



Diagnóstico ilustrado de la patología del travertino del Centro Histórico de Cuenca (Ecuador)

Catalina Beatriz Chimborazo Espinoza, Jenny Fabiola Peralta Viñansaca, María del Cisne Aguirre Ullauri

Resumen: El estudio patológico de materiales pétreos en contextos patrimoniales es clave para la conservación. Este trabajo se centra en el diagnóstico técnico del travertino en diez fachadas del Centro Histórico de Cuenca (Ecuador), aplicando la metodología Art Risk, los criterios de ICOMOS (2004) y las normas UNE. El análisis describe el cuadro patológico usando cinco: grietas y deformaciones (90 % de casos), desprendimientos (50 % de casos), pérdida de material (90 % de casos), alteración cromática y depósitos (100 % de casos) y colonización biológica (40 % de casos). Se incluyen las intervenciones antrópicas (40% de casos) y sintetiza que, las lesiones más frecuentes son: alteración cromática (hasta 6,66 %), alveolización (1,25 %), erosión (1,94 %), grafitis (1,44 %) y pátina (1,15 %). Los hallazgos evidencian la correlación directa entre la exposición a agentes degradantes (humedad, baja exposición solar, contaminación, tráfico e intervenciones inadecuadas) y la intensidad de las afectaciones, en función de lo cual se proponen estrategias de conservación basadas en criterios de intervención mínima, compatibilidad de materiales y reversibilidad.

Palabras clave: Travertino, lesiones patológicas, diagnóstico, conservación, patología, centro histórico

Illustrated Diagnosis of Travertine in the Historic Center of Cuenca (Ecuador)

Abstract: Pathological analysis of stone materials in heritage contexts is essential for conservation. This study focuses on the technical diagnosis of travertine on ten façades in the Historic Center of Cuenca, Ecuador, applying the Art Risk methodology, ICOMOS criteria (2004), and UNE standards. The analysis describes pathological manifestations using five categories: cracks and deformations (90 % of cases), detachments (50%), material loss (90 %), chromatic alteration and deposits (100 %), and biological colonization (40%). Anthropogenic interventions are included (40 % of cases), and the most frequent lesions are synthesized as follows: chromatic alteration (up to 6.66%), alveolar weathering (1.25 %), erosion (1.94 %), graffiti (1.44 %), and patina (1.1 %). The findings demonstrate a direct correlation between exposure to degrading agents moisture, low solar exposure, pollution, traffic, and inadequate interventions and the severity of damage. Consequently, conservation strategies are proposed based on the principles of minimum intervention, material compatibility, and reversibility.

Keywords: Tavertine, pathologic lesions, diagnosis, conservation, pathology, historic center

Diagnóstico ilustrado da patologia do travertino do Centro Histórico de Cuenca (Equador)

Resumo: O estudo patológico de materiais pétreos em contextos patrimoniais é fundamental para a conservação. Este trabalho foca-se no diagnóstico técnico do travertino em dez fachadas do Centro Histórico de Cuenca (Equador), aplicando a metodologia Art Risk, os critérios do ICOMOS (2004) e as normas UNE. A análise descreve o quadro patológico usando cinco categorias: fissuras e deformações (90% dos casos), destacamentos (50% dos casos), perda de material (90% dos casos), alteração cromática e depósitos (100% dos casos) e colonização biológica (40% dos casos). Incluem-se as intervenções antrópicas (40% dos casos) e sintetiza que as patologias mais frequentes são: alteração cromática (até 6,66%), alveolização (1,25%), erosão (1,94%), grafitis (1,44%) e pátina (1,15%). Os resultados evidenciam a correlação direta entre a exposição a agentes degradantes (humidade, baixa exposição solar, poluição, trânsito e intervenções inadequadas) e a intensidade das afetações. Com base nisso, propõem-se estratégias de conservação baseadas em critérios de intervenção mínima, compatibilidade dos materiais e reversibilidade.

Palavras-chave: Travertino, diagnóstico, conservação, patologia, centro histórico

Introducción

El travertino ha sido un material esencial en la arquitectura a lo largo de la historia, destacando por su durabilidad y calidad estética, estas características lo han convertido en una opción popular en diversas sociedades históricas, por lo que es posible identificar su uso en diversos monumentos y edificaciones de contextos europeos, americanos y asiáticos (Fernández & Castellá 2023). En la arquitectura, el travertino cumple funciones estructurales y decorativas. Su uso representa prácticas culturales y tradiciones locales, incorporándolo al patrimonio y al aprovechamiento de recursos minerales lo cual evidencia la relación entre procesos geológicos y acción humana. Por ello, resulta necesaria la adopción de enfoques sistemáticos para conservar tanto el travertino como otros materiales pétreos.

A nivel mundial, el travertino se encuentra en diversas regiones, y su estudio continuo ha permitido una mejor comprensión de su formación, características y aplicaciones. Según investigaciones publicadas por Pentecost (2005) en la revista *Sedimentary Geology*, el travertino se encuentra ampliamente distribuido, con importantes depósitos en varios continentes. Por ello, su uso se observa en revestimientos, elementos decorativos y pavimentos, tanto en exteriores e interiores demostrando su valor arquitectónico (García del Cura *et al.* 2012). En Italia, el travertino local es altamente valorado en la escultura y arquitectura debido a sus propiedades estéticas y mecánicas, convirtiéndolo en un material destacado desde la época etrusca hasta la actualidad. Destacan edificios icónicos como las murallas de Saturnia y Volterra, la Catedral de Santa María de las Flores (Florenia), la Torre de Pisa (Pisa), la Catedral de San Cerbone (Massa Marittima) y la iglesia San Biagio (Montepulciano), los cuales son ejemplos claves del patrimonio arquitectónico de la Toscana (Rescic *et al.* 2024). Por su parte, el travertino turco muestra un amplio uso en la construcción; destaca el material proveniente de los depósitos de la provincia de Denizli, los cuales han sido ampliamente explotados debido a su apariencia distintiva (Özkul *et al.* 2014).

En Estados Unidos, el travertino también se utiliza ampliamente, evidenciándose su aplicación en la construcción y revestimiento de edificios emblemáticos como la Catedral de San Patricio en Nueva York y el Capitolio (Chafetz & Folk 1984). Según Jiménez *et al.* (2023), el tecali, un tipo de travertino propio de México, ha demostrado su relevancia desde la investigación arqueológica. Los hallazgos indican que, desde la época prehispánica, este material ha sido usado para elaborar objetos ceremoniales y decorativos. Además, se caracteriza por su durabilidad, patrones y vetas, lo cual le confiere un alto valor de uso, estético y simbólico para artesanos, arquitectos y artistas.

El uso del travertino en diversos contextos geográficos y culturales confirman su versatilidad, enriqueciendo la comprensión de su papel a lo largo del tiempo y resaltando su valor histórico. La comprensión técnica del travertino aún presenta limitaciones, por lo que resulta necesario apoyarse en instrumentos normativos que proporcionen criterios claros para su análisis y conservación. Para ello, se emplearán normas específicas que permitirán orientar adecuadamente la caracterización, el uso y la preservación de este material,

facilitando así un abordaje sistemático y fundamentado; por ejemplo, la norma UNE-EN16515:2016 establece las directrices para caracterizar la piedra natural usada en el patrimonio cultural; a su vez, la norma UNE-EN12440:2019 establece los criterios de su denominación frente a la necesidad de unificar la designación de las variedades existentes, manteniendo los nombres tradicionales e introduciendo variables técnicas. Otras normas aportan dichas variables, tal es el caso de la norma UNE-EN 12670:2020 (terminología general sobre pétreos naturales) o la UNE-EN 12407:2007 (caracterización petrográfica).

De otro lado, la conservación de los pétreos, y del patrimonio al cual se asocian, necesita enfoques sistemáticos los cuales permitan diagnosticar y mitigar el deterioro del material. De hecho, este tema ha crecido en interés, en especial debido a múltiples factores humanos y ambientales (Sánchez & Robles 2022; Fernández *et al.* 2023). Según Sánchez & Robles (2022), el análisis del deterioro en los materiales pétreos es crucial para comprender como preservar la arquitectura histórica que los emplea. Factores como exposición a agentes atmosféricos, la contaminación urbana, proceso de cristalización de sales y la humedad pueden acelerar el desgaste del travertino, afectando su valor patrimonial y su estabilidad estructural. Para Rodríguez *et al.* (2021), en ciudades con alta contaminación, el travertino sufre alteraciones químicas significativas, tales como la carbonatación y la formación de costras negras debido a la acumulación de partículas de sulfato. A su vez, en climas húmedos la proliferación de microorganismos genera deterioro, comprometiendo la calidad del pétreo (Gómez & Lara 2020). A pesar de que estos son problemas ampliamente reconocibles, también se deben considerar aquellos asociados al impacto del cambio climático.

En este contexto, la conservación del travertino ha sido objeto de numerosos estudios (Tavarés 2021; Rodríguez 2019; Gómez & Villalba 2020) enfocados en la restauración y prácticas sostenibles. Los autores destacan la importancia de aplicar métodos de diagnóstico rigurosos para la conservación de revestimientos en edificaciones patrimoniales, ya que su correcta aplicación es esencial para garantizar la durabilidad del travertino en la arquitectura. Con visión integradora, ICOMOS (2004) clasifica las lesiones de la piedra en cinco tipos principales, cada uno de ellos se manifiesta de diferentes maneras y, por ende, afectan la integridad. Estas son: (1) Grietas y deformaciones, las cuales se evidencian a través de fracturas visibles, fisuración radial, craquelado y deformaciones como torsiones y arqueamientos; se generan por cargas estructurales o corrosión en los anclajes. (2) Desprendimiento, abarca fenómenos como ampollas, estallidos y deslaminación, donde las capas de piedra se separan por tensiones internas, expansión de metales oxidados o acción de sales, así como la disgregación y fragmentación en granos o esquirlas. (3) Rasgos inducidos por pérdida de material, se debe a la depresión milimétrica interconectada por disolución selectiva en la piedra calcárea o alabastro. (4) Alteración crómática y depósito, es una capa adherida a la superficie de la piedra, formada por depósitos externos y material propio con espesores variables y tonos claros u oscuros. (5) Colonización biológica, invasión de líquidos de la piedra por microorganismos animales y plantas incluyendo hongos y bacterias.

A pesar de los avances logrados, persisten desafíos significativos en la documentación y análisis del travertino, así como de otros materiales pétreos menos utilizados. La ausencia de estándares unificados, como los existentes en Europa, Turquía o Estados Unidos dificultan esta labor y disminuyen la efectividad de las acciones de conservación. Investigadores como Fernández, Sánchez & Castellá (2023) reiteran la necesidad de contar con metodologías de diagnósticos bien definidas, por ejemplo, atendiendo a las particularidades del travertino. Otros autores como López & Ramírez (2022) y Méndez *et al.* (2021) han propuesto enfoques sistemáticos para la evolución del estado de conservación de este material, a partir de lo cual resalta la necesidad de herramientas tecnológicas como la fotogrametría y el escaneo 3D para mejorar la precisión del diagnóstico.

Frente a esta realidad, la existencia del material no es garantía de conocimiento o conservación, más ante la inexistencia de herramientas y procesos técnicos. En el Ecuador, esta problemática se evidencia en el uso extensivo de pétreos para construcción, acorde con la diversidad geológica. Los principales yacimientos de travertino se localizan en las provincias de Azuay y Cañar, con manifestaciones menores en El Oro y Loja, cuya formación se asocia a procesos hidrotermales, los cuales han permitido su formación en terrazas y vertientes (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables 2021). Según Sánchez Bonilla *et al.* (2022), en Baños (Azuay) existen afloramientos líticos formado por la presencia de carbono de calcio a partir de aguas subterráneas ricas en CO₂, similares a los observados en Canarias (España). Según ARCOM (2016), estos son los depósitos más jóvenes de la región, aún en formación, lo que sugiere su potencial como recurso para la arquitectura e intervención patrimonial. En Quito, el yacimiento arqueológico de La Florida, laderas del volcán Pichincha, combina su valor como necrópolis prehispánica con estructuras en rocas carbonatadas, posiblemente incluyendo travertino de origen hidrotermal (Jara & Almeida 2019), reforzando así la relevancia del estudio.

En Cuenca, se observa el deterioro del travertino local debido a factores ambientales, el cual ha sido evaluado a través del procesamiento digital de imágenes (Villavicencio *et al.* 2021; Aguirre Ullauri *et al.* 2024), o mediante pruebas de hielo-deshielo, envejecimiento, ataque de ácidos y cristalización de sales para conocer su durabilidad (Romero *et al.* 2022). Otros estudios, ahondan en la patología general de los materiales del CHC (Achig *et al.* 2013; Achig *et al.* 2016; Aguirre Ullauri *et al.* 2020). En ninguno de los casos se estudia de manera sistemática la patología en el entorno urbano histórico. Esta falta de información limita la comprensión de los factores que provocan daños y dificulta el diseño de estrategias de conservación adecuadas. La ausencia de datos locales sobre sus propiedades y de una normativa adaptada al contexto cuencano refuerza la necesidad de identificar y documentar sus principales daños, para orientar intervenciones técnicas más efectivas (Aguirre Ullauri *et al.* 2024).

En este contexto, el presente estudio se plantea como una aproximación exploratoria centrada en el análisis visual y contextual del travertino en fachadas de edificios patrimoniales del Centro Histórico de Cuenca. Sus alcances están delimitados por la escala de observación, el muestreo selectivo y los

parámetros metodológicos validados internacionalmente. Así, se identifica, analiza y presenta de manera gráfica la patología del travertino local en el CHC. Esto recalca la necesidad de abordar el deterioro de los materiales históricos mediante un enfoque técnico fundamentado en recursos estandarizados con la finalidad de aportar a la brecha de comprender las causas, mecanismos y formas de degradación del travertino, proponer estrategias de conservación y garantizar su durabilidad asociada a la conservación del patrimonio arquitectónico. En consecuencia, el estudio presenta un aporte metodológico aplicable a otros pétreos y materiales históricos de la región, reforzando así su relevancia, sin desconocer que, existe la necesidad de investigaciones complementarias que aborden el comportamiento del material desde enfoques físico-químicos y multidimensionales. Establecer estas limitaciones desde el inicio permite delimitar el aporte técnico del diagnóstico y orientar futuras líneas de investigación (Yin 2018).

Antecedentes

El Centro Histórico de Cuenca (CHC), en Ecuador, posee un reconocido Valor Universal Excepcional (VUE) [Figura 1]. Es un ejemplo representativo de implantación en la cordillera de los Andes conforme los principios urbanísticos promulgados por el emperador Carlos V. Como centro de desarrollo regional, la población local se ha mezclado con sucesivas generaciones de emigrantes en torno a espacios y edificios propiciando el desarrollo moderno y contemporáneo (UNESCO 2023).

El travertino local, identificado mediante técnicas analíticas como onyx-travertino, es un material histórico ampliamente utilizado que contribuye significativamente a la identidad arquitectónica y cultural de la ciudad y su CH (Romero *et al.* 2022). Su uso intensivo se remonta al período entre 1890 y 1940, durante el desarrollo del Neoclásico de influencia francesa, aprovechando la disponibilidad del material en los yacimientos cercanos de Santa Rosa, Poetata, Baños y Sinincay (Paucar 1995). Durante este período histórico y en la tradición constructiva local las juntas se ejecutaban generalmente con morteros de cal aérea combinada con arena local, mientras que en intervenciones más recientes se emplearon mezclas con cemento Portland (Lara Calderón *et al.* 2020).

