https://doi.org/10.17163/abyaups.78.570

Modelos ART-RISK 1 y ART-RISK 3: propuesta de implementación en el caso de Cuenca, Ecuador

María del Cisne Aguirre Ullauri
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca (Ecuador)
maguirreu@ucacue.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-3179-7839

Michelle López Suscal
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca (Ecuador)
mishilopez14@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-7425-8897

Mónica Moreno Falcón
Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)
mmorfal@upo.es
https://orcid.org/0000-0003-1178-1546

Rocío Ortiz Calderón
Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)
rortcal@upo.es
https://orcid.org/0000-0002-0249-8821

Pilar Ortiz Calderón
Universidad Pablo de Olavide, Sevilla (España)
mportcal@upo.es
https://orcid.org/0000-0002-8547-7531

Introducción

La preservación de las ciudades históricas se ha convertido en un tema de suma importancia, impulsado por la creciente demanda de una sociedad que valora y protege su patrimonio mientras busca asegurar un futuro para su pasado, así como entender y contextualizar su historia.

En la actualidad, las ciudades han experimentado transformaciones significativas, al igual que su patrimonio y su población. Como entidades orgánicas que se han desarrollado a lo largo de diferentes períodos de tiempo, las ciudades históricas han seguido principalmente las reglas impuestas por la evolución humana (Glez-Valcárcel, 1981). Este proceso de crecimiento, densificación y desarrollo histórico no solo ha tenido impactos en los recursos ambientales y urbanos, sino también en las áreas rurales, la salud, la calidad de vida y los aspectos socioeconómicos y culturales (Junta de Andalucía *et al*., 2016).

La necesidad de conservar va más allá de la nostalgia que predominaba en los siglos XIX y XX (Turner, 2007), tiempos marcados por devastadores eventos catastróficos. No es que tales eventos hayan cesado, sino que se han podido mitigar en cierta medida, aunque su impacto ahora recae en otros actores, especialmente ambientales y antropogénicos. Por ejemplo, la presencia de partículas contaminantes, la acidez del agua de lluvia o los gases de combustión de vehículos, que moldean y revelan rasgos formales conforme al ritmo contemporáneo. Cambios en la dinámica urbana, como la presencia de compuestos como NO_2, SO_2, CO y otros, agravan el deterioro estético, constructivo y ambiental de los centros históricos en diferentes niveles y en situaciones extremas, representan un riesgo para la seguridad estructural y decorativa de los bienes patrimoniales (Días Pereira y Mateus, 2015). Desde una perspectiva económica, los efectos acumulativos y progresivos de estos nuevos factores de riesgo sobre los bienes patrimoniales pueden llegar a ser igual de costosos que los provocados por los desastres naturales o la actividad bélica.

En esta lógica, la gestión del riesgo que afronta el patrimonio arquitectónico de la ciudad histórica ya no puede ser entendida como una

temática propia solo de la Arquitectura o el Urbanismo. Al representar las ciudades ecosistemas complejos, otras ciencias toman presencia desde niveles muy específicos y sofisticados. Así, encontrar soluciones a los riesgos que deben afrontarse, requiere de la integración de los conocimientos individuales de un grupo interdisciplinar de expertos muy diversos. Al margen de esta reflexión, la conservación del patrimonio en situaciones de alto riesgo ha sido conducida frecuentemente por el modo *apagafuegos* (Adams, 1995). Algunos autores han señalado como se realizan grandes esfuerzos para la restauración de edificaciones, sin tener en cuenta los factores que han motivado su deterioro ni asignar recursos suficientes para establecer barreras contra las causas subyacentes (Fernández *et al.,* 2013). En otras palabras, es necesario tomar conciencia de la importancia de analizar conjuntamente los factores de riesgo y vulnerabilidad de una ciudad histórica para superar las barreras que existen en la conservación del patrimonio con un enfoque cognitivo gradual (Carlessi y Kluzer, 2015).

Para afrontar este desafío, este capítulo de libro expone la experiencia adquirida durante el proyecto "Los materiales en el estudio histórico constructivo y ambiental de los conjuntos históricos. El caso de Cuenca" (PICODS21-32), en la adaptación y uso de las herramientas Art-Risk 1.0 y Art-Risk 3.0, elaborados en la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla, España), con el fin de facilitar la evaluación y el análisis del riesgo en entornos patrimoniales.

Los resultados obtenidos invitan a reflexionar acerca de las dificultades y ventajas de disponer de un modelo integral para la gestión del riesgo en los bienes culturales arquitectónicos del centro histórico de Cuenca. Un entorno que se caracteriza por enfrentar riesgos derivados de desastres naturales, acciones humanas, prácticas antisociales y factores ambientales que, si bien son reconocidos, no se abordan de manera efectiva debido a limitaciones en capacidades de desarrollo e implementación de sistemas de monitoreo y respuesta, así como a la escasez de recursos técnicos, normativos, financieros y administrativos (Aguirre Ullauri, 2021).

Desarrollo del proyecto

La gestión de riesgos en los bienes culturales arquitectónicos a escala internacional y nacional

A nivel internacional, la conservación de los sitios culturales tradicionalmente ha tenido un enfoque centrado en la restauración de los monumentos y edificaciones existentes. Sin embargo, en la actualidad, el desafío se centra en la preservación a través del fomento de estrategias de monitoreo y mantenimiento, lo que se conoce como Conservación Preventiva (Argudo *et al*., 2015). Estos conceptos no son nuevos, desde la Carta de Atenas (1931) hasta la reciente Carta del Riesgo (2019) han sido formuladas diversas reflexiones y orientaciones acerca de la conservación preventiva (ICOMOS 1931; 1964; 1999; 2019). Esto ha llevado a que el Comité del Patrimonio Mundial y organismos como la UNESCO, ICOMOS, ICCROM y los Estados Parte hayan establecido diferentes medidas para fortalecer el diseño de estrategias para monitorear los factores externos a los bienes patrimoniales que afectan a su conservación. Estos esfuerzos se han reflejado en la implementación de procesos de monitoreo activo y periódico, que paulatinamente han ido incluyendo la gestión del riesgo. Sin embargo, con la inclusión de sitios naturales, culturales y mixtos en la Lista de Patrimonio Mundial, los desafíos para aplicar un enfoque centrado en la conservación preventiva y la gestión del riesgo han aumentado (Silva Pérez y Fernández Salinas, 2020).

En esta línea, hacia el año 2003, ICOMOS realiza la Carta de Principios para el Análisis, conservación y restauración estructural de la arquitectura patrimonial; cuya peculiaridad está en la asociación conceptual con los principios de la medicina preventiva determinada por cuatro etapas: Anamnesis; Diagnóstico, Terapia y Control; las cuales se corresponden con la búsqueda de datos e información significativa, la individualización de las causas de los daños y deterioro, la elección de las medidas correctivas y el control de la eficiencia de las intervenciones (ICOMOS, 2003). Como novedad, los efectos de eventos naturales se suman como factores deter-

minantes en el proceso de conservación de los centros históricos. Junto a esta carta, la adopción de métodos de evaluación como el Método ABC: un enfoque de gestión de riesgos para la preservación del patrimonio cultural (ICC & ICCROM, 2016), que hace uso de la norma ISO 31 000 (2009), subraya la importancia de considerar el contexto y los tipos de riesgos en la toma de decisiones para la conservación del patrimonio cultural.

