

# Limpeza *ideal* y limpieza real en Patrimonio Arquitectónico

Manuel Ángel Iglesias Campos

**Resumen:** El concepto actual de limpieza refleja la evolución que la conservación-restauración ha tenido durante el siglo XX. Gracias al desarrollo de las ciencias y a la formación de los conservadores-restauradores se le ha ido añadiendo añadiendo un carácter científico-técnico — limpieza *ideal* — y se ha profesionalizado la intervención — limpieza real —. En este trabajo, a partir de la definición de limpieza en Patrimonio Arquitectónico y de determinados preceptos implícitos al tratamiento (estética, conservación, catas previas, evaluación, etc.), se analiza la normativa específica en la materia para comprobar su vigencia y adaptación a las necesidades reales de intervención. Tras plantear diversas cuestiones sobre el tratamiento se puede concluir que, si bien el estudio científico de las catas previas de limpieza es algo habitual, no se ha determinado cómo plantear un seguimiento efectivo de los trabajos según los baremos establecidos en dichos estudios.

**Palabras clave:** limpieza, normativa, evaluación, catas previas, conservación-restauración.

## *Ideal Cleaning and Actual Cleaning in Architectural Heritage*

**Abstract:** The current concept of cleaning reflects the evolution of conservation-restoration during the twentieth century. Due to science development and conservators-restorers' academic training a scientifictechnical basis has been added — *ideal cleaning* — and a professional status to the intervention has been given — *actual cleaning* —. In this paper, from the definition of Architectural Heritage cleaning and from certain treatment implicit concepts (aesthetic, conservation, previous tests, evaluation, etc.), the specific standards of this area are reviewed to verify its validity and adaptation to the requirements of an actual intervention. After considering several questions about cleaning it can be concluded that, although the scientific study of previous cleaning tests is a common practice, it has not been determined how to set up an effective monitoring of the work in accordance to the established scales in these studies.

**Key words:** cleaning, standards, evaluation, previous tests, conservation-restoration.

## Limpeza *ideal* e limpeza real em Património Arquitectónico

**Resumo:** O atual conceito de limpeza reflete a evolução que a conservação e restauro teve durante o século XX. Graças ao desenvolvimento das ciência se à formação dos conservadores-restauradores, foi-se ganhando um carácter científico-técnico — limpeza *ideal* — e foi-se profissionalizando a intervenção — limpeza real —. Neste trabalho, a partir da definição de limpeza em Património Arquitectónico e de determinados preceitos implícitos ao tratamento (estético, conservação, testes de limpeza prévios, avaliação, etc), analisam-se as normativas específicas da matéria para comprovar a sua vigência e sua adaptação às necessidades da intervenção atual. Depois de colocar diversas questões sobre o tratamento, pode concluir-se que, embora o estudo científico dos testes de limpeza seja algo comum, não está determinado como se deve fazer um seguimento efetivo dos trabalhos, de acordo com os parâmetros estabelecidos nesses estudos.

**Palavras-chave:** limpeza, normas, avaliação, testes de limpeza prévios, conservação-restauro.

## Introducción

La forma de entender la limpieza en la actualidad es fruto de la evolución que ha tenido la conservación-restauración a lo largo del siglo XX al beneficiarse del desarrollo científico y de la formación de los conservadores-restauradores como garantes de los trabajos (ECCO 2002; AA.VV. 2000; ICOM 1984; Brandi y de Angelis d'Ossat 1972; AA.VV. 1931). Se le ha añadido un carácter científico-técnico - limpieza *ideal* - y se ha profesionalizado la intervención - limpieza real <sup>-1</sup>.

Pero, ¿todas las disciplinas científicas, técnicas o profesionales implicadas en el Patrimonio Arquitectónico han asumido estos cambios? Los arquitectos han atendido en sus proyectos a determinados criterios deontológicos de la restauración; los científicos han centrado sus investigaciones en las necesidades reales de la intervención; el conservador-restaurador ha asumido un papel destacado entrando en un campo regido por principios, principalmente económicos, diferentes a los que le eran habituales; las constructoras que gestionan los trabajos, cuentan con conservadores-restauradores para determinados tratamientos.

Aparentemente, todo parece funcionar. Pero, por la manera de adjudicar la mayoría de proyectos y por los baremos de valoración normalmente establecidos al otorgar estas contrataciones ¿Todas las intervenciones se adecuan realmente a los criterios establecidos por los organismos responsables del Patrimonio Arquitectónico?, ¿Son estos criterios mesurables según los protocolos de calidad consensuados en otras ramas de la construcción?

Aparte de consideraciones legislativas y administrativas de gestión y control de las intervenciones por parte de los organismos responsables, parece necesario establecer una metodología clara con la que determinar el tratamiento que permita al conservador-restaurador, y a los responsables de la obra, implantar un seguimiento preciso durante toda la intervención. A pesar de lo complejo que resulta definir el procedimiento de limpieza de los diferentes materiales de un monumento por la variedad de depósitos superficiales o manchas, y la diversidad de estados de conservación que pueden tener, desde hace años existen normas y recomendaciones, nacionales e internacionales, que abordan la cuestión.

En este trabajo, a partir de la definición de limpieza en el contexto actual de intervención en Patrimonio Arquitectónico, y del análisis de determinados conceptos relacionados con el tratamiento se revisan las normas existentes en la materia para comprobar si pueden ayudar a determinar la calidad de una limpieza y asegurar el seguimiento de los trabajos dentro de los valores establecidos en un proyecto y en un estudio previo. Ciencia, criterio, normalización, profesionalización,... son paradigmas inherentes al tratamiento que no siempre coexisten en la limpieza real.

## Limpeza

Semánticamente, el término limpieza aparece vinculado a su verbo: limpiar. Limpiar significa quitar la suciedad o inmundicia de algo, hacer que un lugar quede libre de lo que es perjudicial en él, y, quitar imperfecciones o defectos (Real Academia Española s.a.). También existe una relación evidente entre limpieza e higiene, entendida como el aseo de viviendas, lugares públicos y poblaciones (Real Academia Española s.a.).

