

## Evaluación de riesgos y vulnerabilidades. El caso de una vivienda patrimonial en Cuenca, Ecuador

Evaluation of risks and  
vulnerabilities. The case of a  
patrimonial housing in Cuenca,  
Ecuador.

María del Cisne Aguirre Ullauri<sup>1</sup>  
Marco Benigno Ávila Calle<sup>2</sup>  
María Cristina Cordero Jarrín<sup>3</sup>  
Iván Mauricio Andrade Quintuña<sup>4</sup>

### Resumen:

La vivienda localizada en el contexto histórico consolidado de la ciudad de Cuenca, se ve afectada por diversos agentes climáticos y acciones antrópicas que provocan deterioro a su dimensión patrimonial, lo cual motiva la realización del análisis individualizado de cada elemento arquitectónico afectado y la identificación y priorización de amenazas y vulnerabilidades intrínsecas; para el efecto se usan la Matriz de Leopold, la estadística meteorológica, la estereográfica solar y máscaras de sombras, herramientas de las áreas Ambiental y Bioclimática, respectivamente, poco recurrentes en el patrimonio arquitectónico, pero útiles para mejorar su puesta en valor integral. Los resultados obtenidos son la simplificación y adaptación de la Matriz de Leopold en función de los factores de incidencia sobre el edificio patrimonial y sus particularidades arquitectónicas, así como la simulación de los factores y la definición de estrategias concretas de intervención, extrapolables al territorio, así como al contexto de los denominados estudios preliminares.

**Palabras clave:** Riesgos y vulnerabilidades, patrimonio arquitectónico, estrategias sustentables, metodología de evaluación.

### Abstract:

The house located in the consolidated historical context of the city of Cuenca is affected by diverse climatic agents and anthropic actions that cause deterioration to its heritage dimension, which motivates the realization of the individualized analysis of each architectural element affected and the identification and prioritization of intrinsic threats and vulnerabilities. For this purpose, the Leopold Matrix, meteorological statistics, solar stereographic and shadow masks, tools from the Environmental and Bioclimatic areas, respectively, are used, little recurring in architectural heritage, but useful for improving their value-added integration. The results obtained are the simplification and adaptation of the Leopold Matrix according to the influence factors on the heritage building and its architectural features, as well as the simulation of the factors and the definition of specific intervention strategies, extrapolated to the territory as well as to the context of the so-called preliminary studies.

**Keywords:** Risks and vulnerabilities, architectural heritage, sustainable strategies, evaluation methodology.

Recibido: 20 de abril del 2017

Aprobado: 21 de noviembre del 2017

1 Estudiante del Doctorado en Patrimonio Arquitectónico, Universidad Politécnica de Madrid. Docente de la Universidad Católica de Cuenca. Correo electrónico: cisne2222@hotmail.com

2 Docente de la Universidad Católica de Cuenca. Correo electrónico: mavila@ucacue.edu.ec

3 Estudiante. Carrera de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Católica de Cuenca. Correo electrónico: cris\_cordero15@hotmail.com

4 Estudiante. Carrera de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Católica de Cuenca. Correo electrónico: imaq937@hotmail.com

## Introducción

La articulación de ramas del conocimiento (Construcción, Impacto Ambiental, Bioclimática, entre otras) no profundizada de forma efectiva en el contexto territorial (Cuenca y su región), supone ampliar la visión sobre el patrimonio arquitectónico y su cuidado, al igual que sobre otros campos potenciales capaces de redefinir su realidad. Esta situación planteada sobre la arquitectura, es extrapolable a otros ámbitos, considerando que la definición histórica de la idiosincrasia y sentido de pertenencia colectiva, es amplia, diversa y cambiante en niveles e intensidades. Con el transcurso del tiempo y conforme se impone la necesidad de la puesta en valor de la arquitectura histórica, surgen campos de acción particulares; aquellos que a nivel internacional e incluso nacional se desarrollan con diferentes alcances y profundidad (valoración, catalogación, inventario) y otros que, a pesar del esfuerzo, no han sido considerados como una realidad local permanente (monitorización *in situ*, fotogrametría patrimonial, análisis y evaluación de condiciones ambientales) y que representan un escenario idóneo para el aprendizaje y generación de conocimiento local.

En este sentido, gracias a la confluencia de áreas como la Teoría e Historia de la Arquitectura, Impacto Ambiental, Construcción y Bioclimática, se expone este aporte académico, con el afán de ratificar la necesidad de intensificar la labor investigadora multidisciplinaria sobre el patrimonio arquitectónico, así como diversificar las herramientas y métodos de aprendizaje académico y profesional. De esta manera, se amplía el horizonte de su conocimiento y las áreas potenciales para contribuir con la conservación del patrimonio. En este artículo se presenta el análisis de los posibles factores que causan daño a bienes arquitectónicos del Centro Histórico de Cuenca, tomando como caso de estudio el edificio localizado en la calle Tarqui (entre Mariscal Sucre y Simón Bolívar), catalogado según la Ordenanza para la Gestión y Conservación de las Áreas Históricas y Patrimoniales del Cantón Cuenca (GAD Municipal de Cuenca, 2010), como de Valor Arquitectónico B<sup>7</sup>. La aplicación práctica de definición de estrategias de mitigación de daños se enfoca en los factores de incidencia y el elemento constructivo más representativo para definir el estado de conservación del edificio; esto es, lluvia, viento y radiación solar, y cubierta, respectivamente.

## Antecedentes

El patrimonio arquitectónico ubicado en áreas urbanas consolidadas y en crecimiento, como el caso de Cuenca, es vulnerable a diversos daños causados no sólo por el paso del tiempo, sino por su exposición a diferentes condiciones ambientales, propias de las actividades urbanas de producción,

uso y consumo, la situación geográfica, entre otros (Michalski y Pedersoli, 2016). Estas condiciones constituyen un marco relativamente nuevo en lo local, que al estar poco analizado, representa un segmento de interés, por ser fundamental para el desarrollo de procesos técnicos previos a la intervención en edificios patrimoniales, e incluso la conservación de la unidad potencial de la obra de arte (Brandi, 1988). En el caso de estudio, se deben considerar además los riesgos derivados de las características geofísicas y las amenazas de origen natural (Rueda, 2014), cuyo nivel de incidencia, es relevante, en virtud de la localización geográfica del país<sup>8</sup>.

Al considerar la variación histórica de las condiciones ambientales, situaciones eventuales y su incidencia sobre los materiales, se determina la necesidad de reconfigurar y revisar los procesos técnicos de conservación y recuperación, bajo acciones concretas de análisis, implementación de sistemas de control y mantenimiento de la envolvente del bien cultural (Herráez, Enríquez de Salamanca, Pastor y Gil, 2014), que superando el nivel actual de conocimiento, encauce esfuerzos contundentes por precautelar la integridad patrimonial. Sobre este antecedente y con base en el sistema ABACO<sup>9</sup>, hoy SIPCE, en 2014 se plantea la Propuesta de Mapa de Riesgos de Bienes Patrimoniales Inmuebles expuestos a amenazas de origen natural (Rueda, 2014), como un aporte al conocimiento y al desarrollo de medidas de mitigación. A más de considerar el segmento de amenazas, denominadas Factor A (riesgos de origen natural), se incluyó el denominado Factor B (vulnerabilidad social, cultural y ambiental); que en la práctica se excluyó, por falta de datos; el último componente considerado es el Factor C o estado de conservación del edificio.