Actualmente, la valoración de riesgo y vulnerabilidad del patrimonio cultural arquitectónico se ha constituido rápidamente en una prioridad mundial. Los estudios desarrollados se centran en el impacto ambiental del riesgo sobre objetos específicos de interés cultural (Ortiz *et al.,* 2014; Aguirre Ullauri *et al.,* 2019). Las investigaciones realizadas por Campiani *et al.* (2019), Galán Huertos *et al.* (2006), Ortiz *et al.* (2014), y Ortiz y Ortiz (2016) han confirmado la influencia directa de las variables ambientales en la conservación del patrimonio cultural a niveles individual y territorial. Los instrumentos y modelos propuestos por estos investigadores para analizar el riesgo tienen un punto de partida común, que se basa en la necesidad de integrar el juicio de los expertos con el uso de nuevas tecnologías para entender mejor el impacto del riesgo en los entornos patrimoniales, así como definir procedimientos sistemáticos para el seguimiento y control, y finalmente, en los requisitos para la implementación y viabilidad de las medidas planificadas (García Álvarez *et al.,* 2022).

La implementación de este tipo de enfoques es prioritaria en América del Sur, donde muchas de las edificaciones patrimoniales están situadas en economías en vías de desarrollo, lugares donde la conservación del patrimonio enfrenta diferentes tipos de amenazas, con presupuestos anuales limitados y donde las decisiones de manejo y gestión son complejas.

Por su parte, en el caso del Ecuador, cronológicamente destacan los aportes del INPC (2011a; 2011b), que desarrollaron guías de medidas preventivas para el manejo, la seguridad y la protección de los bienes culturales patrimoniales, como herramientas prácticas para prevenir el riesgo, controlar el uso (vulnerabilidad patrimonial) y consolidar la seguridad del patrimonio cultural (ámbito legal-jurídico). Dichas guías contienen

procedimientos didácticos para identificar el riesgo a partir del manejo de los bienes culturales, seguridad y protección, amenaza sísmica y erupciones volcánicas. También presentan estrategias prácticas para reducir el deterioro a través de medidas preventivas y acciones claras ante una emergencia a fin de proteger y mejorar el cuidado de la vida humana y de los bienes culturales patrimoniales. Además, establecen actividades de aplicación para garantizar la implementación de los conocimientos adquiridos en los contextos correspondientes. Por último, las guías proporcionan un glosario de términos, bibliografía y un directorio de servicios de emergencia para facilitar el trabajo interinstitucional.

Arizaga (2012), Argudo *et al.* (2015) y Rueda (2014) han destacado, desde diferentes ámbitos profesionales y competencias legales, la importancia de identificar lesiones en elementos y componentes arquitectónicos significativos, así como valorar el riesgo y la vulnerabilidad como recursos para la conservación del patrimonio, a pesar de que esto no ha sido una prioridad en la política pública nacional (Aguirre Ullauri, 2021). El máximo aporte en este sentido ha sido la instalación de medidas de seguridad electrónica, como cámaras, sensores y alarmas, en 300 contenedores patrimoniales y sistemas de alarma de intrusión, como parte de la implementación del Decreto Ejecutivo No. 816 (Cortés Aguirre *et al.,* 2019). Carvajal y Heras (2020) profundizan en la asociación entre la gestión de riesgos y la gestión del patrimonio moderno ecuatoriano, considerando las características intrínsecas de los bienes y su entorno, así como la gestión actual del bien en términos de ubicación. Finalmente, el INPC (2021) ha desarrollado un protocolo de actuación en situaciones de riesgo para el patrimonio cultural. Este protocolo tiene como objetivo organizar la respuesta institucional a nivel nacional y zonal ante situaciones de emergencia, desastre o catástrofe que afecten al patrimonio cultural ecuatoriano, a través de los Comités de Operaciones de Emergencia (COEs), que coordinan acciones para la reducción, respuesta y recuperación de emergencias, desastres y catástrofes.

En el ámbito particular de la relación patrimonio-implementación tecnológica los aportes son aún limitados. A pesar de ello, la identificación

de los componentes individuales y las áreas de conservación a través de la implementación de inventarios ha sido ampliamente aceptada como los principales logros. En el caso del centro histórico de Cuenca, se han realizado cuatro de estos inventarios, y esta dinámica continúa hasta la fecha. Ejercicios puntuales como el uso de técnicas de procesamiento de imágenes y la recopilación de datos con herramientas digitales se han aplicado para evaluar la conservación a nivel urbano con base en los valores patrimoniales y en el control requerido a largo plazo (Heras *et al.,* 2018). Otras propuestas incluyen la aplicación del método de clasificación supervisada denominado Máquinas de Vectores de Soporte (SVM, por sus siglas en inglés) para determinar los elementos patrimoniales a monitorear a escala territorial (Heras *et al.*, 2019). Así, el interés en la conservación de los bienes patrimoniales no se limita a actuar solo cuando presentan deterioro que requiere reparación, ya sea debido a eventos naturales, condiciones ambientales o uso cotidiano.

De este modo, la importancia de los centros históricos en Ecuador es ampliamente reconocida y su Valor Universal Excepcional (VUE) es innegable. Su reconocimiento como sistemas complejos ha permitido la identificación de múltiples variables de riesgo y la construcción de conceptos clave, como el de paisaje urbano histórico, que ha transformado nuestra comprensión de los centros históricos. Sin embargo, abordar los diversos riesgos que enfrentan en la actualidad, incluido el proceso de gentrificación y la planificación urbana dispersa, requiere nuevos esfuerzos y modelos que permitan a los especialistas operar a escala territorial. Encontrar soluciones a estas problemáticas externas es crucial para minimizar el deterioro físico de los bienes patrimoniales, proteger la salud de sus ocupantes y promover una conservación sostenible (Aguirre Ullauri, 2021).

Investigaciones llevadas a cabo para evaluar el modelo y herramientas Art-Risk

En el contexto expuesto, este proyecto partió con la idea de aprovechar el conocimiento y la experiencia acumulados en el ámbito del

estudio del riesgo en patrimonio cultural por otros investigadores, así como disponer de herramientas que permitan una mejor planificación y gestión de la conservación del patrimonio cultural y una mayor preparación para hacer frente a posibles amenazas en el futuro.

El modelo de análisis seleccionado para validar su uso en Ecuador fue el modelo Art-Risk, que ofrece diferentes herramientas que tienen como objetivo principal conocer los riesgos y peligros presentes en el entorno y evaluar la vulnerabilidad del patrimonio cultural (Ortiz *et al.*, 2014; Ortiz y Ortiz, 2016; Moreno *et al.*, 2022; Moreno *et al.*, 2023).

Si bien Art-Risk es un modelo que diseña herramientas especialmente pensadas para la conservación preventiva del patrimonio presente en los centros históricos españoles, actualmente estas herramientas han sido adaptadas y validadas para su uso en otros contextos y tipologías de bienes patrimoniales. A modo de ejemplo, Prieto *et al.* (2020) llevaron a cabo un análisis de vulnerabilidad multi-escenario utilizando el modelo de predicción basado en métodos lógicos difusos (Art-Risk 3.0) para edificios patrimoniales en América del Sur, utilizando como caso de estudio el centro histórico de Popayán (Colombia). En su estudio, adaptaron la metodología propuesta por Art-Risk 3.0 y evaluaron el riesgo considerando 10 variables intrínsecas directamente relacionadas con la vulnerabilidad de los edificios, así como 19 amenazas externas relacionadas con el entorno. Como resultado, obtuvieron un modelo aplicado a la vida útil del patrimonio edificado chileno. De manera similar, Díaz *et al.* (2022) adaptaron el modelo Art-Risk 3.0 para analizar los principales riesgos presentes en tres ciudades peruanas sujetas a procesos de gentrificación y crecimiento urbano incontrolado. Mediante este estudio, lograron obtener mapas de riesgo a escala de edificación e identificar las áreas y tipologías patrimoniales más expuestas al riesgo.

Para mejorar la transferencia de conocimientos y fortalecer la capacidad técnica de los investigadores ecuatoriano, este proyecto inició con un Taller sobre análisis de riesgos y vulnerabilidad en asentamientos históricos. Esta actividad piloto se llevó a cabo en Cuenca, durante el mes

de marzo de 2022, e incluyó la participación del personal de la Universidad Católica de Cuenca, el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (Regiones 6 y 7), la Dirección General de Áreas Históricas y Patrimoniales del GAD de Cuenca, y el equipo de investigadores implicados en el diseño del modelo y las herramientas Art-Risk.