Los monumentos se limpian por diferentes razones, y una de ellas es porque se renuevan o embellecen al considerarse que una superficie limpia es mejor (Andrew 1992: 63). Por tanto, uno de los argumentos para limpiar un monumento es estético, ya que cambia su apariencia y la de su entorno.

Esto ha sido así desde antiguo. En la Edad Media, en el centro de Italia, las ciudades tenían normas para mantener la armonía visual de sus edificios y asegurar una representación positiva; entre 1625 y 1775, las iglesias de Roma se enlacaban cada 25 años para celebrar los Años Santos, relacionando limpieza con celebración de acontecimientos (Koller 2000: 6). A mitad del siglo XIX, en París, existía una recomendación que pedía a sus habitantes conservar las fachadas de los edificios cada diez años (Vergès-Belmin y Bromblet, 2000: 234)<sup>2</sup>.

En otros casos, la preocupación higienista y estética favoreció que se utilizasen determinados materiales constructivos. Así, por ejemplo, durante el siglo XIX en Inglaterra, se intentaba solucionar el problema de la contaminación utilizando materiales que retienen menos la suciedad y son más fáciles de limpiar como el ladrillo, la cerámica vidriada, el mármol o el vidrio (Ashurst 1994: 70). También se protegía el material, y en el mismo periodo, los estucos de la fachadas de Londres se cubrían con pintura al óleo para tratar de conservarlos (Brimblecombe 1992: 56).

Estas breves referencias, de las muchas existentes, muestran la preocupación que ha existido desde siempre sobre el aspecto de los edificios y monumentos al ser símbolos de un determinado lugar<sup>3</sup>.

Pero frente a la reflexión estética, al término limpieza se le añade el concepto de conservación. Ashurst (1994: 1) define su necesidad no solo por motivos estéticos sino para asegurar una mejor conservación de los materiales. Torraca (1995: 2-3) refiere también la conservación del material y la comprensión de la imagen, y lo plantea como un proceso que al eliminar sustancias dañinas intenta detener o minimizar la degradación, permite la observación del estado real del sustrato y facilita la aplicación de los tratamientos necesarios en otras etapas de intervención. Torsello (1995: 9-18) habla de limpieza como un resultado más que como un procedimiento, y la relaciona con acciones de sustraer, de sacar la suciedad y lo impuro de un objeto.

Plantea reflexiones habituales al tratamiento: qué quitar, cómo, hasta dónde, etc.; así como, cuál es la finalidad y el porqué de la limpieza. Quaresima, Pasanisi y Scarsella (1995: 179) indican que la limpieza representa una fase particularmente importante y delicada ya que debe prever la eliminación de lo que es dañino para el material y debe garantizar el respeto a la estratigrafía histórica que caracteriza a cada monumento. El IPCE (AA.VV. 2013: 63-67) define como principal objetivo de la limpieza la conservación y preservación del bien cultural mediante la eliminación de la suciedad y de todos aquellos productos y elementos ajenos al soporte capaces de generar daño y/o impedir el reconocimiento del objeto, facilitando su preparación para posteriores tratamientos cuando estos sean necesarios.

En resumen, con una limpieza se intentan eliminar los depósitos superficiales y las manchas que son o pueden ser dañinas para la conservación de un material<sup>4</sup> o impiden su reconocimiento, debiendo garantizar el respeto a las diferentes etapas históricas que lo definen, y facilitando a su vez, la aplicación de los tratamientos que pueden ser necesarios en otras etapas de la intervención. A lo que hay que añadir que, como premisa principal, no debe provocar alteración de las superficies tratadas.

Se entiende, por tanto, que con la limpieza solo se debería eliminar lo que produce alteración físico-química. Pero como la estética final acostumbra a ser determinante, por ser la forma de presentar el monumento, durante la intervención se decidan, quizás, retirar algunos depósitos no perjudiciales para potenciar un momento determinando, un tratamiento concreto o porque han perdido su funcionalidad (aspectos que se deben evaluar individualmente para cada situación<sup>5</sup>).

La limpieza se muestra, de este modo, como un tratamiento no exento de riesgos, con diferentes planteamientos estéticos, técnicos o científicos, y en el que se realiza una modificación irreversible en el monumento. Y, como en la mayoría de los casos puede ser necesaria, se debe evitar alterar el sustrato y documentar todo el proceso como testimonio de los diferentes estratos que se retiran.

Como es sabido, estos requerimientos indican que la limpieza es una de las etapas más delicadas y que requiere un seguimiento muy preciso debido a su carácter irreversible, siendo normalmente la primera operación que se realiza. Y al ser un proceso relacionado con la acción de sustraer, se necesita definir claramente el límite de la actuación.

Se perfila así, la reiterada necesidad de una fase previa de estudio con la que conocer la evolución histórica del monumento, las características de los materiales y de sus alteraciones (y de sus interrelaciones), así como, la realización de pruebas de limpieza, de su evaluación según procedimientos científicos y de la valoración crítica de los resultados según las exigencias de cada intervención.

Pero, debido a la variabilidad de situaciones que se suelen

encontrar en un monumento, ¿estos estudios previos contemplan el seguimiento posterior en obra de los resultados?

## **Evolución**

Las reuniones técnicas que se organizaron regularmente entre 1960-1980 son muestra del interés científico y de la colaboración que ha ayudado a la transformación del concepto de limpieza en Patrimonio Arquitectónico (Laurenzi Tabasso y Simon 2006: 68). La conservación-restauración de materiales constructivos evolucionó junto con las ciencias afines - historia, geología, biología, química, física, etc. - para comprender cómo se forman los diferentes depósitos superficiales, ya sean de alteración o de uso, y su interacción con los sustratos. Asimismo, el desarrollo de técnicas de análisis cada vez más precisas ha permitido un conocimiento mayor de lo que se necesita retirar para determinar y evaluar los resultados del tratamiento, y de cómo la limpieza puede afectar a los materiales.