La fácil extracción y procesamiento del travertino, junto con su capacidad para adaptarse a diferentes tipos arquitectónicos, favorecieron su adopción en diversas construcciones que conforman la arquitectura patrimonial de la ciudad (Aguirre Ullauri 2021). Sin embargo, en la actualidad, la sobrepoblación (INER & SYR Geociencia S.A. 2014) y el agotamiento de los yacimientos debido a su explotación para producir materiales de alta demanda como el cemento (Cornejo 2016; Kamislioglu *et al.* 2024), podrían comprometer su uso tradicional en la artesanía y arquitectura. Cabe señalar que, la obtención del travertino ha respondido históricamente a prácticas de extracción artesanal, carentes de regulación técnica o estandarización formal, dependiendo en gran medida del criterio y la destreza del cantero para determinar la calidad del material entregado.

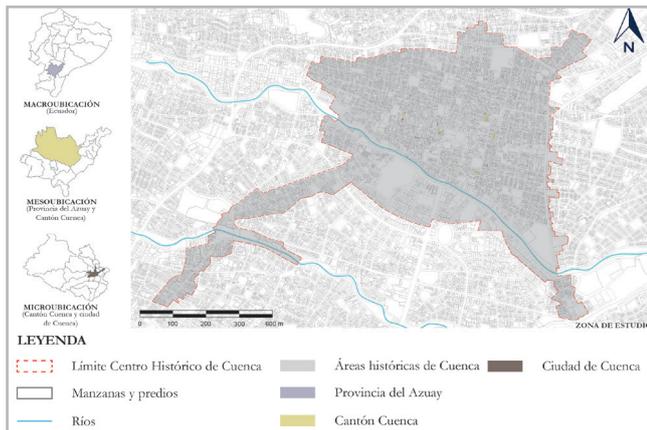


Figura 1.- Localización del Centro Histórico de Cuenca (Ecuador).
 Elaboración: Autores.

El travertino utilizado en Cuenca tiene su origen en formaciones geológicas de tipo sedimentario, compuestas principalmente por carbonato de calcio procedentes de diversos ambientes deposicionales de cuencas sedimentarias; esta condición explica los cambios en las propiedades químicas, físicas, mecánicas y petrográficas de la piedra (Romero *et al.* 2022). Por su origen, el travertino presenta una composición heterogénea con distintas facies; dentro de un mismo bloque pueden coexistir zonas compactas y masivas junto a sectores más porosos o vesiculares, lo que afecta directamente su comportamiento frente al intemperismo, la contaminación y otras acciones externas (Alonso *et al.* 2006). Se forma por la precipitación de carbonatos disueltos en aguas subterráneas, que emergen a la superficie o en cavidades del subsuelo, debido a cambios de presión en la corteza terrestre (Lugo 1989). Según ICOMOS (2004), la exposición prolongada a agentes atmosféricos, la contaminación urbana y la intervención antrópica generan diversas lesiones y daños en este material, tales como grietas y deformaciones, desprendimientos, pérdida de material, alteración cromática, depósito y colonización biológica, comprometiendo su integridad funcional, estructural y valor estético.

Ante esta problemática, resulta imperativo el estudio de los procesos de alteración del travertino en el CHC, con el fin de formular estrategias de conservación que mejoren su estado actual y garanticen su permanencia en el tiempo. Esta necesidad se ve reforzada por la declaratoria del CHC como Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1999, lo que subraya la urgencia de adoptar medidas de conservación alineadas con normativas internacionales para salvaguardar su legado arquitectónico (UNESCO 1972). En este contexto, normas como la UNE-EN 15898:2011 resultan fundamentales, ya que establecen principios y definiciones para la presentación del patrimonio cultural, proporcionando un marco metodológico para evaluar lesiones y definir estrategias de intervención.

Metodología

La investigación se estructura en tres etapas: (1) recopilación y análisis de información relevante sobre el travertino en el patrimonio arquitectónico del CHC mediante revisión bibliográfica reciente y

levantamiento de datos, (2) identificación y documentación de la patología construyendo el estado de conservación de los casos de estudio y, (3) presentación del diagnóstico ilustrado y orientaciones de conservación. Este enfoque, organizado en etapas, permite correlacionar los indicadores de deterioro de los casos de estudio en su contexto, aportando recursos para comprender la patología del travertino local. A detalle:

a) Etapa 1: el travertino del CHC como material histórico

Realizar la recopilación y análisis de información clave sobre el patrimonio arquitectónico, a través de la revisión bibliográfica y el levantamiento de datos, con el fin de fundamentar y contextualizar el estado de conservación y las posibles estrategias de intervención, mediante la revisión y análisis bibliográfico utilizando bases digitales de revistas, artículos y libros relevantes publicados prioritariamente en los últimos 10 años, los cuales faciliten establecer conceptos, métodos, diagnóstico y casos relevantes que traten sobre el travertino y permitan sustentar las estrategias de intervención de manera fundamentada. Se priorizan las bases de datos Scopus y Web of Science.

b) Etapa 2: identificación y documentación de lesiones

Se establece un proceso para detectar, documentar y clasificar los daños en el travertino mediante la inspección, registro y reporte detallado, el cual se organiza en subetapas. A saber:

1. La selección o definición de casos de estudio que empleen travertino utilizando el inventario vigente de edificios patrimoniales del Centro Histórico de Cuenca [Figura 2]. Para ello, se toman los recursos analizados en el proyecto de investigación "Los materiales en el estudio histórico, constructivo y ambiental de los conjuntos históricos. El caso de Cuenca. ETAPA 3. Versión Resilient". En dicho estudio se considera un universo de 3275 edificaciones, el cual corresponde a tres de las siete categorías patrimoniales del Inventario Patrimonial del Centro Histórico de Cuenca, las cuales son (1) Valor Arquitectónico A (VAR A (3)), (2) Valor Arquitectónico B (VAR B (2)) y (3) Valor Ambiental (V A (1)) y busca destacarlas por su representatividad cuantitativa, relevancia en la conformación del territorio y vínculo al desarrollo cotidiano del CHC.

A partir de este universo, que representa aproximadamente un tercio de las edificaciones existentes, se estableció una muestra estadísticamente representativa de 344 casos, entre las cuales se ha registrado 291 casos con revestimientos tradicionales y 53 casos con revestimientos pétreos y cerámicos, los cuales se encuentran distribuidos en siete zonas [Figura 2]. El nivel de confianza de esta selección alcanza el 95 % con un margen de error del 0,05 % (Aguirre Ullauri *et al.* 2024). A su vez, dentro de esta muestra, se identificaron aquellos edificios en los que el travertino constituye el material predominante en fachada, obteniéndose un subconjunto de 10 casos, distribuidos según su categoría patrimonial de la siguiente manera: un caso en la categoría de Valor Arquitectónico A (VAR A (3)), siete casos en Valor Arquitectónico B (VAR B (2)), y dos casos en Valor Ambiental (V A (1)).

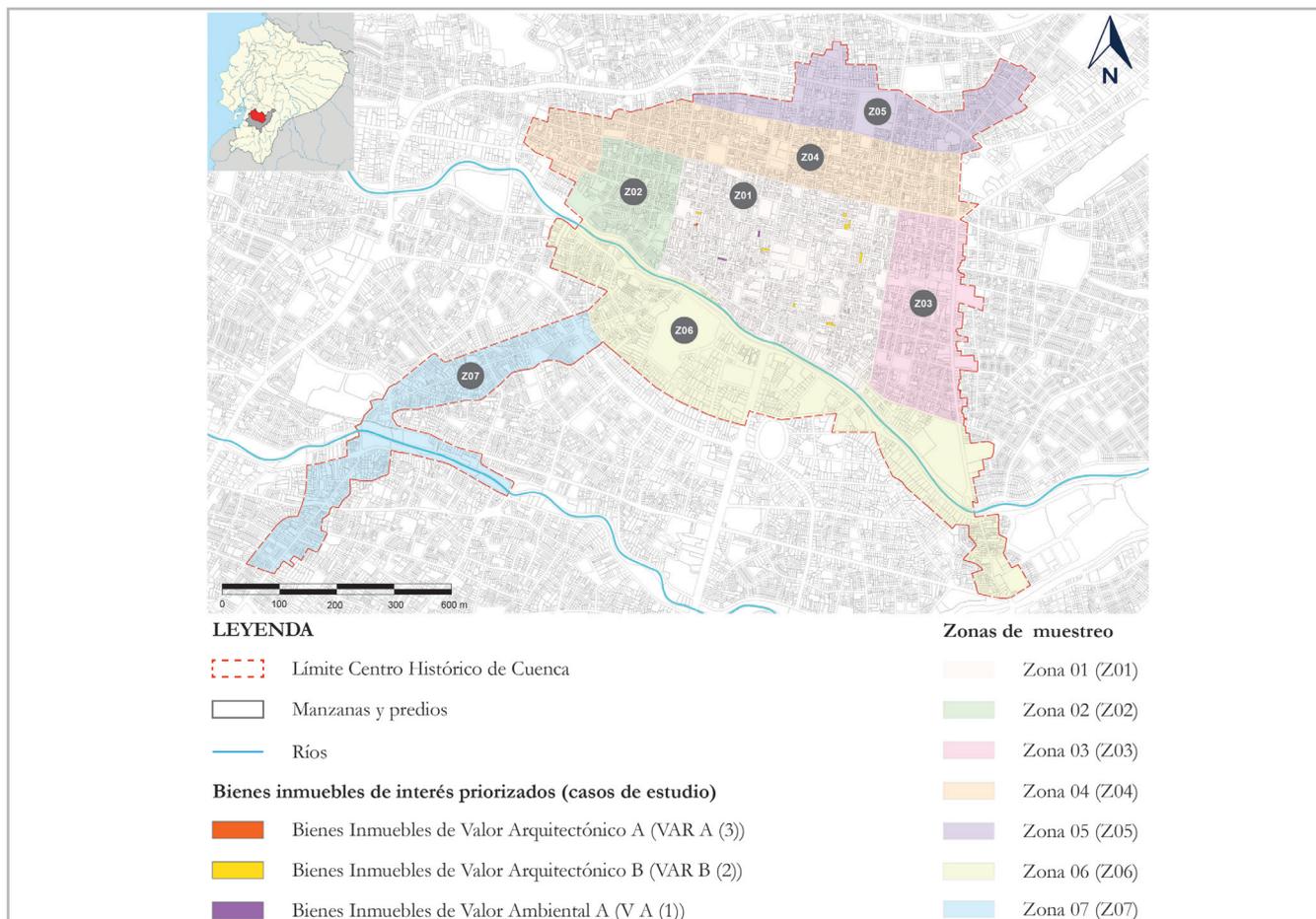


Figura 2.- Casos de estudio por zona en el Centro Histórico de Cuenca. Fuente: Aguirre Ullauri *et al.* (2024). Elaboración: Autores

La distribución muestral final es cuasi homogénea en relación con el número de edificios por categoría. La variación existente de ± 2 (de 5 a 7 casos) en la categoría intermedia y ± 3 (de 5 a 2 casos) en la categoría inferior se debe a la inexistencia de otros edificios en tales categorías de valor patrimonial que evidencia presencia representativa de travertino.

2. Levantamiento de información mediante la metodología Art Risk, enfocada en documentación fotográfica y técnica de las fachadas con el registro detallado de la patología visible del travertino en cada caso. Así, se aplican fichas Art Risk 1 [Figura 3a] para el estudio del estado de conservación de fachadas permitiendo identificar las lesiones presentes mediante indicadores técnicos, precisando su ubicación en los distintos elementos arquitectónicos que conforman cada fachada. Asimismo, usando la ficha Art Risk 3 [Figura 3b], diseñada por Ortiz (2014), adaptadas por Aguirre Ullauri *et al.* (2024a) para el estudio específico de fachadas, se analiza el contexto inmediato del edificio, aportando una visión integral de los factores que inciden en el origen y desarrollo de dicha patología bajo el concepto de vulnerabilidad e incorporando las variables de magnitud, probabilidad e impacto de los posibles riesgos para proponer medidas preventivas que minimicen las consecuencias de una emergencia (Ortiz & Ortiz 2016; Moreno *et al.* 2023).

Una vez recopilada esta información, se organiza para su análisis técnico, presentación y formulación de estrategias de

intervención. Se usa a manera de orientación las normas UNE-EN 16096: 2016 y UNE-EN 41810: 2017.

3. Caracterización de lesiones a través de la inspección visual pormenorizada para identificación, descripción y registro fotográfico individual de lesiones, la cual permita detectar, clasificar y caracterizar cada caso. Se usa, con base en orientaciones de la norma UNE-EN 41810:2017, un registro detallado de cada una de ellas y sus características específicas como tamaño, forma, profundidad y posibles causas [Figura 4], con la finalidad de proporcionar criterios técnicos aplicables al estudio de materiales pétreos en el ámbito del patrimonio cultural. Dicha norma se emplea como guía metodológica para establecer un enfoque sistemático en la investigación del estado de conservación. Por su parte, la inspección visual se complementa con la cartografía de alteraciones, información métrica y registro fotográfico.

Este proceso posibilita analizar con precisión los patrones de deterioro, facilitando la identificación, distribución y seguimiento de su evolución, así como la evaluación del impacto en la estabilidad tanto material como patrimonial del bien, con el fin de establecer una base técnica reproducible que fortalezca la fase diagnóstica y guíe la toma de decisiones respecto a futuras intervenciones de conservación.

4. Análisis de las lesiones según ICOMOS (2004) a partir

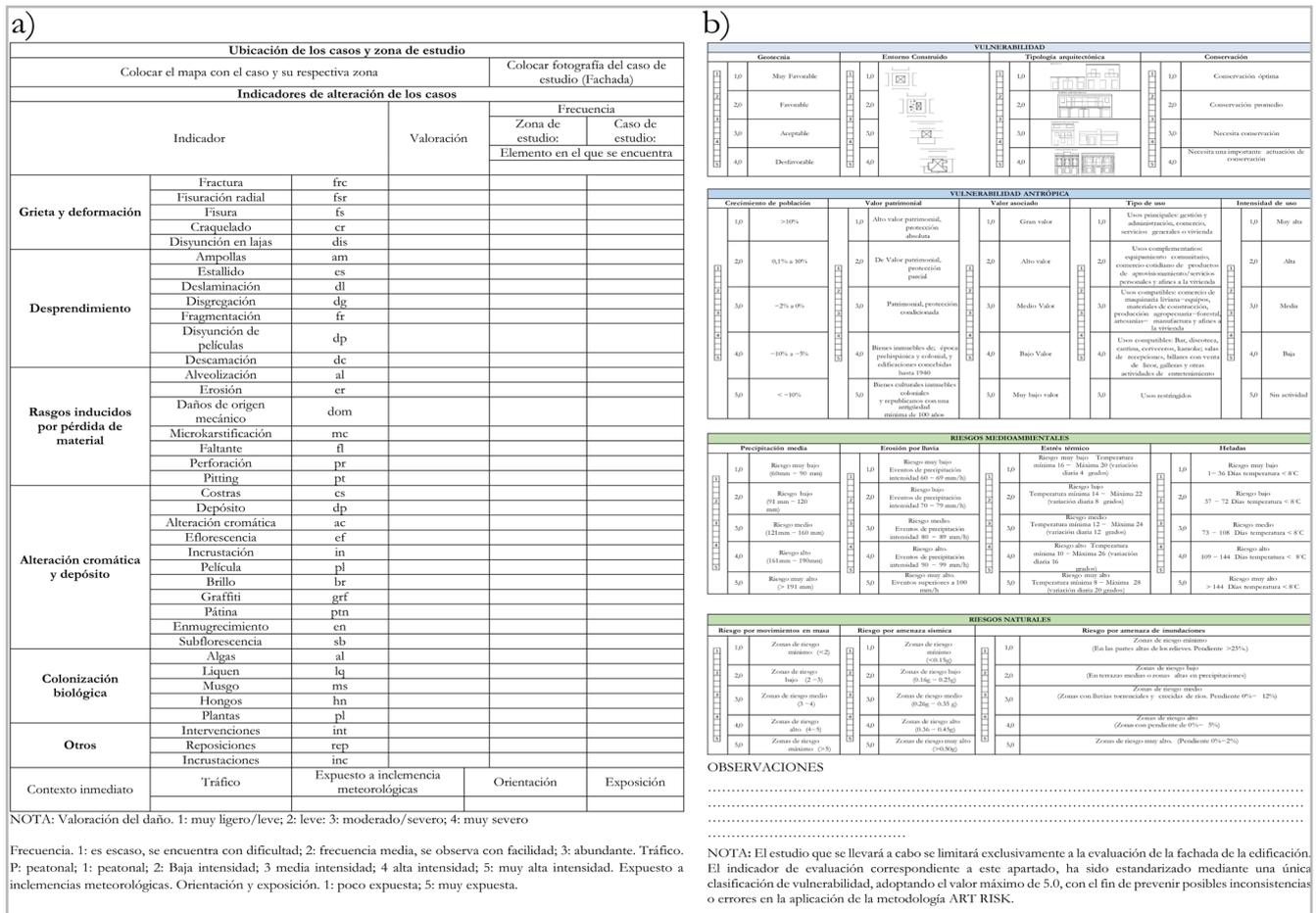


Figura 3.- Fichas de levantamiento de información. a) Ficha Art Risk 1 para el estudio del estado de conservación de fachadas y, b) Ficha Art Risk 3 para la evaluación de vulnerabilidad y riesgo intrínseco y extrínseco de los casos de estudio. Fuente: Aguirre Ullauri et al. (2024). Elaboración: Autores