La figura 1 muestra los principales tópicos trabajados en el taller que incluyen: 1) definición de riesgo, peligros y vulnerabilidad; 2) exposición de casos de estudio de los modelos y herramientas Art-Risk; 3) aplicación del uso de SIG y teledetección al análisis de peligros; 4) aplicación de matrices tipo Leopold e índices para el cálculo de vulnerabilidad; y 5) aplicación de técnicas de análisis multicriterio para la elaboración de modelos integrales de evaluación de riesgos.

El taller sirvió como punto de partida para proporcionar a los participantes una comprensión profunda de los fundamentos conceptuales y metodológicos que sustentan el modelo Art-Risk y permitió seleccionar las herramientas que podían ser más útiles, que en este caso fueron la Art-Risk 1.0 y 3.0. Los debates entre especialistas y la aplicación práctica de los modelos en el análisis de edificaciones conservadas en el centro histórico de Cuenca permitieron identificar claramente las fases de trabajo necesarias para adaptar los modelos al contexto ecuatoriano.

En cuanto al análisis de la vulnerabilidad, se observó que el índice proporcionado por la herramienta Art-Risk 1.0 resultaba de gran utilidad para cuantificar la susceptibilidad de un bien patrimonial a ser afectado por una amenaza. Durante el taller, se revisó la pertinencia de mantener todos los factores considerados en el índice, que incluían la frecuencia y magnitud de las patologías en el edificio, los agentes de degradación y la capacidad de generar daños en diferentes partes del edificio. Especialmente interesante resultó la posibilidad de calcular un índice expandido que incluyera además del estado de conservación otros factores como la importancia cultural, el uso actual del edificio o la presencia de tráfico en el entorno, lo cual resultaba relevante para el análisis de los edificios del Centro Histórico de Cuenca (CHC). Igualmente, los primeros testeos

y pruebas efectuados durante el taller permitieron identificar que las diferencias existentes entre las tipologías patrimoniales analizadas en Cuenca y las analizadas en estudios previos por los modelos Art-Risk. Las diferencias observadas, visibilizaron la necesidad de adaptar los datos y variables introducidas en las fichas que empleaba la herramienta, antes de poder usarla en contexto ecuatoriano.

Figura 1
Actividades del Taller sobre análisis de riesgos y vulnerabilidad en asentamientos históricos

Durante el taller se evaluaron las ventajas y dificultades de utilizar los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para capturar, almacenar, analizar y presentar los datos de vulnerabilidad como información geográfica que pudiese relacionarse fácilmente con la presencia de peligros en

el entorno. Puesto que los SIG permiten visualizar casi cualquier tipo de información espacialmente, introducir su uso facilitaría la comprensión de patrones, tendencias y relaciones que dan lugar a situaciones de alto riesgo en el patrimonio cultural arquitectónico de una ciudad histórica.

Finalmente, el taller también sirvió para identificar los principales retos que podían dificultar la adaptación de la herramienta Art-Risk 3.0, una herramienta que permitía efectuar un análisis integral del riesgo. La principal problemática estaba relacionada con las discrepancias existentes entre los diversos expertos a la hora de definir la importancia asignada a cada uno de los factores considerados en el cálculo integral del riesgo. Si bien la herramienta empleaba un sistema de lógica difusa fundamentado en el empleo de reglas de inferencia, tal y como describe Prieto *et al.* (2020), estas reglas habían sido diseñadas para un contexto español y debían establecerse nuevas formas de definir la importancia de cada uno de los factores de riesgo considerados, antes de poder usar la herramienta en Cuenca, Ecuador.

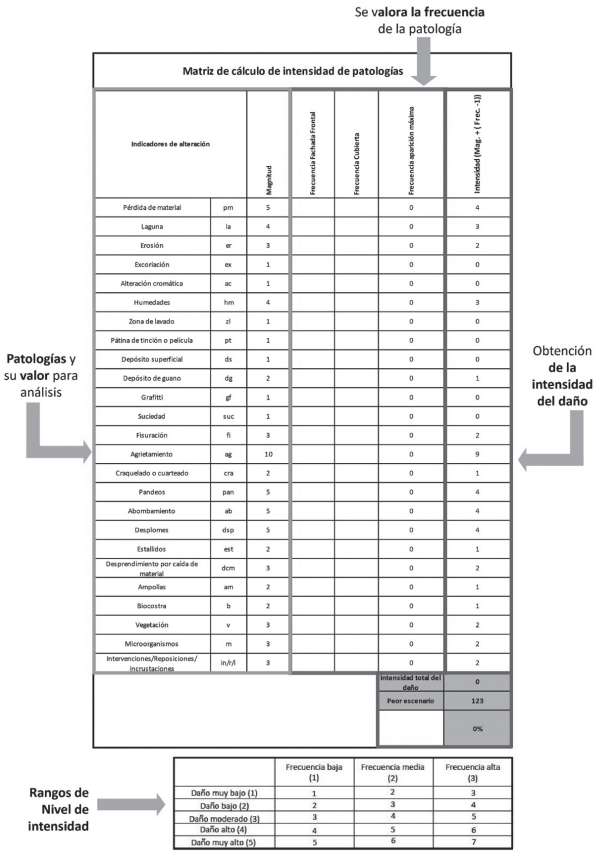
En los siguientes apartados se explicarán con mayor detenimiento el funcionamiento de las herramientas seleccionadas para su uso en el CHC (Art-Risk 1.0 y 3.0) y las medidas propuestas para poder lograr una adaptación exitosa de las mismas.

Descripción de la herramienta Art-Risk 1.0 y de los procesos de adaptación para su uso en Cuenca, Ecuador

La herramienta Art-Risk 1.0 (https://bit.ly/4dy9fAL) es una aplicación digital gratuita compuesta por un conjunto de tres matrices de tipo Leopold diseñadas para normalizar la recopilación de datos durante la evaluación de un patrimonio cultural inmueble. Estas matrices facilitan la recopilación sistemática de información relevante sobre el estado de conservación del patrimonio. Además, permiten calcular un índice de vulnerabilidad que refleja el estado actual de conservación del patrimo-

nio cultural (Ortiz *et al.*, 2016; Moreno *et al.*, 2019). Si bien actualmente solo está disponible para su uso en arquitectura de tierra, el modelo que sustenta la herramienta puede ser adaptado a otras tipologías de bienes patrimoniales diferentes.

Figura 2
Adaptación de la matriz de valoración de patologías que usa la herramienta Art-Risk 1.0