Otros aportes de interés en esta línea, son los generados en la Universidad Tecnológica Equinoccial (Quito) como parte de investigaciones sobre Bienes Inmuebles, que incluyen como proceso investigativo y documental, la caracterización histórico-estética del objeto, estudios de tipo físicos y mecánicos de análisis de los materiales empleados en la manufactura, el entendimiento de la tecnología empleada para su construcción, su comportamiento frente a diferentes condiciones ambientales y otros (Espinoza, 2015). Se trata de aproximaciones metodológicas innovadoras en el contexto geográfico, que han permitido revalidar necesidades investigativas y operativas, que sin embargo son poco frecuentes en el ejercicio profesional, salvo excepciones de relevancia.

Desde el ámbito normativo, el Proyecto Emblemático Ciudades Patrimoniales del Ecuador si bien propone "... el fortalecimiento de los rasgos de identidad de las ciudades mediante intervenciones de mejoramiento físico del entorno urbano" (Ministerio de Cultura y Patrimonio, 2014, p. 3), y se

8 Eventos telúricos suscitados como el 16 de abril de 2016, con epicentro en Pedernales, Manabí, Ecuador, manifiestan la importancia de esta consideración.

9 ABACO, herramienta electrónica, desarrollada por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, como producto de las acciones derivadas del Decreto 814 de Emergencia del Patrimonio del año 2007, cambia de nombre, pero el contenido y dinámica operativa, se mantienen.

7 Hace referencia a la tercera, de seis categorías de valoración vigentes en la ordenanza, la cual destaca por la importancia histórica, cultural y social.

suma a diversos aportes realizados por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural –INPC– bajo la función investigar, conservar, preservar el patrimonio cultural nacional, según competencia otorgada por la Ley del Patrimonio Cultural (1978), ratificada con la Ley Orgánica de Cultura (2016), no aborda este segmento de la conservación patrimonial. Los aportes en el ámbito del análisis y estudio de las condiciones ambientales del Centro Histórico de Cuenca –por puntualizar el caso de estudio– y por tanto, aquellas que inciden sobre los componentes de conservación, impacto y reflexión de la cadena de valor de los edificios, (Azkarate, Barreiro, Criado, García Camino, Gutiérrez Lloret, Quirós y Salvatierra, 2009), son básicamente los informes e inventarios de emisiones atmosféricas y calidad de aire, realizados por CUENCAIRE y la Empresa Pública Municipal de Movilidad –EMOV EP–, entre 2009 y la actualidad, con datos provenientes de la Red de Monitoreo de la Ciudad. Esta cuenta con 4 estaciones de monitoreo pasivo en el área histórica de Cuenca, así como cerca de una docena en otros lugares de interés (Palacios y Espinoza, 2014).

Referentes para la implementación, vigencia y continuidad de acciones concretas, provienen del Acuerdo 50<sup>10</sup>, vigente en el territorio ecuatoriano. Quito, entre otras 17 ciudades ecuatorianas con altas densidades poblacionales y concentración de actividades productivas (Páez, 2006), fue la pionera en implementar dichas medidas, en atención a la conservación de la salud y del patrimonio nacional. El mismo autor recuerda que la vigente Constitución Política del Ecuador (2008), refiere a que uno de los derechos de los que gozan los ciudadanos es vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, declarándose además de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la preservación del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Art. 14) y concomitantemente, el Estado tiene como deberes primordiales, promover el desarrollo sustentable y proteger el patrimonio natural y cultural (Art. 3).

En el caso del Centro Histórico de Cuenca, si bien existe un espectro macro de la situación ambiental, el análisis de los factores contaminantes como agentes detonantes de las lesiones patológicas en los materiales históricos (Fort, 2007) no se ha explorado en lo teórico o práctico. A partir de los registros e inventarios patrimoniales, y las fichas diseñadas para el efecto (INPC, 2011), se recogen datos generales y relativos a la existencia o no de estos indicadores en los edificios.

Desde la perspectiva amplia, la Conservación Preventiva se entiende como:

una estrategia de conservación del patrimonio cultural que propone un método de trabajo sistemático para

identificar, evaluar, detectar y controlar los riesgos de deterioro de cualquier bien cultural, evitando con ello su deterioro o pérdida y la necesidad de acometer drásticos y costosos tratamientos (Herráez, 2011, p. 6).

El pasar del conocimiento general de las transformaciones y lesiones que los materiales sufren desde su extracción, o con mínima manipulación, hasta el deterioro provocado por la exposición a diferentes y variados agentes físicos, químicos y biológicos que actúan sobre ellos (Fort, 2007) hacia un conocimiento amplio, por ejemplo del nivel de desgaste en un periodo de tiempo, la acumulación de material particulado, es a más de una iniciativa innovadora, un campo necesario en el ámbito local. Un aporte de interés, sin llegar a ser específico, es la adaptación realizada por el Proyecto Vliir CPM en el Atlas de Daños. Edificaciones patrimoniales de Cuenca (2016), a partir del *Monument Damage Diagnosis System* (1994), utilizado para tipificar las lesiones a identificarse en los bienes patrimoniales. Esta visión resulta de interés para la aplicación de las Matrices de Interrelaciones, Importancia y Leopold, propias de la Evaluación de Impactos Ambientales –EIA–, para evaluar la situación del caso de estudio, como objeto inserto en un contexto patrimonial específico, así como para evidenciar otras necesidades investigativas, académicas y científicas.

Las experiencias previas de Rueda (2014), así como las derivadas de la aplicación de la Metodología de Manuales de Conservación Preventiva (Cardoso, 2012) son referentes para la evaluación objetiva del planteamiento metodológico y su mejoramiento a nivel teórico y práctico, toda vez su utilización para fines vinculados al patrimonio, solo ha podido identificarse en el contexto nacional, en casos como el de la Plaza e Iglesia de San Francisco en Guayaquil, realizada por Mosquera, Ojeda, Vera y Osorio (sf), en el cual, no se supera la lógica conceptual y operacional típica, lograda en alguna medida por Galán, Bernabé y Ávila (2006) en la Torre del Oro (Sevilla) y el Monumento a Colón (Huelva).

### ***El objeto de estudio y su dimensión arquitectónica***

La vivienda se sitúa en el área de Primer Orden del Centro Histórico de Cuenca, según la delimitación de las Ordenanzas de los años 1983 y 2010; es una edificación de planta única que refleja la construcción artesanal de la época colonial, se corresponde al tipo de implantación adosada o entre medianeras, con fachada visible hacia la calle Tarqui (figura 1). Sus características constructivas reflejan la producción popular, entre tradición y experiencia; en donde los materiales empleados son producto del medio inmediato y responden a las solicitaciones sociales, estructurales y ambientales, para dar forma a la vivienda. La distribución espacial se compone de una unidad cerrada que se desarrolla hacia el patio como elemento articulador de los ambientes y define la circulación perimetral (figura 2). Las modificaciones materiales que expone se justifican desde las acciones de crecimiento y acondicionamiento descritas.

10 El acuerdo está incluido en las Normas Técnicas Ambientales para la prevención y control de la contaminación constante del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundario del Ministerio del Ambiente, denominado TULSMA.

