



Prueba de limpieza con látex.

Imagen: ©Gaspar Ortega Contreras, 2020.

El uso de látex para limpieza de hollín sobre roca caliza

Gaspar Ortega Contreras,* Nora Ariadna Pérez Castellanos** y Armando Arciniega Corona***

*Restaurador independiente

**Instituto de Investigaciones Estéticas
Universidad Nacional Autónoma de México

***Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural
Instituto Nacional de Antropología e Historia

Resumen

El hollín es una mezcla de subproductos de combustión de tamaño micrométrico, el cual es depositado sobre el patrimonio pétreo y si entra en contacto con el agua se producen deterioros físico-químicos irreversibles, afectando la estabilidad de la roca. El uso de látex como material de limpieza es una propuesta viable ya que evita el uso de agua. En esta investigación se evaluaron mediante colorimetría, microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido los resultados obtenidos en la limpieza de probetas de piedra caliza con hollín. A partir de los resultados se determinó que el látex es un material viable para la remoción de hollín sobre calizas, cuya eficiencia depende de las características texturales de la piedra y su estado de conservación. La limpieza con látex genera un resultado a simple vista, sin formar residuos o riesgos físicos durante el proceso.

Palabras clave

Limpieza; evaluación; hollín; látex; roca caliza.

Abstract

Soot is a mixture of micrometric sub-products of combustion, which is placed on historic stone, also besides water, both create an irreversible chain of various physical and chemical deteriorations, which affects the stability of the rock. Latex as a cleaning material, it is a viable option; cause avoids the use of water. In this investigation, the cleaning process was assessed by colorimetry, optic microscopy, and scanning electron microscopy. The results determined that latex poultice is an optional material for the removal of soot on limestone, whose efficiency depends on the textural surface, characteristics of the stone and its conservation. Latex poultice cleaning process produces a remarkable result appreciable with naked eye, without residues or physical hazards during the process.

Keywords

Cleaning assessment; soot; latex; limestone.



El látex es el citoplasma de las células laticíferas de distintos árboles y arbustos (De Paz, 2010), es un polímero natural de cadena larga conocida como isopreno, el cual se encuentra entrelazado con más de 200 tipos de proteínas, lípidos, sales, carbohidratos, alcaloides, mucílagos, gomas y encimas. Se obtiene como un líquido de color blanco o amarillento y semiespeso, que al coagular es semitransparente y elástico. Además, Castro (2008) destaca que el látex obtenido del árbol es casi neutro, pero la acción de enzimas y bacterias lo hacen ácido. Pérez *et al.* (2012) caracterizaron látex usado en la industria en México y determinaron que presenta elementos inorgánicos como Azufre (S), Zinc (Zn) y Potasio (K).

Cabe mencionar que desde el 1500 a.C. los Olmecas ya dominaban al látex (Ortiz *et al.*, 1997: 136) y en el siglo XIX personajes famosos como Mackintosh y Goodyear exploraron su uso a nivel industrial (Castro, 2008: 24; De Paz, 2010: 55; Sarabia, 2014: 7). Un ejemplo de ello son las herramientas utilizadas en el medio hospitalario, en la fabricación de ropa, en material deportivo y de oficina, colchones, chupones, impermeables, también se usa como adhesivo en anteojos, en la industria automotriz con los neumáticos y se utiliza en cementos, por mencionar algunas aplicaciones.

Actualmente el látex que se emplea proviene de diversos árboles y arbustos, sin embargo, Asia exporta látex del árbol *Hevea brasiliensis* a más del 80% de países con dicha demanda. Cabe mencionar que es obtenido por medio de un corte transversal en la corteza, el líquido segregado se recoge en recipientes que cuelgan del árbol, situados al final de las incisiones realizadas. Al día siguiente, dichos cortes son cubiertos nuevamente con la corteza desprendida, protegiendo así nuevamente al árbol (Sarabia, 2014) (Figura 1). Para su transporte y almacenamiento se estabiliza con amoníaco en bajas concentraciones (1.5-2.5 %). Tal proceso permite que se mantenga líquido y sea posible el traslado para su industrialización (Olvera, 2008; Castro, 2008; Castro *et al.*, 2011).

