

# Clasificación del deterioro de fachadas de piedra en construcciones coloniales cubanas

## Classification of the deterioration of stone façades in Cuban colonial buildings

### Resumen

Las construcciones históricas de piedra en Cuba se encuentran expuestas a factores ambientales que atentan contra la integridad y los valores de patrimonio cultural. A pesar de las actuaciones de conservación y restauración practicadas, surgen nuevos signos de alteración y/o similares a los que presentaban antes de la intervención. El objetivo del presente trabajo consistió en elaborar una propuesta de clasificación del deterioro en fachadas y paramentos pétreos de edificaciones de valor cultural, en concordancia con la terminología mundialmente empleada. Se adoptaron posiciones de investigadores de reconocida autoridad en el tema, incorporando puntos de vistas propios, adecuándolos al tipo de piedra y a las condiciones específicas del entorno del sitio, La Habana Vieja, declarada Patrimonio Mundial por la UNESCO. Se utilizó el método de investigación integrado multimodal o mixto, una combinación del enfoque cualitativo y el cuantitativo, que permitió dilucidar los signos de alteración y deterioro en diferentes escalas medioambientales y como resultado, la propuesta de una terminología adaptable al contexto cubano.

**Palabras clave:** fachadas pétreas, deterioro, terminología, medioambiente, patrimonio construido.

#### Abstract:

The historic stone buildings in Cuba are under environmental factors that affect their integrity and cultural heritage values. In spite of the practices of conservation and restoration, may appear new signs of alteration and/or similar to the previous ones that existed before the refurbishment. The objective of the present work involved a proposal of classification of the alteration and deterioration of stone in façades and walls of buildings with given cultural values, taking into account the worldwide terminology widely used. It assumed researchers' positions of recognized authority in the topic, setting up the authors' points of view, adapted to the specific conditions of the site, Old Havana, declared World Heritage by UNESCO. It was used the integrated multi-modal fact-finding method, a combination of qualitative and quantitative focuses, that allowed elucidating the relation with the factors of deterioration in different environmental scales and as result, an adaptable terminology to the Cuban context.

**Keywords:** stone facades, deterioration, terminology, environment, built heritage.

#### Autores:

**Sergio Raymant Arencibia-Iglesias\***  
sergio@sangeronimo.ohc.cu

**Lucrecia Pérez-Echazábal\*\***  
lucrecia0355@yahoo.com.mx

**Pedro Cuétara-Pérez\*\*\***  
pedro.r.cuetara@gmail.com

\*Universidad de La Habana

\*\*Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

\*\*\*Colegio Universitario San Gerónimo de La Habana

Cuba  
México

Recibido: 17/Abr/2020

Aceptado: 21/Jul/2020

## 1. Introducción

El Centro Histórico La Habana Vieja, declarado Patrimonio Mundial en 1982, alberga un valioso legado cultural arquitectónico construido con materiales pétreos naturales, erigidos entre los siglos XVI y XIX. Estas construcciones exhiben el arte de cantería de sus muros exteriores, característica que les aporta gran singularidad dentro del contexto, pero que, a su vez, conlleva a procesos patológicos que afectan la integridad de reconocidos exponentes de la arquitectura colonial cubana como la Catedral de La Habana, el Templete, la Iglesia de Paula y el Palacio de los Capitanes Generales.

La condición de integridad se fundamenta en el buen estado de conservación del material físico del bien patrimonial y sus características significativas, así como en el control del impacto resultante de los procesos de deterioro (UNESCO, 2012); premisa que conlleva al registro y posterior documentación del deterioro, fases del diagnóstico que permiten establecer, desde etapas tempranas, criterios de actuación eficaces para preservar la integridad del bien cultural. Todos los bienes patrimoniales inscritos deben cumplir los criterios de autenticidad/integridad; la pérdida de esta condición puede causar su exclusión de la lista del Patrimonio Mundial.

El estado del arte se caracteriza por la gran diversidad de términos y definiciones que se utilizan para la identificación de los daños en la piedra. Existe un apreciable número de contribuciones y glosarios sobre la clasificación del deterioro, experiencias foráneas que no siempre resultan aplicables a las condiciones ambientales específicas de otro entorno. El problema de investigación estriba en la ausencia de una terminología que se adecue al contexto cubano, lo cual hace que se dificulte el registro del deterioro. Existe una disparidad de criterios en el diagnóstico de construcciones pétreas del Centro Histórico La Habana Vieja, el cual resulta impreciso y no obedece a un principio de clasificación común para los actores del patrimonio. Los referentes nacionales sobre el tema en cuestión, en los últimos diez años, son limitados.

En los albores del siglo XXI, Pérez (2000) planteaba que las investigaciones en Cuba sobre el deterioro de la piedra natural eran aún insuficientes en comparación con otros países, en los que la piedra constituye un material ampliamente estudiado desde la antigüedad hasta el presente. Actualmente, continúan limitadas o no poseen el nivel de profundización y sistematicidad que se desearía. El estudio de casos está constituido por fachadas y paramentos exteriores de piedra de construcciones de valor cultural del centro histórico de La Habana.

El contexto histórico social en donde se desarrolla la investigación se distingue por la labor de salvaguardia del patrimonio cultural que lleva a cabo la Oficina del Historiador de la Ciudad, dirigida por el Dr. Eusebio Leal Spengler (Rodríguez et al., 2016), con especial interés en los efectos de la contaminación y el cambio climático. Esto posibilita el acceso a las construcciones históricas para el análisis y registro del deterioro, dado el valor cultural y el grado de protección que ostentan.

Se plantea como objetivo, elaborar una propuesta de clasificación en correspondencia con las tendencias actuales y las condiciones específicas del sitio, mediante la adaptación y uso del léxico internacional en el contexto cubano. Al no existir en el país un criterio consensuado para la identificación y determinación del estado patológico de la piedra, se plantea un método para la corrección, simplificación y agrupación de vocablos, que se complementa con el trabajo de campo.