Estos cambios han favorecido también el desarrollo de nuevas técnicas y nuevos equipos que facilitan al conservador-restaurador el control necesario en estas intervenciones. Las técnicas se han diversificado, y su combinación es normalmente el planteamiento habitual para conseguir los mejores resultados según el material y la suciedad a retirar.

De manera genérica, las técnicas de limpieza aconsejadas en la actualidad, y ya desde 1980, son: las limpiezas con agua nebulizada o con productos químicos aplicados en forma de apósito, las limpiezas mecánicas manuales como la microproyección de abrasivos a baja presión, y las limpiezas con láser. Existen otras menos usuales en obra basadas en la aplicación de ultrasonidos, y algunas tentativas en el uso de sistemas criogénicos, por el momento sin demasiado éxito. Se han ido descartando poco a poco limpiezas agresivas con agua a presión, con vapor de agua, con chorro de arena o con agentes químicos comerciales por la falta de control que suponen (Tabla 1) aunque en ocasiones, y por negligencia en la inspección de los trabajos, se siguen empleando.

Cada una de las técnicas actualmente aceptadas presenta también ventajas e inconvenientes, y unos parámetros de aplicación que se necesitan controlar (AA.VV. 2010). Aunque los métodos seleccionados sean selectivos y graduables, la complejidad de las variables de aplicación hace que no estén libres de efectos secundarios, por lo que su estudio y comprensión ayuda a seleccionar el procedimiento más apropiado para cada caso concreto y su protocolo de aplicación.

Pero, ¿estos aspectos técnicos de los métodos de limpieza se han establecido en un protocolo detallado y de fácil seguimiento para todos los técnicos implicados en la intervención?

Mecanismo	Efectividad genérica	Técnicas aconsejadas	Técnicas desaconsejadas
Métodos físicos.	Permiten retirar depósitos superficiales que no han penetrado en la textura porosa del material.	Limpieza láser.	
Métodos mecánicos y físico-mecánicos.	Permiten retirar depósitos superficiales que no han penetrado en la textura porosa del material.	Limpieza mecánica manual. Proyección-microproyección de abrasivos a baja presión. Limpieza por ultrasonidos.	Limpieza con proyección a alta presión.
Métodos químico-físicos con disolventes no reactivos (agua principalmente).	Permiten la limpieza de depósitos solubles en el medio. Pueden actuar a cierta profundidad. Necesitan de una acción mecánica para eliminar residuos disueltos.	Limpieza con agua y cepillado. Limpieza con agua nebulizada, vaporizada o atomizada. Apósitos de agua. Proyección-microproyección de abrasivos a baja presión en húmedo.	Limpieza con agua a presión. Limpieza con vapor de agua.
Métodos químico-físicos con agentes reactivos.	Permiten la limpieza de depósitos solubles en el medio. Pueden actuar a cierta profundidad. Necesitan de una acción mecánica para eliminar residuos disueltos.	Apósitos con diferentes agentes químicos de limpieza con formulaciones conocidas. Resinas de intercambio iónico.	Limpieza con agentes ácidos o alcalinos (químicos comerciales).

**Tabla 1.** Métodos de limpieza según mecanismo predominante en el tratamiento.

## Normativa

Las exigencias en la limpieza de un monumento reflejan la necesidad de definir unos criterios de calidad y control que parecen derivar hacia su normalización. Desde hace años existen tentativas relacionadas con estas proposiciones. Algunas aparecen reflejadas en los documentos ENCORE (2012) y ECCO (2002) que pretenden mejorar la calidad de la intervención especificando las competencias del conservador-restaurador. Pero la idea también apunta hacia proyectos normalizadores según los procesos habituales para cualquier trabajo o proceso productivo (Cirujano y Schoebel 2005: 481).

Pero, ¿qué es una norma? Según AENOR (2002) es un documento de aplicación voluntaria, consensado por las partes implicadas en la actividad objeto de regulación y aprobadas por un Organismo de Normalización reconocido tras un procedimiento legalmente establecido. Este documento contiene especificaciones técnicas basadas en resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico.

El hecho de que tal y como aparece en la definición, las normas sean de aplicación voluntaria, les otorga un valor

equivalente al de recomendación, es decir, sirven para fijar las directrices generales de los trabajos sin necesidad de cumplimiento obligatorio<sup>6</sup>. Y en algunas jornadas sobre el tema, la idea de norma de limpieza en trabajos de conservación-restauración ha sido ampliamente cuestionada. ¿Cómo normalizar intervenciones donde los monumentos, los ambientes, los materiales y las alteraciones son diferentes y por lo tanto las soluciones también lo son?, ¿Cómo dar una norma, si incluso en un mismo edificio construido en su totalidad con el mismo material, la limpieza puede variar según la fachada o el área que tratemos? (Iglesias Campos, *et al.* 2008: 265).

A pesar de la dificultad, existen algunas normas, recomendaciones o guías para la limpieza de materiales constructivos, aunque en muy pocos casos se citan en artículos científicos o de intervención. Las tres más referidas son la Normal 20/85 - italiana-, la ASTM E1857-97-2004 - americana - y la BS 8221-1:2012-Part 1 - británica -, las dos últimas vinculadas a la construcción en general.

La recomendación<sup>7</sup> Normal 20/85 (Commissione Normal-CNR-ICR 1986) en el punto 3, refiere y describe de mane-



ra sintética los métodos de limpieza que se consideran aceptados para superficies escultóricas, para paramentos exteriores no esculpidos sin particular concepción estética y los tratamientos para la vegetación. En el punto 4.1 recoge, además, unos estudios mínimos con los que evaluar el tratamiento.

La norma E1857-97-2004 (ASTM International 2004) recoge los procedimientos para la selección y evaluación de las técnicas de limpieza, indicando que en las superficies artísticas se precisa la supervisión de especialistas. Además de reseñar las diferentes técnicas con sus ventajas e inconvenientes - no aparece el láser -, establece la necesidad de las catas previas y la de determinar el procedimiento de ejecución y el de evaluación.