Entre los deterioros que tiene el patrimonio pétreo se encuentra la suciedad por hollín, el cual se puede generar por la combustión de veladoras, incendios, y contaminación, se deposita de forma micrométrica (entre 1 μm - 20 μm) debido a diversos factores como la termoforesis,¹ cargas estáticas, viento, entre otros (Moffett, 2008; Bolstad-Johnson, 2010). El hollín en adición con el agua dan como resultado una cadena de diversos deterioros físico-químicos irreversibles que dañan el patrimonio pétreo (Bolstad-Johnson, 2010).

Debido a ese mecanismo de deterioro, en el proceso de limpieza del hollín se debe de reducir al máximo la cantidad de agua, así es que el látex es una medida recurrente y viable desde principios del siglo XXI, el cual ha sido utilizado de forma extensa en la catedral de Londres (San Pablo) y la iglesia de San Juan Divino en Nueva York, el proceso evita el uso de agua en grandes cantidades (Kavenagh, 2012) y omite el polvo. El látex se usa en estado líquido aplicado mediante aspersión, brocha, espátula y en ocasiones por inmersión. Previo a ello, es necesario una limpieza mecánica con aspiradora y brochas de pelo suave.

¹ Proceso por el cual las partículas migran bajo la influencia de un gradiente de temperatura.





Figura 1. Detalle de corte transversal en la corteza. Imagen: ©Gaspar Ortega Contreras, 2020.

En la disciplina de la conservación-restauración existen teorías básicas que tienen como principios la mínima intervención y la reversibilidad, pero adicionalmente en las teorías contemporáneas se busca también el principio de sostenibilidad, el cual es definido como: satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer los recursos de las generaciones futuras (Pereira, 2007). El empleo del látex contribuye a este nuevo principio, debido a que la extracción se hace con agricultura sostenible, puesto que durante la obtención del polímero es posible prolongar la vida del árbol hasta los 25 años, además de que dicho sistema también facilita reforestar sistemáticamente las hectáreas de plantaciones (Sarabia, 2014: 9).

El látex a pesar de ser un material ampliamente usado en Europa y Estados Unidos, en México ha sido poco abordado en el contexto de la conservación-restauración para la limpieza de materiales líticos, por lo que ésta investigación se enfocó en el comportamiento del látex, el grado de limpieza y residuos.

Metodología

En la investigación se utilizaron tres probetas de piedra caliza cuadrada de 30 cm de lado y 2 cm de espesor (provenientes de Galarza-Puebla), las cuales fueron expuestas en una cámara para deposición de hollín (Figura 2). Las probetas se expusieron durante 15 minutos a los gases generado por la combustión de los siguientes materiales: 200gr de parafinas (veladoras), 1200gr maderas resinosas (ocote y pino), 1500gr de carbón y 200gr telas de algodón, con el objetivo de evaluar los pasos del proceso de limpieza.

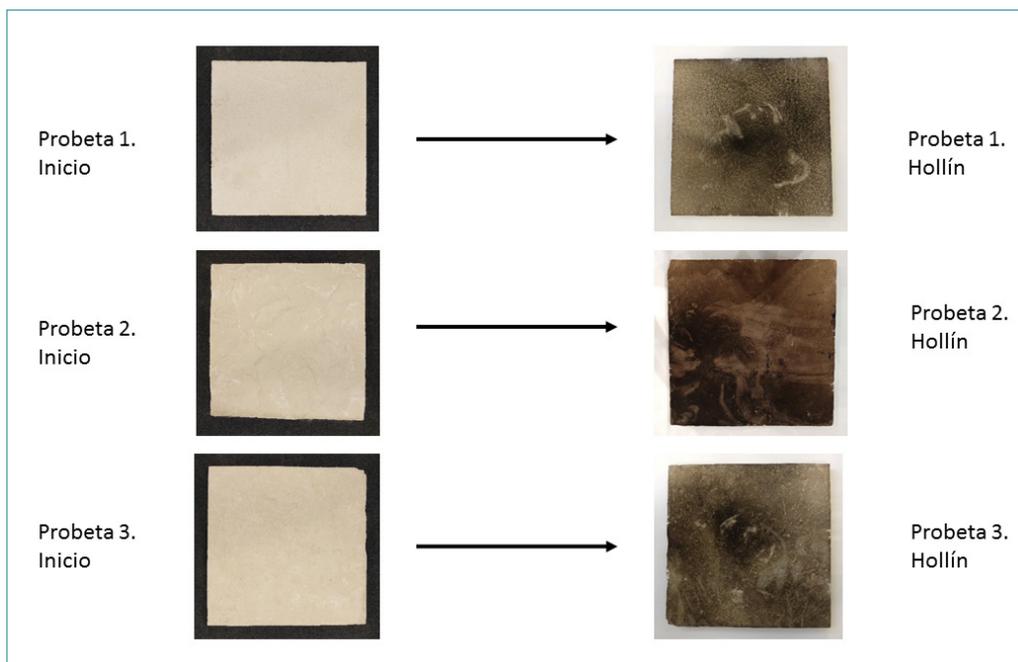


Figura 2. Piedras inicio y con hollín. Imagen: ©Gaspar Ortega Contreras, 2019.