## 2. Métodos

La metodología empleada para el estudio terminológico sobre la patología de la piedra se deriva de la tesis doctoral del primer autor (Arencibia, 2018). El diseño y caracterización de las unidades medioambientales, la clasificación de los signos de alteración precedente y las observaciones de campo, se corresponden con la labor investigativa conjunta de los autores, que forma parte del proyecto multidisciplinario nombrado: Influencia del Medio Ambiente en el Deterioro de Bienes de Interés Cultural de La Habana Vieja y Zonas Priorizadas para la Conservación.<sup>1</sup>

Se realizaron consultas de fuentes bibliográficas que desde hace cinco décadas aportan diferentes clasificaciones de los signos de alteración de la piedra, sus formulaciones en Italia por el Instituto Nacional del Restauro (Consiglio Nazionale delle Ricerche e Dell'istituto Centrale per il Restauro [CNR-ICR], 1990) hasta la actualidad (Rocha, Becerra, Benavente, Cañaveras y Costa, 2019), revisándose objetivamente los conceptos y definiciones y concertando los diversos planteamientos, criterios o puntos de vistas. Se critican científicamente las distintas posturas que condicionan la nueva propuesta, asumiendo criterios propios conforme a las condiciones específicas del sitio.

Las revisiones incluyeron normas y congresos internacionales (Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayos de Materiales [RILEM], 1980, pp. 175-243) y (CNR-ICR, 1990), y documentos más recientes, como el glosario de Verges-Belmin (2011), en donde se apreció una gran diversidad de signos de deterioro y variabilidad

<sup>1</sup> Proyecto institucional que dirige el Colegio Universitario San Gerónimo de La Habana que tiene como finalidad favorecer la conservación del patrimonio cultural de la nación cubana. Dicho proyecto deriva en una importante actividad práctica, académica y de gestión patrimonial, que comprende labores de restauración, así como tesis de licenciatura, maestría y doctorado, eventos científico-estudiantiles y divulgación de los resultados en publicaciones periódicas. La presente contribución explicita un resultado de investigación, el cual obtuvo el Premio Obra Científica Universidad de La Habana 2019

| DENOMINACIÓN DE LOS INDICADORES MACROSCÓPICOS DE ALTERACIÓN   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| A   | D  |  | E   |
| Abrasión<br>Acanaladura<br>Algas<br>Alteración cromática<br>Alveolización<br>Ampollas<br>Arenización<br>Agrietamiento   | Decementación<br>Decoloración<br>Deformación<br>Desfragmentación<br>Degradación<br>Delaminación<br>Depósito superficial<br>Desagregación arenosa                             | Desagregación granular<br>Descamación<br>Desconchadura<br>Desmenuzamiento<br>Despellejamiento<br>Desplacación<br>Disgregación sacaroidea<br>Disyunción | Eflorescencia<br>Enmugrecimiento<br>Erosión alveolar<br>Estallido<br>Excoriación<br>Excretas de animales<br>Exfoliación |
| B   | F  | G  | M   |
| Brillo<br>Burlado   | Faltante<br>Fisura<br>Fisuración<br>Fractura<br>Fragmentación  | Gelifracción<br>Grafiti<br>Grieta  | Meteorización<br>Microdescamación<br>Microkarstificación<br>Modificaciones antrópicas<br>Musgo                          |
| C   | P  |  | L   |
| Caverna<br>Colonización biológica<br>Coloración<br>Concreción<br>Costra biológica<br>Costra naranja<br>Costra negra<br>Costra salina<br>Craquelado<br>Craterización<br>Criptoflorescencia | Pátina<br>Pátina biogénica<br>Pátina biológica<br>Pátina de suciedad<br>Pátina naranja<br>Pátina negra<br>Patinadura<br>Película<br>Película biológica<br>Pérdida de materia | Pérdida de matriz<br>Pérdida de mortero entre juntas<br>Perforación<br>Picado<br>Picadura<br>Piting<br>Placa<br>Plantas superiores<br>Pulverulencia    | Lavado<br>Liquen  |
|   |  |  | R   |
|   |  |  | Rayadura<br>Redondeamiento<br>Repicado<br>Ruptura   |
|   |  |  | T   |
|   |  |  | Tinción<br>Tizne  |

**Tabla 1:** Ordenamiento de las denominaciones empleadas en glosarios, compendios y normas revisadas  
Fuente: S. Arencibia (2020)

de términos, agrupados de manera ordenada, pero no simplificada. La observación organoléptica se complementó con análisis in-situ y el uso del microscopio USB digital RoHS.

Posteriormente, se procedió a la relación y simplificación inicial de términos. Se realizó una agrupación de cada vocablo por letra alfabética. Se simplificaron y correlacionaron todas las denominaciones por grupo y por letra, de la A a la Z, excluyendo aquellas a las que no tributaba ninguna terminología, para un total de 112. La Tabla 1 es indicativa, en ella se muestran 86 denominaciones del total. Mediante esta herramienta se fue analizando y precisando las definiciones de cada uno hasta lograr una simplificación de 20 vocablos para la nueva propuesta de clasificación.

Partiendo del ordenamiento realizado, se hizo la distinción de las innecesarias diferenciaciones de terminologías que son similares, como pátinas y películas, alveolización y craterización. Se designó pátina y alveolización por ser los más usados internacionalmente, en correspondencia con las características propias de los casos, y así sucesivamente con cada uno de los vocablos. El siguiente paso consistió en unificar los términos relativos a un mismo indicador, eliminándose ambigüedades y ajustándose a los glosarios mayormente empleados.

La agrupación de los signos de alteración se apoyó en la observación directa en los monumentos que conforman el universo, en el análisis exhaustivo y valoración de diversas clasificaciones existentes, y la discriminación de términos que no se avenían con las fachadas estudiadas. La observación y análisis del comportamiento de fachadas y paramentos en la zona de estudio se efectuaron de manera integral u holística, la cual ha ganado terreno en la última década por su importancia en la conservación del patrimonio edificado, en donde las variables ambientales humedad, viento, temperatura y asoleamiento, se analizaron en diferentes escalas que abarcan el macro, micro y nano ambiente (Arencibia, 2018).

Se realizó la actualización y caracterización de las Unidades Medio Ambientales (UMA) en donde se insertan, herramienta de zonificación basada en los Sectores de Protección Ambiental del Centro Histórico. Cada color representa una UMA con características microclimáticas diferentes, que van desde zonas costeras o de alto tráfico vehicular, hasta otras con un marcado predominio de áreas peatonales (Figura 1).



**Figura 1:** Unidades Medio Ambientales del Centro Histórico

**Fuente:** L. Pérez, S. Arencibia (2000- 2017)

### 2.1 Selección del universo de estudio y registro de deterioros

Se seleccionaron las construcciones de piedra a vista que tienen signos de alteración visualmente apreciables, expuestos a la acción del medioambiente. Las 42 construcciones se corresponden con el 62% de las edificaciones de GP 1 (Grado de Protección) que otorga la Comisión Nacional de Monumentos. Todas poseen valores culturales rememorativos y de contemporaneidad de gran significación dentro del patrimonio mundial. Como referencia se utilizó el plano de Edificaciones con GP I, II y IV perteneciente al Sistema de Información Geográfica (SIG) del Plan Maestro para la Revitalización Integral (Rodríguez, 2016), que contiene las características generales de los inmuebles y sus grados de protección del 1 al 4.