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA POR LESIÓN O DAÑO	
TIPO DE LESIÓN:	UBICACIÓN: (Fachada principal, base del muro, cornisa)
IMAGEN DE LA LESIÓN	Descripción: Coloración <input type="checkbox"/> Amarillenta <input type="checkbox"/> Marrón <input type="checkbox"/> Negra <input type="checkbox"/> Blanquecina <input type="checkbox"/> Rojiza <input type="checkbox"/> Transparente <input type="checkbox"/> Verde <input type="checkbox"/> Otro: Distribución del color <input type="checkbox"/> Uniforme <input type="checkbox"/> Manchas dispersas <input type="checkbox"/> Concentrada en bordes <input type="checkbox"/> Otro
	Distribución: Profundidad <input type="checkbox"/> Superficial < 1 mm <input type="checkbox"/> Media (1 - 5 mm) <input type="checkbox"/> Alta (> 5 mm)
	Causas probables: <input type="checkbox"/> Rugosa <input type="checkbox"/> Disgregada <input type="checkbox"/> Pulverulenta <input type="checkbox"/> Lisa anómala
	Orientación <input type="checkbox"/> Horizontal <input type="checkbox"/> Vertical <input type="checkbox"/> Diagonal
	Textura <input type="checkbox"/> Rugosa <input type="checkbox"/> Disgregada <input type="checkbox"/> Pulverulenta <input type="checkbox"/> Lisa anómala
Forma <input type="checkbox"/> Línea <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Punteada <input type="checkbox"/> Reticulada <input type="checkbox"/> Escalonada <input type="checkbox"/> Otro	
Escala: Dimensiones: Área:	Fecha de evaluación:

Figura 4.- Documentación fotográfica y técnica de lesiones individuales. Fuente y Elaboración: Autores.

de información recopilada durante la inspección visual y en el registro fotográfico se comprueban y organizan los diferentes daños. También se consideran las orientaciones de las normas UNE-EN 41805-10 IN:2009 y UNE-EN 41810:2017.

c) Etapa 3: proponer un diagnóstico técnico ilustrado

Esta etapa se subdivide en 3 subetapas que permiten establecer la magnitud de afectación en el travertino el cual permita evidenciar el diagnóstico ilustrado y las estrategias requeridas para la conservación de los casos de estudio; a continuación, se detalla:

1. Presentación clasificada y categorizada de daños en función de las 5 categorías: (1) grieta y deformación, (2) desprendimiento, (3) rasgos inducidos por pérdida de material, (4) alteración cromática y depósito y, (5) colonización biológica (ICOMOS, 2004). Como recurso de apoyo se usa la norma UNE-EN 41805-10 IN:2009, con lo cual se organiza cada caso de estudio.

2. Diagnóstico técnico mediante una ficha que permita ilustrar y describir las condiciones de deterioro del travertino. Incluye representaciones técnicas y gráficas (tablas y figuras) que permitan una visión detallada del estado del material (UNE-EN 41810:2017).

Caso de estudio #	Clave Catastral	Orientación	Tráfico	Categoría Patrimonial
Ubicación:		Elevación Frontal		
		Escala: 1:120		
Cuadro Patológico				
Estado de conservación:				

Figura 5.- Ficha de recolección de información de lesiones. Elaboración: Autores.

3. Determinación de estrategias de intervención basadas en el diagnóstico y evaluación previa. Se priorizan métodos de conservación y mínima intervención tomando como referencia la información recopilada en pro de proponer soluciones preventivas y de reparación, que disminuyan la alteración del travertino y respeten su originalidad.

La consulta y aplicación de criterios referidos en las normas UNE-EN 41810:2017 y UNE-EN 16853:2018 permiten precisar las posturas técnicas. Tales criterios son; según la norma UNE-EN 41810:2017, la intervención mínima y compatible, privilegiar la estabilidad del soporte y actuar sobre las causas del deterioro, tratamientos reversibles, permitir el mantenimiento posterior y utilizar materiales compatibles con el travertino. Estos criterios proceden claramente de la evolución de la teoría de la conservación. Por su parte, la norma UNE-EN 16853:2018 establece que las estrategias deben surgir del diagnóstico técnico, basarse en opciones evaluadas con criterios de riesgo, eficacia y sostenibilidad, y formularse dentro de un plan de conservación que garantice el respeto por el valor patrimonial y la trazabilidad de las decisiones adoptadas.

Resultados y Discusión

— a) Sobre el diagnóstico general

A través del levantamiento de información usando Art Risk 1 es posible determinar el panorama general del estado de conservación del ónix travertino usado en las fachadas patrimoniales construidas con dicho material en el CHC. Los casos de estudio y su distribución en las diferentes categorías patrimoniales de interés muestran tendencias claras de deterioro, así como predominio de lesiones específicas.

Inicialmente, es posible indicar que únicamente se identifican casos de estudio conforme a la relevancia y distribución en las tres categorías de interés de la muestra en la Z01 [Figura 2]. Esta zona se corresponde con el área de fundación de Cuenca a mediados del siglo XVI; concentra gran parte de edificios de alto valor patrimonial y destaca en cuanto al uso de estilos, materiales y características asociadas a la modernización urbano-arquitectónica comprendida entre 1890 y 1940 (Borrero 2018). Derivado de ello, el Neoclásico de influencia francesa es el estilo predominante [Figura 6], aunque son visibles los rasgos vernáculos propios del mestizaje histórico [Figura 6f] y [Figura

6j]. El uso del travertino no solo respondía a criterios técnicos o estéticos, sino que también expresaba un deseo de distinción social. Este material, asociado a la arquitectura europea, fue adoptado por las élites locales como símbolo de modernidad y estatus (Espinoza & Abad 2003).

Las diez fachadas analizadas presentan lesiones en los bloques de travertino a nivel individual, pero también en elementos arquitectónicos, lo cual es el resultado de procesos de desgaste, alteraciones o intervenciones ocurridas a lo largo del tiempo y con diferentes intensidades (Veniale *et al.* 2008), así como de la heterogeneidad del material. La presencia de estas lesiones varía entre los casos, desde fachadas con daños menores hasta afectaciones severas mostrando el efecto combinado de factores ambientales y antrópicos que han incidido directamente en el estado de conservación de cada una (Arencibia *et al.* 2020).

Al estar permanentemente expuestas, y carecer de barreras de protección, las superficies se ven afectadas por la humedad ambiental (García & Guerrero 2023). En sentido Sur- Norte, se orientan 6 fachadas las cuales tienen poca exposición solar y difícil secado natural, lo que favorece la acumulación de agua (Alonso *et al.* 2006). Estas condiciones dan lugar a pérdida de material, alteraciones cromáticas y colonización biológica, entre otras formas de deterioro como las intervenciones, reposiciones e incrustaciones motivadas por la mejora de la apariencia [Figura 6], las cuales, sin embargo, comprometen la integridad del travertino y su valor expresivo (Correa 2023). Asimismo, la alta exposición al tránsito peatonal y vehicular genera fricción constante, depósito de contaminantes y daños mecánicos sobre componentes arquitectónicos (Ruiz *et al.* 2023). Además, la contaminación generada por el tráfico intenso en el CHC constituye un factor de riesgo relevante, ya que los compuestos emitidos por los vehículos pueden inducir procesos de alteración química, como la formación de costras negras, disolución superficial de carbonatos y pérdida de cohesión del material. Este tipo de afectación debe considerarse en las estrategias integrales de conservación preventiva (Rodríguez *et al.* 2021). Por su parte, la presencia de grafitis evidencia una apropiación no controlada ni consciente del valor patrimonial del espacio, alterando la imagen original y comprometiendo el valor histórico y estético del material (Mejía & Ortega 2019) [Figura 6].

En cuanto a las grietas y desprendimientos en materiales pétreos, estos se deben a la sinergia de factores intrínsecos propios del material, es decir, composición, porosidad y su textura; factores ambientales, como la humedad, cambios bruscos de temperatura, contaminantes y sales solubles; y factores constructivos, relacionados con la extracción, manipulación y colocación de la piedra. Esta interacción desencadena alteración física, química y biológica que generan tensiones internas (térmica y mecánicas), debilitan al material y provocan la aparición de estas lesiones (Alonso *et al.* 2006). Además, la variación en la composición del mortero de juntas ha demostrado tener efectos directos sobre el comportamiento del revestimiento (Aguirre Ullauri



Figura 6.- Casos de estudio: a) Bien inmueble de Valor Arquitectónico A (VAR A (3)); b), c), d), e), f), g) y h), Bienes inmuebles de Valor Arquitectónico B (VAR B (2)); e i) y j) Bienes inmuebles de Valor Ambiental A (VA 1). Elaboración: Autores.

et al. 2020) o los elementos constructivos; los morteros de cal aérea presentan una mayor compatibilidad química y física con el travertino, favoreciendo la permeabilidad al vapor y permitiendo la adecuada transpiración del muro, lo cual contribuye a su estabilidad y durabilidad (Lara Calderón *et al.* 2020). En contraste, los morteros a base de cemento Portland, por su mayor rigidez y bajo coeficiente de permeabilidad, generan tensiones internas, aceleran la acumulación de sales solubles y propician fenómenos de fisuración y disgregación superficial del material pétreo (Lara Calderón *et al.* 2020; Aguirre Ullauri *et al.* 2020).

En la Figura 7 se presenta la distribución de lesiones patológicas conforme a las categorías de análisis establecidas por ICOMOS (2011). En la primera categoría (grietas y deformaciones) se identificaron nueve casos. En la segunda categoría (desprendimientos) se registró en cinco casos, evidenciando la pérdida de fragmentos del travertino en forma de estallidos, ampollas, descamación y disyunción de películas, producto de tensiones internas y agentes físico-mecánicos (Alonso *et al.* 2014). La tercera categoría (rasgos inducidos por pérdida de material) se manifestó en nueve casos mediante perforaciones, pitting, alveolización y erosión, procesos que debilitan el material y aumentan la vulnerabilidad (Veniale *et al.* 2008) del material.

En cuanto a la cuarta categoría (alteración cromática y depósitos), se presenta en todos los casos, con manifestaciones de manchas por humedad, pátina, decoloración, grafitis asociados a la acumulación de contaminantes atmosféricos (Arencibia *et al.* 2020). En el caso de la descamación, se manifiesta como el

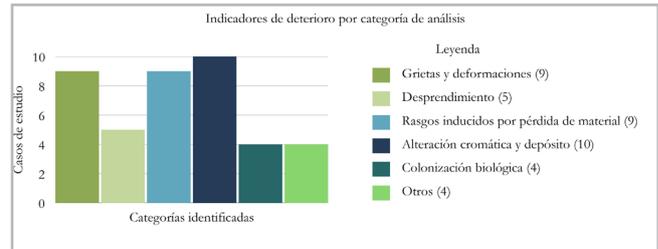


Figura 7.- Distribución de las lesiones identificadas por categorías. Elaboración: Autores.

desprendimiento de fragmentos en forma de escamas o láminas, que disminuyen su espesor hacia los bordes. Este fenómeno ocurre debido a varios factores, como la heterogeneidad del material, la presencia de sales que se disuelven con el agua y la pérdida de adherencia de los tratamientos aplicados en la superficie. También genera tensiones internas que merman la cohesión entre las capas superficiales de la piedra (Alonso *et al.* 2006). En el caso de la quinta categoría, colonización biológica, se documentó en cuatro casos con presencia de vegetación (plantas, musgos y líquenes) cuyo desarrollo se vincula a condiciones de humedad persistente y escasa exposición solar (Arencibia *et al.* 2020).

Por otro lado, en igual número de casos se detectaron alteraciones derivadas de intervenciones e incrustaciones incongruentes con el diseño original, las cuales afectan negativamente la integridad formal y el valor patrimonial e histórico de las fachadas.

Lo expuesto ofrece un panorama sobre el travertino al padecer ciertos tipos de daños. En este sentido, las categorías con mayor frecuencia son: alteración cromática y depósitos (100 %), grietas y deformaciones (90 %) y rasgos inducidos por pérdida de material (90 %), lo que indica una alta vulnerabilidad del material a estos procesos. Las demás categorías presentan una incidencia menor: desprendimientos (50 %), colonización biológica (40 %) y otros (40 %). Esta información resulta clave para priorizar estrategias de conservación y restauración.