La norma BS 8221-1:2012-Part 1 (British Standards Institution 2012) recoge también los procedimientos para la selección y la evaluación de las diferentes técnicas, explicando brevemente los materiales constructivos más comunes y los riesgos que puede suponer cada tipo de limpieza. Recoge la necesidad de establecer tanto la competencia del contratista y la cualificación de los operarios asignados para llevar a cabo el trabajo propuesto, como la de los supervisores, que deben tener un conocimiento exhaustivo sobre los materiales y los procesos de limpieza.

En España, como referencia para los tratamientos de limpieza, existe el documento del IPCE (AA.VV. 2013: 63-67)<sup>8</sup> y las recomendaciones AENOR (2009)<sup>9</sup>. El documento del IPCE contempla todos los procesos de intervención sobre materiales pétreos en Patrimonio Histórico, entre ellos la limpieza, y analiza los requisitos previos, las consideraciones y recomendaciones, y los diversos sistemas. Los documentos sobre limpieza de AENOR, estructurados en seis informes, se ocupan de los materiales constructivos en general, indicando que en el caso de edificios histórico-artísticos se necesita extremar el seguimiento. El primero de estos informes recoge consideraciones generales y los cinco restantes se ocupan de los métodos más habituales, detallando los principios de actuación y los factores a controlar en cada uno de ellos - agua, mecánicos, láser, químico con aplicación en forma de solución y químico con aplicación en forma de apósitos - (Iglesias Campos *et al.* 2007; Iglesias Campos 2007).

Aparte de estas normas generales, existe una concreta sobre la limpieza láser (UNI 2006). Quizás por ser más específica, presenta un desarrollo en el que se establece de manera precisa un procedimiento y unas técnicas de evaluación.

Entre los grupos de trabajo sobre normalización, además de los organismos nacionales, existe la comisión europea CEN/TC 346 sobre Patrimonio Cultural (Cen-European Committee for Standardization 2009). Su objetivo es el de normalizar la terminología, los métodos de experimentación y análisis, la caracterización de materiales, los procesos de deterioro y las técnicas para la conservación, restau-

ración y mantenimiento en bienes muebles e inmuebles. Dentro de los diferentes grupos de trabajo, y en concreto del WG3 - Evaluación de métodos y productos para trabajos de conservación -, existe un subgrupo - WI 011 - que tiene previsto encargarse de la limpieza con el fin de redactar futuros documentos que regulen los métodos de ensayo y análisis, tanto en laboratorio como in situ, para evaluar las metodologías de intervención<sup>10</sup> (Fassina 2013: 8-26; Fassina 2006: 23). Todos los documentos normativos, recomendaciones o guías existentes en la actualidad siguen una línea similar en su desarrollo: objetivo, referencias, terminología, caracterización del sustrato y de la suciedad, criterios y técnicas de limpieza. Todos plantean aproximaciones generales y similares al problema porque recogen y sintetizan la bibliografía existente sobre el tema hasta el momento de su publicación; y todos consideran la necesidad de realizar catas previas y su evaluación posterior para definir el tratamiento.

Pero en este último aspecto es, quizás, donde más adolecen de especificidad. Si bien es complejo determinar el procedimiento de limpieza para los diferentes materiales de un monumento por la variedad de suciedades y de estados de conservación que pueden existir, en cambio, para su evaluación, donde según la técnica se pueden prever los posibles daños, no se llegan a concretar unos estudios que faciliten la información mínima necesaria para su valoración.

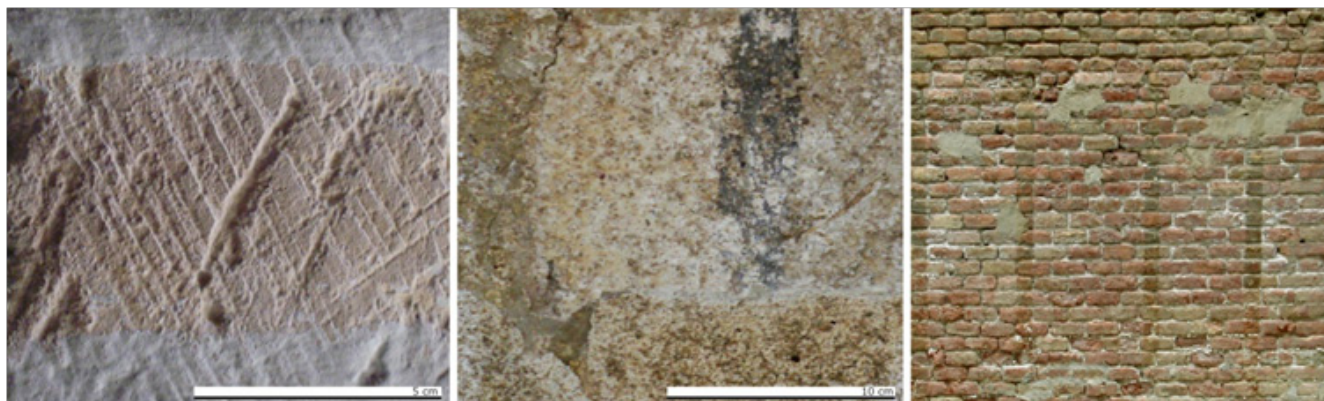
Todas las normativas refieren la necesidad de trabajos en laboratorio. La BS 8221-1:2012-Part 1 (BSI 2012) habla además de realizar mediciones colorimétricas y la Normal 20/85 (Commissione Normal-CNR-ICR 1986: 17) enumera procedimientos que incluyen medidas de color, absorción de agua, rugosidad y sales solubles, entre otros. Aun así, estos procedimientos de evaluación, resultan muchas veces difíciles de aplicar en obra o están pensados para unos estudios previos que no contemplan el seguimiento posterior.

Pero, ¿no sería necesario que se normalizasen también unas evaluaciones in situ que garantizaran la idoneidad de los procedimientos durante el proceso de intervención?

### **Catas previas**

La definición de limpieza, su irreversibilidad, sus riesgos y sus requerimientos técnicos, reafirman la necesidad de realizar unas catas previas, evaluadas posteriormente, para determinar los tratamientos más apropiados para cada caso concreto<sup>11</sup>.