Los pasos del proceso de limpieza iniciaron con remover el excedente de hollín con brocha de pelo suave para preparar la superficie, el siguiente paso consistió en aplicar con brocha el látex hasta conseguir 4mm aproximados de espesor, más tarde el polímero coagulado fue retirado de forma manual y, por último, se enjuagó la superficie con esponja húmeda.



Figura 3. Proceso de Limpieza. Imagen: ©Gaspar Ortega Contreras, 2019.

Debido a que el proceso de limpieza evaluado se limita a la superficie y no depende de la composición de la roca sino de sus características texturales, se utilizaron las siguientes técnicas analíticas: colorimetría, microscopía óptica de alta resolución, microscopía óptica con luz halógena y ultravioleta reflejada, además de microscopía electrónica de barrido (MEB). Todas ellas enfocadas en los cambios superficiales entre las probetas limpias, sucias y después del método de limpieza, así como identificar si existen residuos en las mismas.

Se realizaron un total de 165 tomas colorimétricas, se registraron cambios con respecto a los valores iniciales, principalmente la luminosidad. Para dicho propósito, se utilizó un espectrofotómetro de Konica Minolta® modelo spectrophotometer CM-2500d, con software Spectra Magic® Nx Lite portátil, del Laboratorio de Conservación, Diagnóstico y Caracterización Espectroscópica de Materiales (CODICE) de la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (CNCPC-INAH).

También se obtuvieron 92 tomas de microscopía óptica de alta resolución, estudio enfocado en la microestructura, morfología, textura, microtopografía así como disposición de cristales, para ello se utilizó un microscopio modelo KEYENCE® OP-87270 Digital microscope, con un lente VH-Z500R

del Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC) sede Instituto de Investigaciones Estéticas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIE-UNAM).

Además, bajo la microscopía óptica con luz de halógeno y ultravioleta reflejadas, se observaron 13 muestras, en ellas se determinó que, a nivel superficial, es posible observar minerales, formas geométricas y la fluorescencia de residuos orgánicos, para dicho estudio se utilizó un modelo ZEISS® equipado con AXIO (Axiocam 506 color) Imager.Z2 del LANCIC-IIE-UNAM.

Aunado a ello, en la microscopía electrónica de barrido se observaron 15 muestras y en imágenes magnificadas se registró la micromorfología, además se caracterizó la composición elemental de las probetas en los diversos pasos del proceso de limpieza. Se usó un modelo EVO ZEISS® MA 25, que está equipado con microsonda EDS del LANCIC-IIE-UNAM.

Resultados

Los registros iniciales de la probeta limpia sirvieron como referencias iniciales, con ellos fue posible comparar los cambios generados en superficie, por lo que la microscopía óptica de alta resolución ayudó a determinar las características texturales y con base en ello, se determinó que las probetas 1 y 3 son similares en rugosidad contrario a la superficie semirugosa de la probeta 2.