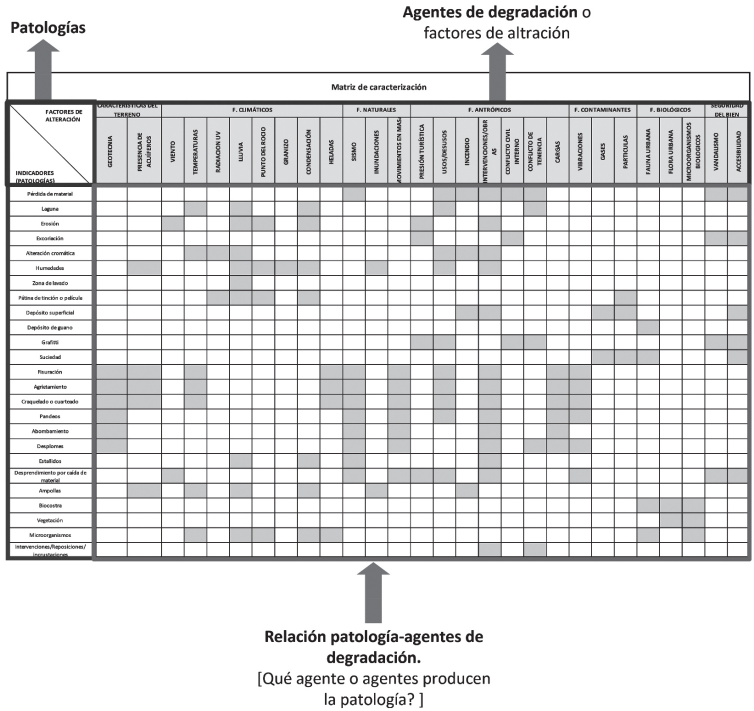


Indicadores de alteración		Magnitud	Frecuencia Fachada Frontal	Frecuencia Cubierta	Frecuencia aparición máxima	Intensidad (Mag. + (Frec.-1))
Pérdida de material	pm	5			0	4
Laguna	la	4			0	3
Erosión	er	3			0	2
Excoriación	ex	1			0	0
Alteración cromática	ac	1			0	0
Humedades	hm	4			0	3
Zona de lavado	zl	1			0	0
Pátina de tinción o película	pt	1			0	0
Depósito superficial	ds	1			0	0
Depósito de guano	dg	2			0	1
Grafitti	gf	1			0	0
Suciedad	suc	1			0	0
Fisuración	fi	3			0	2
Agrietamiento	ag	10			0	9
Craquelado o cuarteado	cra	2			0	1
Pandeos	pan	5			0	4
Abombamiento	ab	5			0	4
Desplomes	dsp	5			0	4
Estallidos	est	2			0	1
Desprendimiento por caída de material	dcm	3			0	2
Ampollas	am	2			0	1
Biocostra	b	2			0	1
Vegetación	v	3			0	2
Microorganismos	m	3			0	2
Intervenciones/Reposiciones/ incrustaciones	in/r/i	3			0	2
					Intensidad total del daño	0
					Peor escenario	123
						0%

	Frecuencia baja (1)	Frecuencia media (2)	Frecuencia alta (3)
Daño muy bajo (1)	1	2	3
Daño bajo (2)	2	3	4
Daño moderado (3)	3	4	5
Daño alto (4)	4	5	6
Daño muy alto (5)	5	6	7

Nota. Elaboración propia a partir de los datos del Taller sobre análisis de riesgos y vulnerabilidad en asentamientos históricos (Ortiz, 2022).

Figura 3
Adaptación de la matriz de caracterización que usa la herramienta Art-Risk 1.0



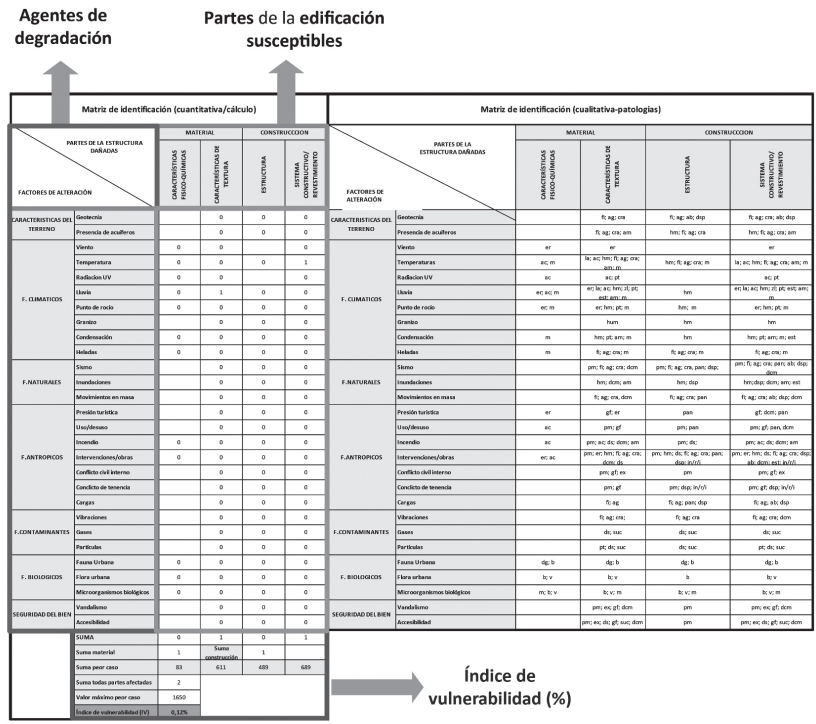
Nota. Elaboración propia a partir de los datos del Taller sobre análisis de riesgos y vulnerabilidad en asentamientos históricos (Ortiz, 2022).

Para aplicar esta herramienta en el análisis de la vulnerabilidad según el estado de conservación del patrimonio arquitectónico del CHC, se realizaron modificaciones en las tres matrices que la respaldan. En la primera matriz, conocida como la matriz de valoración de patologías, se agregaron indicadores de alteración comunes en las edificaciones patrimoniales de la ciudad y se reorganizaron según su gravedad o capacidad para causar daño (figura 2). En la segunda matriz, denominada matriz de

caracterización de agentes de degradación, se incorporaron los principales agentes de degradación presentes en el CHC (figura 3). Finalmente, en la matriz de identificación de daños, se especificaron las partes de las edificaciones susceptibles de ser afectadas por los procesos de degradación descritos en las matrices anteriores (figura 4). Estos cambios permitieron adaptar la herramienta para una evaluación más precisa y específica de la vulnerabilidad del patrimonio arquitectónico en el CHC.

Figura 4

Adaptación de la matriz de identificación que usa la herramienta Art-Risk 1.0



Matriz de identificación (cuantitativa/cálculo)					
		MATERIAL		CONSTRUCCCION	
FACTORES DE ALTERACIÓN	PARTES DE LA ESTRUCTURA DAÑADAS	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	CARACTERÍSTICAS DE TEXTURA	ESTRUCTURA	SISTEMA CONSTRUCTIVO/ REVESTIMIENTO
CARACTERISTICAS DEL TERRENO	Geotecnia		0	0	0
	Presencia de acuíferos		0	0	0
F. CLIMATICOS	Viento	0	0		0
	Temperatura	0	0	0	1
	Radiacion UV	0	0		0
	Lluvia	0	1	0	0
	Punto de rocio	0	0	0	0
	Granizo		0	0	0
	Condensación	0	0	0	0
	Heladas	0	0	0	0
F.NATURALES	Sismo		0	0	0
	Inundaciones		0	0	0
	Movimientos en masa		0	0	0
F.ANTROPICOS	Presión turistica		0	0	0
	Uso/desuso		0	0	0
	Incendio	0	0	0	0
	Intervenciones/obras	0	0	0	0
	Conflicto civil interno		0	0	0
	Conclicto de tenencia		0	0	0
	Cargas		0	0	0
F.CONTAMINANTES	Vibraciones		0	0	0
	Gases		0	0	0
	Particulas		0	0	0
F. BIOLOGICOS	Fauna Urbana	0	0	0	0
	Flora urbana	0	0	0	0
	Microorganismos biológicos	0	0	0	0
SEGURIDAD DEL BIEN	Vandalismo		0	0	0
	Accesibilidad		0	0	0
	SUMA	0	1	0	1
	Suma material	1	Suma construcción	1	
	Suma peor caso	83	611	489	689
	Suma todas partes afectadas	2			
	Valor máximo peor caso	1650			
	Índice de vulnerabilidad (IV)	0,12%			