Las fachadas están compuestas por un tipo de piedra ampliamente utilizada en inmuebles coloniales del Centro Histórico, la piedra conchifera, según constataron las diferentes fuentes históricas revisadas; por lo que los resultados trascienden la población objetivo seleccionada. En la norma cubana NC 56:2000 (Oficina Nacional de Normalización, 2000) aparece recogida como roca caliza arrecifal, variedad PJ (Piedra Jaimanitas).

Para realizar el registro del estado de deterioro, así como para determinar las causas, se diseñaron fichas de los monumentos por cada orientación geográfica. Cada ficha se divide en dos secciones, en la parte superior se asentarán los datos generales de la edificación, con un esquema de microlocalización orientado al norte, que incluye la trayectoria solar en verano e invierno y la dirección de los vientos predominantes. En la parte inferior se registraron los signos de alteración de la piedra observados en el trabajo de campo.

Cada indicador se asentó en las fichas de las edificaciones correspondientes, elaboradas para el registro, marcándose con una X a la derecha del mismo. Se rediseñaron y se actualizaron aquellas que veníamos trabajando desde el año 2000. Al final de cada subdivisión se concibieron celdas en blanco para algún otro signo que no haya sido previamente clasificado y que pueda ser apreciado en el trabajo de campo. Los datos preliminares sobre los signos de alteración y deterioro fueron ordenados por orientación geográfica y agrupados de acuerdo al porcentaje de afectación de cada indicador de alteración. Para daños paralelos a la superficie, como las pátinas, se calculó el porcentaje de área afectada; y la longitud, en daños en sentido perpendicular, como en el caso de las grietas.

Se realizó una correlación entre el porcentaje de afectación, grupo al que pertenece, fecha de construcción y orientación de la fachada. Esta última, en estrecha relación con los factores intrínsecos y extrínsecos del deterioro. Los datos se depositaron en tablas de Microsoft Excel y se indicaron los valores medios, máximos y mínimos.

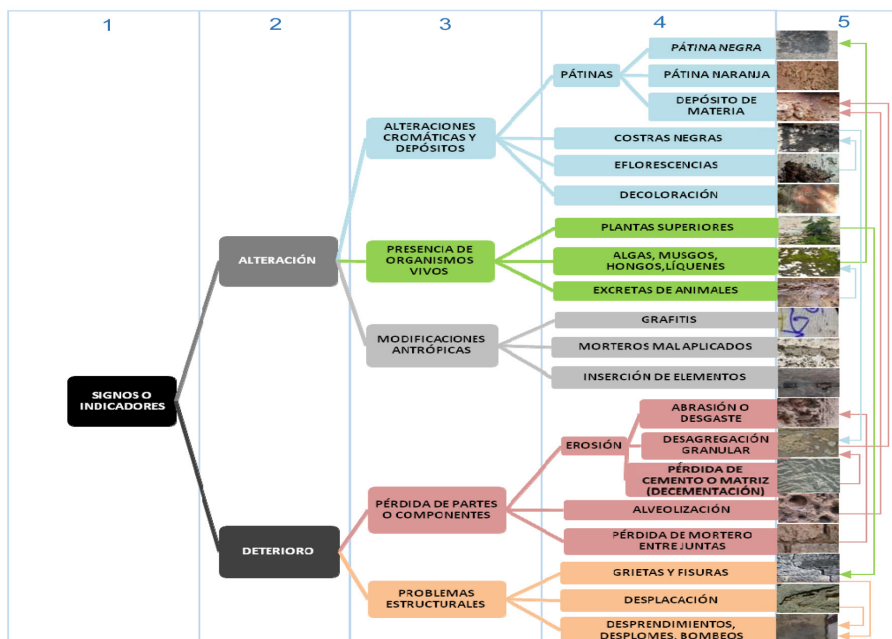
Los porcentajes obtenidos de cada indicador se representaron gráficamente, y se determinó y comparó el comportamiento de los signos de alteración por cada una de las orientaciones geográficas en las diferentes escalas ambientales. El análisis terminológico y el trabajo de campo se articulan en el registro definitivo de los 20 indicadores visuales de la clasificación propuesta.

## 3. Resultados

### 3.1 Clasificación de los indicadores de alteración y deterioro de la piedra

La clasificación resultante agrupa, de forma diferenciada, los indicadores de alteración de los signos de deterioro. En la columna número 1, de izquierda a derecha, aparece el nombre que se le otorga a las morfologías de cambios y manifestaciones externas de la piedra, cumpliendo con el principio de preservar los conceptos básicos planteados en documentos y normas internacionales previamente citadas. La segunda columna discrimina signos de alteración y de deterioro propiamente dichos.

En la tercera se conciliaron cinco grupos: Grupo 1. Alteraciones Cromáticas y Depósitos; Grupo 2. Presencia de Organismos Vivos; Grupo 3. Modificaciones Antrópicas; Grupo 4. Pérdida de Partes o Componentes; y Grupo 5. Problemas Estructurales. De ellos, los tres primeros se corresponden con indicadores de alteración y los dos últimos con indicadores de deterioro, de manera tal que puedan diferenciarse sin lugar a solapamientos de los signos agrupados en la columna siguiente. Estos, a su vez, fueron subdivididos de acuerdo a su morfología, como es el caso de las pátinas y la erosión. La columna 5 corresponde al patrón visual de cada indicador y sus interrelaciones. (Figura 2).

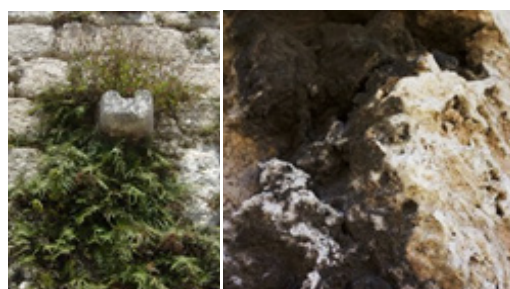


**Figura 2:** Clasificación de los signos o indicadores de alteración y deterioro de la piedra  
**Fuente:** S. Arencibia (2018)

Se denominó alteraciones cromáticas y depósitos a aquellos signos que se manifestaban en forma de cambios de coloración y acumulación de partículas. Se subdividieron en pátinas, costras negras, eflorescencias y decoloración. Las pátinas, a su vez, se clasificaron en pátina negra, naranja y depósito de materia. La pátina negra fue identificada como indicador en forma de película o mancha de color oscuro causada por procesos físico-químicos; y la pátina naranja, alteración cromática asociada al envejecimiento del material, a productos aplicados, oxalatos que modifican el aspecto exterior de la piedra o la presencia de arcillas.