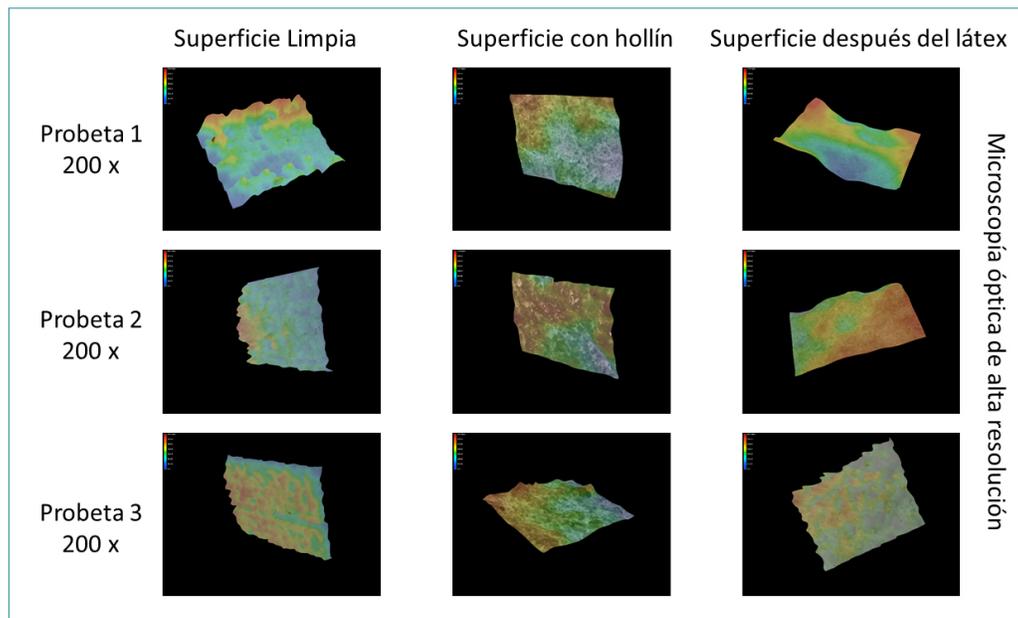


Figura 4. Mosaico comparativo de rugosidad en 3D. Imagen: ©Gaspar Ortega Contreras.

Las tres probetas tienen cristales con matices pardos y de color blanco grisáceo, promediados en 50 μm y que bajo luz ultravioleta se mostraron fluorescentes. Además, la microscopía electrónica de barrido (MEB) corroboró que las probetas tienen alto porcentaje de Calcio (Ca) y Carbono (C) y en menor porcentaje Silicio (Si) y Magnesio (Mg).



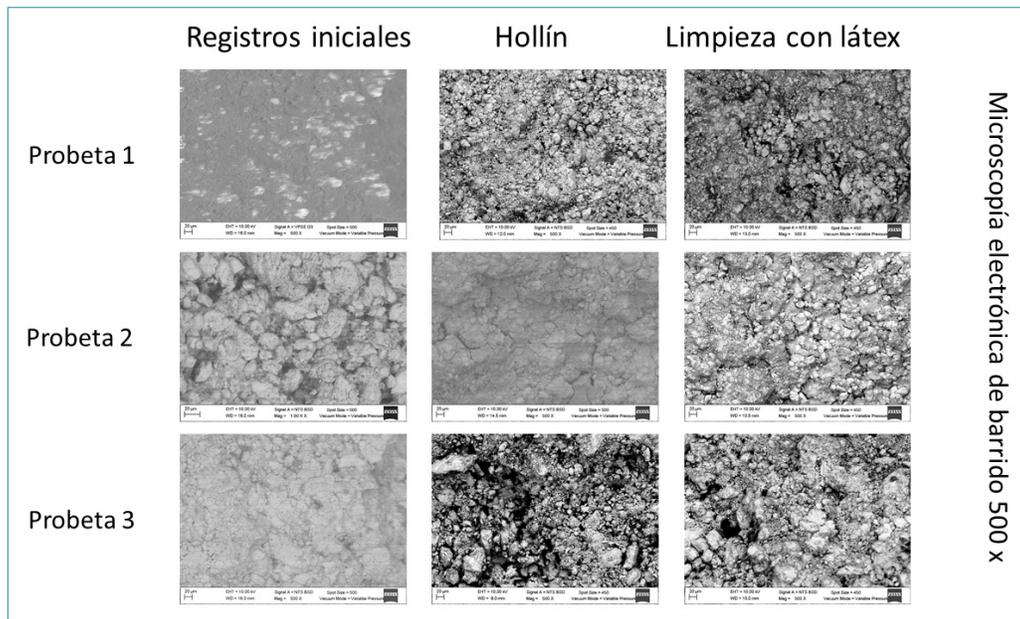


Figura 5. Mosaico comparativo MEB. Imagen ©Gaspar Ortega Contreras, 2019.

En las probetas sucias con hollín, las técnicas de microscopía ayudaron a entender la distribución irregular y composición elemental de las partículas, mismas que se encuentran distribuidas entre la rugosidad de la superficie, los cristales y los poros. Además, se determinó que en las probetas 1 y 3 las partículas irregulares de color negro se promediaron en 7 μm , mientras que en la probeta 2 las partículas se promediaron en 6 μm .