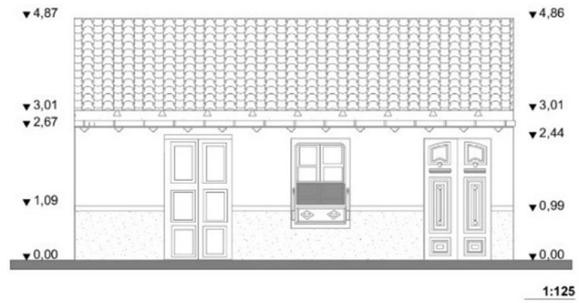


Figura 1. Elevación frontal fachada visible hacia la calle Tarqui.  
Fuente. Elaboración propia.

En términos constructivos, la cimentación se levanta sobre bases sólidas de piedra de canto rodado (andesita), aglutinadas con mortero de cal, arena y barro, evitando el contacto directo de los materiales lignarios con el piso natural. La mampostería es de adobe, con variación dimensional entre muros, de 70 cm y 1 m, en el caso del perímetro exterior; y 40cm en las divisiones internas; esta distribución permite que su consolidación se concatene para confinar la estabilidad estructural y el sustento de la edificación. Los pavimentos incluyen, ladrillo artesanal en el patio en formato de 24 x 12 cm, colocado directamente sobre el suelo natural compactado y rejuntado con mortero de tierra; adoquín (paralelepípedo de andesita) en la circulación perimetral dispuesta a 18 cm, sobre elevado en relación al anterior, y pavimento cerámico de 30 x 30 cm, hacia el interior.

En el pasillo, descansan dos columnas sobre basas de piedra, recibiendo parte de los esfuerzos de la cubierta hacia el piso. La última está compuesta por la estructura de madera, con pendiente hacia el patio y otra, hacia el exterior. Los canecillos son de madera de capulí de 10 x 10 cm, con volado de 90 cm. Hacia el interior se encuentra el cielo raso falso de carrizo y yeso suspendido mediante alambre galvanizado; los elementos de soporte se componen de pares circulares de madera de capulí de 15 cm de diámetro cada 70 cm entre ejes, en estas descansa el enchacleado (cama de carrizo atado con cabuya); la teja (32 x 12 cm) se dispone traslapada una con relación a otra, 9 cm, definiendo una pendiente variable, de entre 18 y 24% hacia el interior, y 18%, al exterior.



Identificación de lesiones				
Código	Daño	Causa	Consecuencia	Criterios de conservación
P001	Físico	Lluvia	Pérdida de estuco y deterioro de estructura	Recuperación de tejado y proyección de zonas afectadas
	Químico			
	Mecánico			
P002	Físico	Agentes climáticos	Desprendimiento de estuco	Corrección de coqueadas en la cubierta
	Químico			
	Mecánico			
P007	Físico	Agentes climáticos	Desprendimiento de estuco	Corrección de coqueadas en la cubierta
	Químico			
	Mecánico			
P008	Físico	Agentes climáticos	Desprendimiento de estuco	Corrección de coqueadas en la cubierta
	Químico			
	Mecánico			
P010	Físico	Agentes climáticos	Fluorescencias en los muros internos	Corrección de coqueadas en la cubierta
	Químico			
	Mecánico			

Leyenda General			
Código	Ambiente	Código	Ambiente
P001	Alero fachada frontal	P007	Dormitorio 3
P002	Alero fachada frontal	P008	Taller
P003	Muro fachada frontal	P009	Muro interior patio central
P004	Puerta fachada frontal	P010	Tienda
P005	Muros de acceso	P011	Piso patio central
P006	Bodega	P012	Muro Vivienda adosada
Ambientes			
A001	Dormitorio 1	A004	SSH
A002	Dormitorio 2	A005	Bodega
A003	Dormitorio 3	A006	Bodega
A007	Patio central	A010	Cocina
A008	Sala	A011	SSH
A009	Comedor	A012	Tienda

Figura 2. Identificación de lesiones patológicas.  
Fuente. Elaboración de los autores..

El cerramiento en fachada presenta dos puertas de madera de doble hoja, de 1,30 m, y una ventana de madera, a 60 cm del macizo inferior, para formar el antepecho que define la carpintería con las mismas proporciones de las aberturas que presentan las puertas de acceso (representados por una franca y enriquecida presencia decorativa de elementos rectangulares), para permitir la ventilación, iluminación e interacción con la vía. El acabado del muro presenta revoque y empañete y, finalmente, pintura sobre el zócalo revestido de cemento (figura 3). Desde esta condición, los elementos constructivos representativos de la forma colonial representan una instancia de conservación impostergable, sensibles por su naturaleza intrínseca del material a las condiciones del medio, las acciones de mantenimiento permanente definen la garantía de su conservación, así como el camino para avistar medidas de envergadura que bajo la evaluación acertada contrarresten los factores de deterioro, causados por los agentes climáticos, de uso y del entorno que motivan y acentúan las lesiones.

## Método

Derivado del análisis de lesiones patológicas y a sabiendas de que el estudio arquitectónico es un requerimiento de partida, el método para documentar el edificio utiliza los insumos planteados por Dunn y Melero (1995) en La Documentación arquitectónica: un método para la elaboración de la documentación en proyectos de restauración arquitectónica; ampliamente conocido y usado para mitigar la inexistencia de medios propios para la realización de este tipo de estudios. Para evaluar la situación de riesgos y vulnerabilidad se recurre

a la Matriz de Leopold y sus componentes preliminares. Por la diferencia entre los objetos típicos de estudio y el presente, se establecen progresivamente las instancias a aplicar, desde la identificación de factores de incidencia, con el fin de descartar aquellos sin relevancia hasta su valoración (tabla 1). Con base en Rueda (2014) se desestiman los de origen social y cultural, así como los de origen natural (erupciones volcánicas e inundaciones), por la incertidumbre de su presentación. En concordancia con Cardoso (2012) se descartan las variables 10. Catástrofes naturales: guerras, explosiones; 2. Suelos; 5, 6, 7, 11, 12 y 13, factores físicos, químicos, biológicos, microbiológicos, obras públicas o privadas, alteraciones del ambiente, paisaje, turismo, vandalismo y restauraciones. Así, el proceso aplicado incluye:

### Matriz de Interrelaciones

Su desarrollo es posible desde los ámbitos generales y particulares. En el caso de la edificación se la analizó desde sus partes materiales constitutivas: cimiento, columnas, muros, carpintería, cielo raso, cubierta (incluida su estructura y revestimiento de teja cerámica). Con los posibles riesgos identificados se establece la relación elemento-incidencia, con base en la literatura desarrollada en los últimos años por parte de instituciones locales de la administración pública, así como por la academia. Las variables se valoraron con 1, para representar daño (Coria, 2008), mientras que el resto se descartó. De manera particular, factores como deslizamientos, inundaciones, incendios, conflictos armados, explosiones y alteraciones al paisaje, entre otros, no se consideran de relevancia, por ser de improbable incidencia sobre el edificio.