El depósito de materia ocurre de manera puntual o asociado en forma de pátinas. También es resultado de la desintegración de costras que ocupaban áreas dispersas de poca dimensión, causada por actuaciones de limpieza por agua a presión. Se denominó costras negras a las láminas de diversos tamaños y espesores sobre el paramento. Las causas y mecanismos que intervienen en su formación van desde la incrustación de contaminantes atmosféricos al interior de las alveolizaciones e intersticios de la piedra hasta la acción de microorganismos.

La eflorescencia se corresponde con las sales recristalizadas sobre la superficie del material, que al igual que en otros análisis, provienen del propio suelo, de sales solubles del interior del material o de aerosoles marinos (Barbosa, Guzmán-Bohórquez, Calderón y Tatis, 2020). Asimismo, decoloración se usó para designar el debilitamiento o pérdida de color original del material pétreo expuesto a la intemperie, sometidos a procesos de alteración química. Dentro de la presencia de organismos vivos se agruparon algas, musgos, hongos y líquenes, excretas de roedores, aves u otras especies, y las plantas superiores (Figura 3).



**Figura 3:** Colonización del muro por plantas superiores, Fortaleza San Carlos de la Cabaña (Izquierda). Costra negra en los intersticios de la piedra de la Muralla (Derecha)  
**Fuente:** L. Pérez, P. Cuétara, (2018, 2020)

Las modificaciones antrópicas asociaron aquellas acciones realizadas por el hombre que afectan la piedra desde el punto de vista estético o del propio material empleado, como el cemento Portland (Figura 4). Se designan en este grupo: grafitis, morteros mal aplicados e inserción de elementos, este último está referido a las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias y elementos del mobiliario urbano.

La pérdida de partes o componentes de la piedra agrupó a los indicadores de deterioro relacionados con la disminución de la superficie del muro o la separación de sus componentes del cemento o matriz. Se dividió en tres grupos: erosión, pérdida de mortero entre juntas y alveolización. En el primero se encuentran la abrasión o desgaste, que se caracteriza por la erosión natural de los paramentos expuestos a los agentes medioambientales;

la desagregación granular, que se manifiesta como una descohesión de la piedra de diferente granulometría; y la pérdida del cemento o matriz o descementación, que da lugar al indicador anterior.

La pérdida del mortero ente juntas por efecto mecánico de la lluvia y el viento, en etapas avanzadas del deterioro, conlleva al redondeamiento del sillar. Se denominó alveolización a las oquedades que le otorgan a la piedra una morfología semejante a los cráteres de la superficie lunar, conocida también como erosión alveolar (Figura 4).

El grupo de problemas estructurales fue constituido por los daños estructurales propiamente dicho. En ese grupo se ubicaron las grietas y fisuras; la desplazación, que se presenta como una caída en forma laminar de la piedra; y, por último, aquellos que por el tipo de fallo requieren de análisis y cálculos estructurales supervisados por un ingeniero civil: desprendimientos, desplomes y bombeos.

Como parte del resultado se elaboró un anexo complementario de la clasificación que recoge todas las definiciones asignadas a cada indicador, con su correspondiente patrón visual ampliado. La clasificación es adaptable al contexto y admite la incorporación de nuevos indicadores de forma organizada, sin entrar en contradicción con las categorías de alteración o deterioro. La norma cubana no reúne ni especifica muchos de los términos, por lo que se sugiere se revise y renueve. Con la nueva propuesta Cuba estará acorde a las tendencias internacionales actuales.



**Figura 4:** Morteros de cemento Portland, Arsenal (Arriba). Alveolización, Palacio de los Capitanes Generales (Debajo). Coinciden con patrón visual ampliado (columna 5)

**Fuente:** L. Pérez, S. Arencibia (2018)

### 3.2 Resultados de la aplicación de la propuesta de clasificación en el contexto objeto de estudio

El empleo de la propuesta permitió demostrar que el análisis y simplificación de términos similares, agrupados

de manera coherente y organizada, y la depreciación de terminologías imprecisas, de conjunto con el estudio de las condiciones medioambientales propias del entorno, conllevan a una clasificación que se circunscribe a las características específicas del contexto de estudio. Se afronta así y se da solución al problema planteado, desde una perspectiva local, desligada del uso de vocablos foráneos que no se ajustan a los procesos que tienen lugar, y arraigada a aquellos que sí representan las características más notables y que a su vez son reconocidos en normas y glosarios internacionales como el de ICOMOS.

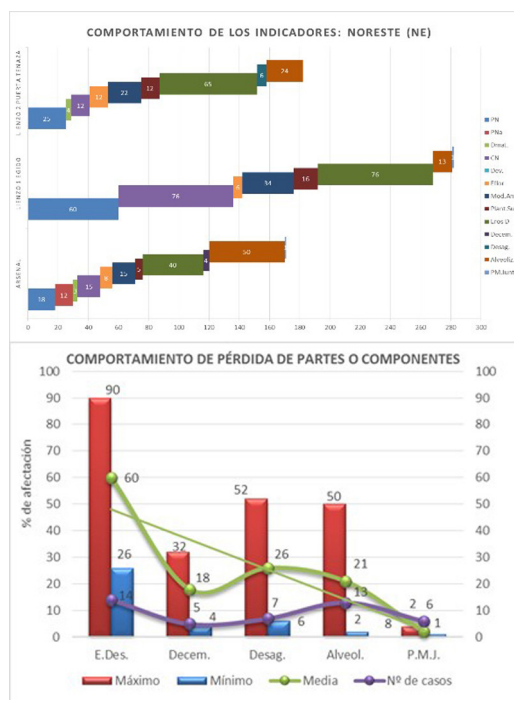
Los signos de alteración y deterioro producto de intervenciones constructivas sin un registro adecuado del signo o manifestación externa, en consecuencia, vuelven a aparecer con el tiempo. Ese proceso pudo apreciarse en construcciones como la iglesia del Santo Cristo del Buen Viaje, la casa Francisco Basabe y el Arsenal, donde colonias de musgos y líquenes que habían sido eliminadas, reaparecieron y colonizaron el paramento, dando lugar al incremento de la presencia de organismos vivos.