Por su parte, la ubicación y distribución de las lesiones ha sido clave para construir y comprender el cuadro patológico de los diferentes casos [Tabla 1]. Se sabe que, al zócalo y a varios segmentos del paramento, principalmente aquellos localizados en la parte superior, inferior y lateral de las ventanas, y para el caso de las puertas, aquellos segmentos ubicados a los laterales y parte superior son los elementos arquitectónicos que presentan daños en las cinco categorías; destaca la presencia de fracturas (grieta y deformación), ampollas, estallidos (desprendimiento), alveolización, erosión, micro karstificación, perforación y pitting (rasgos inducidos por pérdida de material), brillo superficial, decoloración, grafiti, manchas por humedad y pátina (alteración cromática y depósito) y musgo (colonización biológica). También existe presencia de reposiciones, intervenciones e incrustaciones, es decir, acciones eminentemente antrópicas y mayormente antitécnicas. A detalle se expone:

Categoría	Tipo de lesión	Elemento arquitectónico							
		Zócalo	Columna	Cornisa	Segmentos del paramento	Alféizar	Frontón	Balcón	Capitel
Grieta y deformación	Fractura	•	•		•				
	Craquelado	•	•		•				
	Ampolla	•	•		•			•	
Desprendimiento	Descamación	•							
	Disyunción de película		•						•
Rasgos inducidos por pérdida de material	Estallido	•			•				
	Alveolización	•	•	•	•	•			
	Erosión	•	•		•	•			
	Perforación	•			•		•	•	
Alteración cromática y depósito	Pitting			•	•	•			
	Brillo superficial	•							
	Costras			•		•			
	Decoloración	•	•	•	•				
	Grafiti	•							
	Alteración cromática (manchas por humedad)	•		•		•	•	•	
Colonización biológica	Pátina	•	•		•				
	Liquen			•					
	Musgo	•				•		•	
Otros	Plantas				•				
	Reposiciones	•			•				
	Intervención	•							
	Incrustación	•			•				

Tabla 1.- Lesiones en elementos arquitectónicos

a. Zócalo: por su alta exposición a la humedad ascendente por capilaridad, se generan procesos de disolución de sales solubles, lo que contribuye a la fractura y craquelado (Ortiz *et al.* 2017). La acumulación de humedad favorece el crecimiento de musgos y otros organismos biológicos, acelerando la desintegración de la superficie (Demirdag 2013).

b. Antepechos y segmentos laterales del paramento junto a ventanas: presentan erosión que se incrementa por la exposición directa a la intemperie, principalmente por la acción del viento y las fluctuaciones térmicas (Bustamante 2021). La retención de humedad en las superficies rugosas, como las que se estudian, favorece la perforación, que se produce principalmente por la acción de agentes químicos, como ácidos que disuelven la piedra, y la presencia de sales que al cristalizar generan presión interna, fracturas y el pitting, lo que se debe a la acción disolvente de la humedad sobre los carbonatos del travertino (Alonso *et al.* 2006). La alteración cromática y el depósito de partículas atmosféricas provocan la decoloración del material, los cuales se agravan con la contaminación y las emisiones urbanas (Sánchez *et al.* 2022).

c. Columnas: presentan afectaciones en cuatro categorías; fractura y craquelado (grietas y deformaciones), ampolla y disyunción de película (desprendimiento), alveolización y erosión (rasgos inducidos por pérdida de material) y decoloración y pátina (alteración cromática). Las dos primeras están asociados a la acción de tensiones estructurales generadas por la carga vertical y las variaciones térmicas que provocan la expansión y contracción del material (Bustamante 2021). La alveolización y erosión se incrementan por la acumulación de agua en las superficies verticales, favoreciendo la disolución del travertino (Alonso *et al.* 2006). La decoloración y pátina, por otro lado, están asociadas a la exposición al medio ambiente, con efectos de contaminación y depósitos orgánicos o inorgánicos que alteran la cromaticidad del material (Alonso *et al.* 2006).

d. Cornisa: las alteraciones se agrupan en tres categorías; alveolización, pitting (rasgos inducidos por pérdida de material), costras, decoloración, manchas por humedad (alteración cromática y depósito), y líquenes (colonización biológica). Estos daños son producto de la exposición directa a las precipitaciones pluviales que, al no ser adecuadamente evacuadas, se retiene agua en la superficie, facilitando la erosión del travertino (Aguirre Ullauri *et al.* 2024). El pitting y la alveolización se deben a la acción disolvente de agua sobre los carbonatos del travertino (Urosevic *et al.* 2010), mientras la alteración cromática y el crecimiento biológico son causados por la retención de agua y la acumulación de nutrientes en la superficie, lo que favorece la colonización de líquenes (Valverde *et al.* 2021).

e. Alféizar: las patologías se distribuyen en tres categorías; alveolización, erosión, pitting (rasgos inducidos por pérdida de material), costras y manchas por humedad (alteración cromática y depósito), y musgos (colonización biológica). La forma horizontal del alféizar favorece la retención de humedad y la acumulación de partículas orgánicas, lo que aumenta la probabilidad de erosión superficial y alteraciones cromáticas (Sánchez *et al.* 2022). El crecimiento de musgos es favorecido por la humedad atrapada, que proporciona un ambiente ideal para su desarrollo (Valverde *et al.* 2021).

f. Frontón: presenta lesiones concentradas en dos categorías; perforación (rasgos inducidos por pérdida de material) y manchas por humedad (alteración cromática). Estas lesiones son atribuibles a infiltraciones de agua que se filtran por puntos débiles en la estructura, afectando principalmente la superficie del travertino y acelerando la perforación (Karaca 2010). La alteración cromática se debe a la acumulación de humedad en las fisuras o juntas mal selladas, lo que produce manchas localizadas.

g. Balcón: presenta cuatro categorías de lesiones; ampolla (desprendimiento), perforación (rasgos inducidos por pérdida de material), manchas por humedad (alteración cromática y depósito), y musgo (colonización biológica). El desprendimiento y la perforación se deben a la acción combinada de la humedad pluvial y las fluctuaciones térmicas, que generan tensiones superficiales y alteraciones en la cohesión del material (Demirdag 2013). El crecimiento de musgos es favorecido por la humedad atrapada en el balcón, que proporciona un ambiente propicio para su desarrollo (Valverde *et al.* 2021).

h. Capiteles: evidencia afecciones en una categoría, se muestra únicamente disyunción de película (desprendimiento), lo que está relacionado con el envejecimiento natural del material, la exposición prolongada a la intemperie y los tratamientos de conservación inapropiados, que generan una pérdida de cohesión superficial y facilitan la desintegración de las capas externas del travertino (Aguirre Ullauri *et al.* 2024).

más expuestos a agentes físicos, químicos y biológicos, tal como los casos del zócalo y antepecho de las ventanas. Además, este conjunto de lesiones y su distribución en las fachadas y elementos arquitectónicos se asocia directamente a los diversos factores específicos cuyo alcance es el CHC [Figura 3], por lo que, además de evidenciarse en el travertino y en fachadas patrimoniales, podrán presentarse en otros casos.

De otro lado, al considerar la ficha Art Risk 3 se amplía el panorama previo hacia los riesgos potenciales que inciden en el material, pero que se encuentran en el contexto inmediato, y que también se deben considerar a efectos del planteamiento técnico de acciones de conservación. De tal forma, se acota que, el CHC es un área caracterizada por un suelo compuesto por rocas y arcillas de una estructura geotécnica relativamente estable, pero vulnerable a las infiltraciones de agua debido a las precipitaciones constantes que afectan la durabilidad de los materiales pétreos como el travertino (Avilés & Barzallo 2016).

En cuanto a la distribución [Figura 8a] se evidencia que, si bien el deterioro está presente en diferentes de elementos, existe mayor ocurrencia y diversidad patológica en aquellos componentes

En cuanto al uso del suelo, la Z01 presenta una alta intensidad de uso comercial, con una concentración significativa de actividades turísticas y comerciales que contribuyen

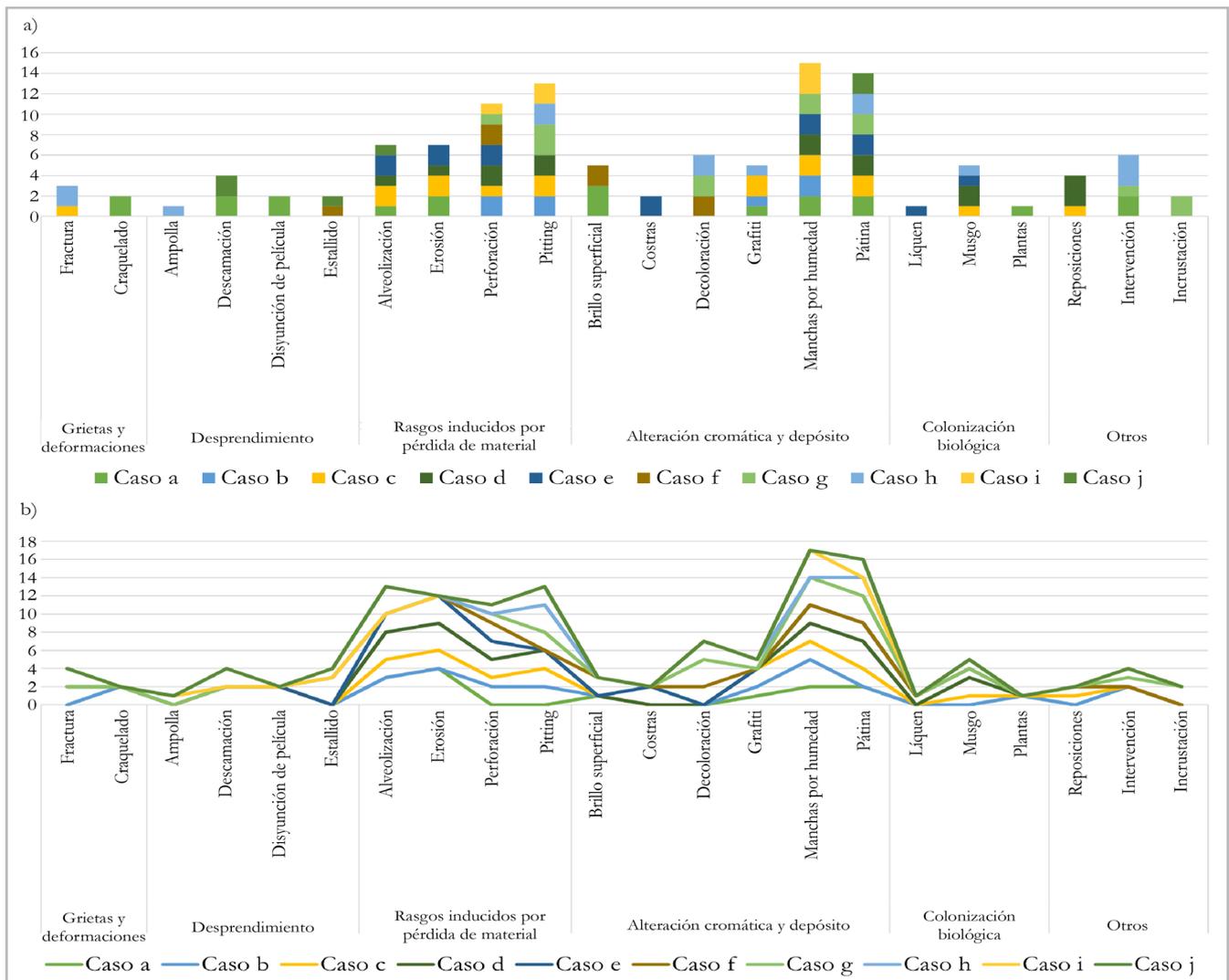


Figura 8.- Análisis patológico. a) Distribución de la frecuencia de las lesiones identificadas y b) Distribución de las lesiones por casos y categorías. Elaboración: Autores.

a la degradación acelerada de las superficies expuestas (Bustamante 2021). Las edificaciones dentro del CHC están organizadas de forma compacta, a lo largo de las calles, con fachadas que dan directamente a la vía pública, lo que aumenta la exposición a factores ambientales como las lluvias y la contaminación urbana, así como su accesibilidad al vandalismo y otras dinámicas negativas asociadas al uso intensivo del espacio público, como grafitis, acumulación de residuos o intervenciones no autorizadas. A esto se suman las características de la precipitación media anual, con lluvias concentradas entre los meses de enero y marzo, lo cual provoca una erosión significativa, especialmente en las fachadas y los elementos arquitectónicos más expuestos (Aguirre Ullauri *et al.* 2024). Además, las fluctuaciones térmicas diarias, típicas de la región andina, generan un estrés térmico considerable que afecta la cohesión del travertino, contribuyendo a su fracturación y a la aparición de fisuras (Aguirre Ullauri *et al.* 2024). La presencia de heladas nocturnas también favorece el deterioro debido a la expansión y contracción de los componentes minerales.

En conjunto, estas condiciones no solo alteran la superficie visible, sino que también afectan de manera progresiva la matriz pétreo del travertino, generando pérdida de cohesión interna y debilitamiento estructural. La ficha Art Risk 3 advierte que, en contextos como el CHC, la interacción entre precipitación, erosión pluvial, estrés térmico y ciclos de congelación/deshielo tiene una incidencia directa sobre la estabilidad del material, aumentando su vulnerabilidad incluso en ausencia de daños aparentes. Por ello, el diagnóstico técnico debe contemplar tanto los efectos superficiales como los procesos de alteración interna vinculados al entorno ambiental.

En términos de riesgos naturales, el CHC está ubicado en una zona sísmicamente activa, lo que incrementa la probabilidad de movimientos de masas que podrían afectar la estabilidad los edificios (Jiménez *et al.* 2018). Asimismo, el riesgo de inundaciones, especialmente en áreas cercanas al río Tomebamba, es relevante, ya que la acumulación de agua, combinada con la falta de un drenaje adecuado, podría generar un ambiente propicio para el desgaste y la disolución, a través de procesos como el pitting [Figura 8b].

— b) **Presentación del diagnóstico técnico ilustrado**

Este apartado presenta la clasificación de la patología del travertino local y su expresión específica en diferentes elementos arquitectónicos. En la Figura 9a, se identifica una fractura típica, correspondiente a la categoría de grietas y deformaciones, la cual se extiende de forma lineal y presenta bordes irregulares, lo que sugiere que ha sido provocada por esfuerzos estructurales mal distribuidos o asentamientos diferenciales del material. La morfología de la grieta indica una fractura por tensión interna acumulada, posiblemente exacerbada por variaciones térmicas o cargas mecánicas repetidas. De acuerdo con Camuffo (2014), este

tipo de patología estructural es común en materiales pétreos sujetos a movimientos diferenciales o cargas excesivas. También se identifica craquelado [Figura 9b] superficial en una columna de travertino, atribuible al envejecimiento y factores ambientales, que aumenta su vulnerabilidad a la humedad y contaminación (Fassina 1998).

Por otra parte, se observan diversos tipos de desprendimientos, cada uno con características morfológicas claramente diferenciadas. Se evidencia descamación [Figura 9c] en forma de capas laminares que se separan del núcleo del material, una alteración frecuentemente asociada a procesos de humedad interna y cristalización de sales solubles. Asimismo, se detecta la disyunción de película [Figura 9d], donde la capa superficial se separa visiblemente del soporte, fenómeno atribuido al envejecimiento de tratamientos superficiales o a una adhesión deficiente (Arnold & Zehnder 1991). En otra zona se aprecia una ampolla [Figura 9e], que se manifiesta como una protuberancia convexa, indicando la presión ejercida por el vapor atrapado entre capas debido a la humedad acumulada. Finalmente, el estallido [Figura 9f] es evidente en zonas donde el material parece haber explotado desde el interior, con fragmentos irregulares. Este proceso patológico se asocia a la cristalización y recristalización de sales solubles, las cuales, al disolverse con la humedad y volver a cristalizar, ejercen presiones internas que fracturan la piedra (ICOMOS-ISCS 2008), no así a las condiciones climáticas que favorecen choques térmicos y ciclos de congelamiento-deshielo significativos toda vez que, en Cuenca las temperaturas oscilan moderadamente entre 7 °C y 17 °C durante el año, y rara vez bajan de 5 °C o superan los 19 °C (WeatherSpark 2025), capaces de producirlo. Se presentan diversas manifestaciones de pérdida de material, todas vinculadas a la categoría de rasgos inducidos por pérdida de material. Destaca la alveolización [Figura 9g], compuesta por pequeñas cavidades cóncavas redondeadas, comúnmente provocadas por la acción del viento y las partículas en suspensión o la disolución por agua con sales (Camuffo 2014). Además, se identifican perforaciones [Figura 9h], huecos más profundos de forma irregular que probablemente se originan por ataques químicos o biológicos localizados (Rodríguez *et al.* 2003). La erosión [Figura 9i] es evidente como un desgaste uniforme de la superficie pétreo, causado por la acción combinada de lluvia ácida, partículas abrasivas y exposición prolongada a la intemperie, también se observan formas circulares poco profundas compatibles con pitting [Figura 9j], atribuido a procesos químicos puntuales o ataques localizados de microorganismos (ICOMOS-ISCS 2008).