Matriz de identificación (cualitativa-patologías)					
		MATERIAL		CONSTRUCCCION	
FACTORES DE ALTERACIÓN	PARTES DE LA ESTRUCTURA DAÑADAS	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	CARACTERÍSTICAS DE TEXTURA	ESTRUCTURA	SISTEMA CONSTRUCTIVO/ REVESTIMIENTO
CARACTERISTICAS DEL TERRENO	Geotecnia		fi; ag; cra	fi; ag; alc; dsp	fi; ag; cra; alc; dsp
	Presencia de acuíferos		fi; ag; cra; am	hm; fi; ag; cra	hm; fi; ag; cra; am
F. CLIMATICOS	Viento	er	er		er
	Temperaturas	ac; m	la; ac; hm; fi; ag; cra; am; m	hm; fi; ag; cra; m	la; ac; hm; fi; ag; cra; am; m
	Radiacion UV	ac	ac; pt		ac; pt
	Lluvia	er; ac; m	er; la; ac; hm; zi; pt; est; am; m	hm	er; la; ac; hm; zi; pt; est; am; m
	Punto de rocio	er; m	er; hm; pt; m	hm; m	er; hm; pt; m
	Granizo		hum	hm	hm
	Condensación	m	hm; pt; am; m	hm	hm; pt; am; m; est
	Heladas	m	fi; ag; cra; m	fi; ag; cra; m	fi; ag; cra; m
F.NATURALES	Sismo		pm; fi; ag; cra; dsm	pm; fi; ag; cra; pan; dsp; dsm	pm; fi; ag; cra; pan; alc; dsp; dsm
	Inundaciones		hm; dsm; am	hm; dsp	hm;dsp; dsm; am; est
	Movimientos en masa		fi; ag; cra, dsm	fi; ag; cra; pan	fi; ag; cra; alc dsp; dsm
F.ANTROPICOS	Presión turistica	er	gf; er	pan	gf; dsm; pan
	Uso/desuso	ac	pm; gf	pm; pan	pm; gf; pan, dsm
	Incendio	ac	pm; ac; dc; dsm; am	pm; dc	pm; ac; dc; dsm; am
	Intervenciones/obras	er; ac	pm; er; hm; fi; ag; cra; dsm; ds	pm; hm; ds; fi; ag; cra; pan; dsp; in/cl;	pm; er; hm; dc; fi; ag; cra; dsp; alc dsm; est; in/cl;
	Conflicto civil interno		pm; gf; ex	pm	pm; gf; ex
	Conclicto de tenencia		pm; gf	pm; dsp; in/cl	pm; gf; dsp; in/cl
	Cargas		fi; ag	fi; ag; pan; dsp	fi; ag; alc dsp
F.CONTAMINANTES	Vibraciones		fi; ag; cra;	fi; ag; cra	fi; ag; cra; dsm
	Gases		dc; suc	dc; suc	dc; suc
	Particulas		pt; dc; suc	dc; suc	pt; dc; suc
F. BIOLOGICOS	Fauna Urbana	dg; b	dg; b	dg; b	dg; b
	Flora urbana	b; v	b; v	b	b; v
	Microorganismos biológicos	m; b; v	b; v; m	b; v; m	b; v; m
SEGURIDAD DEL BIEN	Vandalismo		pm; ex; gf; dsm	pm	pm; ex; gf; dsm
	Accesibilidad		pm; ex; dc; gf; suc; dsm	pm	pm; ex; dc; gf; suc; dsm

Nota. Elaboración propia a partir de los datos del Taller sobre análisis de riesgos y vulnerabilidad en asentamientos históricos (Ortiz, 2022).

Actualmente, la adaptación realizada de la herramienta Art-Risk 1.0 ha permitido su uso en el estudio de 344 fachadas de edificaciones patrimoniales en el CHC. El estudio y análisis de los resultados obtenidos permitirá comprender mejor los patrones de degradación existentes y proponer medidas de mantenimiento y conservación preventiva que minimicen el riesgo.

Paralelamente, con el fin de enriquecer el índice de vulnerabilidad obtenido a partir de estas matrices, se está desarrollando un índice de vulnerabilidad expandido que incorpora otros factores como la presencia de tráfico rodado en las proximidades, el uso actual de las estructuras y su entorno inmediato, el tipo de suelo, entre otros. La figura 5 proporciona un ejemplo del modelo de tabla diseñado a partir de los datos y análisis del *Plan de movilidad y espacios públicos de Cuenca 2015-2025* (Plan de movilidad de Cuenca, 2015) sobre la demanda de tráfico en el CHC para normalizar y categorizar la recopilación de datos en cada una de las variables a considerar. Este modelo de tabla permite asignar una puntuación que varía entre 1 y 5 según el nivel de riesgo asociado a las diferentes sit

Figura 5
Tabla de valoración realizada para cada una de las variables incluidas en el índice de vulnerabilidad expandida. Ejemplo realizado para considerar la presencia de tráfico

Nota. Elaboración propia a partir de Plan de movilidad y espacios públicos de Cuenca 2015-2025 (Plan de movilidad de Cuenca, 2015) y de Integration of georeferenced informed system and digital image analysis to assess the effect of cars pollution on historical buildings (Ortiz *et al.*, 2017).

Descripción de la herramienta Art-Risk 3.0 y de los procesos de adaptación para su uso en Cuenca, Ecuador

La herramienta Art-Risk 3.0 (https://bit.ly/3WUAVtX) es una aplicación digital gratuita diseñada para evaluar el riesgo en edificios patrimoniales. Se fundamenta en tecnologías avanzadas como la lógica difusa y el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) (figura 6). Su principal ventaja, es que es una herramienta capaz de reproducir de una forma aproximada el razonamiento humano y las relaciones existentes entre los factores de vulnerabilidad y riesgo mediante la teoría de los conjuntos difusos (Ortiz *et al.*, 2020).

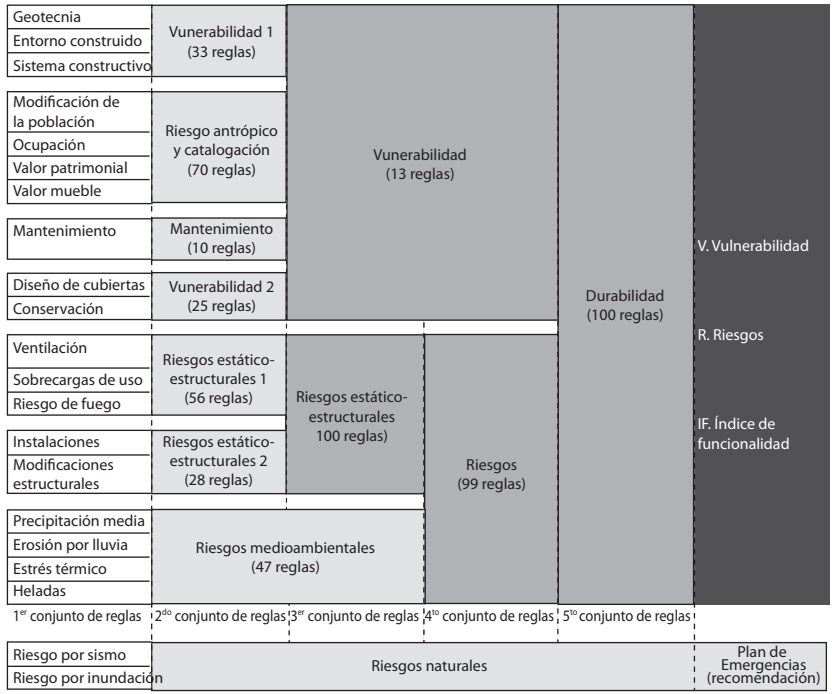
Figura 6
Interfaz de Art-Risk 3.0

Nota. Elaboración propia a partir de datos del manual de usuario- software Art-Risk 3.0 (Ortiz *et al.*, 2020).

En la práctica Art-Risk 3.0 es un formulario digital en el que el usuario debe introducir 19 variables numéricas de entrada manuales y automáticas con valores comprendidos entre 1,0 (valor más favorable) y 5,0 (valor más desfavorable). Cuando el usuario ingresa los datos de diagnóstico requeridos por la herramienta, el SIG subyacente identifica los peligros del entorno y calcula el riesgo, la vulnerabilidad y la vida útil del edificio en cuestión. Para ello, las variables que aparecen en la figura 7 se relacionan mediante el empleo de reglas de inferencia, cuyo funcionamiento queda definido en el artículo publicado por Prieto *et al.* (2020).