Se muestra así la necesidad de estudiar la limpieza según los procedimientos habituales de las ciencias experimentales en las que, para reproducir un ensayo, se precisan mantener constantes los parámetros que han intervenido en su consecución. Y esto se plantea, además, porque frecuentemente en el estudio preliminar de cualquier limpie-



**Figura 1.** Catas previas. Eliminación de encalados - caliza micrítica- (izquierda), retirada de revestimientos - enlucido pintado - (centro) y limpieza de depósitos superficiales de suciedad compactada - ladrillo manual - (derecha). (M.A. Iglesias Campos)

za - catas previas como ensayo científico - las pruebas y la ejecución del trabajo suelen realizarlas equipos diferentes.

Metodológicamente, como ya es sabido y aunque no sea siempre así en la realidad, antes de proceder con los ensayos de limpieza, se necesita estudiar la historia del monumento para comprender su evolución<sup>12</sup>. El estudio de su situación actual, incluyendo materiales constructivos, alteraciones, depósitos naturales, depósitos artificiales, y sus relaciones, facilita datos relevantes para seleccionar los métodos de limpieza y para determinar críticamente los depósitos artificiales que tienen o no relevancia en el conjunto de la obra según las exigencias de cada intervención<sup>13</sup>.

A partir de estos informes que definen los parámetros del material y de la suciedad se seleccionan los métodos a ensayar, porque de los datos que se obtienen, algunas técnicas podrían descartarse desde el principio. Estas pruebas, realizadas preferentemente en obra o en laboratorio, donde se aplicarán de forma similar a la que se utilizará en el monumento (Iglesias-Campos, García Fortes y Prada Pérez, 2014; Iglesias-Campos, 2014), facilitan una información que agiliza el trabajo de los diferentes equipos implicados en la intervención.

Las catas en obra permiten, además, visualizar el grado de limpieza que se intenta conseguir, y su tamaño se relaciona con la superficie donde se realizan. Así, en un volumen escultórico tenderán a ser lo más pequeñas posibles y, en un paramento, deberán tener un tamaño que permita observar el aspecto final, incluyendo los morteros de junta [Figura 1]. Esta metodología permite también establecer unas zonas de referencia en obra que sirven de guía para comprobar que los trabajos se ejecutan según lo determinado en los estudios. Así, si en algún momento no se consigue el mismo acabado - por defecto o exceso - el responsable de la limpieza podrá consensuarlo con el resto de los técnicos antes de continuar.

Evidentemente, las limpiezas ensayadas no se podrán re-

producir con la misma exactitud en toda la superficie del monumento ya que estas catas, por previas, se acostumbra a realizar en las partes bajas del monumento al no poder acceder a su totalidad. Aun así, su estudio permite establecer un rango de valores seguros con los que reducir el riesgo del tratamiento, aunque es aconsejable su revisión una vez iniciada la obra.

Al principio de este apartado, se ha relacionado cata previa y ensayo científico porque en ambos se necesitan mantener constantes los parámetros que han intervenido en su consecución; y durante el desarrollo, se han referido unos estudios previos con los que se definen los parámetros del material y de la suciedad - lo que indica que el protocolo se ha establecido -.

Pero, ¿se han determinado detalladamente los parámetros propios de cada técnica que han de tenerse en cuenta para definir y reproducir el tratamiento y su protocolo de ejecución?

## Evaluación

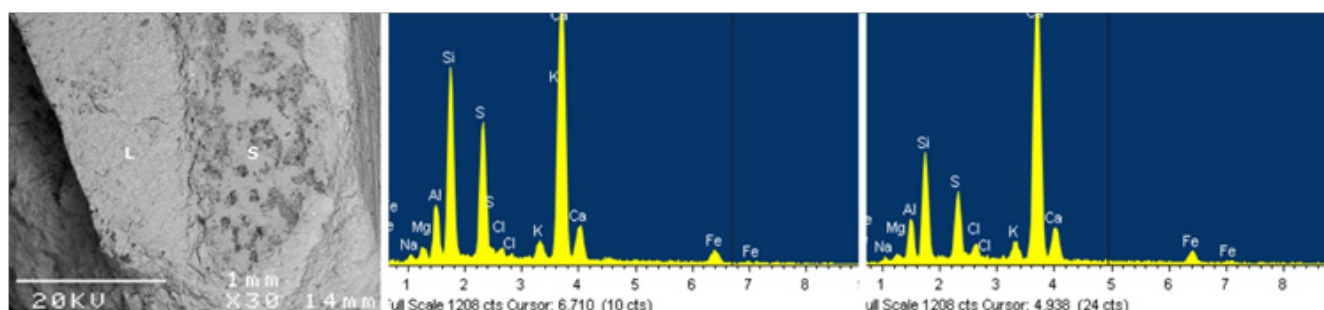
Se ha reiterado la necesidad de evaluar las catas previas para comprobar que no se han producido modificaciones físico-químicas en el material, y determinar la inocuidad y efectividad de la limpieza.

Habitualmente, y la mayoría de las veces por falta de presupuesto, las evaluaciones se hacen en obra mediante un análisis visual de los técnicos implicados. Estas valoraciones suelen ser parciales ya que, para determinar un tratamiento como inadecuado, el daño suele ser muy evidente - pérdida de material, pátina, policromía, etc. -. En algunos casos se suelen completar con observaciones con lupa, microscopio portátil o macrofotografía que, aunque más precisas, proporcionan datos cualitativos parciales.

En obra también se pueden comparar medidas de dureza, de rugosidad, de color y brillo, de absorción de agua



**Figura 2.** Evaluación in situ. Macrofotografía de cata de limpieza láser (izquierda) y evaluación de variaciones de pH mediante tiras reactivas tras limpieza química con apósitos (derecha). (M. Á. Iglesias Campos)



**Figura 3.** Imagen SEM-BSEI (Scanning Electron Microscopy-Back Scattered Electron Image) de cata de limpieza: zona tratada - L - y sin tratar - S - (izquierda). Espectros SEM-EDX (Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray spectroscopy). Disminución de los principales elementos de una costra negra sobre sustrato carbonatado (centro) en comparación con la zona tratada y limpia (derecha). (M. Á. Iglesias Campos)

por capilaridad, de pH y de sales solubles (AA.VV. 2003: 71; Vergès-Belmin y Bromblet 2000: 270), valores que añaden información a los registros visuales. A pesar de la falta de precisión, su ventaja radica en el hecho de no necesitar muestra [Figura 2].