Por otra parte, en la alteración cromática y la presencia de depósitos superficiales. Se identifican zonas con decoloración [Figura 9k] evidente, producto de la exposición prolongada a la radiación solar o a procesos químicos que alteran la tonalidad original del material. También se observan superficies con brillo irregular [Figura 9l], probablemente originado por la degradación de capas protectoras o contaminantes atmosféricos adheridos. La pátina [Figura 9m] se manifiesta como una

película delgada, de tonalidad oscura, consecuencia de la acumulación de polvo o de biopelículas asociadas a humedad persistente. Asimismo, se detecta la presencia de grafitis [Figura 9n] con pigmentos artificiales, cuya morfología lineal indica una intervención antrópica directa. En sectores inferiores, se reconocen alteración cromática (manchas oscuras de humedad) [Figura 9o] que denotan absorción capilar, mientras que en otras áreas se ha formado una costra [Figura 9p] superficial endurecida, posiblemente por acumulación de partículas contaminantes (Fassina 1996). Asimismo, existe presencia de colonización biológica, en primer lugar, se reconocen líquenes [Figura 9q] adheridos a la superficie, con formas irregulares que van desde estructuras planas hasta colonias dispersas. También es visible el crecimiento de musgos [Figura 9r] en zonas más húmedas y sombreadas, lo cual indica un lugar sin contacto directo con el sol. En sectores más alterados se evidencian plantas [Figura 9s] de raíces invasivas o trepadoras, cuya presencia implica una amenaza estructural directa para el soporte pétreo. Este tipo de colonización es indicativa de humedad persistente, escasa ventilación y falta de mantenimiento, factores que, según (Warscheid & Braams 2000), favorecen el desarrollo de organismos biológicos sobre superficies minerales.

Finalmente, se observa patología vinculada a intervenciones humanas o inclusión de elementos ajenos al material original. Se destacan las reposiciones [Figura 9t] realizadas con materiales distintos, que generan disonancia cromática y textural con el contexto original. También se identifican intervenciones [Figura 9u] como la instalación de anclajes metálicos o dispositivos adosados que perforan la piedra, alterando su integridad física. En ciertas áreas, se han incrustado [Figura 9v] elementos ajenos como cañerías o cables, posiblemente como parte de adaptaciones funcionales recientes. Estas acciones, aunque a veces necesarias para el uso contemporáneo del edificio, comprometen la conservación del patrimonio, ya que introducen tensiones mecánicas y puntos de entrada para agentes de deterioro (Brandi 1963).

De otro lado, el cuadro patológico recurrente permite delimitar estados de conservación de los casos de estudio en tres niveles o estados de deterioro: malo, regular y bueno.

- a) Fachadas con 90 % a 100 % de área afectada y un estado de conservación malo (81%–100 %). Presentan lesiones activas y extensas como humedad, erosión o alveolización. Nivel de vulnerabilidad alto según Art-Risk 3, requieren intervención urgente y definiría un mal estado de conservación.
- b) Fachadas con 30 % y 89 % de área afectada y un estado de conservación ligero (40 %–80 %). Se observan patologías en evolución como *pitting* o fisuras. Nivel de vulnerabilidad media según Art-Risk 3, exige acciones preventivas y seguimiento técnico. Definiría un estado de conservación regular.

- c) Fachadas con menos del 30 % de superficie afectada y un estado de conservación bueno (hasta 39 %). Lesiones puntuales como pátina o decoloración. Nivel de vulnerabilidad bajo según Art-Risk 3, basta con mantenimiento y monitoreo periódico. Definiría un estado de conservación bueno.



Figura 9.- Distribución de lesiones por categoría y tipo. Elaboración: Autores.

A detalle, el nivel de daño asociado al estado de conservación malo agrupa tres fachadas [Figura 6, casos c, d y e]; el nivel de daño asociado al estado de conservación regular también comprende tres fachadas [Figura 6, casos b, h e i] y, el nivel de daño asociado al estado de conservación bueno abarca cuatro fachadas [Figura 6, casos a, f, g y j]. Cada nivel refleja un estado de conservación diferenciado, que puede ilustrarse con casos representativos en función del tipo, distribución y progresión de las lesiones identificadas (Aguirre Ullauri *et al.* 2024; Paredes & Achig 2019). Esta aproximación permite comprender con mayor precisión el comportamiento del travertino frente a factores como la orientación de la fachada, la exposición al clima local, el nivel de tráfico urbano y las intervenciones previas (Aguirre Ullauri *et al.* 2022). Así, se consolida una base técnica para definir estrategias diferenciadas de conservación, priorizando los niveles de riesgo y deterioro evidenciados en cada caso (Garrido 2017).

De tal forma, se determinó que el caso de estudio [Figura 6c] cuyo estado de conservación es malo y presenta un 13,02 % de superficie comprometida, con lesiones generalizadas como humedad persistente, erosión activa, alveolización y pátina, lo que refleja alta vulnerabilidad [Figura 10] (Aguirre Ullauri *et al.* 2024). El caso de estudio [Figura 6h], con un estado de conservación regular evidencia un 9,43 % de afectación, caracterizado por patología superficial en evolución, como alteración cromática, *pitting* y ampollas, las mismas que requieren intervención preventiva y seguimiento técnico especializado (Aguirre Ullauri *et al.* 2020) [Figura 11]. En contraste, el caso de estudio [Figura 6a] clasificado con escaso deterioro o buen estado, presenta un 6,26 % de superficie afectada, conformado por lesiones menores como decoloración, pátina y alveolización (Paredes & Achig 2019) [Figura 12]. A detalle:

- **a) Estado de conservación malo:** este caso ilustrativo corresponde al edificio [Figura 6c] una fachada con una superficie total de 240,05 m², se identificó un estado de conservación malo en un 13,02 % del área afectada. Las lesiones se distribuyen de manera puntual [Figura 10], es decir, en elementos arquitectónicos o bloques únicos de travertino. Predominan las alteraciones cromáticas, que alcanzan un 6,45 % debido a la exposición prolongada a la radiación solar generando un cambio en el tono superficial del travertino (Romero *et al.* 2022). Esta afección, aunque no compromete la resistencia del material, altera su apariencia y refleja procesos de envejecimiento que pueden advertir efectos asociados al cambio climático (Ortiz & Ortiz 2016).

También se evidencia erosión, con un 1,94 % del área; está generada por el desgaste progresivo del material debido a la acción combinada del viento, la lluvia y los contaminantes urbanos (Ortiz *et al.* 2014). Esta lesión aparece en elementos expuestos en primer plano por su configuración como cornisas, alféizares o zócalos, donde el lavado por efecto de la lluvia es intenso (Piedra 2008). La alveolización, presente en el 1,25 %, revela un proceso de deterioro localizado que se vincula a la porosidad del travertino para favorecer la formación de pequeñas cavidades irregulares, producto de los ciclos de humedad y secado (Aguirre Ullauri *et al.* 2024). El grafiti afecta al 1,44 % de la superficie y se concentra en la planta baja, como consecuencia de la accesibilidad desde el espacio público. Esta lesión no solo implica un daño estético, sino que representa un problema urbano asociado a la falta de control y vigilancia sobre el patrimonio edificado (Cabrera 2015). Además, la presencia de pátina en un 1,15 % de la fachada sugiere acumulación de partículas contaminantes, resultado de la exposición prolongada al ambiente urbano y al tráfico vehicular (Ullauri & Solano 2023).

Otras lesiones de menor incidencia son las perforaciones o profundizaciones puntuales (0,40 %) derivadas de la evolución del alveolado (Aguirre Ullauri *et al.* 2024), así como el *pitting* (0,10 %), producto de agentes químicos agresivos presentes en la atmósfera (Romero *et al.* 2022). También se registran reposiciones mal integradas (0,07 %), que muestran diferencias visuales y posibles incompatibilidades materiales; fracturas (0,20 %), asociadas a tensiones estructurales o impactos físicos (Lema & Zhumi 2023) y crecimiento de musgo (0,02 %) producto de la humedad en micro fisuras y juntas expuestas.

En conjunto, este caso refleja un daño severo con lesiones que afectan a la edificación y su estética. Sin embargo, estas afecciones no comprometen directamente la estructura ni la estabilidad del inmueble en esta etapa. Más bien, impactan la protección superficial del revestimiento, facilitando la penetración de humedad y agentes contaminantes. Esta situación puede derivar en una degradación progresiva que, si no se controla, terminará afectando la integridad del material y la estabilidad local. Por este motivo es fundamental implementar medidas de mantenimiento periódico, limpieza especializada no abrasiva y monitoreo preventivo para evitar la evolución hacia daños estructurales más graves. El control temprano es clave para conservar la durabilidad y apariencia del patrimonio arquitectónico (Molina 2016).

- **b) Estado de conservación regular:** en este segundo caso representativo corresponde al edificio [Figura 6h] se presenta una fachada con una superficie total de 62,90 m² en donde se identificó que existe un daño de afección de 9,43 % [Figura 11]. Las lesiones se evidencian en forma de alteración cromática, que representa el 6,66 % de la superficie afectada. Esta patología está asociada a la exposición prolongada a contaminantes atmosféricos en un entorno urbano con presencia de tráfico (Molina 2016), sumado a una orientación Este-Oeste que impide una adecuada exposición solar, dificultando la evaporación de la humedad (Sosa 2013), lo cual favorece el oscurecimiento superficial del travertino y la retención de suciedad en su textura irregular y estructura porosa (Molina 2016). Además, se identifican formas activas de deterioro químico, como el *pitting* (1,49%), generado por la acción de sales y contaminantes ácidos presentes en el aire urbano (González & García 2015). La pátina, que afecta al 0,60 % del área, refuerza esta idea al evidenciar acumulaciones de suciedad y partículas contaminantes en diferentes zonas, posiblemente sin limpieza frecuente (Molina, 2016). También se registran pequeñas ampollas en el 0,24 % de la superficie, producto de humedad atrapada en capas internas o de mala ventilación del paramento (Sosa 2013), y reposiciones mal integradas (0,24 %), que reflejan intervenciones previas con materiales poco compatibles con el travertino original (Lema & Zhumi 2023). Otras lesiones incluyen fisuras (0,06 %), grafiti (0,08 %) en la planta baja debido a la accesibilidad, y musgos (0,05 %) en juntas y fractura donde se retiene agua y polvo (Sotomayor 2020).

En esta fachada, aunque la superficie afectada es menor al 10 %, la variedad y distribución de lesiones sugieren una fachada con daño moderado. Por ello, se recomienda una intervención correctiva y preventiva que incluya limpieza, revisión de las juntas superiores, monitoreo de humedad y control de los materiales de reposición.

- **c) Estado de conservación bueno:** en el tercer caso referencial, correspondiente al edificio [Figura 6a] una fachada con una superficie total de 113,81 m² se identificó un nivel de daño ligero, con un 6,26 % de área afectada [Figura 12]. Las lesiones son puntuales y de bajo impacto material, lo que refleja una buena conservación. La alteración cromática, que representa el 3,73 % de la superficie, es la lesión predominante y está vinculada al envejecimiento natural del material, así como a la

exposición moderada al sol, lo cual provoca una pérdida parcial del color original, sin comprometer su resistencia estructural (Romero *et al.* 2022). También se registra alveolización incipiente (0,92 %), provocada por la alternancia de ciclos de humedad y secado, típica en zonas expuestas sin protección estructural (González & García 2015). La pátina cubre un 0,85 % de la fachada y corresponde a la acumulación superficial de suciedad o contaminantes urbanos, aunque en este caso su distribución es leve y localizada, lo que indica un depósito superficial sin riesgo inmediato, pero que esta puede intensificarse si no se realiza su respectiva intervención (Molina 2016). La disyunción de la película superficial (0,43 %) es una señal de desgaste por limpieza agresiva o erosión, que ha reducido la capa natural de protección del material pétreo (Sosa 2013). Otras lesiones identificadas son erosión (0,17 %), grafiti (0,08 %), signos de vegetación (0,04 %) y craquelado (0,03 %). Estas lesiones, presentan una baja incidencia, requieren seguimiento para evitar su avance; en el caso de la vegetación, esta debe ser retirada.

La fachada se encuentra en un entorno de bajo tráfico, lo que ha favorecido su conservación, y solo requiere mantenimiento regular, limpieza no abrasiva y control de humedad en puntos vulnerables como fisuras o juntas.

c) Planteamiento de estrategias de intervención y conservación

En función del diagnóstico técnico realizado sobre las lesiones identificadas en el travertino del CHC, se han definido estrategias de intervención específicas que priorizan la conservación y el respeto por el material original. La Tabla 2 presenta una sistematización detallada de dichas estrategias, organizadas por categorías de lesión, sus causas probables y las soluciones propuestas. Cada acción ha sido formulada tomando como base los principios establecidos en las normas UNE-EN 41810:2017, que promueve la intervención mínima, la compatibilidad de materiales y la actuación sobre las causas del deterioro, y UNE-EN 16853:2018, que enfatiza la evaluación técnica previa, la eficacia, la sostenibilidad y la trazabilidad de las decisiones. De este modo, se garantiza que las intervenciones no solo respondan al estado actual de los elementos pétreos, sino que además respeten su integridad física, estética y patrimonial.

En este contexto, se plantean tanto estrategias individuales, orientadas a tratar lesiones específicas en el material pétreo, como estrategias conjuntas, que integran acciones coordinadas para abordar de forma holística las patologías presentes en el conjunto arquitectónico. Esta doble aproximación es esencial

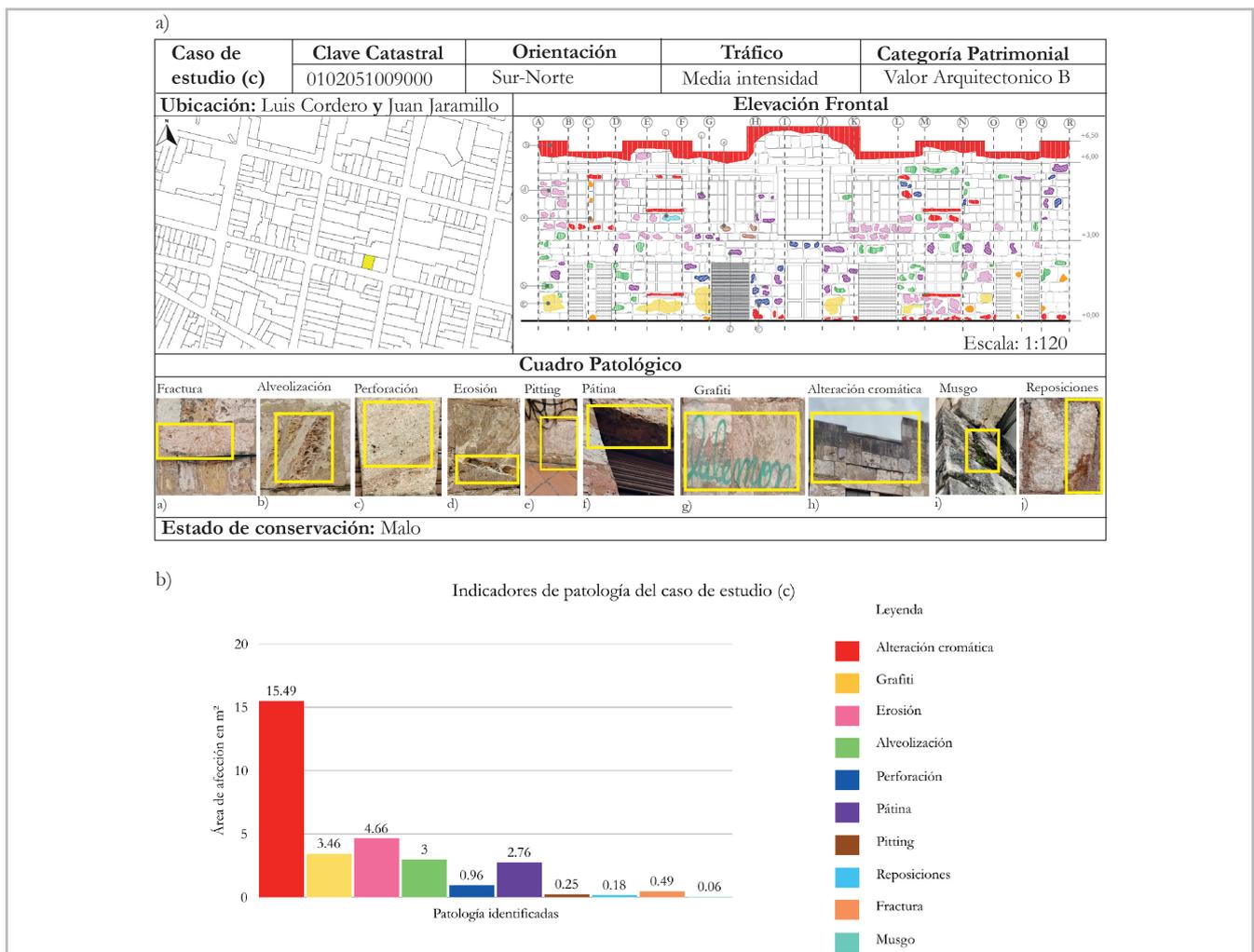


Figura 10.- a) Diagnóstico ilustrado del caso de estudio (c) con estado de conservación malo y b) Distribución de lesiones según área de afectación. Elaboración: Autores