Los morteros mal aplicados son uno de los indicadores que se observan de forma reiterada en los paramentos pétreos de toda la unidad de análisis. La observación corrobora que el uso indiscriminado tanto del cemento Portland, como de productos de eficacia comprobada, en intervenciones realizadas con anterioridad, a poco tiempo de su ejecución vuelven a desprenderse, ocasionando un daño ulterior, como en el Castillo de San Salvador de La Punta, Iglesia San Francisco de Asís el Nuevo y Arsenal, siendo responsables de la pérdida de partes de o componentes.

Los resultados no siempre manifiestan un incremento del deterioro. En el paramento lateral de la iglesia María Auxiliadora se detectó una disminución de la presencia de grafitis respecto a las observaciones realizadas en el año 2015. También se observó una amortiguación del estado de conservación de las fachadas del Gran Teatro de La Habana Alicia Alonso, tras la aplicación conjunta de materiales tradicionales y productos contemporáneos como resinas epoxi y morteros compatibles. Estas fachadas presentaban elevados porcentajes de pátinas y costras negras que acrecentaban las alteraciones cromáticas y depósitos.

Respecto a las interrelaciones entre los indicadores, relativos a la quinta columna de la clasificación, los datos numéricos obtenidos indican la coexistencia en una misma superficie de diversas morfologías macroscópicas de alteración de magnitudes variables. En la comparación del deterioro en lienzos con iguales orientaciones no se observó un comportamiento uniforme que indicara una relación entre el daño y la orientación del paramento (Figura 5). Para el caso de problemas estructurales no se incluyeron los totales, porque no mostraron valores representativos en el estado del gráfico.

El comportamiento de los indicadores en el resto de las orientaciones fue similar al expresado en cuanto a la variabilidad y la superposición de indicadores en un mismo paramento >100%. Según la tendencia de los gráficos, la piedra puesta del conjunto estudiado



**Figura 5:** Comportamiento de los indicadores de alteración en orientación noreste (%) (Arriba). Valores máximos, mínimos y medios de los indicadores. Grupo Pérdida de Partes o Componentes (Debajo)  
**Fuente:** L. Pérez, S. Arencibia (2018)

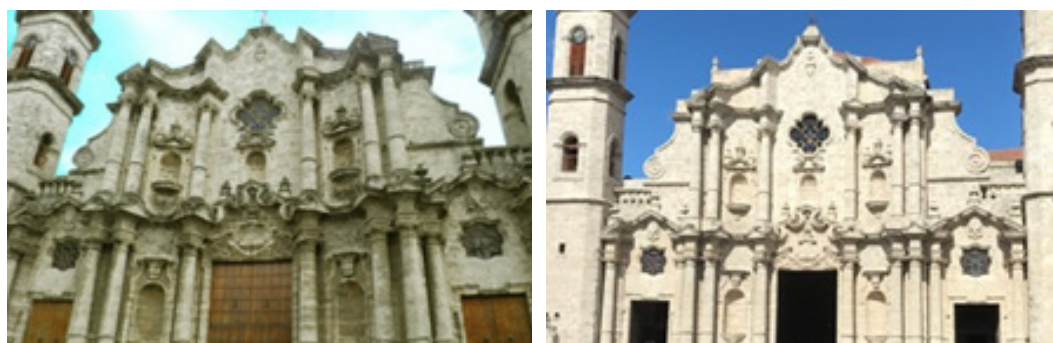
presentaba un buen estado de conservación general hacia el centro de la geometría. En cambio, no ocurre así en las zonas bajas en contacto con la humedad procedente del suelo, donde abundan los morteros mal aplicados, ni en las coronaciones de los muros con desagregación granular por la acción conjunta del factor lluvia-viento.

La tesis recoge los resultados de porcentajes obtenidos de cada indicador: erosión o desgaste (30-86%) y la pátina negra (18-60%), siendo estos los más representativos. Alveolizaciones (10-50%), colonias de líquenes y/o musgos (3-57%), costras negras (3-21%), plantas superiores (2-24%), pátina naranja (2-15%) y modificaciones antrópicas (4-16%). Las menos notables fueron descementación (4-10%), eflorescencias (4-8%), desagregaciones (12%), decoloración (10%), depósito de

materia (3%) y pérdida del mortero de juntas (1%). El uso de la clasificación permitió también arribar a resultados apreciativos o valorativos. Todo estudio de objetos patrimoniales con enfoque sistémico, en general, además de los porcentos de deterioros reflejados en los gráficos, conlleva a este tipo de resultados. Por ejemplo, la fachada principal de la Catedral se sometió a un proceso de limpieza en 2016 cuya eliminación de sus pátinas consiguió como resultado final que la expresión de antigüedad que siempre mostraba quedara reemplazada por una imagen blanquecina, en contraposición con la imagen vetusta (Jokilehto, 2006) por la que es reconocible (Figura 6).

Un reciente estudio sobre el color de fachadas habaneras plantea que existe una subestimación del color como componente de la identidad y autenticidad de los monumentos que conlleva a alteraciones cromáticas (Alfonso, 2020). Las fachadas laterales de la Catedral favorablemente no experimentaron esa transformación al no haber sido objetos de la intervención practicada. Los datos numéricos corroboran la deposición de nuevas partículas contaminantes en fachadas que le fueron aplicadas con anterioridad a la limpieza mecánica con agua a presión. Si se propone removerlas repetidamente, conllevará a la pérdida de partes o componentes pétreos, resultante de la erosión mecánica que los tratamientos de limpieza llevan implícito, además del daño por costras negras.

La deposición sobre la piedra no es característico únicamente de zonas costeras o de alto tráfico rodado. También ocurre hacia el interior del Centro Histórico. Los resultados confirman que aparte de las modificaciones antrópicas, también puede apreciarse un incremento del deterioro por deposición, aun después de intervenciones de principios del siglo XXI, debido a que las construcciones están sometidas a la acción de los gases provenientes de la combustión de vehículos que transitan por la Avenida del Puerto o la calle Cuba; y al ataque de aerosoles salinos que provocan nuevos procesos de deterioro o aceleran los ya existentes. Los resultados antes expresados permitieron valorar y explicar el carácter diferenciado del deterioro y aplicar la clasificación propuesta. Se pudo constatar la presencia de todos los indicadores recogidos en la clasificación.