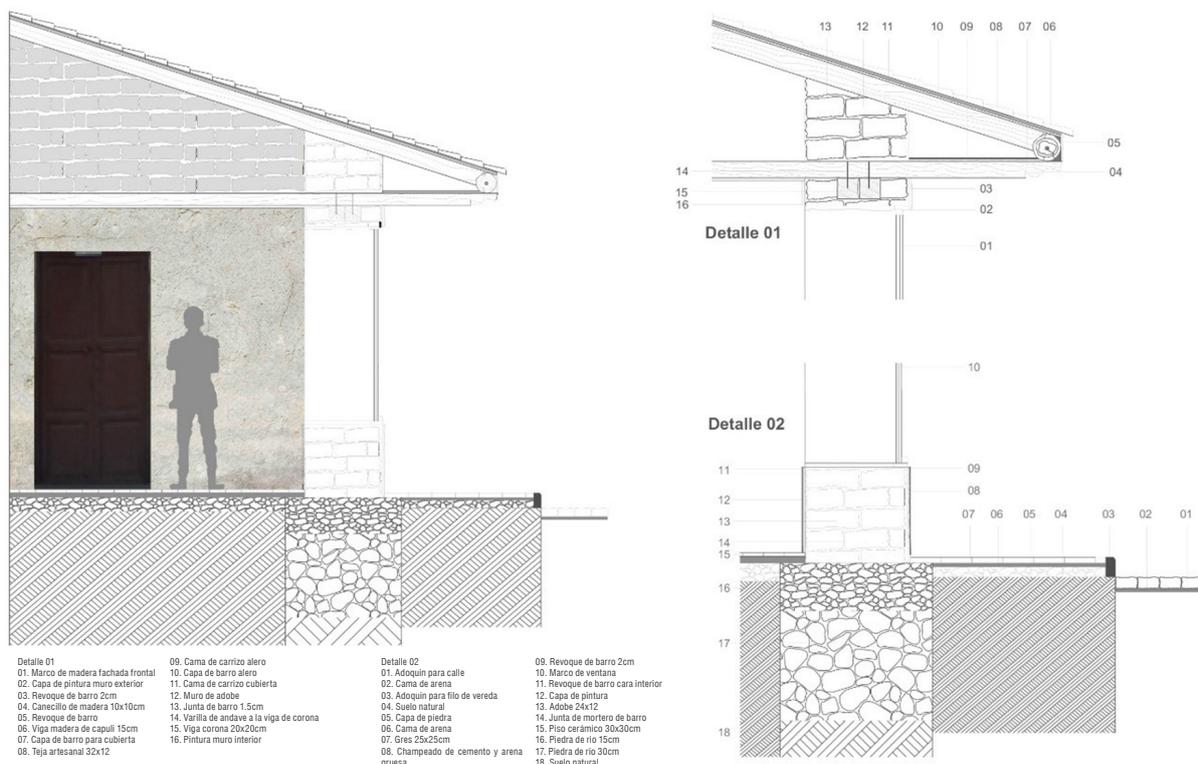


Figura 3. Sección constructiva.  
Fuente. Elaboración propia.

**Matriz de Importancia**

Una vez descartados los factores de riesgo despreciable, se analizaron aquellos estimados como potenciales para provocar deterioro. Se aplica igual criterio que en la matriz previa, relacionando cada factor con el componente correspondiente de la edificación, tanto cualitativamente, como cuantitativamente (Ruberto, 2006). El resultado del nivel de importancia – capacidad de incidencia– previo a la Matriz de Importancia se obtiene al aplicar la fórmula [1]:

$$I = 3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC \quad [1],$$

Donde:

I: Importancia.	3I: Intensidad.
2EX: Extensión.	MO: Momento.
PE: Persistencia.	RV: Reversibilidad.
SI: Sinergia.	AC: Acumulación.
EF: Efecto.	PR: Periodicidad.
MC: Recuperabilidad.	

Según los valores a obtener, la importancia puede ser, a) Irrelevante (0 -25), Moderada (26-50), Severa (51-75) y Crítica (76-100). Como se muestra, la fórmula base no ha sufrido cambio, sin embargo, al aplicarla de manera constructiva, bajo la relación elemento arquitectónico–incidencia, se condiciona a un nuevo formato, tanto el análisis como la interpretación de cada indicador, y con ello de los resultados.

**Matriz de Leopold**

Tradicionalmente valora el impacto que las intervenciones del ser humano causan en el medio ambiente y la gravedad de los daños ocasionados, mediante la relación entre las etapas de ejecución de un proyecto, como son desbroce y limpieza del terreno, replanteo, excavación, entre otros, con los posibles impactos –polvo, gases de combustión, ruido y otros–. Por tal motivo, la aplicación prevista plantea variaciones puntuales derivadas desde las Matrices de Interrelaciones e Importancia, aunque metodológicamente ratifica el planteamiento de integración del análisis de la magnitud e importancia de los factores de riesgos, desde la relación particular con cada componente del edificio. Esta valoración se basa en el rango 0 - 10, así como en porcentaje. Finalmente, se aplica la siguiente fórmula [2] para definir la valoración del riesgo:

$$(I + MG * 100) \div 20 \quad [2]$$

Dónde: I: Importancia. MG: Magnitud

La escala que evalúa la incidencia implícita potencial establece la siguiente estructura: a) Irrelevante (0 – 25), b) Moderado (26 – 50), c) Severo (51 – 75) o, d) Crítico (76 – 100).

**Modelamiento de factores de incidencia**

Como resultado de la aplicación de la Matriz de Leopold, se identificaron los elementos climáticos, viento y lluvia, como principales factores de incidencia en el bien. A fin de verificarlos y darles seguimiento, se plantea como estrategia complementaria

el aplicar los métodos de análisis bioclimático para demostrar objetivamente su influencia real y prever las acciones y consideraciones (a corto, medio y largo plazo) necesarias de implementar. De ello se deriva que los objetos analizados fueron el cielo raso y estructura de la cubierta, toda vez que exponen el 80% de deterioro e incidencia climática, otros elementos como los muros y carpinterías también se ven afectados, aunque en menor medida. Para dar atención a este objetivo, el proceso aplicado se describe a continuación.

**Tabulación estadística de la climatología de la ciudad de Cuenca**

Fuentes (2012) afirma que los datos climáticos pueden ser analizados en varios sentidos. En primer lugar, se debe hacer un análisis paramétrico, es decir ir analizando cada parámetro por separado. Después se debe hacer un análisis mensual en sentido vertical, en donde se irán interrelacionando varios parámetros. Lo mismo puede hacerse de manera anual, así se podrá obtener finalmente la caracterización climática, es decir conocer con claridad y precisión cómo es el clima del sitio en cuestión, determinar cómo es su comportamiento y cuáles sus condicionantes, para con base en ello, poder establecer conceptos y estrategias de diseño adecuadas.

Autores destacados en el ámbito bioclimático como Fuentes (2012), Rodríguez (2008), Murillo (2011) y otros, mencionan que para obtener un pronóstico acertado del clima en un sector específico hay que realizar un análisis y tabulación de los elementos climatológicos de una década, pues se considera que existen fenómenos climáticos cíclicos que no pueden ser determinados en periodos más cortos, sea esto de un año a otro. Por ello, para el presente caso de estudio se ha considerado el análisis de los elementos viento y precipitación con un rango de tiempo de 10 años consecutivos (2004 - 2014) cuyos datos provienen de ocho estaciones meteorológicas ubicadas en la ciudad de Cuenca, mismas que son monitoreadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología –INAMHI–. La tabulación se realizó mes a mes, como promedio de los 10 años de información, obteniendo la precipitación (mm), dirección, frecuencia y velocidad de viento (Km/h) mensual y anual, datos necesarios para la representación de la rosa de vientos y el cálculo de la velocidad teórica, velocidad corregida del viento e inclinación de la lluvia.