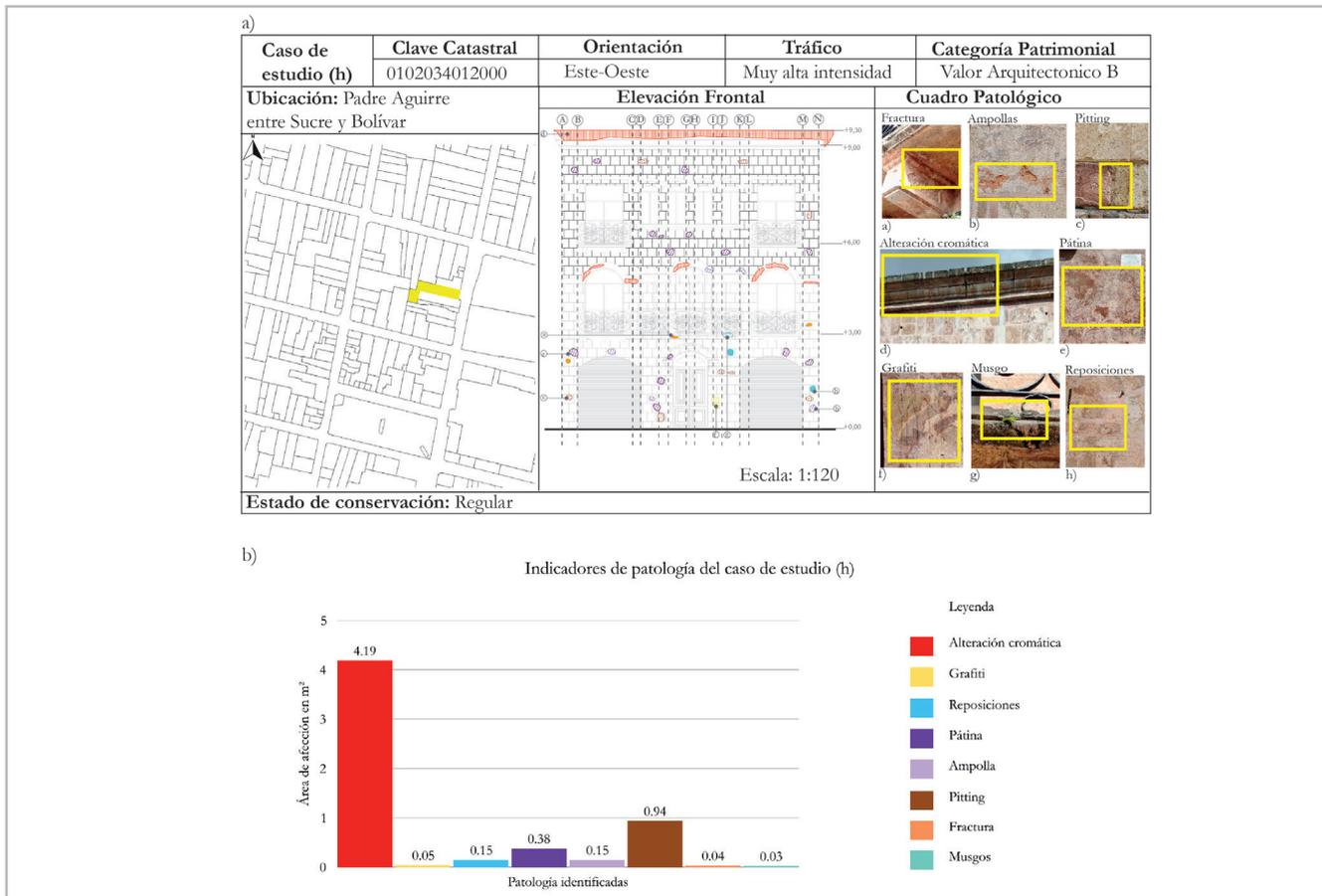


Figura 11.- a) Diagnóstico ilustrado del caso de estudio (h) con estado de conservación regular y b) Distribución de las lesiones según área de afectación. Elaboración: Autores

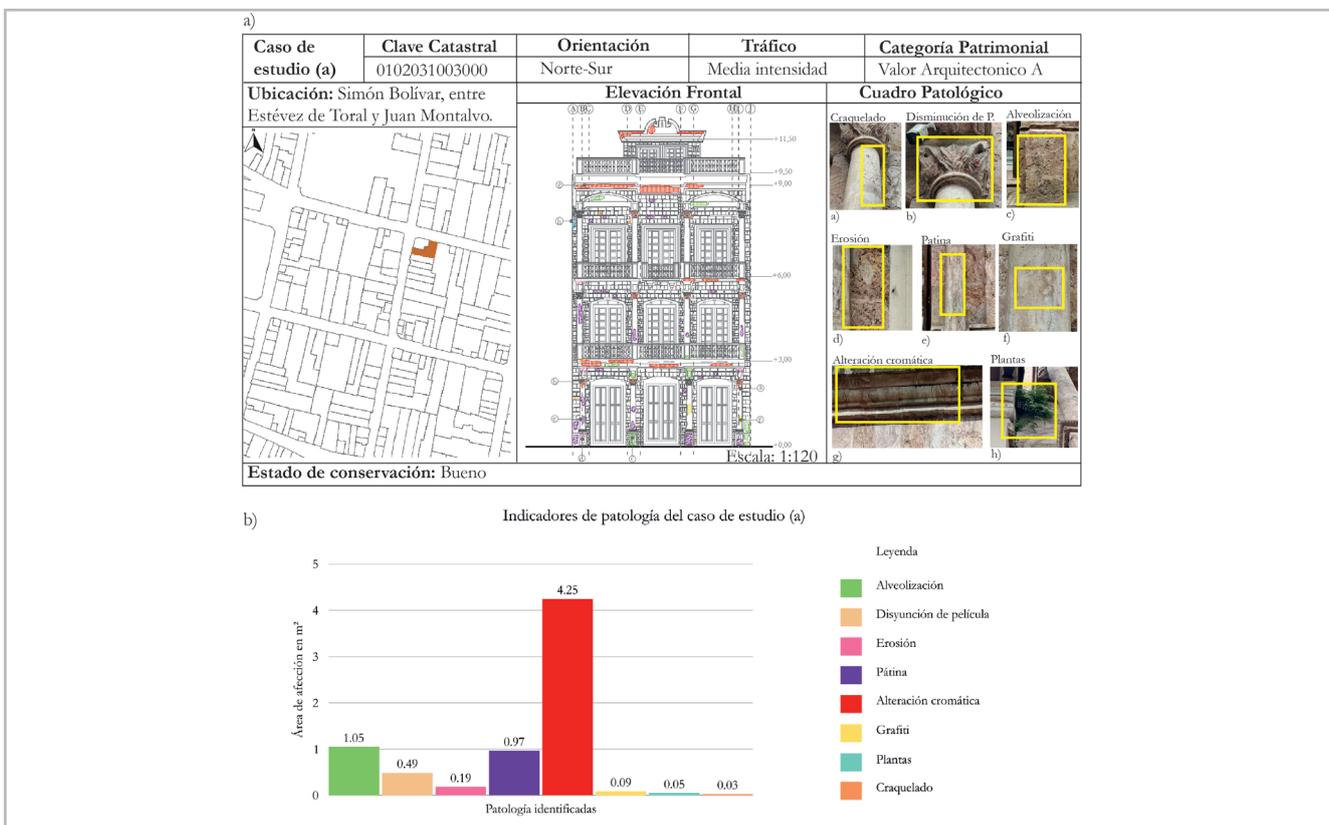


Figura 12.- a) Diagnóstico ilustrado del caso de estudio (c) con estado de conservación malo y b) Distribución de lesiones según área de afectación. Elaboración: Autores.

Categoría	Tipo de lesión	Diagnóstico/ Causa probable	Estrategia de intervención		Criterios técnicos
			Descripción	Tipo	
Grieta y deformación	Fractura	Rotura del tejido pétreo por tensiones: estructurales, asentamientos diferenciales y dilataciones térmicas.	Monitoreo con fisurómetros; sellado con mortero de cal aérea con árido de travertino e inyecciones de cal líquida si hay riesgo estructural.	Estrategia conjunta	1, 2, 4
	Craquelado	Fisuración superficial por envejecimiento del material, variaciones higrótérmicas y contaminación urbana.	Limpieza suave; aplicación de consolidante mineral superficial y monitoreo periódico.	Estrategia individual	2, 3, 4
Desprendimiento	Ampolla	Pérdida de adherencia por presión interna causada por humedad acumulada y cristalización de sales.	Remoción mecánica de capa desprendida; secado superficial; consolidación puntual con producto de base mineral compatible.	Estrategia individual	2, 4, 6
	Descamación	Separación de capas por cristalización de sales y acumulación de humedad en presencia de materiales impermeables.	Eliminación manual de fragmentos sueltos; consolidación con silicato mineral; reconstitución de juntas con mortero de cal y árido fino.	Estrategia individual	2, 6
Rasgos incluidos por pérdida de material	Disyunción de película	Falta de adherencia entre capas de intervenciones anteriores por envejecimiento o incompatibilidad.	Estrategia individual: retiro mecánico cuidadoso; reintegración cromática con veladura de cal pigmentada; monitoreo posterior.	Estrategia conjunta	2, 4, 15
	Estallido	Expansión interna por cristalización salina en profundidad que genera presión y desprendimiento violento del material.	Estrategia conjunta: eliminación de fragmentos; estabilización con mortero de inyección a base de cal; protección superficial con tratamiento hidro repelente transpirable.	Estrategia conjunta	1, 2, 6
Alveolización	Disolución diferencial	Disolución diferencial de la superficie por acción de agua de escurrimiento y viento, favorecida por exposición oeste	Estrategia conjunta: consolidación superficial; instalación de protecciones físicas temporales; rediseño de drenaje con elementos de piedra natural.	Estrategia conjunta	6, 9, 12
	Desgaste superficial	Desgaste superficial continuo por acción del agua y contaminación, con disolución de carbonato cálcico.	Estrategia individual: protección de superficies expuestas; aplicación de recubrimiento de sacrificio compatible; educación comunitaria sobre causas antropicas.	Estrategia individual	3, 9
Perforación	Daño localizado	Daño localizado causado por agentes biológicos o químicos, o por fijaciones metálicas.	Estrategia individual: extracción de elementos ajenos; limpieza manual; relleno con mortero de cal con polvo de travertino.	Estrategia individual	2, 5
	Pitting	Micro erosión provocada por agua ácida o contaminantes que afectan los poros de la piedra.	Estrategia individual: limpieza con micro abrasivos blandos; consolidación puntual con producto mineral; seguimiento.	Estrategia individual	3, 5
Brillo superficial	Acumulación de barnices, ceras o tratamientos anteriores que alteran el aspecto original del travertino.	Estrategia individual: eliminación controlada con disolvente neutro y cepillo suave; aplicación de protección solar compatible si es necesario.	Estrategia individual: limpieza prolongada con agua desionizada; aplicación localizada de agente quelante en gel; neutralización posterior.	Estrategia individual	3, 4, 10
	Costras	Formación de depósitos endurecidos por contaminación urbana en presencia de humedad persistente.	Estrategia individual: no intervención si es superficial; veladura de cal pigmentada si afecta lectura patrimonial.	Estrategia individual	3, 6, 13
Alteración cromática y depósito	Decoloración	Pérdida de color natural por radiación UV o degradación de compuestos minerales superficiales	Estrategia individual: eliminación con gel decapante neutro; si persiste, limpieza físico-química controlada; protección final con barrera reversible.	Estrategia conjunta	4, 5, 10
	Graffiti	Penetración de pigmentos sintéticos en poros abiertos del travertino, producto de vandalismo urbano.	Estrategia individual: limpieza superficial con agua desionizada.	Estrategia conjunta	6, 11
Manchas por humedad	Alteración cromática	Alteración cromática generada por absorción de humedad y migración de sales desde el interior.	Estrategia individual: mejora de ventilación; reparación de juntas con mortero de cal; limpieza superficial con agua desionizada.	Estrategia conjunta	3, 10
	Deposición natural	Deposición natural de partículas y envejecimiento superficial por exposición ambiental prolongada.	Estrategia individual: no intervención si es estable; limpieza con agua osmótica si afecta valor patrimonial.	Estrategia individual	5, 14
Colonización biológica	Liquen	Desarrollo biológico en zonas con sombra, humedad y rugosidad superficial	Estrategia individual: aplicación de biocida específico; remoción manual con herramienta no metálica; seguimiento fotográfico.	Estrategia individual	5, 6, 14
	Musgo	Colonización vegetal por humedad constante, retención de agua en superficies horizontales y falta de ventilación.	Estrategia individual: eliminación manual; aplicación puntual de biocida; mejora de ventilación natural.	Estrategia individual	1, 6
Plantas	Presencia de raíces y vegetación invasiva	Presencia de raíces y vegetación invasiva en fisuras estructurales, favorecida por humedad y abandono.	Estrategia conjunta: eliminación manual de raíces; consolidación estructural del soporte; sellado de fisuras con mortero de cal.	Estrategia conjunta	2, 8, 15
	Sustituciones con materiales ajenos	Sustituciones con materiales ajenos (cerámica, cemento) incompatibles con el travertino.	Estrategia conjunta: retiro controlado; sustitución con piezas de travertino local labrado; integración cromática con veladuras de cal.	Estrategia conjunta	2, 4, 15
Otros	Intervención	Instalación de elementos modernos (tuberías, cables) que alteran la lectura formal y física del bien.	Estrategia conjunta: remoción cuidadosa; sellado de perforaciones con mortero compatible; reintegración estética con cal pigmentada.	Estrategia individual	2, 5, 15
	Incrustación	Introducción de elementos extraños ajenos al sistema constructivo original.	Estrategia individual: extracción mecánica controlada; consolidación superficial; reintegración estética si es necesario.	Estrategia individual	2, 5, 15
1. Estabilidad estructural del soporte. (UNE-EN 41810:2017)	2. Compatibilidad física, química y mineralógica de materiales. (UNE-EN 41810:2017 / 1.6853:2018)	3. Mínima intervención técnica. (UNE-EN 41810:2017)	4. Intervenciones reversibles. (UNE-EN 41810:2017)	5. Tratamientos puntuales y localizados. (UNE-EN 41810:2017)	
6. Actuación sobre las causas del deterioro. (UNE-EN 41810:2017 / 1.6853:2018)	7. Capacidad de mantenimiento posterior. (UNE-EN 41810:2017)	8. Evaluación técnica y trazabilidad documental. (UNE-EN 1.6853:2018)	9. Prevención y sostenibilidad a largo plazo. (UNE-EN 1.6853:2018)	10. Respeto por la apariencia y envejecimiento del material. (UNE-EN 41810:2017)	
11. Control de humedad y drenaje. (UNE-EN 41810:2017)	12. Compatibilidad con la porosidad del travertino. (UNE-EN 41810:2017)	13. Secuencia de intervención (de menos a más invasiva). (UNE-EN 1.6853:2018)	14. Control biológico no agresivo. (UNE-EN 41810:2017)	15. Reintegración estética cromática o volumétrica. (UNE-EN 1.6853:2018)	

Tabla 2.- Propuesta técnica preliminar

para asegurar la eficacia a largo plazo de la conservación, tal como señalan investigadores como Goffredo & Munafò (2015), quienes resaltan la importancia de combinar intervenciones localizadas con medidas integrales en la conservación de materiales pétreos como el travertino.