También se determinó que, bajo la luz ultravioleta, es posible distinguir fluorescencias verdes por debajo de las manchas de hollín oscuras. Por otra parte, se registró menor porcentaje de Calcio (Ca) con respecto a la roca limpia, dicha reducción se explica por la interfaz de hollín, ya que la MEB evidenció la formación de una capa de Carbono (C) sobre la superficie, además se registraron elementos como el Silicio (Si), Arsénico (As) y Flúor (F) (Figura 5), estos últimos dos son causados por los residuos de la combustión (Moffett, 2008; Boldstad-Johnson, 2010).

En la limpieza con brocha suave se determinó que el nivel de limpieza mecánica está ligado directamente a la rugosidad, ya que a simple vista las probetas 1 y 3 tienen un nivel similar de limpieza en contraste con la probeta 2, esto es ocasionado por la rugosidad de la superficie. En ese paso, las probetas muestran tonos sepías, sienas, pardos y partículas negras distribuidas entre la rugosidad de la superficie, además con MEB se observó que la limpieza con brocha no elimina las partículas de hollín que se depositan en los poros de la piedra y se caracterizaron elementos como Calcio (Ca) y en menor porcentaje Silicio (Si), Arsénico (As) y Flúor (F) muy similar a la probeta sucia (Figura 5).

Se identificaron partículas color gris oscuro, turquesa oscuro, café-verdoso y negras de 7 μm , distribuidas de forma irregular entre los cristales y poros, de modo que dichos resultados sugieren la presencia de hollín en los poros muy profundos donde no llegó el látex.

Dicho lo anterior, es relevante destacar que mediante MEB se esperaba encontrar elementos inorgánicos como Azufre (S), Zinc (Zn) y Potasio (K) (Pérez *et al.*, 2012) en altos porcentajes, sin embargo, se identificaron elementos como; Calcio (Ca), Silicio (S) y Magnesio (Mg) por encima del 10%, además se registró Aluminio (Al), Flúor (F) y Potasio (K) por debajo del 3%, por lo que no se detectaron residuos de látex.

En las secciones de las probetas enjuagadas con esponja húmeda, se determinó que la superficie de las probetas 1 y 3 es de color blanca-amarillenta muy similar a los registros iniciales, mientras que en la probeta 2 la superficie es amarillenta. En la probeta, se observaron restos de partículas sedimentadas y depositadas entre los cristales y poros. Tal efecto es causado posiblemente por el arrastre de material disgregado y a la fricción de la esponja húmeda.

Sumado a ello, dichos residuos fueron caracterizados mediante MEB y se determinó que se encontraron elementos nuevos como el Sodio (Na) y el Hierro (Fe). En ambos casos el porcentaje es menor al 0.2%, por lo que con base en las sales estudiadas por Ashurts (1998: 69), podría sugerirse que estos elementos depositados en la superficie de la probeta, encuentran su origen en impurezas del agua que fue utilizada para enjuagar.

Por último y con el objetivo de entender el comportamiento del látex en el proceso de limpieza, también se registró y evaluó el polímero coagulado. En él se observaron partículas de hollín y cristales desprendidos de superficie, oscilan los 50 μm y se encuentran adheridos o encapsulados en el polímero, además dicha característica también es descrita y publicada por Nesson (2010) y Kavenagh (2012), indicando que el esfuerzo mecánico ejercido con el polímero coagulado, puede causar desprendimiento de pequeñas partículas de piedra en zonas disgregadas.

Conclusiones

En esta investigación por medio de análisis instrumentales se evaluó el proceso de limpieza y con base en los resultados obtenidos, se determinó que no existen residuos de látex sobre la superficie de las probetas, haciéndolo un material viable para los procesos de limpieza en piedra.

Es importante considerar que el látex es un polímero secretado del árbol *Hevea brasiliensis*, el cual le sirve como defensa ante diversas amenazas, por lo que es importante asegurarse de que el equipo de especialistas que esté en contacto con las proteínas y enzimas no presenten cuadros alérgicos al material.

Previo a la selección de látex como método de limpieza, es fundamental realizar un dictamen en donde se establezcan si la roca es apta para exponerla al tratamiento, con el fin de determinar si es viable ejercer fuerza físico-mecánica sin dañar la superficie de la piedra. Las pruebas también ayudarán a definir el nivel de limpieza que se desea.

En la investigación se determinó que las superficies de mayor rugosidad presentan mayor eficiencia en la limpieza, ya que el látex encuentra mayor anclaje al sustrato y por lo tanto mayor esfuerzo físico-mecánico. Sin embargo, también se definió que, en superficies de menor rugosidad, la eliminación de hollín no es tan eficiente, en ocasiones está reportado que se puede realizar diversas aplicaciones y, si es necesario, complementar con otros métodos o herramientas.