**Figura 6:** Cuerpo central de la fachada de la Catedral antes (arriba) y después (debajo) de la limpieza  
**Fuente:** S. Arencibia, P Cuétara (2000 - 2020)

## 4. Discusión

Las investigaciones enfocadas en la conservación de la piedra o edificios patrimoniales requieren de una guía o glosario que permita clasificar y sistematizar adecuadamente el daño o lesión. Esto se evidencia en los diversos estudios sobre el tema, incluso los más recientes, como los de Becerra, Ortiz, Martín y Zaderenko (2019), que abordan en profundidad la efectividad de nanomateriales para la consolidación de roca caliza, siempre parten del conocimiento y la identificación de los indicadores presentes, como la arenización, la alveolización o la pérdida de cemento o matriz.

Por su parte, el glosario de términos de ICOMOS (Verges-Belmin, 2011), analizado en el Seminario Internacional de Conservación de Piedra celebrado en Ciudad de México, a finales de 2014, es el más reciente en su tipo en el mundo. Fue escrito originalmente en francés y cuenta con dos traducciones homólogas, en inglés y en español, versión que fue revisada en 2013. Según la variabilidad de factores que intervienen en el deterioro de la piedra, así mismo será la variedad de formas en las que se presentan los signos de deterioro.

El documento es un referente de gran significación porque consigue agrupar de forma ordenada los diversos signos de deterioro que tienen lugar en la piedra, y por la riqueza documental que posee. Sin embargo, no fue posible asumir todas las terminologías y definiciones enumeradas. Aparte de la gran diversidad, los vocablos traducidos de otro idioma pueden derivar en varios significados. Las palabras en inglés, como pitting, no se tuvieron en cuenta: en algunas clasificaciones aparece como picadura.

La divergencia de valores e interpretaciones de resultados experimentales encontrados en la literatura, así como la heterogeneidad del material estudiado, cuya conservación depende de ilimitadas variables no manipulables u operacionalizables, condujeron a una visión diferente de afrontar el deterioro de la piedra en el contexto cubano, evidenciándose la importancia y adaptabilidad del enfoque multimodal o mixto empleado (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). La pérdida de valor de integridad de un bien cultural no puede medirse numéricamente, pero sí puede expresarse a través de los indicadores de alteración y deterioro de sus materiales componentes, su magnitud o porcentaje de afectación.

Las costras constituyen unas de las manifestaciones que dañan al monumento tanto desde el punto de vista físico como estético. Alcalde y Martín (1990) la describen como una alteración en forma de corteza externa de consistencia dura. Añorbe (1997) añade que estas formaciones por deposición de diversa naturaleza también se expresan como un estado avanzado de la pátina y que al resultar dañinas deben ser eliminadas del soporte pétreo. Esto conlleva a agruparlas de acuerdo a su comportamiento en la superficie, lo cual permite comprender los mecanismos que tienen lugar en su formación, y dilucidar entre las causadas por microorganismos o las originadas por el incremento en milímetros de pátinas preexistentes.

Pérez (2000) adapta al contexto nacional la clasificación empleada por Añorbe (1997). En su trabajo, las pátinas se identifican de acuerdo al color: pátina negra; la composición: de suciedad; o su naturaleza: biológica; e incorpora la acción de microorganismos como las cianobacterias. Molina (2011) las distingue como original o artificial, que cambian de color o sufren alteraciones al paso del tiempo; mientras que otros autores como Vázquez, Álvarez de Buergo y Fort (2014) las describen como películas de color anaranjado y las denominan según el origen: oxalatos.

El trabajo considera que la denominación de acuerdo a la forma con que se expresan sobre la superficie del material es la más adecuada, por ejemplo, pátina naranja o pátina negra; porque no condiciona ni presupone la causa de su origen, hasta tanto no haya sido comprobada en pruebas adicionales de laboratorio basadas en propiedades físicas como color, porosidad, succión capilar, permeabilidad y ángulo de contacto (Esbert, Alonso y Ordaz, 2008) o la simulación de ensayos de alteración de forma acelerada. El registro de indicadores basado en su origen, como pátina biogénica o de suciedad, condicionan la respuesta de tratamiento.

En el contexto cubano, en donde por razones técnicas, económicas o de otra índole no siempre resulta posible la realización de ensayos adicionales, dicho registro puede conllevar a actuaciones desacertadas que provocan abrasión o desgaste, y también desagregación granular. Esta última es muy similar en sus acepciones a la arenización o disgregación arenosa de la piedra.

La expresión seleccionada para la clasificación no está sujeta a una granulometría específica como sucede con arenización o pulverización, que se refieren a la caída en forma de granos muy pequeños. Esto se debe a que en los monumentos estudiados el proceso ocurre de forma diferenciada, los granos disgregados no presentan un tamaño homogéneo. Lo mismo sucede con fracturas y grietas, que de acuerdo con la dimensión de la abertura pueden encontrarse diferenciadas o no, sin unicidad de criterios.

Las contradicciones se dan en el empleo indistintamente de fractura o grieta como denominación del grupo principal o como un subgrupo dentro de -roturas-, mientras que en otras clasificaciones aparece -grietas- como un subgrupo de -fracturas-, en donde también se incluyen las fisuras. Según nuestra apreciación, las grietas y fisuras son formas de deterioro que se distinguen entre sí por la dimensión de la abertura medida en milímetros, criterio en el que existe un consenso general. Al manifestarse de forma individual o agrupadas unas con otras, hace que en la propuesta se relacionen en la misma posición; independientemente de sus dimensiones, siempre se debe comprobar si están estabilizadas o si permanecen activas.

También requiere comprobación el resto de los indicadores dentro del grupo de problemas estructurales. El hecho de que este grupo dentro de la clasificación no haya presentado valores importantes en el gráfico, no significa que se deba descuidar el monitoreo. En los análisis realizados por Orenday, Tapia y Pacheco (2019) se reconoce la importancia que tiene el seguimiento de la



patología estructural mediante el modelado geométrico, incluso cuando no exista riesgo de colapsar, por el hecho de considerar el valor o importancia de las edificaciones históricas; se aprecia también la utilidad de las fichas técnicas para el registro de daños.