En laboratorio, y a partir de muestra, las técnicas y los equipos de evaluación son diversos y se puede determinar con elevada precisión los efectos del tratamiento. El microscopio estereoscópico y el microscopio óptico petrográfico permiten interpretar estratigrafías, estudiar comparativamente los cambios morfológicos en la superficie y comprobar el grado de eliminación de la suciedad. Estos datos se pueden profundizar y corroborar con estudios más detallados mediante microscopía electrónica de barrido SEM-EDX (Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray spectroscopy), con la que además de obtener imágenes de elevada resolución, se pueden estudiar los cambios que se han producido con el tratamiento al comparar la composición elemental de la superficie [Figura 3].

Otras técnicas, como la difracción de rayos X - XRD (X-ray Diffraction) - para conocer la composición de las capas de suciedad o del sustrato, o la espectroscopia de infrarrojo - FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) - para ana-

lizar cambios en compuestos orgánicos e inorgánicos y en las fases minerales, ayudan a comprender en profundidad las modificaciones que con la limpieza se han producido.

La necesidad cada vez mayor de evaluaciones in situ que reduzcan la toma de muestras, ha favorecido en los últimos años el desarrollo, y en algún caso la comercialización, de instrumental con el que obtener información sobre las transformaciones superficiales provocadas por la limpieza (Weinhold *et al.* 2007), a la vez que se investigan metodologías y protocolos que permitan profundizar en las valoraciones (Papadakis, Loukaiti y Pouli 2010; Delegou *et al.* 2008; Kapsalas *et al.*, 2007; Moropoulou *et al.* 2007). Existen también equipos portátiles con técnicas no destructivas o semidestructivas que permiten analizar, monitorizar y obtener datos precisos sobre el tratamiento (Blanco Domínguez 2010). Aun así, la evolución y el desarrollo de estos aparatos es lento; sus costes, elevados; y muchas veces resultan difíciles de manipular en superficies verticales; factores, todos ellos, que restringen su empleo.

Por tanto, y según la información que se necesite, las técnicas de análisis disponibles son numerosas, pero la necesaria racionalización en la evaluación de la limpieza, por coste y por tiempo, debe de basarse en comprobar el estado



del material antes y después del tratamiento para verificar que no se ha provocado o favorecido su alteración. La lógica indica que, al igual que las limpiezas, las técnicas de evaluación deben de utilizarse de manera gradual, de las más sencillas a las más complejas, hasta obtener la información que valide o invalide el tratamiento.

Una vez evaluadas las pruebas de limpieza se dispone de información sobre cómo determinados tratamientos han actuado en una superficie de pequeño tamaño según los parámetros seleccionados para el ensayo, tan pequeña como sea la muestra analizada.

Pero, ¿se ha establecido cómo llevar el control del tratamiento durante la limpieza general del monumento, y a poder ser, sin un coste excesivo?

### Conclusiones

Desde hace años, aunque dependiendo de la entidad del monumento, en las intervenciones en Patrimonio Arquitectónico se realiza una fase previa de estudio según procedimientos científicos que documenta la evolución histórica, los materiales, las alteraciones y su interrelación, y donde se evalúan las catas previas de limpieza. La información que se obtiene es fundamental para definir la intervención - limpieza *ideal* -.

Estos datos, sin embargo, son representativos de evaluaciones puntuales a partir de muestra de pequeño tamaño, y no se acostumbra a plantear un seguimiento posterior en obra - limpieza real -. Así, en la mayoría de las intervenciones, y al no contemplarse económicamente en las partidas presupuestarias, el conservador-restaurador tiene que asumir la idoneidad del tratamiento a partir de su observación visual, su conocimiento y su experiencia, sin contar con todo el apoyo deseable.

Partiendo de un planteamiento científico que valide las premisas metodológicas y críticas de la intervención, y debido a las características del Patrimonio Arquitectónico, sería necesario llevar un seguimiento experimental que verificase las modificaciones realizadas en el tratamiento para ajustarlo a la variabilidad de estados de conservación que suelen existir. Esta metodología, en cambio, supondría un coste que ni la intervención por cuantía y tiempo, ni el Patrimonio Arquitectónico por cantidad de muestra, se pueden permitir; ya que a pesar de existir técnicas de evaluación *in situ*, no se suelen utilizar ni en la limpieza *ideal* ni en la real por su escasa disponibilidad o por la inversión necesaria.

Del mismo modo, a pesar de considerarse necesario el estudio del tratamiento, no existe una normativa, recomendación o protocolo, que especifique qué parámetros de las técnicas de limpieza se deben detallar por su influencia en el proceso, ni qué estudios mínimos documentan e informan de los resultados. Existe, por tanto, la necesidad de

establecer una metodología de ensayo y evaluación que sintetice los preceptos de la limpieza *ideal* - ensayos y evaluaciones de carácter experimental - y las necesidades de la limpieza real - aplicación y seguimiento de la intervención con un coste asumible - y que establezca un protocolo detallado para todos los técnicos implicados en la intervención.

La solución más realista, por el momento, es que el conservador-restaurador recoja y cuantifique en memorias pormenorizadas y contempladas económicamente en las partidas de obra, los parámetros del tratamiento, y analice las superficies con técnicas fácilmente disponibles, y de bajo coste, que eviten o reduzcan la toma de muestras, con el objetivo de documentar todo el proceso para consultas y revisiones posteriores. Su formación y experiencia son determinantes para obtener el resultado más adecuado, ya que cualquier método de limpieza en manos inexpertas, al igual que una limpieza sin documentar, supone un riesgo para el monumento.

Y esto plantea también la necesidad de establecer normativamente la competencia del contratista y la cualificación de los supervisores y operarios que intervienen en la obra, que deberían de tener un amplio conocimiento sobre los materiales y procedimientos de limpieza que aplican, así como, del modelo de memoria que se debería entregar.

