

RESEÑA

ESTUDIO DEL DETERIORO DEL MATERIAL PÉTREO DEL CONVENTO Y BASÍLICA MENOR DE SAN FRANCISCO DE ASÍS

MSc. Cecilia Silvia Valdés Clemente

Master

Departamento de Protección de Materiales, Dirección de Medio Ambiente, Centro Nacional de Investigaciones Científicas La Habana. Cuba.

19 de junio de 2014

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE DOCTOR EN CIENCIAS TÉCNICAS

La alteración de los materiales pétreos es un tema que se atiende desde la antigüedad, ya que a pesar de su durabilidad, las piedras con el paso del tiempo tienden a deteriorarse. La Revolución Industrial trajo consigo la emisión a la atmósfera de contaminantes, nuevos agentes de deterioro del material pétreo, que sumadas a la acción de los factores meteorológicos, aceleran su degradación. Tales hechos provocaron el incremento y sistematización, a partir del siglo XX, de las investigaciones orientadas a la preservación del patrimonio cultural construido.

Los contaminantes provocan un efecto perjudicial en los materiales pétreos de las edificaciones, ya que cuando se depositan sobre sus respectivas superficies, generan alteraciones físico químicas en el sustrato con el que interactúan. De ahí, que la durabilidad de las piedras que se emplean en los inmuebles se compromete con los procesos de degradación que tienen lugar en el medio ambiente.

El progreso científico, posibilita que se desarrollen tratamientos sintéticos que mejoran las condiciones de los materiales pétreos que se dañaron, de modo que se restablezcan en lo posible, sus características primarias. Sin embargo, el empleo de estos tratamientos, sin tener en cuenta las características del material, origina resultados negativos que en ocasiones son irreversibles. Por tal razón, resulta imprescindible que se realicen investigaciones que manifiesten los efectos, la eficacia y durabilidad del o los tratamientos que se aplicarán.

En Europa, se realizan estudios sistemáticos sobre el deterioro y protección de la piedra de las edificaciones. Sin embargo, en Cuba no se realizan con estabilidad las citadas investigaciones; además, no se incorpora con frecuencia en estos estudios, la identificación y cuantificación de contaminantes atmosféricos y su efecto, los que se asocian con los factores meteorológicos locales en el deterioro que presentan los edificios patrimoniales que se construyeron con material pétreo. No obstante, los trabajos de diagnóstico y de rehabilitación constructiva, se intensificaron por la necesidad de conservar el patrimonio cultural construido que perdura hasta el presente.

El desarrollo de los conocimientos en este campo y los avances de la ciencia y la técnica en el siglo XXI, hacen que la actuación, ante el deterioro de importantes edificaciones patrimoniales

que se construyeron con piedra, se diferencie en cada caso que se estudie y se vinculen también, a las particularidades de cada región.

Lo expresado se interpreta de la manera siguiente: la metodología que se emplea se fundamenta en el análisis concreto y adecuado de las formas, agentes y mecanismos de alteración del sustrato pétreo. Además, cada caso que se investiga es diferente, por lo que se requiere que se conozcan con profundidad los factores condicionantes de la alterabilidad del material.

En la presente investigación, se pretendió establecer las causas del deterioro del material pétreo del Convento y Basílica Menor de San Francisco de Asís y la alternativa de su posible tratamiento para su protección. Para ello, se utilizaron métodos de captación pasivos de contaminantes en el interior y exterior de la edificación; se colocaron sensores electrónicos de humedad y temperatura que permitieron medir estas variables en el ambiente interior de la estructura, así como desde la superficie, a 3 y 8 cm de profundidad de las paredes pétreas interiores del edificio; con los contaminantes medidos y los reportes de humedad relativa, temperatura, precipitaciones y viento proporcionados por el Instituto de Meteorología, se realizó un análisis estadístico de la influencia de las variables meteorológicas en la deposición y concentración de dichos contaminantes en el interior de la edificación.