Conclusiones

Los objetivos planteados en esta investigación fueron alcanzados satisfactoriamente, al lograrse la identificación, documentación y diagnóstico técnico ilustrado de las patologías presentes en diez fachadas patrimoniales revestidas con travertino en el CHC. Los resultados confirman que, el deterioro del travertino está fuertemente condicionado a la sinergia entre factores ambientales como la elevada humedad relativa, la escasa exposición solar y las precipitaciones concentradas y factores antrópicos como la alta presión del tráfico urbano, el uso intensivo del espacio público, así como las intervenciones técnicas inadecuadas, es decir, factores antrópicos. Esta relación directa destaca que den todos los casos presentan alteración cromática, el 90 % mostró pérdida de material y grietas, mientras que el 50 % evidenció desprendimientos y el 40 % intervenciones humanas y colonización biológica.

En cuanto al estado de conservación, se establecieron tres niveles claramente diferenciados, los cuales pueden ser aplicables a otros edificios patrimoniales y materiales históricos. El estado de conservación malo presenta, el 13 % de superficie afectada, evidenciando lesiones generalizadas activas que requieren intervención urgente. También se evidenció el estado de conservación regular, el cual presentó el 9,4 % del área afectada, con patología en evolución que requieren medidas preventivas y seguimiento técnico especializado. Asimismo, el estado de conservación bueno, con afectaciones del 6,2 % del área, y lesiones puntuales, evidencia que estas pueden controlarse con acciones mínimas y mantenimiento periódico. Esta clasificación aporta un enfoque claro para priorizar acciones y revela el comportamiento diferencial del travertino según su diseño arquitectónico, exposición y uso. Además, permite interpretar de forma contextualizada cómo la patología afecta no solo la materia, sino también al valor simbólico, histórico y estético de los inmuebles patrimoniales, ampliando el marco teórico vigente sobre la conservación de materiales pétreos en entornos urbanos ecuatorianos, de manera particular. Es decir, las alteraciones como el grafiti, las incrustaciones no técnicas y la pérdida de material distorsionan la lectura histórica de las fachadas, rompen la autenticidad del lenguaje arquitectónico y debilitan el vínculo cultural entre la comunidad y su patrimonio construido, afectando así su carga simbólica como referente de identidad colectiva y memoria urbana.

Desde el punto de vista académico y profesional, esta investigación representa una contribución significativa. Teóricamente, refuerza la necesidad de estudiar el travertino no solo como un recurso geológico o material de revestimiento, sino como parte del sistema patrimonial urbano, expuesto a condiciones que lo degradan progresivamente. Metodológicamente, introduce una aplicación estructurada de la herramienta Art Risk, integrando la

evaluación de estado de conservación con criterios contextuales, lo cual es replicable en otros asentamientos históricos. Prácticamente, propone estrategias de conservación sustentadas en la intervención mínima, uso de materiales compatibles y trazabilidad técnica, lo cual fortalece las capacidades locales de manejo patrimonial y orienta acciones preventivas desde el ámbito municipal, técnico y comunitario.

A pesar de lo previo, el estudio presenta limitaciones que se corresponde con el alcance planteado, sin embargo, ofrecen múltiples escenarios para desarrollar futuras investigaciones. Por ejemplo, si bien el número de casos analizados es reducido respecto al total del inventario patrimonial del CHC, el contar con el presente trabajo, incluyendo su metodología pormenorizada, es factible ampliar al universo de casos a otros edificios que usan travertino local en su fachada, incluso fuera del CHC. Además, con esta base es factible plantear un plan integral de caracterización del travertino en función de la problemática detectada, así como proyectar un posible proceso de monitoreo en tiempo real de aquellos cuadros patológicos críticos. Como queda en evidencia, las limitaciones se proyectan hacia el quehacer académico y profesional amplio cuyo abordaje no puede ceñirse a aportaciones autónomas, por el contrario, suponen esfuerzos conjuntos capaces de fortalecer el conocimiento técnico, avanzar en la formulación de normativas adaptadas al contexto local y consolidar una política de conservación preventiva sostenible para el patrimonio arquitectónico del CHC.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Católica de Cuenca por la formación académica brindada, la cual ha sido fundamental para el desarrollo y ejecución de esta investigación. Reconocemos el valor de este acompañamiento institucional que ha fortalecido nuestro compromiso con la excelencia profesional.

Bibliografía

- ALONSO, F. J., ESBERT, R. M., ORDAZ, J., & VÁZQUEZ, P. (2006). Análisis del deterioro en los materiales pétreos de edificación = Analysis of Stone Material Damages in Buildings. *Revista electrónica ReCoPar*, 3: 23–32. <https://polired.upm.es/index.php/recopar/article/view/2131>
- ACHIG BALAREZO, M. C., ZÚÑIGA LÓPEZ, M., BALEN, K. V., & ABAD RODAS, M. L. (2013). Sistema de registro de daños para determinar el estado constructivo en muros de adobe. *Maskana*, 4 (2): 71–84. <https://doi.org/10.18537/mskn.04.02.06>
- ACHIG BALAREZO, M., ZÚÑIGA, M., GARCÍA, G., AGUIRRE, A., GALÁN, N. BARSALLO, G. & BRIONES, J. (2016). "Altas de Daños. Edificaciones Patrimoniales de Cuenca". *Proyecto vIirCPM*. Universidad de Cuenca. <https://vIircpm.ucuenca.edu.ec/publicaciones/atlas-de-danos-edificaciones-patrimoniales-de-cuenca/>
- AGUIRRE ULLAURI, M. DEL C. (2021). *Materiales históricos, lectura histórica constructiva y caracterización. El caso de Cuenca* (Ecuador). https://oa.upm.es/69331/1/MARIA_DEL_CISNE_AGUIRRE_ULLAURI.pdf

- AGUIRRE ULLAURI, M. DEL C., CABRERA MEJÍA, J. B., GUERRERO GRANDA, C. E., & LÓPEZ SUSCAL, M. (2024). Incidencia de factores ambientales en fachadas de travertino de edificios patrimoniales del centro histórico de Cuenca-Ecuador. Un escenario de prueba mediante el Procesamiento Digital de Imágenes. *Ge-Conservación*, 25(1): 80–95. <https://doi.org/10.37558/gecv25i1.1293>
- AGUIRRE ULLAURI, M. DEL C., CASTILLO CARCHIPULLA, E. M., & LÓPEZ LEÓN, D. M. (2020). Diagnóstico de materiales y lesiones en las fachadas del centro histórico de Cuenca (Ecuador). *Ge-Conservación*, 17(1): 47-63. <https://doi.org/10.37558/gecv17i1.682>
- AGUIRRE ULLAURI, M. DEL C., CORTÉS AGUIRRE, A. A., & ZAMORA CEDEÑO, G. M. (2020). Estratigrafía constructiva y lesiones patológicas. Diacronía y coexistencia de materiales en la arquitectura del centro histórico de Cuenca (Ecuador). *Arqueología de la Arquitectura*, (17), e093. <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2020.002>
- AGUIRRE ULLAURI, M. DEL C., LÓPEZ SUSCAL, M., MORENO FALCÓN, M., ORTIZ, R. & ORTIZ, P. (2024a). *Modelos ART-RISK 1 y ART-RISK 3: propuesta de implementación en el caso de Cuenca, Ecuador*. En Garzón-Vera, B (coord.). *Uso de tecnologías para la gestión y preservación de bienes patrimoniales*. 120-145. <https://doi.org/10.17163/abyaups.78.570>
- ALONSO, F. J., ESBERT, R. M., ORDAZ, J., & VÁZQUEZ, P. (2006). *Análisis del deterioro en los materiales pétreos de edificación*—Analysis of Stone Material Damages in Buildings. <https://polired.upm.es/index.php/recopar/article/view/2131/2209>
- ALONSO, F., ORDAZ, J., & ESBERT, R. (2014). *Indicadores del deterioro en los materiales pétreos de edificación. Clasificación y análisis de los daños*. https://www.researchgate.net/publication/260652114_Indicadores_del_deterioro_en_los_materiales_petros_de_edificacion_Clasificacion_y_analisis_de_los_danos
- ARNOLD, A., & ZEHNDER, K. (1991). *Monitoring wall paintings affected by soluble salts*. En S. Cather (Ed.), *The Conservation of Wall Paintings: Proceedings of a Symposium organized by the Courtauld Institute of Art and the Getty Conservation Institute*, London, July 13–16, 1987 (103–135). Getty Conservation Institute. https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/monitoring.pdf
- ARENCEBIA, S., PÉREZ, L., & CUÉTARA P. (2020). *Clasificación del deterioro de fachadas de piedra en construcciones coloniales cubanas*. https://www.researchgate.net/publication/343418926_Clasificacion_del_deterioro_de_fachadas_de_piedra_en_construcciones_coloniales_cubanas
- ARCOM, COORDINACIÓN GENERAL DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN MINERA (2016). *Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero*. Quito. <https://www.arcom.gob.ec/recursos-geologicos-y-mineros-del-ecuador.html>
- AVILÉS, J., & BARZALLO, B. (2016). *Caracterización de suelos del centro histórico de la ciudad de Cuenca mediante métodos geofísicos*. Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/24201>
- BORRERO, A (2018). *América Latina: Espacios urbanos, arquitectónicos y visualidades en transición. 1860- 1940*. 243- 274 https://www.researchgate.net/publication/332138468_Transformaciones_y_modernizacion_en_Cuenca_1920_-_1950
- BUSTAMANTE, A. (2021). Caracterización del viento y la temperatura aparente en los cañones urbanos del centro histórico de Cuenca, Ecuador. *Conservar Patrimonio*, 36: 90–105. <https://doi.org/10.14568/cp2019034>
- CABRERA GARCÍA, M. S. (2015). *Urbanismo y arte no convencional: el grafiti en Cuenca-Ecuador* (Tesis de Maestría). Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22861>
- CAMUFFO, D. (2014). "Microclimate for Cultural Heritage: Conservation and Restoration of Indoor and Outdoor Monuments" (2.ª ed.). *Elsevier*. <https://www.sciencedirect.com/book/9780444563750/microclimate-for-cultural-heritage>
- CORREA, M (2023). Biodeterioro de materiales: estudio de casos para su abordaje. <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/15175>
- CORNEJO, P. I. (2016). *Depósitos Minerales No Metálicos del Ecuador*. Escuela Politécnica Nacional - Ingeniería Geológica - Geología del Ecuador. Quito, Ecuador. <https://www.researchgate.net/publication/317613312>
- CHAFETZ, H. S., & FOLK, R. L. (1984). Travertines: depositional morphology and the bacterially constructed constituents. *Journal of Sedimentary Research*, 54(1): 289-316. <https://doi.org/10.1306/212F8407-2B24-11D7-8648000102C1865D>
- DEMIRFAG, S. (2013). Effects of freezing–thawing and thermal shock cycles on physical and mechanical properties of filled and unfilled travertines. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.06.045>
- ESPINOZA, M., & ABAD, P. (2003). La Cité Cuencana: el afrancesamiento de Cuenca en la época republicana 1860-1940. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5992>
- FASSINA, V. (1996). Atmospheric pollutants responsible for stone decay: wet and dry surface deposition on stone and the formation of black scabs. En *Proceedings, International Symposium on Environmental/Climate Effects on Building Materials*, Rome (pp. xx–xx). UNESCO. https://www.academia.edu/42872086/125_Atmospheric_pollutants_responsible_for_stone_decay_in_monuments
- FASSINA, V. (1998). "Stone decay and conservation: Atmospheric pollution, cleaning, consolidation and protection". UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000113064>
- FERNÁNDEZ, N., SÁNCHEZ, R., & CASTELLÁ, B. (2023). *Metodología de diagnóstico y levantamiento para la conservación de edificios históricos*. PNUD. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-12/metodologia_conservacion_edificios_historicos-resiliencia_urbana_002.pdf
- GARCÍA, L., & GUERRERO, L. (2023). *Acciones de conservación sostenible para el sitio arqueológico de Ingapirca*, Ecuador. https://www.researchgate.net/publication/381306828_Acciones_de_conservacion_sostenible_para_el_sitio_arqueologico_de_Ingapirca_Ecuador
- GARCÍA DEL CURA, M.Á., BENAVENTE, D., MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, J., & CUETO, N. (2012). Estructuras sedimentarias y propiedades físicas en piedra de construcción de travertino y toba carbonatada. *Construcción y Materiales de Construcción*, 28, 456-467. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.08.042>