Los comentarios, preguntas y conclusiones, que en este caso se refieren a la limpieza por ser el tratamiento estudiado en el trabajo, bien podrían extrapolarse al resto de intervenciones (rejuntado, reintegración/reposición de volúmenes, consolidación, protección, etc.) que se realizan en el Patrimonio Arquitectónico.

### Notas

[1] Con limpieza *ideal* y limpieza real se pretende reflejar la dualidad que existe en la mayoría de las intervenciones. Con limpieza *ideal* no se quiere, ni se intenta, indicar la existencia de un modelo perfecto y aplicable a cualquier intervención, sino que hace referencia a un tratamiento analizado, estudiado, razonado, y por tanto, objetivamente recomendable.

[2] Estas anotaciones muestran también la vinculación apuntada entre limpieza e higiene.

[3] Actitud que perdura en la actualidad. Basta con revisar las intervenciones que se realizan para la celebración de un acontecimiento relevante o las recomendaciones municipales de acabado en fachadas restauradas que, en esencia, mantienen el mismo carácter propagandístico.

[4] El término material o material constructivo se emplea en este trabajo con un significado amplio e incluye materiales constructivos naturales, artificiales conglomerados y artificiales térricos, independientemente de su uso y función en la obra, y los recubrimientos cromáticos y pátinas naturales y/o artificiales que



podieran existir (que serían, en este caso, los materiales a limpiar).

[5] Estas decisiones sobre el mantenimiento o la retirada de determinados depósitos superficiales para presentar públicamente el edificio, aunque actualmente meditaciones en la mayoría de los casos, suponen una cierta subjetividad de criterio y una vinculación a las tendencias conceptuales del momento, aspectos que, tanto el desarrollo científico como el normativo pretende objetivar.

[6] Aun así, una vez que la norma está establecida y las empresas la consideran importante para la calidad de su trabajo, puede convertirse en exigencia de mercado.

[7] No se considera norma porque no está avalada por un Organismo Normalizador reconocido, que en su caso sería UNI.

[8] En este documento —revisión, actualización y ampliación del anterior (AA.VV. 2003)—, además de establecerse los criterios de intervención, se incluye una detallada descripción y clasificación de los indicadores de deterioro en materiales pétreos.

[9] Aunque aquí solo se citan las normas publicadas por AENOR relativas a la limpieza, este organismo ha publicado en los últimos años diferentes documentos normativos sobre diagnóstico y conservación del patrimonio cultural (AA.VV. 2013: 104-105).

[10] El WG3 del CEN/TC 346 está redactando recomendaciones sobre los sistemas de evaluación de los diferentes métodos de limpieza para materiales inorgánicos porosos y sobre la limpieza láser (AA.VV. 2013: 77), y el WG2 - Materiales constituyentes del patrimonio cultural - ha publicado algunas normas sobre métodos de análisis con las que caracterizar y evaluar el estado de conservación de materiales inorgánicos (Fassina 2013: 15-17) que pueden ser de utilidad para comparar modificaciones provocadas por determinados tratamientos de limpieza.

[11] De todos modos, el estudio de estos ensayos previos, cuya necesidad está ampliamente aceptada por todas las partes implicadas en la intervención, es una realidad que solo suele materializarse en contadas excepciones porque, en muchos casos, los estudios previos de limpieza se realizan de forma paralela a la intervención sin el tiempo necesario y suficiente para profundizar en los resultados.

[12] En esta etapa es muy importante recoger la información sobre tratamientos anteriores de limpieza, y especialmente los tratamientos químicos por los residuos que pudieran haber quedado en el material.

[13] La práctica habitual de cartografiar materiales y alteraciones, y en este caso exclusivamente los depósitos superficiales, permite visualizar de manera global los cambios cromáticos que reflejan la existencia de suciedades, cuantificar la superficie afectada y establecer los diferentes grados de deterioro. Esta documentación gráfica, junto con los resultados de los estudios previos, permite comprender además cómo se ha ensuciado el monumento para prevenir o reducir el reensuciamiento posterior a la intervención.

## Bibliografía

AA.VV. (2013). *Proyecto Coremans: Criterios de intervención en materiales pétreos*. Madrid: Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. <[https://sede.educacion.gob.es/publivena/descargas.action?f\\_codigo=14516C&codigoOpcion=1](https://sede.educacion.gob.es/publivena/descargas.action?f_codigo=14516C&codigoOpcion=1)>. [consulta 08/03/2014].

AA.VV. (2010). *La tecnología láser y otros métodos de limpieza y restauración de materiales pétreos*. Gisbert Aguilar, J. (ed.). Documentos para la caracterización y restauración del patrimonio histórico. Cuadernos Arbotante nº 1. Zaragoza: Libros Pórtico.

AA.VV. (2003). "Criterios de intervención en materiales pétreos: conclusiones de las Jornadas celebradas en febrero de 2002 en el IPHE". *Bienes Culturales: Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español*, 2: 1-34 <<http://ipce.mcu.es/pdfs/CriteriosMateriales-Petres.pdf>>. [consulta 25/11/2013].

AA.VV. (2000). *Carta de Cracovia 2000. Principios para la conservación y restauración del patrimonio construido*. <[http://www.ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/Carta\\_de\\_Cracovia.pdf](http://www.ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/Carta_de_Cracovia.pdf)>. [consulta 25/11/2013].

AA.VV. (1931). *Carta de Atenas*. <<http://www.ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/1931cartadeatenas.pdf>>. [consulta 25/11/2013].

AENOR (2009). UNE 41806-1:2009 IN a UNE 41806-5-2:2009 IN. *Conservación de edificios. Limpieza de elementos constructivos*. Partes 1 a 5-2.

AENOR (2002). *Normalización*. <<http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/normalizacion.asp>>. [consulta 25/11/2013]

ANDREW, C. (1992). "Towards an aesthetic theory of building stone". En *Stone cleaning and the nature, soiling and decay mechanisms of stone*, London: Donhead Publishing, 63-81.