**Determinación de la velocidad teórica del viento**

Con base en el uso del túnel de viento, del programa *Flow design* se ha establecido la velocidad de barlovento y sotavento que incide sobre la cubierta del edificio en estudio, considerando los parámetros urbanos edificados y los datos climatológicos tabulados; este análisis se realiza tomando en cuenta que:

al incidir el viento contra la cara de un edificio (barlovento) se crea una zona de alta presión o presión positiva y al escapar el viento hacia arriba se crea una zona de baja presión sobre el techo o presión negativa, esta zona de baja presión se extiende detrás del edificio y hala el flujo del aire de regreso hacia el suelo (sotavento) (García y Fuentes, 2005, p. 22).

Este fenómeno de turbulencia afecta de manera directa al revestimiento de cubierta (teja) y por ende a su anclaje. El análisis computarizado permite pronosticar las zonas de alta y baja presión para establecer una aproximación de las zonas a intervenir en la edificación, debido al efecto de succión del sotavento. Una vez identificados, la velocidad y zona de intervención, a través de la simulación se define la inclinación óptima de la cubierta para que genere el mínimo efecto de succión y permita la adecuada conducción del agua lluvia. Los datos obtenidos se cotejan tanto con las Normas Tecnológicas de la Edificación NTE (QTT) y las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC) vigentes, para garantizar la correcta intervención en el inmueble. En el presente análisis se utiliza las NTE (QTT), ya que a diferencia del Código Técnico de la Edificación (CTE) existe mayor fundamento teórico en lo referente al uso de tejas en la construcción.

*Determinación de la inclinación de la lluvia*

A más de la cubierta, otros elementos que se ven afectados por la lluvia y vientos son los muros y las carpinterías de ventanas. Para establecer esta afección se puede identificar el ángulo de inclinación de la lluvia con respecto a los paramentos verticales y luego definir el ancho del dispositivo de control de lluvias adecuado, para ello se puede aplicar la descomposición vectorial del descenso de la lluvia y la incidencia de la velocidad del viento. Para el cálculo matemático es necesario establecer la velocidad corregida del viento, aplicando los cálculos específicos detallados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (MIDUVI, 2014). Transformar la caída de la lluvia en un problema de dinámica, cuyo objetivo es determinar la velocidad vertical para, conjuntamente con la velocidad del viento, por medio de la sumatoria de vectores, establecer su inclinación aproximada sobre el muro y carpintería.

Basados en los resultados del estudio sobre la caída libre de cuerpos, realizado por el Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Sevilla (Universidad de Sevilla, 2012.) en donde se analiza el comportamiento de la lluvia en cuanto a la velocidad, energía y fricción, se obtiene como resultado que para una gota de agua de 0.50mm de radio se predice tiempo de caída de 67 s y celeridad de impacto de 30 m/s, partiendo de una altura de 2 km. Por lo tanto, la velocidad final de la lluvia, considerando que cae verticalmente, será de 30 m/s, valor que corresponde al vector vertical, mientras que el vector horizontal es la velocidad corregida del viento, resultado de aplicar los cálculos específicos detallados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, calculada cuando la dirección del viento es paralela a la superficie terrestre. Sabiendo que un vector posee intensidad, dirección, sentido y aplicación, se puede pronosticar la dirección de la lluvia y su incidencia sobre el muro analizado, a través de la suma de vectores; por medio del método gráfico se calcula el vector resultante, para luego establecer el ángulo de dirección; de esta manera, se logra establecer el alero necesario para proteger el muro y la carpintería de la ventana (figura 4).

*Definición de la inclinación óptima de la cubierta y uso de teja cerámica apropiada*

Realizados los procesos previos se consigue establecer la

inclinación óptima de la cubierta y la distancia/longitud del alero para proteger muros y carpinterías; sobre ello, es fundamental contrastar la información obtenida con las Normas Tecnológicas de la Edificación NTE (QTT), para definir los materiales adecuados de la cubierta; sin embargo, previo a esta definición es necesario establecer la similitud entre las zonas de incidencia climatológica declaradas en la NTE y la zona de estudio, en función de vientos, precipitación y altitud, siendo la zona 2 la que mayor similitud tiene por las condiciones climáticas y geográficas equivalentes (figura 5).

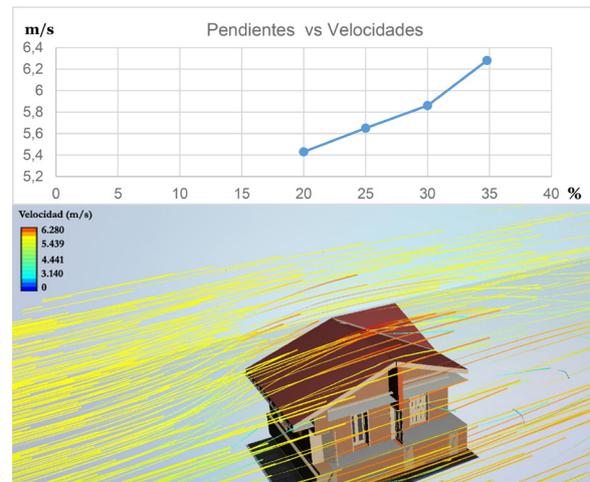


Figura 4. Análisis de pendiente versus viento.  
Fuente. Elaboración propia.

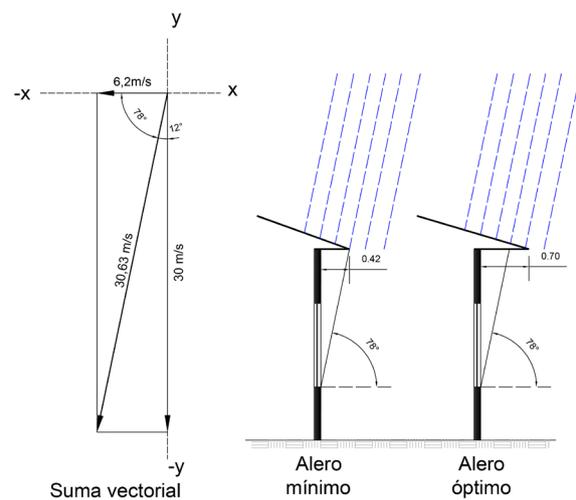


Figura 5. Análisis de aleros vs incidencia de la lluvia.  
Fuente. Elaboración propia.

## Resultados

Con la interrelación de las etapas metodológicas propuestas y las decisiones en la variación teórica y práctica de la Matriz de Leopold, se pretendió no solo establecer el marco de la relación edificio patrimonial–ambiente, sino una serie de posibles soluciones que contribuyan con la prevención de daños futuros. El modelamiento de factores de incidencia, expone esta realidad, a través de la articulación de condiciones y situaciones de deterioro jerarquizadas, lo cual hace posible la articulación teórico-práctica entre áreas del conocimiento. A efectos de evidenciar dicha situación, desde la interrelación de las etapas y el método aplicado, se detalla a continuación la estructura operativa aplicada y los resultados derivados en cada caso.

### De la Matriz de Interrelaciones

Al aplicar la metodología establecida se descartan objetivamente, factores como: deslizamientos, inundaciones, incendios, vientos, guerras, explosiones, entre otros, por cuanto son improbables en el tiempo. Cada uno de los componentes identificados y ratificados como de incidencia, se documentaron y analizaron, dando prioridad a los últimos (tabla 1).