Figura 7

Variables de análisis y reglas de inferencia de la herramienta Art-Risk 3.0



Nota. Elaboración propia a partir de datos del Manual de usuario- software ART-RISK 3.0 (Ortiz *et al.*, 2020).

Tal y como se había identificado en el taller, la necesidad de ajustar los pesos asignados a las 19 variables de riesgo para adaptar la herramienta a un nuevo contexto en el CHC, representaba una dificultad fundamental para su implementación. Para abordar este desafío, se optó por emplear técnicas de análisis multicriterio, las cuales permiten ponderar pesos a partir del juicio humano de manera efectiva. Estas técnicas constituyen herramientas esenciales para evaluar y decidir entre alternativas que involucran múltiples criterios, ya sean cualitativos o cuantitativos. Algunas de las técnicas más destacadas incluyen la ponderación lineal, el análisis jerárquico (AHP), el análisis de redes (ANP), la programación lineal y el método PROMETHEE, entre otros. Estas metodologías, utilizadas en diversos campos como la gestión de proyectos, la planificación urbana y la toma de decisiones empresariales, proporcionan un marco metodológico sólido para comparar y ponderar diferentes aspectos relevantes, facilitando así la identificación de la mejor opción considerando múltiples criterios y objetivos.

Tabla 1

Expertos participantes en el proceso metodológico Delphi

Experto	Formación	Años de experiencia	Institución asociada
Experto 1	Arquitecto Especialista en Conservación Patrimonio Arquitectónico	10	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
Experto 2	Arquitecto Especialista en Conservación del Patrimonio Arquitectónico	15	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
Experto 4	Arquitecto Especialista en Gestión del Patrimonio Arquitectónico	15	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
Experto 5	Arquitecto con formación es asentamientos humanos	15	Universidad Católica de Cuenca
Experto 6	Ingeniero con formación en estructura	5	Instituto Nacional de Patrimonio Cultural
Experto 7	Arquitecto con formación en diseño y construcción	15	Gad de Cuenca
Experto 8	Ingeniero Electrónico con formación en estadística	10	Universidad Católica de Cuenca
Experto 9	Química con formación en patrimonio cultural	20	Universidad Pablo de Olavide
Experto 10	Ingeniero Mecánico con formación en Ingeniería Hidráulica	10	Universidad Católica de Cuenca

Figura 8

Herramienta Art-Risk 3.0: a) Matriz de comparación elaborada durante la realización del AHP; b) Estrella multicriterio obtenida al evaluar el riesgo en tres edificios patrimoniales a partir de la adaptación de la herramienta Art-Risk 3.0 realizada

(a) Matriz de vulnerabilidad AHP multicriterio

	Estado de conservación/características físico-químicas / Textura	Estado de conservación/ cimentación	Estado de conservación/ estructura	Estado de conservación/ revestimientos	Tipo de implantación	Tipología arquitectónica	Diseño de cubiertas	Valor patrimonial	Valor asociado	Ocupación	tipo de uso	Ventilación	Instalaciones	Sobrecarga de uso	Riesgo de fuego	Modificación y/o irregularidad estructural	Paisaje urbano	valor social	Conflicto de tenencia	Crecimiento de población
Estado de conservación/ características físico-químicas/textura		0,20	0,20	1,00	0,20	0,33	0,20	1,00	0,20	0,20	5,00	1,00	1,00	0,20	1,00	0,20	0,33	0,14	0,33	0,33
Estado de conservación/ cimentación	5,00		1,00	9,00	7,00	7,00	5,00	0,20	1,00	1,00	5,00	7,00	7,00	1,00	7,00	1,00	0,14	7,00	0,14	7,00
Estado de conservación/ estructura	5,00	1,00		9,00	9,00	7,00	0,33	0,33	3,00	1,00	5,00	7,00	7,00	1,00	7,00	1,00	0,14	7,00	0,14	7,00
Estado de conservación/ revestimientos	1,00	0,11	0,11		0,20	0,14	0,33	0,33	0,14	0,14	0,20	3,00	0,14	0,14	3,00	0,14	0,33	0,20	0,20	0,14
Tipo de implantación	5,00	0,14	0,11	5,00		1,00	1,00	1,00	0,33	0,20	1,00	1,00	0,20	0,20	0,33	0,20	1,00	0,20	5,00	0,14
Tipología arquitectónica	3,00	0,14	0,14	7,00	1,00		1,00	1,00	0,33	0,33	1,00	5,00	0,20	0,14	0,20	0,20	1,00	0,20	5,00	0,20
Diseño de cubiertas	5,00	0,20	3,00	9,00	1,00	1,00		1,00	1,00	0,33	0,20	3,00	0,14	0,33	5,00	1,00	5,00	3,00	3,00	0,33
Valor patrimonial	1,00	5,00	3,00	3,00	1,00	5,00	1,00		1,00	3,00	3,00	5,00	5,00	3,00	5,00	1,00	1,00	1,00	5,00	1,00
Valor asociado	5,00	1,00	0,33	7,00	3,00	1,00	1,00	1,00		0,33	5,00	5,00	5,00	0,20	3,00	0,20	1,00	1,00	5,00	3,00
Ocupación	5,00	1,00	1,00	7,00	5,00	3,00	3,00	0,33	3,00		5,00	7,00	7,00	1,00	5,00	1,00	5,00	3 00	5 00	5 00
Tipo de uso	0,20	0,20	0,20	5,00	1,00	1,00	5,00	0,33	0,20	0,20		0,33	0,20	0,14	0,33	0,20	0,33	0,20	0,20	1,00
Ventilación	1,00	0,14	0,14	0,33	1,00	0,20	0,33	0,20	0,20	0,14	3,00		1,00	0,20	0,20	0,14	0,20	0,,20	0,14	0,20
Instalaciones	1,00	0,14	0,14	7,00	5,00	5,00	7,00	0,20	0 20	0,14	5,00	1,00		0,14	1,00	0 ,14	0,14	0,20	0,33	0,33
Sobrecarga de uso	5,00	1,00	1,00	7,00	5,00	7,00	3,00	0,33	5,00	1,00	7,00	5,00	7,00		5,00	1,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Riesgo de fuego	1,00	0,14	0,14	0,33	3,00	5,00	0,20	0,20	0,33	0,20	3,00	5,00	1,00	0,20		0,20	0,33	0,33	3,00	3,00
Modificación y/o irregularidad estructural	5,00	1,00	1,00	7,00	5,00	5,00	1,00	1,00	5,00	1,00	5,00	7,00	7,00	1,00	5,00		7,00	7,00	7,00	7,00
Paisaje urbano	3,00	7,00	7,00	3,00	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	0,20	3,00	5,00	7,00	0,20	3,00	0,14		1,00	3,00	1,00
Valor social	7,00	0,14	0,14	5,00	5,00	5,00	0,33	1,00	1,00	0,33	5,00	5,00	5,00	0,20	3,00	0 ,14	1,00		1,00	1,00
Conflicto de tenencia	3,00	7,00	7,00	5,00	0,20	0,20	0,33	0,20	0,20	0,20	5,00	7,00	3,00	0,20	0,33	0,14	0,33	1,00		0,33
Crecimiento de población	3,00	0,14	0,14	7,00	7,00	5,00	3,00	1,00	0,33	0,20	1,00	5,00	3,00	0.20	0,33	0,14	1,00	1,00	3,00	

(b) Estrella multicriterio

	Edificio 1	Edificio 2	Edificio 3
Estado de conservación/características físico-químicas/textura	1	2	2
Estado de conservación/cimentación	1	5	2
Estado de conservación/estructura	1	5	2
Estado de conservación/revestimientos	1	4	2
Tipo de implantación	1	3	2
Tipología arquitectónica	1	5	2
Diseño de cubiertas	1	2	2
Irregularidades en planta y elevación	1	5	2
Valor patrimonial	1	3	2
Valor asociado	1	3	2
Ocupación	1	4	2
Tipo de uso	1	1	2
Ventilación	1	2	2
Instalaciones	1	3	2
Sobrecarga de uso	1	5	2
Riego de fuego	1	2	2
Modificación estructural	1	4	2
Paisaje urbano	1	5	2
Valor social	1	5	2
Conflicto detenencia	1	5	5
Crecimiento de población	1	5	2

Nota. Elaboración propia a partir de los datos del Taller sobre análisis de riesgos y vulnerabilidad en asentamientos históricos (Ortiz, 2022).