- GARRIDO, X.Y. (2017). *Plan de conservación y mantenimiento preventivo de las ornamentaciones de las fachadas de las casas del centro histórico de Cuenca de los siglos XIX-XX* [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. <https://dspace.uca.edu.ec/handle/123456789/28120>
- GOFFREDO, G. B., & MUNAFÒ, P. (2015). Preservation of historical stone surfaces by TiO₂ nanocoatings. *Heritage Science*, 3(1): 1-12. https://www.researchgate.net/publication/307698220_Preservation_of_Historical_Stone_Surfaces_by_TiO2_Nanocoatings
- GÓMEZ-VILLALBA, LS, FORT, R., & ÁLVAREZ DE BUERGO, M. (2020). Conservación del travertino en patrimonio arquitectónico. *Revista de Obras Públicas*, 167 (3621): 24-31. https://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2020/2020_ROP_3621_04.pdf
- GÓMEZ, F. J., & LARA, M. (2020). *Indicadores del deterioro en los materiales pétreos de edificación: clasificación y análisis de los daños*. https://www.researchgate.net/publication/260652114_Indicadores_del_deterioro_en_los_materiales_petros_de_edificacion_Clasificacion_y_analisis_de_los_danos
- GONZÁLEZ, J., & GARCÍA, M. (2015). Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y medidas de control. *Tecnología en Marcha*, 28(3), 127-137. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v28n3/0379-3982-tem-28-03-00127.pdf>
- ICOMOS (2004). *Glosario ilustrado de formas de deterioro de la piedra*. https://openarchive.icomos.org/id/eprint/2089/1/spanish_glossary.pdf
- ICOMOS-ISCs (2008). *Illustrated glossary on stone deterioration patterns* (V. Vergès Belmin, Ed.) [Monuments and Sites, Vol. XV]. *ICOMOS International Scientific Committee on Stone*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000183556>
- ICOMOS (2011). *Lineamientos para las evaluaciones de impacto en el patrimonio relativas a los bienes del Patrimonio Mundial cultura*. https://www.iccom.org/sites/default/files/2020-02/2011_icomos_heritage_impact_assessment_guidelines_esp.pdf
- INER & SYR Geociencia S.A. (2014). *Evaluación preliminar del Sistema Geotermal de Baños Cuenca. Informe Técnico*. https://www.geoenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/02/informe_final_compilado_140519.pdf
- JARA, M. & ALMEIDA, E. (2019). La necrópolis prehispánica de La Florida en Quito, Ecuador: nuevas interpretaciones sobre su contexto cultural. *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*, 48 (2): 75-94. <https://doi.org/10.4000/bifea.3931>
- JIMÉNEZ, C., CABRERA, E., SÁNCHEZ, D., & AVILÉS, F. (2018). Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la ciudad de Cuenca: lineamientos generales y avances del proyecto. *Maskana*, 9(1): 59-78. <https://doi.org/10.18537/mkana.09.01.07>
- JIMÉNEZ, H., SÁNCHEZ, R., & ROBLES, J. (2023). El tecali, un tipo de travertino: petrografía y uso arqueológico. *Arqueología*, 29: 85-99. <https://doi.org/10.1016/j.arqueologia.2023.02.004>
- JIMÉNEZ, R. (2013). Diagnóstico Ambiental de la actividad minera de materiales pétreos en las canteras del sector de CALDERÓN, provincia de PICHINCHA. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6169>
- KARACA, Z. (2010). Water absorption and dehydration of natural stones versus time. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.10.029>
- KAMISLIOGLU, M., KOCAK, I., BUYUK, B. et al. (2024). Investigation of natural and artificial radioactivity levels in travertines of the Cappadocia region in Turkey. *Environ Geochem Health*, 46, 181. <https://doi.org/10.1007/s10653-024-01963-y>
- LARA CALDERÓN, M. L., SANZ ARAUZ, D. & DEL PINO MARTÍNEZ, I. (2020). Morteros históricos en las construcciones de Quito de los siglos XVI, XVII y XVIII. *Ge-Conservación*, 17(1): 71-81. <https://doi.org/10.37558/gecv1711.687>
- LEMA, M. J., & ZHUMI, L. S. (2023). REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES. Caso de estudio edificación en el centro histórico de Cuenca. Universidad Católica de Cuenca. <https://repositorio.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12345>
- LEMA LEMA, M. J., & ZHUMI, L. S. (2023). Rehabilitación estructural de edificaciones patrimoniales. Caso de estudio edificación en el centro histórico de Cuenca. Universidad Católica de Cuenca. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/16338DspaceUCACUE+1DspaceUCACUE+1>
- LÓPEZ, J., & RAMÍREZ, P. (2022). Fotogrametría para la conservación-restauración de bienes culturales. https://www.academia.edu/38987034/Fotogrametr%C3%ADa_para_la_conservaci%C3%B3n_restauraci%C3%B3n_de_bienes_culturales
- LUGO, J. (1989). *Diccionario geomorfológico*. <https://www.cervantesvirtual.com/research/diccionario-geomorfolgico-1223907/94e0434a58c1-4a31-be64-341c1dcef1be.pdf>
- MEJÍA, A., & ORTEGA, G. (2019). Grafiti ¿Arte que resalta o denigra los monumentos arquitectónicos y la ciudad? <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7144115>
- MÉNDEZ, R., PÉREZ, L., & TORRES, S. (2021). Escaneado en 3D y prototipado de piezas arqueológicas: Las nuevas tecnologías en el registro, conservación y difusión del patrimonio arqueológico. https://www.academia.edu/1376595/Escaneado_en_3D_y_prototipado_de_piezas_arqueol%C3%B3gicas_las_nuevas_tecnolog%C3%ADas_en_el_registro_conservaci%C3%B3n_y_difusi%C3%B3n_del_Patrimonio_Arqueol%C3%B3gico
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES. (2021). *Depósitos minerales no metálicos del Ecuador*. Quito, Ecuador. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/recursos-geologicos-y-mineros-del-ecuador/>
- MOLINA PIERNAS, E. (2016). *Influencia del sistema poroso y del acabado superficial en la durabilidad de areniscas y travertino explotados en Andalucía y utilizados en construcción* (Tesis doctoral). Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/40320>
- MORENO, M., ORTIZ, R., CAGIGAS-MUÑOZ, D., BECERRA, J., MARTIN, J. M., PRIETO, A. J. & 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-MUÑOZ, D., BECERRA, J., GARRIDO-VIZUETE, M. D. L. A., SEGURA, D., MACÍAS-BERNAL, J. M., CHÁVEZ, M. J. & 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, R., & 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>
- ORTIZ, P., ANTÚNEZ, V., MARTÍN, J. M., ORTIZ, R., VÁZQUEZ, M. A., & 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, R. (2014). *Análisis de vulnerabilidad y riesgos en edificios singulares de Sevilla* (Tesis doctoral, Universidad Pablo de Olavide). <https://investiga.upo.es/documentos/5eb2893629995203e24107a5>
- ORTIZ, R. & 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>
- ORTIZ CALDERÓN, R., ORTIZ, P., VÁZQUEZ, M. A. & 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>
- ÖZKUL, M., KELE, S., & ALTUNEL, E. (2014). Geological and environmental conditions affecting travertine in Denizli, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 71(1): 377-393. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2453-5>
- PUCAR, J. (1995). La marmolería en Cuenca y su área de influencia. [Trabajo de titulación de pregrado, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/14981>
- PIEDRALANDÍVAR, C. (2008). Soluciones a daños en edificaciones patrimoniales construidas con tecnologías tradicionales (Tesis de Maestría). Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/16744>
- RESCIC, S., FRATINI, F., CUZMAN, OANA & SACCHI, B. (2024). Uso histórico del travertino en la arquitectura toscana (Italia). *Patrimonio*, 7 (1): 338-365. <https://doi.org/10.3390/heritage7010017>
- RODRÍGUEZ NAVARRO, C., JIMÉNEZ LÓPEZ, C., & SCHERER, G.W. (2003). Conservation of ornamental stone by *Myxococcus xanthus*-induced carbonate biomineralization. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(4): 2182-2193. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.4.2182-2193.2003>
- RODRÍGUEZ, A., PÉREZ, L., & GÓMEZ, C. (2019). Evaluación del deterioro del travertino en edificios históricos. *Materiales de Construcción*, 69 (334): e187. <https://doi.org/10.3989/mc.2019.08718>
- RODRÍGUEZ, A. E. C., TABÁRES, L. H., ABREU, I. O., NÁPOLES, D. R., & VAN ESPEN, P. (2021). Incidencia de factores ambientales en fachadas de travertino de edificios patrimoniales en el centro histórico de Cuenca-Ecuador: un escenario de prueba mediante el procesamiento digital de imágenes. *Geconservación*, (25): 80-95. <https://doi.org/10.37558/gecv25i1.932>
- RODRÍGUEZ, C., PÉREZ, M., & GARCÍA, J. (2021). Efectos de la contaminación atmosférica en la alteración de materiales pétreos patrimoniales. *Revista Internacional de Conservación del Patrimonio*, 17(2): 85-102. <https://doi.org/10.1234/ricp.v17i2.4567>
- ROMERO BASTIDAS, M., AGUIRRE ULLAURI, M. DEL C., RAMÍREZ BUSTAMANTE, J., VARGAS VALLEJO, M., & CASTILLO CARCHIPULLA, E. (2022). The quantification of physico-mechanical properties and durability of onyx-travertines from Santa Ana de los Ríos de Cuenca, Ecuador. *Heritage Science*, 10, Article 194. <https://doi.org/10.1186/s40494-022-00826-yNature>
- ROMERO BASTIDAS, M., AGUIRRE ULLAURI, M., RAMÍREZ, J. VARGAS, M., & CASTILLO, E. (2022). The quantification of physico-mechanical properties and durability of onyx-travertines from Santa Ana de los Ríos de Cuenca, Ecuador. <https://www.nature.com/articles/s40494-022-00826-y>
- RUÍZ, R., ALONSO, E., MORALES, A., MARTÍNEZ, W., CHÁVEZ, H., ARREOLA, M., BORREGO, J., NAVARRETE, M., & VELAZQUEZ, J. (2023). Environmental Decay of Ignimbrite Patrimonial Monuments in the Dry, Urban, and Non-Industrial Atmosphere of Morelia (México). <https://www.mdpi.com/2571-9408/6/3/167>
- SÁNCHEZ BONILLA, MI, VIÑA RODRÍGUEZ, FJ, OROPESA HERNÁNDEZ, T., ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, JA, PÉREZ JIMÉNEZ, M., SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, A.-J., & CAMPOS DE ARMAS, A. (2022). Travertinos en formación. Aplicaciones creativas, sostenibles y saludables del aragonito depositado por aguas provenientes de galerías-minas. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/anales/article/view/4430>
- SÁNCHEZ, R., & ROBLES, J. (2022). Análisis del deterioro en los materiales pétreos de edificación. *Revista de Conservación del Patrimonio*, 15(2), 45-59. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2022.05.008>
- SOSA, M. E. (2013). Impacto energético de estrategias arquitectónicas en fachadas de oficinas en clima cálido húmedo. Casos: orientación-proporción cerramientos translúcidos/opacos (Tesis de maestría). Universidad Central de Venezuela. <https://saber.ucv.ve/bitstream/10872/18425/1/2013%20Maria%20Eugenia%20Sosa%20G..pdf>
- SOTOMAYOR, C. (2020). Entendiendo a las fisuras y grietas en las estructuras de concreto. *Consultcreto*. <https://consultcreto.com/wp-content/uploads/2024/12/ENTENDIENDO-A-LAS-FISURAS-Y-GRIETAS-EN-LAS-ESTRUCTURAS-DE-CONCRETO.pdf>
- TAVARES, M., MAGALHAES, A., VEIGA, R., & AGUIAR, J. (2021). Métodos de diagnóstico para revestimientos de edificios antiguos. *Journal of Architectural Conservation*, 27(3): 123-139. <https://doi.org/10.1080/13556207.2021.1890123>
- UNESCO. (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. <https://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>
- UNESCO. (2023). Periodic Reporting of Historic Centre of Santa Ana de los Ríos de Cuenca. World Heritage Convention. <https://whc.unesco.org/en/list/863/documents/>
- UNE-EN 41805-10 IN:2009. Diagnóstico de edificios. Parte 10: Estudio patológico del edificio. Fachadas no estructurales. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0044406>

UNE-EN 15898:2011. Conservación del patrimonio cultural. Principales términos generales y definiciones. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0049099>

UNE-EN 16096:2016. Conservación del patrimonio cultural. Inspección del estado e informe del patrimonio cultural construido. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0056786>

UNE-EN 41810: 2017. Conservación del patrimonio cultural. Criterios de intervención en materiales pétreos. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0057969>

UNE-EN 16853:2018. Conservación del patrimonio cultural. Proceso de conservación. Toma de decisiones, planificación e implementación. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0060734>

ULLAURI VÁSQUEZ, C. M., & SOLANO PELÁEZ, J. L. (2023). Análisis de conservación de la envolvente en viviendas del Centro Histórico de Cuenca, en base a tecnología fotocatalítica. *ConcienciaDigital*, 6(1), 45–60. <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1631>

UROSEVIC, M., PARDO, E., CARDELL, C. (2010). Rough and polished travertine building stone decay evaluated by a marine aerosol ageing test. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.01.011>

VALVERDE, J., VARGAS, C., ACHAHUI, C., & RODRIGUEZ, D. (2021). Inhibición del crecimiento de líquenes y musgos en elementos líticos usados en la construcción de fachadas de iglesias patrimoniales cusqueñas aplicando nanoburbujas de aire. *Ge-Conservación*, 19(1): 20-30. <https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.812>

VENIELE, F., SETTI, M., LODOLA, S. (2008). Diagnóstico del deterioro de la piedra en el patrimonio construido. Datos y perspectivas. https://www.researchgate.net/publication/250311593_Diagnostico_del_deterioro_de_la_piedra_en_el_patrimonio_construido_Datos_y_perspectivas

VILLAVICENCIO, D., PATIÑO, L., & VARGAS, M. (2021). Evaluación del deterioro del travertino en fachadas patrimoniales mediante procesamiento digital de imágenes: Caso centro histórico de Cuenca. *Revista Ge-Conservación*, 19: 129-142. <https://doi.org/10.37558/ge-iic.19.1293>

WARSCHEID, T., Y BRAAMS, J. (2000). Biodeterioro de la piedra: una revisión. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 46 , 343–368. [https://doi.org/10.1016/S0964.8305\(00\)00109.8](https://doi.org/10.1016/S0964.8305(00)00109.8)

WEATHERSPARK (2025). Clima promedio en Cuenca. https://es.weatherspark.com/y/19348/Clima-promedio-en-Cuenca-Ecuador-durante-todo-ela%C3%B1o#google_vignette:E

YIN, R. K. (2018). Case study research and applications: Design and methods (6th ed.). *SAGE Publications*. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/case-study-research-and-applications/book250150>

Autor/es



Catalina Beatriz Chimborazo Espinoza

catalina.chimborazo.00@est.ucacue.edu.ec

Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Ecuador

<https://orcid.org/0009-0009-6306-2253>

Estudiante de la Universidad Católica de Cuenca. Ha realizado prácticas preprofesionales en el proyecto denominado Plan de Espacios Públicos vías PEP de la Fundación Municipal El Barranco, así como en el proyecto denominado Levantamiento de información dentro del perímetro urbano del cantón Cuenca de la Asociación de Corredores de Bienes Raíces del Azuay – ACBIR, Azuay. También ha participado en el proyecto de Vinculación con la Sociedad denominado Plan integral de asistencia técnica de espacios en los centros educativos de las provincias de Azuay y Cañar de la Coordinación Zonal de Educación Zona 6.



Jenny Fabiola Peralta Viñansaca

jenny.peralta.89@est.ucacue.edu.ec

Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Ecuador

<https://orcid.org/0009-0007-9954-767X>

Estudiante Arquitectura de la Universidad Católica de Cuenca. Ha realizado prácticas preprofesionales en el proyecto denominado Plan de Espacios Públicos vías PEP de la Fundación Municipal El Barranco, así como en el proyecto denominado Levantamiento de información dentro del perímetro urbano del cantón Cuenca de la Asociación de Corredores de Bienes Raíces del Azuay – ACBIR, Azuay. También ha participado en el proyecto de Vinculación con la Sociedad denominado Plan integral de asistencia técnica de espacios en los centros educativos de las provincias de Azuay y Cañar de la Coordinación Zonal de Educación Zona 6.



María del Cisne Aguirre Ullauri

maguirreu@ucacue.edu.ec

Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-3179-7839>

Arquitecta, Máster Universitario en Conservación y Restauración del Patrimonio Arquitectónico. Doctora en Patrimonio Arquitectónico por la Universidad Politécnica de Madrid (España). Docente Investigadora de la Universidad Católica de Cuenca (Ecuador). Miembro de los Grupo de Investigación CAT –Ciudad, Ambiente y Tecnología- y Ciencia & Diversidad de la Universidad Católica de Cuenca, la Red Ecuatoriana de Mujeres Científicas (REMCI), ICOMOS Internacional, la Red de Patrimonio Histórico + Cultural Iberoamericano (Red PHI) y la Organization for Women in Science for the Developing World (OWSD).

Artículo enviado 12/06/2025
Artículo aceptado el 27/08/2025



<https://doi.org/10.37558/gec.v26i1.1410>