Matriz de Interacciones				Cimientos	Columnas	Muros (Adobes)	Carpintería (Madera)	Cielo Raso	Estructura de Madera	Recubrimiento (Teja)		
Entorno	Elemento	Componente	Código	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7		
Vivienda Orrellana Albarraín	Agentes externos	Clima	P01	1	1	1	1	1	1	1		
		Orientación	P02	1	1	1	1	1	1	1		
		Topografía	P03	1	1	1	-	-	1	-		
		Suelos	P04	1	1	1	1	-	1	-		
	Físico	Agentes internos	Estado de los materiales	P05	1	1	1	1	1	1	1	
			Sistema Constructivo	P06	1	1	1	1	1	1	1	
		Agentes ambientales	Físicos	P07	1	1	1	1	1	1	1	
			Químicos	P08	1	1	1	1	1	1	1	
			Biológicos	P09	1	1	1	1	1	1	1	
			Microbiológicos	P10	1	1	1	1	1	1	1	
	Natural	Catástrofes naturales	Sismo	P11	1	1	1	1	1	1	1	
			Deslizamiento	P12	-	-	-	-	-	-	-	
			Inundaciones	P13	-	-	-	-	-	-	-	
		Social	Catástrofes	Incendios	P14	-	-	-	-	-	-	-
				Vientos	P15	-	-	-	-	-	-	-
				Guerras	P16	-	-	-	-	-	-	-
	Social	Catástrofes	Explosiones	P17	-	-	-	-	-	-	-	
			Obras Públicas	P18	1	1	1	1	-	1	1	
			Alteración del ambiente	P19	-	-	1	1	1	-	1	
			Alteración del paisaje	P20	-	-	-	-	-	-	-	
			Restauraciones	P21	-	-	-	-	-	-	-	
			Regeneraciones	P22	1	1	1	1	1	1	1	

Tabla 1. Matriz de Interacciones.

Fuente. Elaboración propia.

### De la Matriz de Importancia

En concordancia con el proceso metodológico, y en la segunda etapa de evaluación a partir de las matrices, se estableció que dentro del conjunto de incidencias directas se localizan los factores climáticos, mientras en el segmento de elementos arquitectónicos, la cubierta de la edificación es la más afectada e indirectamente contribuirá al deterioro de toda la estructura en

diferentes formas. Según los registros pluviométricos históricos y su relación con las condiciones de la arquitectura en tierra, el fenómeno climático lluvia y el elemento cubierta configuran la relación catalizadora de los daños en otros elementos arquitectónicos constitutivos del edificio (tabla 2).

Matriz de Importancia				Cimientos	Columnas	Muros (Adobes)	Carpintería (Madera)	Cielo Raso	Estructura de cubierta	Recubrimiento de madera			
Entorno	Elemento	Componente	Código	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7			
Vivienda Orrellana Albarraín	Agentes externos	Clima	P01	28	17	18	19	54	54	30			
		Orientación	P02	19	0	27	24	0	29	37			
		Suelos	P04	24	19	21	0	0	22	0			
		Estado de materiales	P05	0	24	28	28	58	58	28			
	Físico	Agentes internos	Sistema Constructivo	P06	24	27	27	0	55	55	27		
			Físico	P07	41	41	41	41	41	41	41		
		Agentes ambientales	Químicos	P08	26	31	31	30	35	43	35		
			Biológicos	P09	0	25	28	28	36	44	36		
			Microbiológicos	P10	0	30	30	28	38	40	30		
			Sismo	P11	37	37	35	29	35	37	35		
	Natural	C. Naturales	Alteración del ambiente	P14	0	0	35	34	35	0	34		
			Obras públicas	P18	31	24	15	21	0	21	21		
			Regeneraciones	P22	41	25	25	20	20	25	20		
		Social	Catástrofes	Obras públicas	P18	31	24	15	21	0	21	21	
				Regeneraciones	P22	41	25	25	20	20	25	20	
				Regeneraciones	P22	41	25	25	20	20	25	20	
	<b>Irrelevante</b>				1 - 25				<b>Moderado</b>			26 - 50	
	<b>Severo</b>				51 - 75				<b>Crítico</b>			76 - 100	

Tabla 2. Matriz de Importancia.

Fuente. Elaboración propia.

El proceso de modelado provee insumos técnicos de directa aplicación en concordancia con las condicionantes normativas vigentes, así como a las recomendaciones internacionales ampliamente conocidas; en ambos casos, tanto desde el segmento de habitabilidad, confort y conservación de los valores materiales comúnmente asociados a los bienes de valor patrimonial.

### Matriz de Leopold

Infiere como resultado las áreas más afectadas a nivel material del edificio, siendo el cielo raso y la estructura de la cubierta, con estimaciones de severo y crítico, ya que en ellos los factores climáticos registran la mayor incidencia en tiempo e intensidad, en concordancia con la Matriz de Importancia. Estos elementos afectados, a la vez, derivan en daños colaterales o secundarios. Las zonas interiores de la vivienda los exponen a nivel de muros y paramentos. De esta consideración se genera la necesidad de realizar acciones de mantenimiento permanentes a nivel de cubierta y sus elementos asociados (canales de recolección de agua lluvia, cunbreras, entre otros.) de manera urgente, o máximo a corto plazo; para acometer los daños a mediano plazo, se incorporan acciones de monitoreo (tabla 3).

El planteamiento de este insumo pone de manifiesto la implementación de un instrumento oportuno y objetivo, a más de apreciación objetiva y práctica de la relación ambiente–patrimonio edificado. Por ello, su aplicación experimental en la geografía ecuatoriana y el acercamiento a otras latitudes (España, Inglaterra y otros) ha obtenido resultados efectivos para combatir los posibles daños materiales existentes, y prever los futuros; además pudiese vislumbrar el incremento en el conocimiento y comportamiento de la arquitectura por acción de su contexto inmediato, pero también la construcción de planteamientos y posturas teóricas territoriales.

Matriz de Leopold				Cimientos	Columnas	Muros (Adobes)	Carpintería (Madera)	Cielo Raso	Estructura de cubierta	Recubrimiento de madera	
Entorno	Elemento	Componente	Código	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	
Vivienda Orellana Albarracín	Agentes externos	Clima	P01	50	10	60	70	80	80	70	
		Orientación	P02	25	0	35	40	0	40	60	
		Suelos	P04	15	10	25	0	0	70	0	
	Físico	Agentes internos	Estado de materiales	P05	0	35	75	75	80	80	60
		Sistema Constructivo	P06	24	40	75	0	80	80	70	
	Agentes ambientales	Físico	P07	50	50	50	50	75	70	60	
		Químicos	P08	35	40	70	50	75	60	60	
		Biológicos	P09	0	40	70	50	75	60	60	
		Microbiológicos	P10	0	40	70	50	75	60	60	
	Natural	C. Naturales	Sismo	P11	60	60	60	50	50	50	50
Alteración del ambiente			P18	50	50	75	40	0	35	35	
Social	Catástrofes	Obras públicas	P19	0	0	70	50	50	0	50	
		Regeneraciones	P22	50	50	40	40	25	35	25	
Irrelevante		1 - 25		Moderado				26 - 50			
Severo		51 - 75		Crítico				76 - 100			

Tabla 3. Matriz de Leopold.

Fuente. Elaboración propia.