La caracterización del material pétreo y de algunas de las alteraciones identificadas en su superficie (pátina y costra) se efectuó mediante técnicas instrumentales: microscopio estereoscópico (ME), microscopio petrográfico de transmisión (MPT), microscopía electrónica de barrido con energía dispersiva de rayos X (MEB/EDX), difracción de rayos X (DRX), fluorescencia de rayos X (FRX) y espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR). Por último, se evaluó la efectividad del tratamiento, a nivel de laboratorio (isotermas de adsorción-desorción de vapor de agua a 25 °C, permeabilidad al vapor de agua, determinación del coeficiente de absorción de agua por inmersión parcial, ensayos acelerados en condiciones naturales un simulando ambiente costero) e *in situ* (determinación de la absorción de agua por el método del tubo o pipa de Karsten), con dos productos hidrofugantes (uno de base siloxano y el otro, de base silicona) para la protección del material pétreo del inmueble.

El Convento y la Basílica Menor de San Francisco de Asís es un antiguo complejo religioso construido en su mayor parte con piedra caliza original de la Isla. Es una de las edificaciones emblemáticas ubicadas en el Centro Histórico de La Habana Vieja y remonta su fundación a 1575. Hacia 1719, la antigua fábrica es demolida y sustituida por la actual edificación (1739). Sin embargo, a partir de 1842, en que se pusieron en vigor las leyes desamortizadoras de los bienes del clero por el Ministerio de Hacienda español, se destinó el inmueble a cumplir disímiles funciones públicas. Por esta razón, hasta el presente se han ejecutado severas transformaciones arquitectónicas a lo largo de los siglos, aunque en esencia, ha conservado la estructura original que manifiesta sus características como fiel exponente de la arquitectura religiosa del siglo XVIII y como complejo cultural de privilegio.

Los resultados alcanzados en la caracterización de las condiciones medioambientales del interior de la edificación demostraron que las temperaturas y humedades registradas en las paredes de la edificación son similares a las ambientales y no se evidencian, oscilaciones en ellas que dan lugar al deterioro acelerado del material pétreo. No obstante, la humedad registrada en su interior permite el desarrollo de microorganismos en las paredes de la edificación, así como en las obras de arte que se exhiben regularmente en la Basílica y en las locaciones del Convento. Se destaca que amplias zonas de la pared oeste se encuentran saturadas como consecuencia de la deficiente impermeabilización y la rotura de drenajes, lo que incide en la estabilidad del sustrato y vida útil de la edificación. Las concentraciones y velocidades de deposición de los contaminantes ambientales determinados en el interior de la Basílica, cumplen con los límites permisibles. No obstante, llama la atención que las concentraciones de dióxido de nitrógeno se incrementan con el tiempo. Por otra parte, estas determinaciones analíticas que se realizaron constituyen un

preámbulo para la posible elaboración de Normas Cubanas que delimiten, los intervalos permisibles de los referidos contaminantes en el interior de las edificaciones patrimoniales, y precisen su relación con el deterioro que presenta en los materiales empleados en su construcción. La caracterización físico química realizada a las muestras pétreas de la edificación permitió corroborar de manera general que las características físicas que posea el material en particular, permiten que el agua y los contaminantes disueltos en ella, tengan acceso a su red porosa. Por otra parte, su composición química permite que sea susceptible a la acción de los contaminantes de naturaleza ácida, como demostraron los resultados de los análisis los resultados de los análisis con las diferentes técnicas instrumentales empleadas.

Se confirmó que los compuestos de azufre, en particular, el dióxido, son los que inciden notablemente en el deterioro superficial del material pétreo de la edificación. Estos compuestos azufrados son característicos de ambientes urbano-industriales en los que actualmente se ubican edificaciones patrimoniales como la estudiada. Por lo tanto, esto da lugar a que no sean suficientes las labores sistemáticas de limpieza de las superficies pétreas de las edificaciones sin una posterior aplicación de productos para su debida protección, los que permiten mantener el material pétreo de estos inmuebles en un buen estado de conservación, aspecto imprescindible a tener en cuenta en áreas urbanas e industriales donde se manifiesta esa contaminación.

La evaluación de la efectividad de dos productos hidrofugantes, tanto a nivel de laboratorio como *in situ*, arrojó que el mejor comportamiento lo posee el de base siloxano, el cual posee la ventaja de que también puede aplicarse en edificaciones expuestas a un ambiente costero.

Durante la etapa de exposición *in situ* (72 meses), se constató el mantenimiento de las propiedades del material pétreo y por tanto, no fue necesario que se realizara la limpieza de las superficies.