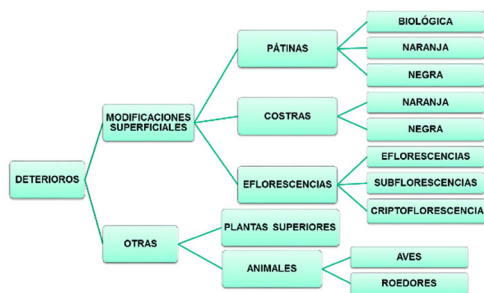
Los términos desmenuzamiento y despellejamiento no fueron tomados en consideración; resultaron distantes de definiciones que pudieran explicar su presencia en las fachadas coloniales y del vocabulario científico en general. Se prescindió del uso de denominaciones como -faltante- y -estallido-, por no expresar claramente el daño en los paramentos observados. Rocha et al. (2019), basados en la nomenclatura de Fitzner, Heinrichs y La Bouchardiere (2003), utilizan este último al referirse a una forma de desprendimiento. Se procedió a la eliminación de dichos vocablos y también de aquellos que no describen el deterioro en sí, sino la causa. Ejemplos: incisión y perforación.

Para poder establecer una clasificación que se adecue al contexto hay que tener en cuenta sus características y singularidades, que de conjunto con los procesos y mecanismos de alteración, conllevan a la aparición de gran cantidad de términos (Ordaz y Esbert, 1988). En ese caso se encuentran los ciclos de hielo-deshielo, de gran carácter destructivo para las estructuras pétreas. Sin embargo, no se manifiestan en nuestro patrimonio edificado debido a las condiciones climáticas propias del sitio.

La identificación de los signos de deterioro de la piedra de construcciones habaneras, resultante del trabajo conjunto de los autores con estudiosos del tema, se sistematizó en una clasificación previa que presentaba términos con errores conceptuales que hasta entonces no fueron identificados, quedando resueltos en la actual propuesta. El estudio basaba su terminología en la propuesta de Añorbe (1997), que a su vez adopta la realizada por Alcalde y Martín (1990), pero con una readaptación de los cuatro apartados que contiene, y adicionándole uno más.

Dentro de los aspectos a señalar aparecen las costras negras como modificaciones superficiales de la piedra. Sin embargo, en determinadas ocasiones no solo constituyen variaciones externas, sino que se forman al interior del elemento pétreo. De igual modo, no siempre se presentan de forma laminar (pátinas negras), sino como depósitos o incrustaciones puntuales de partículas de diversa magnitud, por lo que no pueden ser consideradas modificaciones superficiales propiamente dichas. Tampoco se apreció en el contexto analizado presencia del indicador denominado costra naranja (Figura 7).

En el caso del grupo Otras, el apelativo empleado resulta indefinido para el presente estudio donde se trata de precisar términos y definiciones. En ese grupo se señalan varios errores como el indicador -animales-, por tratarse solamente de la causa o el vehículo; un deterioro en sí, desde el punto de vista estético, lo constituyen las excretas que ellos producen, o la acción ácida que ejercen sobre la piedra, como deterioro de origen químico. En el caso de las plantas superiores no se presenta ese problema porque ellas, además de ser la causa de



**Figura 7:** Parte de la clasificación utilizada por los autores  
**Fuente:** L. Pérez, S. Arencibia (2015)

acciones mecánicas producidas por el crecimiento de sus raíces, constituyen un daño estético en las fachadas que colonizan.

Las acciones mecánicas que tienen lugar en el interior del muro, producidas por cristalización de sales solubles, se conocen como criptoflorescencia y subeflorescencia salinas, y al exterior, eflorescencia (Verges-Belmin, 2011). Las dos primeras no pueden ser divisadas bajo observación directa porque no constituyen deterioros superficiales exteriormente observables, por lo que el signo de alteración es el indicador externo y no los que ocurren en el interior. Los signos de alteración y deterioro son manifestaciones visibles de la piedra que modifican el aspecto original del inmueble, condición esencial para la elaboración de la propuesta de clasificación resultante.

Las morfologías observables no siempre constituyen un daño del elemento pétreo, sino un proceso natural de cambios de la roca. Una de las causas que conducen a actuaciones desacertadas reside en el inadecuado discernimiento entre alteración natural de la roca producto de su condición original y envejecimiento al paso del tiempo, y la alteración nociva como resultado de agentes externos (Figura 8).



**Figura 8:** Coloración negra de formación rocosa en su estado natural, Playa Guardalavaca, Holguín (Izquierda). Costra negra por deposición de contaminantes, Palacio de la Marquesa de Villalba (Derecha)  
**Fuente:** S. Arencibia (2017)

En consecuencia, la nueva propuesta también modifica la variante preliminar (Arencibia, Romeo y Fernández, 2015), una adecuación de las clasificaciones empleadas por Añorbe (1997) y Pérez (2000), pero que no tuvo en cuenta dicha diferenciación.

El estudio en distintas escalas ambientales permitió interpretar los diversos comportamientos entre la parte

superior, central e inferior de paramentos, a pesar de estar expuestos a las mismas características microclimáticas, por lo que el análisis nanoambiental precisó resultados en el diagnóstico y su entorno inmediato no observables a escalas superiores, como la presencia de pátinas y costras negras, desagregación granular y la descementación. Pudo constatar en las observaciones hechas a través del microscopio USB digital RoHS, la presencia de sales y microrraíces que no fueron eliminadas en muros recién restaurados (Figura 9).



**Figura 9:** Sales y microrraíces observadas mediante microscopía USB Digital en fachada recién restaurada  
**Fuente:** S. Arencibia (2018)

La comparación cuantitativa del porcentaje de daños demostró el comportamiento no uniforme de los mismos, lo que pone de manifiesto que las fachadas de un inmueble ubicado en una zona con características ambientales específicas o microambiente no se comportan de manera similar, debido a condiciones específicas a escala nanoambiental, hipótesis que queda abierta a nuevas investigaciones en el campo de las formas de alteración y deterioro de la piedra en construcciones históricas.

## 5. Conclusiones

Las denominaciones existentes para identificar los indicadores de alteración de la piedra complejizan el registro y documentación actual del deterioro de las construcciones de piedra del Centro Histórico La Habana Vieja, debido a la gran cantidad de términos que se emplean, así como la descontextualización de algunos vocablos y ambigüedades e insuficiencias en la interpretación de los mismos.

La nueva propuesta de clasificación discriminó entre indicadores de alteración y de deterioro, manifestándose predominio del primero sobre el segundo. Los principales signos presentes son: las pátinas negras, del grupo de alteraciones cromáticas y depósitos, y morteros mal aplicados, perteneciente a modificaciones antrópicas. Ambos influyen directamente en el valor estético y de integridad del monumento.

Los gráficos del comportamiento de los indicadores de alteración y deterioro por orientación alcanzaron valores por encima del 100%; lo cual indica que las lesiones no se

presentan de manera independiente, sino superpuestas unas con otras.