### Modelamiento de factores de incidencias

Con base en los análisis bioclimáticos realizados se ha podido establecer objetivamente los siguientes resultados:

**Tabulación estadística de la climatología de la ciudad de Cuenca.**  
En la ciudad de Cuenca la precipitación media anual es de 72,86 mm con una máxima de 255,7 mm en el mes de marzo, y mínima de 3,6 mm, en el mes de enero, la velocidad media anual del viento es de 2,7m/s con una velocidad máxima de 5,1m/s en el mes de agosto, la dirección predominante del viento es NE-SO incidiendo de manera frontal a la fachada y cubierta del bien analizado.

### Determinación de la velocidad teórica del viento

Si bien se pudo definir como velocidad de análisis la máxima de 5,1m/s; a través del análisis de túnel de viento se determina que con esta velocidad la zona de turbulencia (sotavento) genera un área de succión en la cubierta a 6,2m/s. Este resultado se obtuvo con una pendiente del 34,8 %, el mismo análisis se realizó con pendientes del 30%, 25% y 20% observando que mientras la pendiente es más baja, la velocidad de succión disminuye notablemente (figura 4), la velocidad teórica del viento para el cálculo de la inclinación de la lluvia será de 6,2m/s considerando que es la velocidad que mayor incidencia negativa va a tener sobre el tejado.

### Determinación de la inclinación de la lluvia

La velocidad del viento, al ser relativamente muy baja, hace que la inclinación de la lluvia sea 11°40' 36.26" ≈ 12° con respecto al muro del bien analizado, lo que posibilita analizar las soluciones de aleros que permitan proteger al muro y a la carpintería de la ventana de los efectos de la lluvia; a través de este análisis, se determina que el alero mínimo debe ser de 0,42 m siendo una medida óptima el de 0.70m, medida de alero muy común en el centro histórico de la ciudad de Cuenca (figura 5).

Como conclusión en este apartado citaremos las recomendaciones de las NTE (QTT) (Ministerio de la Vivienda, 1974) en lo referente al uso de cubiertas con tejas con la pendiente y solape adecuado, en donde se indica que los

faldones de las cubiertas que utilicen tejas curvas tendrán una pendiente mínima del 26 % o 15°. Se fijarán como mínimo todas las tejas canal al soporte para evitar su deslizamiento. En aleros, laterales, líneas de cumbreras, limatesas, limahoyas, encuentros con paramentos verticales y en cualquier otro punto singular, es necesario fijar todas las tejas (canales y cobijas), evitando el apoyo sin sujeción sea cual sea el material de soporte. Cuando la pendiente sea entre 26% y 70% además de las indicaciones anteriores, se fijarán todas las tejas cobijas cada cinco filas verticales (figura 6). En las cubiertas con pendientes mayores a 70% se fijarán todas las tejas canal y cobija con clavos, tornillos o ganchos.

Zona 1											
Pendiente %	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	> 46
Pendiente (°)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	> 25
Solape (mm)	150	140	135	130	125	120	115	110	100	100	70

Zona 1											
Pendiente %	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	> 46
Pendiente (°)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	> 25
Solape (mm)	(*)	150	145	140	135	130	125	120	110	100	70

Zona 1											
Pendiente %	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	> 46
Pendiente (°)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	> 25
Solape (mm)	(*)	(*)	(*)	150	145	140	135	130	120	100	70

Filas Verticales																								
Filas Horizontales		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	12																							
	11																							
	10																							
	9																							
	8																							
	7																							
	6																							
	5																							
	4																							
	3																							
	2																							
1																								

Figura 6. Recomendación de pendientes, solape y fijación de tejas de cerámica curvas.

Fuente: Elaboración propia basada en Ministerio de la Vivienda (1974).

## Discusión de resultados

Estudios analíticos y reflexivos como el expuesto, suponen la convergencia multidisciplinar en pro de la conservación del legado cultural del que somos corresponsables. El propiciar estos espacios en ambientes académicos no contribuye solo a la obtención de productos concretos, sino al proceso de formación profesional desde la teoría, práctica, pero también desde la reflexión y la crítica.

La evaluación de las metodologías construidas por Rueda (2014) y Cardoso (2012) sobre la experiencia académica en ocho casos del contexto geográfico, en las cuales se incluye el presente edificio, define la viabilidad técnica y práctica de incorporar la Matriz de Leopold y matrices asociadas a

la evaluación de factores de riesgos y vulnerabilidades del patrimonio arquitectónico. Los tres procesos conducen hacia resultados semejantes, con la variación del soporte teórico previo de Leopold y los ejemplos antepuestos realizados a nivel mundial, así como la versatilidad para acoplarse a las características singulares de los tipos arquitectónicos patrimoniales existentes. Desde la experiencia en el patrimonio sevillano presentado por Galán, Bernabé y Ávila (2006), se ratifica que el planteamiento desarrollado –que incluye mayor cantidad de variables de análisis que los existentes– es viable, así como ampliable desde la visión bioclimática hacia ponderaciones sectoriales en el territorio. Aportes realizados por Ortiz (2014) al respecto de la vinculación a sistemas geográficos, con base en la experiencia chilena, o la identificación, programación y aplicación de medidas conservativas y de mantenimiento, según Baldi (1992), la aplicación de técnicas no destructivas para el estudio del impacto en las edificaciones y la caracterización de los materiales, definen la urgencia de su aplicación en el contexto nacional y su capacidad en tanto a la articulación a los cuerpos normativos vigentes.

Desde el segmento del modelado de factores climáticos, bajo la consideración de Ortiz (2014), se requeriría a futuro y sobre la experiencia desarrollada, su complementación con el Método Delphi, por ejemplo. Esta contrastación, permitirá delinear y organizar los instrumentos colectivos para la aplicación de la Evaluación del Impacto Ambiental, Riesgos y Vulnerabilidades en el patrimonio cultural y la ciudad histórica, desde su dimensión material. La priorización del estudio de elementos arquitectónicos y factores de incidencia desde la experiencia profesional y académica, orientarán el proceso.

En el caso concreto de la cubierta del edificio, y los factores ambientales considerados (lluvia, viento y radiación solar) el deterioro de la primera, es directamente proporcional a la incidencia de los últimos, lo cual se advierte a simple vista desde el básico conocimiento de los sistemas constructivos en tierra, abundantes además, en el centro histórico de Cuenca y sus alrededores; sin embargo las consideraciones de diseño eficiente que puedan aplicarse, no siempre se derivan tan rápido, posición en la cual es decisivo el aporte de las herramientas como la aplicada.

Finalmente, como proyecciones investigativas de importancia se definen entre otras, las siguientes:

1. Aplicación geográfica de las matrices multivariantes (Matrices de Identificación, Importancia y Leopold) consideradas en el estudio hacia el territorio y elementos arquitectónicos homogéneos. Bien pudiese considerarse para el efecto las categorías de valor definidas en la Ordenanza para la Gestión y Conservación de las Áreas Históricas y Patrimoniales del Cantón Cuenca (2010).
2. Determinación del nivel de vulnerabilidad de los bienes arquitectónicos según variables como su geolocalización, categoría de valor, materiales constitutivos y otros.

3. Categorización de los materiales históricos en el patrimonio arquitectónico de Cuenca y las lesiones patológicas asociadas, según los factores de incidencia.

4. Definición de una hoja de ruta para la caracterización de los materiales históricos según las posibles categorías identificadas.

5. Priorización de las acciones de conservación según a) el nivel de vulnerabilidad del bien arquitectónico, b) categoría de valor patrimonial de la edificación, c) categorización de los materiales históricos coexistentes en el bien, d) diversidad de factores de incidencia y otras, e) tipo de acción a realizar (conservativa, curativa u otras) y más.

