ecuación de riesgo sísmico, que el valor total es “0,70” y según la interpretación del nivel de susceptibilidad sísmica, este nivel de riesgo es alto y por lo tanto el patrimonio cultural requiere de una intervención técnica para poder mejorar las condiciones de los edificios, ya que reflejan el valor tangible e intangible del sentido de pertenencia del cantón Pasaje, su identidad y memoria histórica.

## Discusión

La obtención de un valor de 0.50 en el análisis de la evaluación de la amenaza sísmica de las edificaciones patrimoniales en el cantón Pasaje indica un nivel intermedio de susceptibilidad a los sismos, este resultado se origina al considerar diversos factores que afectan la vulnerabilidad de estas estructuras frente a eventos sísmicos. La puntuación de 0.50 señala que, aunque existe una amenaza sísmica en la región, la evaluación podría reflejar la combinación de la ubicación geográfica del cantón, las características sísmicas históricas y las posibles medidas de mitigación o construcción previa implementadas en algunas de las edificaciones patrimoniales.

Es esencial tener presente que la amenaza sísmica no solo se basa en la frecuencia de los sismos en la región, sino también en la calidad de la construcción de las edificaciones y las prácticas de ingeniería antisísmica aplicadas. Un valor de 0.50 sugiere que, aunque existe cierto riesgo, las edificaciones patrimoniales podrían sufrir daños representativos.

La obtención de un índice de susceptibilidad estructural de 0.47 para las construcciones patrimoniales en el cantón Pasaje indica un nivel significativo de susceptibilidad ante eventos sísmicos. Este resultado señala que estas edificaciones exhiben características que las hacen más propensas a sufrir daños notables durante situaciones sísmicas. Al analizar este valor, resulta crucial tener en cuenta diversos factores que contribuyen a la susceptibilidad estructural de las edificaciones históricas en la zona, se evidencia que distintos aspectos, como detalles estructurales, la relación entre vigas y columnas, la seguridad de los cimientos, la corrosión y el desgaste de las paredes, entre otros, han influido en la determinación de la susceptibilidad estructural.

El cálculo de la susceptibilidad sísmica, utilizando la ecuación  $R = (V) * (A+1)$ , arroja un valor total de 0,70. Este resultado, interpretado en relación con el nivel de susceptibilidad sísmica, indica un riesgo alto. En consecuencia, se subraya la necesidad de intervenciones técnicas para mejorar las condiciones de los edificios patrimoniales. Estas intervenciones son esenciales para preservar el valor tangible e intangible del patrimonio cultural del cantón Pasaje, que refleja su identidad, sentido de pertenencia y memoria histórica.

## Conclusión

Los sitios del patrimonio cultural en general no son capaces de resistir los fenómenos sísmicos, ya que su construcción no cumple con las normas técnicas, sino con las costumbres de la época.

No se puede atribuir directamente a esto sólo que los terremotos sean un factor importante en el debilitamiento de las casas históricas, sino que también se debe considerar el tipo de tuberías que permitieron que el agua se filtrara en los elementos estructurales y de mampostería, se tiene la necesidad de introducir estrategias de fortalecimiento en construcciones históricas, como la adición de refuerzos de acero o concreto para aumentar su resistencia sísmica, es un procedimiento especializado que requiere atención meticulosa para salvaguardar tanto la autenticidad histórica como la integridad estructural del edificio.

Este proceso debe ser supervisado por expertos en ingeniería estructural y conservación del patrimonio para asegurar que el refuerzo sísmico sea efectivo sin comprometer la autenticidad histórica. Implementar prácticas restaurativas que respeten la estructura original, pero introduzcan mejoras sísmicas, utilizando materiales y métodos coherentes con la época, mientras se cumplen normativas específicas para construcciones históricas, asegura la preservación y seguridad. Es fundamental informar y educar a la comunidad sobre medidas de seguridad sísmica, fomentando la conciencia y preparación ante posibles eventos.

La susceptibilidad de las edificaciones patrimoniales en el cantón Pasaje ante eventos sísmicos es un tema crucial que demanda una cuidadosa evaluación. En este contexto, es esencial comprender cómo estas estructuras históricas podrían verse afectadas por movimientos sísmicos y cuáles podrían ser las consecuencias para la preservación del patrimonio arquitectónico local.

## Referencias

- Barsallo, G., y Rodas, P. (2015). Transformación de las edificaciones patrimoniales en las áreas rurales del Cantón Cuenca a partir de un análisis de la actualización de los inventarios de 1988. *Tierra, sociedad, comunidad: 15° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra*, 411-421. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6086007>
- Benjamín, J., y Lockhart, S. (2011). Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de hormigón armado existente. *Ciencia y sociedad*, 36(2), 256-275. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757004>
- Caicedo, C., Barbat, H., Canas, J., y Aguiar, R. (1994). Vulnerabilidad sísmica de edificios. *Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE)*, <http://hdl.handle.net/2117/27020>
- Carvajal, E., y Heras, V. (2020). Metodología de gestión de riesgos para el patrimonio cultural edificado del Ecuador y su enfoque en el patrimonio moderno. *DAYA. Diseño, Arte y Arquitectura*, (8), 221-231. <https://doi.org/10.33324/daya.v1i8.287>