Existe un incremento del deterioro a causa de malas prácticas de restauraciones, pudiéndose corroborar con las múltiples observaciones realizadas en la unidad de análisis. En la observación organoléptica, así como en la efectuada a través del microscopio USB digital, se manifestaron signos de desagregación granular y descementación en estado avanzado, cuya pérdida de componentes incide negativamente en el valor de integridad del patrimonio cultural edificado.

La clasificación aplicada en las fachadas y paramentos pétreos del universo estudiado, permitió identificar y ordenar los signos de alteración y deterioro de manera precisa, conforme a la terminología internacional y a las características propias del contexto. Se demostró la presencia de indicadores pertenecientes a los cinco grupos en que quedó estructurada: Alteraciones Cromáticas y Depósitos, Pérdida de Partes o Componentes, Problemas Estructurales, Presencia de Organismos Vivos, y Modificaciones Antrópicas.

## 6. Recomendaciones

Adecuar y sistematizar el procedimiento realizado en otros monumentos de piedra en contextos similares. Actualización de la Norma Cubana con el uso de la nomenclatura propuesta en la clasificación, con las correcciones necesarias; así como los programas académicos que emplean las clasificaciones anteriores como herramienta para la identificación de alteraciones y deterioro en los monumentos de piedra en Cuba. Profundizar en investigaciones de materiales pétreos que trasciendan de la escala microclimática a la nanoambiental, que conlleven a intervenciones más eficaces, así como a la preservación de la autenticidad, integridad y de los valores de patrimonio cultural de las edificaciones.

## 7. Referencias bibliográficas

Alcalde, M. y Martín, A. (1990). Indicadores visuales de alteración. En A. Martín (Ed.), *Ensayos y experiencias de alteración en la conservación de obras de piedra de interés histórico-artístico* (pp. 126-236). Madrid, España: Centro de Estudios Ramón Areces.

Alfonso, A. (2020). La imagen cromática de La Habana. *Arquitectura y Urbanismo*, 41(1), 35-46.

Añorbe, M. (1997). *Valoración del deterioro y conservación en la piedra monumental*. Madrid, España: Ministerio de Fomento; CEDEX.

Arencibia S. (2018). *Caracterización y valoración del deterioro de la piedra en construcciones de valor cultural del Centro Histórico La Habana Vieja*. (tesis doctoral). Universidad Tecnológica de La Habana, La Habana, Cuba.

Arencibia S., Romeo, A. y Fernández, N. (2015). Formas de deterioro presentes en las fachadas de piedra de El Arsenal. *Arquitectura y Urbanismo*, 36(3), 79-91.

Barbosa, A. L., Guzmán-Bohórquez, A., Calderón, Y. y Tatis R. D. (2020). Deterioro y restauración del baluarte de Santiago murallas de Cartagena entre 2007-2019: un estudio fisicoquímico. *Respuestas*, 25(1) 6-18. Recuperado de Recuperado a partir de <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/1895>

Becerra, J., Ortiz, P., Martín, J. M. y Zaderenko A. P. (2019). Nanolimes doped with quantum dots for stone consolidation assessment. *Construction and Building Materials*, (199), 581-593.

Consiglio Nazionale delle Ricerche e Dell'istituto Centrale per il Restauro [CNR-ICR]. (1990). *Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico*. Roma, Italia: NORMAL-1/88.

Esbert, R. M., Alonso F. J. y Ordaz, J. (2008). La petrofísica en la interpretación del deterioro y la conservación de la piedra de edificación. *Trabajos de Geología*, (28), 87-95.

Fitzner, B., Heinrichs y La Bouchardiere, D. (2003). Weathering damage on Pharaonic sandstone monuments in Luxor-Egypt. *Building and Environment*, 38(9-10), 1089-1103. doi:10.1016/S0360-1323(03)00086 6

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México DF, México: Interamericana Editores.

Jokilehto, J. (2006). Considerations on authenticity and integrity in World Heritage context. *City & Time*, 2(1), 1-16.

Molina, J. C. (2011) *Intervención en el estrato de pátinas originales en el primer cuerpo de la torre de la Catedral de Murcia*. XXII Jornadas de Patrimonio Cultural de Murcia (pp. 441-449). Cartagena, España: Universidad Politécnica de Cartagena.

Oficina Nacional de Normalización. (2000). *Norma cubana NC 56:2000. Especificaciones de bloques de rocas* (3ª ed.). La Habana, Cuba.

Ordaz, J. y Esbert R. M. (1988). Glosario de términos relacionados con el deterioro de las piedras de construcción. *Materiales De Construcción*, 38(209), 39-45.

Orenday E., Tapia E. y Pacheco J. (2019). Intervenciones no destructivas para el diagnóstico de la salud estructural de dos templos de Aguascalientes, en México. *Intervención*, (19), 85-98. doi: 10.30763/Intervencion.2019.19.211

Pérez, L. (2000). Estudio de los deterioros de la Fortaleza San Carlos de la Cabaña. *Ingeniería Civil*, 119(8), 133-142.

Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayos de Materiales [RILEM], (1980). Essais recommandés pour mesurer l'altération des pierres et évaluer l'efficacité des méthodes de traitement. Commission 25-PEM Protection et Érosion des Monuments. *Materiaux et Constructions*, 13(75), 175-243.

Rocha D., Becerra J., Benavente D., Cañaveras J. y Costa A. (2019). Estudio preliminar de las características petrográficas, petrofísicas y comportamiento mecánico de rocas naturales tipo "Piedra Bogotana" y "Mármol Royal Bronze" utilizadas en construcciones patrimoniales y recientes en Colombia. *UIS Ingenierías*, 18(3), 203-222. doi: 10.18273/revuin.v18n3-2019021

Rodríguez, P., Fornet, P., Águila A., Cruz, N., Fernández, C., Pérez, M., Padrón, M., Álvarez, N., Pedroso, A., Sánchez, K., Viciado, D., Casanovas, E., Laborí, C. y Nuez, F. (2016). *Plan especial de desarrollo integral 2030. Habana Vieja* (pp. 30-72). La Habana, Cuba: Ediciones Boloña.

UNESCO. (2012). *Reporte del Encuentro Internacional de Expertos sobre Integridad del Patrimonio Cultural*. Al Ain, Emiratos Árabes Unidos: UNESCO.

Vázquez, C., Álvarez de Buergo, M. y Fort, R. (2014). Estudio de pátinas de oxalatos y fosfatos cálcicos en monumentos de Cifuentes. *Geogaceta* (15), 43-46.

Verges-Belmin, V. (2011). *Glosario ilustrado de formas de deterioro de la piedra. Versión Inglés - español*. (1ª ed.