6. Evaluación de acciones preventivas de control de fuentes de incidencia y riesgo sobre el patrimonio cultural local.

Aunque estas aproximaciones en otros contextos geográficos se han explorado parcial o totalmente, a nivel local y nacional, los esfuerzos son reducidos y demandan esfuerzos macro con resultados a mediano y largo plazo, no siempre en disposición de aceptarse de buen grado.

## Conclusiones

La condición de patrimonio cultural en su diversidad supone en tiempo real y futuro, un arduo trabajo disciplinar, multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar, que el presente ha pretendido evidenciar a partir de la amplitud con la cual se ha abordado un ejemplar arquitectónico concreto. Los retos que se desprenden inciden en la conservación integral del patrimonio, siendo fundamental para ello la conservación del ambiente en el que se inserta y la transformación de las formas de uso, consumo y producción del hombre que lo rodea, sin dejar de lado el permanente proceso de modernización y la legítima aspiración de progreso. En todos los casos, el conocimiento como punto de partida, es fundamental, en tanto que solo a partir de él es posible la determinación de acciones y proyecciones viables, cuya injerencia en el bien sea mínima o máxima, según se proyecte.

## Referencias Bibliográficas

- Azkarate, A.; Barreiro, D.; Criado, F.; García Camino, I.; Gutiérrez Lloret, S.; Quirós, J. A. y Salvatierra, V. (2009). La Arqueología hoy. *Actas del Congreso Internacional Medio Siglo de siglo de arqueología en el Cantábrico Oriental y su entorno (Vitoria-Gasteiz, 27 al 30 de noviembre de 2007)* (pp. 599-615). Vitoria-Gasteiz: Instituto Alavés de Arqueología.
- Baldi, P. (1992). *La carta de Riesgo del Patrimonio Cultural. Cuadernos de la Carta de Riesgo. Una experiencia Italiana para la valoración global de los factores de degradación del Patrimonio Monumental*, 8-14. Instituto Centrale per il Restauro, Italia.
- Brandi, C. (1988). *Teoría de la restauración*. Madrid, España: Editorial Alianza.
- Cardoso, F. (2012). *Metodología de Manuales de Conservación Preventiva*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Coria, I. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Invenio*, Vol. 11 (20), 125-135.
- Decreto No. 816. (2007). *Estado de emergencia en el sector de Patrimonio Cultural*. Quito: Registro Oficial.
- Dunn, W. y Melero, N. (1995). *La documentación arquitectónica: un método para la elaboración de la documentación preliminar de los proyectos de restauración arquitectónica*. Centro Nacional de Conservación y Museología. Cuba: La Habana.
- Espinoza, F. (2015). *Procedimiento alternativo para la conservación-restauración de elementos decorativos de sistemas constructivos elaborados en lámina metálica*. Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Fort, R. (2007). *La contaminación atmosférica en el deterioro del patrimonio monumental: Medidas de prevención. Ciencia, Tecnología y Sociedad para una conservación sostenible del patrimonio pétreo*. Madrid: Departamento de Publicaciones Universidad Popular José Hierro.
- Fuentes, V. (2012). *Arquitectura Bioclimática. Análisis Climático*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Fundación Natura, Cuencaire, CGA. (2009). *Resumen del inventario de emisiones del cantón Cuenca*. Cuenca, Ecuador.
- GAD Municipal de Cuenca. (2010). *Ordenanza para la Gestión y Conservación de las Áreas históricas y patrimoniales del cantón Cuenca*. Cuenca: Consejo Cantonal.
- Galán, E., Bernabé, J. y Ávila, R. (2006). La aplicación de la evaluación de impacto ambiental en el patrimonio monumental y el desarrollo sostenible de las ciudades. *Revista de Enseñanza Universitaria*, 123-140.
- García, N. y Cooman, K. (2006). *Determinación de los niveles de contaminación del aire y ruido en el centro histórico de la ciudad de Cuenca-Ecuador*. En Centro de Estudios Ambientales (ed.), *Contaminación del aire*. Universidad de Cuenca, Comisión de Gestión Ambiental, Asociación flamenca de cooperación al desarrollo y asistencia técnica. Cuenca, Ecuador: Infografía Cía. Ltda.
- García, R., y Fuentes, V. (2005). *Viento y Arquitectura*. México: Trillas. S. A.
- Herráez, J. (2011). *Plan Nacional de Conservación Preventiva*. Ministerio de Educación, Cultural y Deporte de España. Madrid.
- Herráez, J. Enríquez de Salamanca, G., Pastor, M. J. y Gil, T. (coord) (2014). *Manual de seguimiento y análisis de condiciones ambientales*. Madrid, España: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- INPC. (2011). *Abaco. Manual de uso para el manejo del sistema de información patrimonial*. Quito, Ecuador.
- Medina, J. (2008). *Estudio de la calidad de aire de la ciudad de Ambato* (Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador). Quito, Ecuador.
- Michalski, S. y Pedersoli Jr, J. (2016). *The ABC Method: a risk management approach to the preservation of cultural heritage*. Gobierno de Canadá: Canadian Conservation Institute.
- Ministerio de la Vivienda. (1974). *Norma Tecnológica de la Edificación NTE-QTT/1974. Cubiertas de tejados de tejas*. Boletín Oficial del Estado Núm. 299- 305. Madrid, España.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción - Cargas No Sísmicas*. Dirección de Comunicación Social. Quito.
- Ministerio de Cultura y Patrimonio (2014). *Proyecto Emblemático Ciudades Patrimoniales del Ecuador, presentado a SENPLADES*. Quito, Ecuador.
- Mosquera, M., Ojeda, D, Vera, D y Osorio, V. (s/f). *Evaluación del Uso Turístico de la Plaza e Iglesia de San Francisco*. Escuela Politécnica del Litoral. Ecuador.
- Ortiz, M. (2014). *Análisis de vulnerabilidad y riesgos en edificios singulares de Sevilla* (Memoria para la obtención del título de Doctor Europeo. Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad Pablo de Olavide). España.
- Ortiz, R. Ortiz, P. (2016). *Vulnerability Index: a new approach for preventive conservation of monuments*. *International Journal of Architectural Heritage*. doi: 10.1080/15583058.2016.1186758.
- Páez, C. (2006). *Gestión de la contaminación atmosférica urbana: El caso de Quito*. Recuperado de: [www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/10088.ContaminacionQuito.pdf](http://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/10088.ContaminacionQuito.pdf).
- Palacios, E. y Espinoza, C. (2014). Contaminación del aire exterior. Cuenca – Ecuador, 2009 – 2013. Posibles efectos en la salud, *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*, 2(32), 6 – 17.
- Ruberto, A. (2006). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid. Mundi Prensa.
- Rueda, E. (2014). Propuesta de mapa de riesgos de bienes patrimoniales inmuebles expuestos a amenazas de origen natural, *Enfoque UTE*. 5 (1), 30-48.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (2012). *Manual de comités de gestión de riesgos*. Quito, Ecuador.
- Rodríguez M. (2008). *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. México. Limusa.
- Senplades. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013 – 2017*. Quito, Ecuador.
- Murillo, G. (2011). *Arquitectura Bioclimática*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.
- Universidad de Sevilla. (2012). *Laplace Departamento de Física Aplicada II*. Recuperado de: [http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ca%C3%ADda\\_libre](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Ca%C3%ADda_libre)