Por último, el proceso de limpieza con látex, evita el uso de agua, reduciendo la reactivación de diversos deterioros y no deja residuos en la superficie de la piedra, también la coagulación del látex forma una película semitransparente que se adapta a cualquier superficie (por ejemplo, piedras talladas y esculturas) y permite el monitoreo constante del proceso.

*

Agradecimientos

Se agradece el apoyo del Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural LANCIC, a través de los proyectos CONACYT LN 279740, LN 299076, así como al proyecto Cátedras Conacyt. Además, a la Red de PROFIDES de "Estudios Interdisciplinarios sobre medio ambiente y Conservación del Patrimonio Mexicano", por el apoyo prestado para la realización de el presente trabajo. Finalmente, al Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM-IIE, al Laboratorio CODICE y al Proyecto 8141-Investigación aplicada a la conservación del patrimonio cultural, ambos de la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural del INAH, por todo el soporte brindado a esta investigación.

Referencias

Ashurst, John y Ashurst, Nicola (1988) *Stone Masonry. Practical Building Conservation. English Heritage Technical Handbook*, Vol. 1, Nueva York, Halsted Press.

Bolstad-Johnson, Dawn (2010) "The hidden hazards of fire soot", *AIC News* [en línea], 35 (5): 1-5, disponible en: <<https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/publications/periodicals/2010-09-sept-aicnews.pdf?sfvrsn=8>> [consultado el 9 de septiembre de 2018].

Castro, Guillermo (2008) Materiales y compuestos para la industria del neumático [pdf], disponible en: <http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf> [consultado el 3 de marzo de 2018].

Castro, Rocío, Álvarez, Adriana, Machado, Elwi, Mendoza, Mónica, Gómez, Rubén, y García, Pablo (2011) "Caracterización de una quitinasa extracelular producida por *Serratia sp.* BIOMI-363706 Usando quitina coloidal como sustrato", *Revista de la Sociedad Química del Perú* [en línea], 77 (2): 101-108, disponible en: <<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v77n2/a02v77n2.pdf>> [consultado el 4 de abril de 2018].

De Paz Amaya, Flor del Rosario (2010) *Sensibilización al látex en personal sanitario*, tesis de Especialista en Medicina Pediátrica, SanSalvador, Universidad de El Salvador.



Kavenagh, Claudia (2012) Interior cleaning at Saint John the Divine: Practical and logistical considerations [pdf], disponible en: <<http://iscs.icomos.org/pdf-files/NewYorkConf/kavenagh.pdf>> [consultado el 9 septiembre de 2018].

Moffett, Patrick J. (2008) Soot Particles: A Procedural Guide For Containing and Removing Wildfire-Caused Soot in Buildings [pdf], disponible en: <https://www.genesisrestorations.com/support-contact/resources/Wildfire_Soot_Part particulate_Removal.pdf> [consultado el 7 de julio de 2018].

Nessow, Johanna (2010) *ARTE MUNDIT. A Review of the Product, its Cleaning Efficacy and Impact when Applied to Mural Paintings*, tesis en Conservación de Patrimonio Cultural, Suecia, Götenborgs Universitet.

Olvera Garza, Lilian Irais (2008) *Nanocompuestos de látex natural*, tesis de licenciatura en Química, Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México.

Ortiz, Ponciano, Rodríguez, María del Carmen, y Delgado, Alfredo (1997) *Las investigaciones arqueológicas en el cerro sagrado "Manatí"*, Veracruz, Xalapa. Editorial Universidad Veracruzana, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Pérez, Nora A., Ruvalcaba, José L., Hernández, Claudio, y Martínez, César (2012) "How to make a latex rubber sculpture? Manufacturing studies that improve the creative work of an artist", *Symposium S8 – Cultural Heritage and Archaeological Issues in Materials Science*. 1374: 167-176.

Pereira H. N. (2007) "Contemporary trends in conservation: acculturation, significance and sustainability", *City & Time*, 3 (2): 15-25, disponible en: <<http://www.ceci-br.org/novo/revista/docs2008/CT-2008-104.pdf>> [consultado el 2 de junio de 2020].

Sarabia Ortiz, Armando (2014) *Comparación de dos métodos de coagulación del látex (Hevea brasiliensis) en el Magdalena Medio colombiano*, tesis de posgrado como Especialista en Cultivos Perennes Industriales, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.