- Cevallos, T. (2022). *Evaluación probabilística del riesgo sísmico en edificios patrimoniales para reforzamiento con estructuras metálicas en la ciudad de Ambato* [Tesis maestra, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36429>.
- Chacón, J., Suquillo, B., Sosa, D., y Celi, C. (2021). Evaluación y Reforzamiento de una Estructura Patrimonial de Adobe con Irregularidad en Planta. *Revista Politécnica*, 47(1), 43-56. <https://doi.org/10.33333/rp.vol47n1.05>
- Chimbolema, E., y Goyes, J. (2023). Vulnerabilidad sísmica de las viviendas catalogadas como patrimonio cultural del casco urbano del cantón Guaranda. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 8(1), 212-233. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7761814>
- Díaz, J., Mayorga, M., García, A., y Palmett, A. (2020). El espacio público en zonas de conservación patrimonial de Latinoamérica y el Caribe. *Módulo Arquitectura CUC*, 26, 83-112. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.26.1.2021.04>.
- Espíndola, V., y Pérez, X. (2018). ¿Qué son los SISMOS, dónde ocurren y cómo se miden? *Revista Ciencia*, 69(3). <https://www.recursoslt.com/uploads/2/6/9/4/26940173/quesonsismos.pdf>
- Flores, L., y Ferreira, T. (2019). Vulnerabilidad sísmica para la rehabilitación del patrimonio cultural. Un acercamiento teórico-institucional. *Revista Gremium*, 6(12), 116-137. <https://doi.org/10.56039/rgn12a09>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pasaje. (2019). *Plan de uso y gestión del suelo cantón Pasaje provincia de El Oro 2020-2032*. <https://www.pasaje.gob.ec/>
- González, L. (2005). ¿Es exitosa la gestión del riesgo sísmico en la rehabilitación estructural en el territorio santiaguero? *Ciencia en su PC*, (4). <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181322703005.pdf>
- Gutiérrez, J., y Giler, M. (2019). Análisis técnico del deterioro de los bienes patrimoniales–inmuebles del cantón Montecristi como consecuencia del 16a. *Las Investigaciones en las Ciencias Técnicas*, 45. <https://acortar.link/vnmOoz>
- Jiménez, J., Cabrera, J., Sánchez, J., y Avilés, F. (2018). Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto. *Maskana*, 9(1), 59-78. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1855doi:10.18537/mskn.09.01.07>
- Martínez, G., Rojas, R., Jara, J., y Rodríguez, R. (2014). Vulnerabilidad sísmica para la Catedral de Morelia en México. *Congreso Latinoamericano sobre patología de la construcción, tecnología de la rehabilitación y gestión del patrimonio: REHABEND 2014*, 551-558. <https://acortar.link/8c2SpT>
- Menéndez, G., García, J., y Reyna, A. (2023). Vulnerabilidad sísmica en edificaciones de la ciudad de Portoviejo: Reflexiones del 16-A. *Revista InGenio*, 6(1), 73-86. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v6i1.565>
- Nanfuñay, H., y Santisteban, E. (2015). *Vulnerabilidad sísmica en el distrito de Ciudad Eten aplicando índices de vulnerabilidad (Benedetti-Petrini)* [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Intitucional <https://hdl.handle.net/20.500.12893/334>
- Parra, H., Benito, M., Gaspar, J., Fernández, A., Luna, M., y Molina, X. (2017). *Estimación de la peligrosidad sísmica en Ecuador continental*. ESPE Universidad de las Fuerzas Armadas.

- Quezada, R., Jiménez, J., y García, H. (2021). Caracterización del patrimonio edificado del centro histórico de Cuenca-Ecuador. *CienciAmérica*, 10(3). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33210/ca.v10i3.37>
- Ríos, M. (2021). *Rehabilitación arquitectónica de un bien patrimonial de la Ciudad de Loja. Caso de estudio: vivienda de la Sra. Rosenda Burneo V* [Tesis Doctoral, Universidad Internacional Del Ecuador]. Repositorio Institucional <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4674>
- Ruales Andrade, A.E. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de la Facultad de Economía bloque B, de la Universidad Central del Ecuador, utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-RE, 2015)* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7872>
- Santander, C. (2017). Gestión de riesgos del patrimonio cultural: alcances para el patrimonio histórico inmueble. *Devenir: Revista de estudios sobre patrimonio edificado*, 4(7), 2017, 145-162. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8101717>
- SNGRE. (2021). *Lineamientos estratégicos para la Reducción de Riesgos de Ecuador, Quito. Ecuador*. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/>
- Tavera, H. (1993). *La tierra, tectónica y sismicidad* [Monografía]. Instituto Geofísico del Perú, <http://hdl.handle.net/20.500.12816/701>
- Uceda, A. (2019). *Factores que limitan la implementación de la política de gestión de riesgo de desastres en el centro histórico de Arequipa y propuesta de lineamientos y estrategias para su implementación en la Dirección Desconcentrada de Cultura Arequipa* [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional <http://hdl.handle.net/20.500.12404/14093>
- Valcárcel, J. (2013). *Análisis y gestión del riesgo sísmico de edificios y sistemas esenciales* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña]. Repositorio Institucional <http://hdl.handle.net/10803/116820>
- Vargas, F. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas y edificios comerciales menores en el área central de Pérez Zeledón, Costa Rica* [Proyecto de Graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica] Repositorio Institucional <https://hdl.handle.net/2238/6672>.
- Vielma, J., Herrera, R., y Pujades, L. (2014). Contribuciones a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios. *Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, CIMNE*. <https://core.ac.uk/download/pdf/41779972.pdf#page=10>
- Zamora Cedeño, G.M., & Aguirre Ullauri, M.del C. (2020). Consideraciones sobre la vulnerabilidad del patrimonio arquitectónico. Estudio de caso: la iglesia de El Sagrario, Cuenca, Ecuador. *Intervención*, 1(21), 257–327. <https://doi.org/10.30763/Intervencion.229.v1n21.08.2020>

## **Declaración**

### **Conflicto de interés**

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

### **Financiamiento**

Sin ayuda financiera de partes ajenas a este artículo.

### **Notas**

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.