En este caso específico, se decidió emplear el Proceso Analítico de Jerarquías (AHP, por sus siglas en inglés), técnica desarrollada por el matemático y experto en gestión Thomas L. Saaty en la década de 1970. La elección del AHP permitió descomponer el desafiante problema de evaluar integralmente el riesgo, basado en diversas variables, en una jerarquía de criterios y subcriterios. Esta descomposición facilitó la comprensión y evaluación de las diferentes opciones disponibles. En este proceso, los criterios se organizaron en una estructura de árbol, con el criterio principal en la parte superior y los subcriterios derivados de él. Luego, un grupo de diez expertos compararon estos criterios utilizando escalas de juicio para determinar su importancia relativa. Este grupo incluyó expertos pertenecientes a: INPC, Zonal 6; GAD Municipal de Cuenca vinculados a la Dirección General de Áreas Históricas; docentes investigadores de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca (tabla 1). Una vez completada esta comparación, se calcularon las prioridades relativas de cada criterio y subcriterio mediante un proceso matemático que consideraba las comparaciones individuales. Estas prioridades se utilizaron para calcular una puntuación global para cada opción, lo que facilitó la identificación de la mejor alternativa de acuerdo con los criterios establecidos (figura 8).

Dado que los juicios de los expertos que participaron en el estudio utilizando AHP no mostraron consenso en muchos de los criterios analizados, se optó por combinar el AHP con la metodología Delphi. El método Delphi se basa en la opinión de un grupo de expertos para alcanzar un consenso sobre un tema específico y se utiliza ampliamente en diversos campos para abordar problemas complejos y facilitar la toma de decisiones informadas. Este proceso implicó volver a trabajar con los expertos seleccionados para realizar el AHP, generando preguntas o escenarios y llevando a cabo varias rondas de retroalimentación anónima e iterativa para refinar y converger hacia un consenso. A través de esta combinación de métodos, se pudo obtener información esencialmente cualitativa pero relativamente precisa sobre los riesgos y vulnerabilidades que afectan, y posiblemente seguirán afectando en el futuro, al patrimonio edificado

del CHC. Este enfoque permitió mitigar el sesgo de grupo y obtener pronósticos o decisiones más confiables y fundamentadas, aprovechando la diversidad de perspectivas de los expertos involucrados.

Los resultados obtenidos han permitido desarrollar una adaptación de la herramienta Art-Risk 3.0, que ofrece una evaluación completa y precisa del riesgo en los edificios patrimoniales del centro histórico de Cuenca, Ecuador. Esta adaptación facilita la toma de decisiones informadas para la conservación y protección de estos edificios. Actualmente, se sigue trabajando en la aplicación de esta herramienta al conjunto de Bienes Culturales Arquitectónicos del CHC. Esto permitirá establecer, en un futuro cercano, una relación entre los edificios estudiados en función de las necesidades de conservación, contribuyendo así a la conservación del patrimonio arquitectónico de la ciudad.

Conclusiones

El proceso de investigación que se puso en marcha con este proyecto ha permitido proporcionar a los investigadores, docentes y estudiantes participantes la oportunidad de adquirir una mayor experiencia y autonomía en el uso de métodos, procedimientos y técnicas de análisis de riesgos funcionales al estudio del CHC y aplicables a otros asentamientos históricos del Ecuador.

Los avances logrados durante el proyecto, junto con el desarrollo del taller que contó con la participación de los investigadores responsables del modelo y las herramientas Art-Risk, han establecido una red interdisciplinaria e internacional. Esta colaboración reúne a expertos en conservación/protección y a instituciones públicas encargadas de la gestión y conservación del patrimonio arquitectónico y urbano para desarrollar buenas prácticas de gestión de emergencias y nuevos modelos sostenibles y resilientes.

Las adaptaciones de las herramientas Art-Risk 1.0 y Art-Risk 3.0 realizadas han generado nuevos productos científicos, técnicos y tecnológicos que serán útiles para formular estrategias de control, mitigación

o mantenimiento de bienes del patrimonio cultural en territorios de connotación histórica en el Ecuador.

Se espera que, en un futuro próximo, los resultados obtenidos de la aplicación de estas herramientas en el estudio de las edificaciones patrimoniales del CHC brinden un análisis detallado de los niveles de riesgo que enfrentan estos bienes. La conversión del modelo propuesto en un marco de referencia permitirá realizar estudios comparativos en otros asentamientos, como la Red de Ciudades Patrimoniales del Ecuador, e incluso en otras ciudades del mundo donde se llevan a cabo investigaciones similares. Por lo tanto, estas herramientas adaptadas en el proyecto serán de gran utilidad para las instituciones del Estado Ecuatoriano, ya que permitirán evaluar la idoneidad de las estrategias de intervención orientadas a la conservación del patrimonio nacional con base en la evidencia científica.

Referencias bibliográficas

Adams, J. (1995). *Risk*. UCL Press.

Aguirre Ullauri, M. C., Calle, M. B. Á., Cordero Jarrín, M. C. y Andrade Quintuña, I. M. (2019). Evaluación de riesgos y vulnerabilidades. El caso de una vivienda patrimonial en Cuenca, Ecuador. *Revista AUC*, *39*, 7-17. https://bit.ly/3WGKb3A

Aguirre Ullauri, M. de C. (2021). *Materiales históricos, lectura histórico constructiva y caracterización. El caso de Cuenca (Ecuador)*. [Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid]. https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.69331

Argudo, C., Orellana, G., Palacios, D. y Pérez, M. (2015). *Aplicación de la metodología de manuales de conservación preventiva para la detección y evaluación de riesgos en la manzana comprendida entre Av. Loja, la Calle del Farol y la Av. 12 de abril* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional UCUENCA. https://bit.ly/4dD3stt

Arizaga, D. (2012). La gestión de riesgos del patrimonio cultural: una política de Estado en construcción. El caso ecuatoriano. *Patrimonio Cultural de España, 6*, 43-59. https://bit.ly/3LYB75h

Campiani, A., Lingle, A. y Lercari, N. (2019). Spatial analysis and heritage conservation: Leveraging 3-D data and GIS for monitoring earthen architecture. *Journal of Cultural Heritage*, *39*, 166-176. https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.02.011

Carlessi, M. y Kluzer, A. (2015). Past, present and future of the forgotten places in the ancient "Ospedale Maggiore" (Ca'Granda) in Milan: studies, surveys, analysis, prospects and projects. En L. Toniolo, M. Boriani y G. Guidi (eds.), *Built heritage: Monitoring Conservation Management. Research for Development,* 211-226. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08533-3_18

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. *Diseño Arte y Arquitectura, 1* (8), 221-231. https://doi.org/10.33324/daya.v1i8.287

Cortés Aguirre, A., Aguirre Ullauri, M. C. y Contreras-Escandón, C. (2019). Impacto del decreto de emergencia del patrimonio cultural del ecuador: Análisis costo-beneficio. *Revista de Urbanismo*, *41.* https://doi.org/10.5354/0717-5051.2019.52492