Con el objetivo de extrapolar la posible aplicación de este producto a otras edificaciones, se efectuó la caracterización del material pétreo de otras tres edificaciones (Castillo de la Real Fuerza, restos de la Muralla de La Habana y el, Centro Hispanoamericano de Cultura) mediante la aplicación de las mismas técnicas utilizadas en el estudio realizado en el Convento y la Basílica Menor de San Francisco de Asís. Las características de estos materiales fueron similares a la de los estudiados en el Convento, por lo que se infirió que el hidrofugante de base siloxano tendría la misma efectividad en la protección del material pétreo de estas tres edificaciones.

Por último, el análisis de factibilidad económica preliminar, se encaminó a evaluar el periodo de seis años en que se aplicó el hidrofugante, a diferentes zonas de la edificación, con respecto a lo planificado por concepto de actividad de limpieza de superficie planificada. El resultado evidenció que el proyecto resulta económicamente atractivo, ya que el valor actual neto (VAN) es positivo, la tasa interna de retorno (TIR) es aceptable (22 %) y el plazo de recuperación del proyecto es 3,6 años. Por lo tanto, se demostró que existe un beneficio económico con la aplicación del hidrofugante de base siloxano en las paredes de la edificación y que además, se alargan los ciclos de mantenimiento y durabilidad del material pétreo.

La tesis doctoral consta de Agradecimientos, Síntesis, Índice, Introducción y tres Capítulos: La Revisión Bibliográfica en la que se aborda la piedra como material de construcción, su uso en la construcción de edificaciones, su deterioro y los factores que influyen en él, los tipos de alteraciones y los fenómenos que intervienen, y además, los principales contaminantes que influyen en el deterioro de la piedra, las técnicas y ensayos que se emplean para la caracterización de esta material, los productos de conservación que se aplican en la actualmente y los métodos de evaluación de su efectividad. Asimismo se realiza la valoración del capítulo y conclusiones; Materiales y Métodos en el que se describe la metodología empleada en la investigación así como los programas informáticos de análisis estadísticos aplicados; Resultados y Discusión, en el que se realiza una detallada discusión de la caracterización medio ambiental del interior de la edificación y sus conclusiones, así como del material pétreo de la edificación y sus alteraciones (pátina y

costra) con sus conclusiones, evaluación de la efectividad de productos hidrofugantes, caracterización del material pétreo de otras edificaciones con el objetivo de aplicar en ellas el mismo producto protector y el análisis de factibilidad económica preliminar sobre la aplicación del producto y la actividad de limpieza de superficies que se planifica. La tesis consta además, de las Conclusiones Generales, Recomendaciones, Referencias Consultadas y Anexos.

Los resultados de la investigación fueron convenientes y oficialmente informados a las entidades encargadas de ejecutar los trabajos de conservación de los edificios patrimoniales construidos en piedra, así como a los centros educativos dedicados a formar personal calificado para realizar dicha actividad. El trabajo de tesis está avalada por la Dirección General de Proyectos, Arquitectura y Urbanismo, Subdirección de Diagnóstico, Oficina del Historiador de La Habana.

Parte de los resultados de este trabajo han dado lugar también a la aceptación de tres artículos en revistas cubanas certificadas por el CITMA, uno en una revista de alto factor de impacto y un capítulo de un libro. Además, se han presentado en ocho trabajos en eventos científicos de carácter nacional e internacional. El trabajo ha sido desarrollado en 145 páginas y contiene 21 tablas y 49 figuras, cuenta además con 19 anexos. Se sustenta en 179 referencias bibliográficas, de las cuales el 20,8 % son del 2009 a la fecha, el 44,4 % del 2000 al 2009 y el 34,8 % inferiores al 2000.

La novedad y originalidad de esta investigación radica en la caracterización de la piedra del Convento y Basílica Menor de San Francisco de Asís y su deterioro, mediante técnicas analíticas, así como la propuesta de un tratamiento para hacer más duradero el material pétreo. Su importancia radica en que posibilitó la obtención de información sobre la contaminación ambiental de la zona en la que se localiza la edificación, así como la identificación de las causas que influyen en el deterioro del material pétreo. De manera similar, se presenta la evaluación y justificación para la utilización de productos eficientes para la protección del material pétreo con el consiguiente incremento de su durabilidad, el distanciamiento de los trabajos de mantenimiento y el beneficio económico respectivo.