Diaz, G. A., Ortiz, R., Moreno, M. y Ortiz, P. (2022). Vulnerability assessment of historic villages in the Amazonas region (Perú). *International Journal of Architectural Heritage*, 1-21. https://doi.org/10.1080/15583058.2022.2070049

Fernández, C. Levenfeld, C. y Monereo, N. (2013). *La evaluación de riesgo en patrimonio. Del diagnóstico al pronóstico. Revista Patrimonio Cultural de España*, *7*, 57-70. https://bit.ly/3WG4ezi

Galán Huertos, E., Bernabé González, J. y Ávila Ruiz, R. M. (2006). La aplicación de la evaluación de impacto ambiental en el patrimonio monumental y el desarrollo sostenible de las ciudades. *Revista de Enseñanza Universitaria*, Extra-123-140. https://bit.ly/3yIdV8a

García Álvarez, J., Campos Alvear, R., Cabrera Gómez de la Torre, C. y Macías Bernal, J. M. (2022). La digitalización del plan de conservación preventiva del Real Alcázar de Sevilla, de lo digital a lo real. Optimización del modelo desde la experiencia y puesta en práctica. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, *21*, 10-33. https://bit.ly/3WzTXoh

Glez-Valcárcel, J. (1981). *Criterios actuales en la defensa de la ciudad histórica.* Investigación presentada en la 6th. General Assembly ICOMOS "Nessun Futuro Senza Passato", Roma.

Heras, V., Briones, J. C. y Sinchi, E. (2018). Procesos de clasificación supervisados como herramienta de monitoreo del patrimonio cultural edificado. *ASRI: Arte y sociedad. Revista de investigación*, *14*, 95-102. https://bit.ly/3yutpwG

Heras, V., Sinchi, E., Briones, J. y Lupercio, L. (2019). Urban heritage monitoring, using image processing techniques and data collection with terrestrial laser scanner (tls), case study Cuenca - Ecuador. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, *XLII-2/W11*, 609-613. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xlii-2-w11-609-2019

ICC & ICCROM. (2016). *The ABC Method: A risk management approach to the preservation of cultural heritage*. Canadian Conservation Institute. https://bit.ly/3AgNDdP

ICOMOS. (1931). *Carta de Atenas. Conferencia de Atenas 1931*. https://bit.ly/4fFnEgc

ICOMOS. (1964). *Carta Internacional sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios (Carta de Venecia)*. https://bit.ly/4fwdizn

ICOMOS. (1999). *Carta de Burra (Carta del ICOMOS Australia para Sitios de Significación Cultural)*. https://bit.ly/3WCJdW7

ICOMOS. (2003). *Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico. Ratificada por la 14ª Asamblea General del ICOMOS*. https://bit.ly/3Ab3DOk

INPC. (2011a). *Guía de medidas preventivas para amenaza sísmica, seguridad, protección y manejo de bienes culturales*. Serie Normativas y Directrices. Ediecuatorial. https://bit.ly/3WGHrTM

INPC. (2011b). *Guía de medidas preventiva para el manejo de bienes culturales*. Serie Normativas y Directrices. Ediecuatorial. https://bit.ly/3ApSadM

INPC. (2021). *Protocolo de actuación en situaciones de riesgos del patrimonio cultural frente a emergencias, desastres o catástrofes naturales*. Dirección de Gestión de Riesgos del Patrimonio Cultural. https://bit.ly/3SBF7fx

Junta de Andalucía, Unión Europea y Observatorio de Salud y Medio ambiente de Andalucía. (2016). *Urbanismo, medio ambiente y salud*. Junta de Andalucía. https://bit.ly/3yHJyid

Moreno, M., Ortiz, P. y Ortiz, R. (2019). Vulnerability study of earth walls in urban fortifications using cause-effect matrixes and Gis: The case of Seville, Carmona and Estepa defensive fences. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, *19*(3), 119-119.

Moreno, M., Ortiz, R., Cagigas-Muñiz, D., Becerra, J., Martin, J. M., Prieto, A. J. y Ortiz, P. (2022). ART-RISK 3.0 a fuzzy-based platform that combine GIS and expert assessments for conservation strategies in cultural heritage. *Journal of Cultural Heritage, 55,* 263-276. https://doi.org/10.1016/j.culher.2022.03.012.

Moreno, M., Prieto, A. J., Ortiz, R., Cagigas-Muñiz, D., Becerra, J., Garrido-Vizuete, M. D. L. A., Segura, D., Macías-Bernal, J. M., Chávez, M. J. y Ortiz, P. (2023). Preventive conservation and restoration monitoring of heritage buildings based on fuzzy logic. *International Journal of Architectural Heritage*, *17*(7), 1153-1170. https://doi.org/10.1080/15583058.2021.2018520

Ortiz Calderón, R., Moreno Falcón, M., Becerra Luna, J., Corona Corrales, S. y Ortiz Calderón, P. (2021). El análisis de riesgos en los centros históricos: Estudio de las fortificaciones urbanas del centro histórico de Sevilla. *Revista PH*, 342. https://doi.org/10.33349/2021.104.4942

Ortiz Calderón, R., Ortiz, P., Vázquez, M. A. y Martín, J. M. (2017). Integration of georeferenced informed system and digital image analysis to assess the effect of cars pollution on historical buildings. *Construction and Building Materials*, *139*, 320–333. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.02.030

Ortiz, P., Antunez, V., Martín, J. M., Ortiz, R., Vázquez, M. A. y Galán, E. (2014). Approach to environmental risk analysis for the main monuments in a historical city. *Journal of Cultural Heritage*, *15*(4), 432-440. https://doi.org/10.1016/j.culher.2013.07.009

Ortiz, P., Macías, J. M., Ortiz, R., Prieto, A., Vizuete, M. A., Cagigas, D. y Díaz, A. (2020). Manual de usuario: software ART-RISK Co-operación 3.0. https://bit.ly/4dozwSk

Ortiz, R. y Ortiz, P. (2016). Vulnerability index: A new approach for preventive conservation of monuments. *International Journal of Architectural Heritage*, *10*(8), 1078-1100. https://doi.org/10.1080/15583058.2016.1186758

Pereira, T. D. y Mateus, D. (2014). Monitoring noise and vibration in Santa Clara-a-Velha Monastery. En *Built Heritage: Monitoring Conservation Management* (pp. 103-112). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08533-3_18

Plan de Movilidad de Cuenca. (2015). *Plan de movilidad y espacios públicos de cuenca 2015-2025*. Ilustre Municipalidad de Cuenca. https://bit.ly/3YEfXB1

Prieto, A. J., Turbay, I., Ortiz, R., Chávez, M. J., Macías-Bernal, J. M. y Ortiz, P. (2020). A Fuzzy Logic Approach to Preventive Conservation of Cultural

Heritage Churches in Popayán, Colombia. *International Journal of Architectural Heritage*, 1-20. https://doi.org/10.1080/15583058.2020.1737892

Sauer, C. (2006). La morfología del paisaje, *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, *15*(5). https://bit.ly/3AwdIp8

Silva Pérez, R. y Fernández Salinas, V. (2020). La consideración (y desconsideración) del territorio en los programas patrimoniales territoriales de la UNESCO: Convención del patrimonio mundial, programa hombre y biosfera (mab) y programa internacional de ciencias de la tierra y geoparques. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, *86.* https://doi.org/10.21138/bage.2987

Turner, G. (2007). Teorías de la conservación y vanguardias arquitectónicas. Una relación dialéctica. *Canto Rodado: Revista Especializada en Patrimonio, 2*, 125-148. https://bit.ly/4dI2216

UNESCO. (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. *Actas de 17a reunión*. https://bit.ly/4chdHmp

Žarnić, R., Rajčić, V. y Skordaki, N. (2015). A contribution to the built heritage environmental impact assessment. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, *II-5/W3*, 389-394. https://doi.org/10.5194/isprsannals-ii-5-w3-389-2015