ASHURST, N. (1994). *Cleaning historic buildings*. Vol. 1. Substrates, soiling and investigation. London: Donhead Publishing.

ASTM INTERNATIONAL. (2004). E1857-97(2004). *Standard guide for selection of cleaning techniques for masonry, concrete and stucco surfaces*.

BLANCO DOMÍNGUEZ, M. (2010). "Caracterización de tratamientos de limpieza en materiales pétreos". En *La tecnología láser y otros métodos de limpieza y restauración de materiales pétreos. Documentos para la caracterización y restauración del patrimonio histórico*. Cuadernos Arbotante nº 1. Gisbert Aguilar, J. (ed.). Zaragoza: Libros Pórtico, 15-27.

BRANDI, C.; DE ANGELIS D'OSSAT, G. (1972). *Carta del Restauo*. <[http://www.ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/Carta\\_del\\_restauo.pdf](http://www.ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/Carta_del_restauo.pdf)>. [consulta 25/11/2013].

BRIMBLECOMBE, P. (1992). "A brief history of grime: accumulation and removal of soot deposits on buildings since the 17th century". En *Stone cleaning and the nature, soiling and decay mechanisms of stone*, London: Donhead Publishing, 53-62.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (2012). BS 8221 - 1:2012. *Code of practice for cleaning and surface repair of buildings; Part 1 Cleaning of natural stones, brick, terracotta and concrete*.

CEN-EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (2009). CEN/TC 346. *Conservation of cultural property*. <<http://www.cen.eu/CEN/Sectors/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnical>>

Committees/Pages/TCStruc.aspx?param=411453&title=CEN%2F TC+346>. [consulta 25/11/2013].

CIRUJANO, C.; SCHOEBEL, A. (2005). "Calidad en la conservación y restauración del patrimonio artístico". En *II Congreso del GEIC. Investigación en Conservación y Restauración*, Barcelona: Universidad de Barcelona, 481-484.

COMMISSIONE NORMAL. CNR-ICR. (1986). *Normal 20/85. Interventi conservativi*.

DELEGOU, E.T.; AVDELIDIS, N. P.; KARAVITI E.; MOROPOULOU A. (2008). "NDT&E techniques and SEM-EDS for the assessment of cleaning interventions on Pentelic marble surfaces". *X-Ray Spectrometry*, 37, 4: 435-443.

ECCO (2002). *Directrices profesionales: la profesión y su código ético*. <[http://www.ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/2002\\_directrices\\_%20profesionales\\_de\\_ecco\\_la\\_profesion\\_y\\_su\\_codigo\\_etico.pdf](http://www.ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/2002_directrices_%20profesionales_de_ecco_la_profesion_y_su_codigo_etico.pdf)>. [consulta 25/11/2013].

ENCORE (2012). *European Network for Conservation-Restoration Education*. <<http://www.encore-edu.org/>>. [consulta 25/11/2013].

FASSINA, V. (2013). "The activity of CEN TC 346-Conservation of Cultural Heritage". *Ge-conservación*, 5, 8-26. <<http://ge-iic.com/ojs/index.php/revista/article/view/194/pdf>>. [consulta 08/03/2014].

FASSINA, V. (2006). "CEN/TC 346. Conservation of cultural property". En *Jornada Técnica: Informe AENOR de diagnóstico de edificios para la intervención en el patrimonio arquitectónico*. Madrid: RECOPAR-ETSAM, 12-23. <[http://www.aq.upm.es/Departamentos/Construccion/recopar/v2/es2/docs/ev\\_0306.pdf](http://www.aq.upm.es/Departamentos/Construccion/recopar/v2/es2/docs/ev_0306.pdf)>. [consulta 25/11/2013].

ICOM (1984). El conservador-restaurador: una definición de la profesión. <[http://www.ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/1984\\_El\\_conservador-restaurador\\_una\\_definicion\\_de\\_la\\_profesion.pdf](http://www.ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/1984_El_conservador-restaurador_una_definicion_de_la_profesion.pdf)>. [consulta 25/11/2013].

IGLESIAS CAMPOS, M.; AZORÍN LÓPEZ, V.; SÁNCHEZ DE ROJAS, M.I.; FRÍAS ROJAS, M. (2008). Hacia una normalización de la limpieza de fachadas de edificios. En *Actas de la III Bienal de Restauración Monumental. Sobre la des-restauración*, Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, Academia del Patal, 265-271.

IGLESIAS CAMPOS, M.; AZORÍN LÓPEZ, V.; GARCÍA PASCUA, N.; SÁNCHEZ DE ROJAS, M.I.; FRÍAS ROJAS, M. (2007). Limpieza de superficies exteriores de elementos constructivos: proyecto de norma AENOR. En *Jornada J3. CEMCO RECOPAR. Limpieza de superficies exteriores de elementos constructivos*. Madrid: (IETCC) Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, I.1-I.24.

IGLESIAS CAMPOS, M. (2007). Técnicas de intervención para la limpieza de fachadas: proyecto de informe AENOR. En *Jornada J3. CEMCO RECOPAR. Limpieza de superficies exteriores de elementos constructivos*. Madrid: (IETCC) Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, II.1-II.13

IGLESIAS-CAMPOS, M.Á.; GARCÍA FORTES, S.; PRADA PÉREZ, J.L. (2014). "Influence of projection angle in sandblasting cleaning on detritic stone materials in Architectural Heritage". *Materiales de Construcción*. 64(314): e021.

IGLESIAS-CAMPOS, M.Á. (2014). "Effects of mechanical cleaning by manual brushing and abrasive blasting on lime render coatings on Architectural Heritage". *Materiales de Construcción*. 64(316): e039.

KAPSALAS, P.; MARAVELAKI-KALAITZAKI, P.; ZERVAKIS, M.; DELEGOU E.T.; MOROPOULOU A. (2007). "Optical inspection for quantification of decay on stone surfaces". *NDT & E International*, 40, 1: 2-11.

KOLLER, M. (2000). "Surface cleaning and conservation". *The Getty Conservation Institute Newsletter*, 15, 3: 5-9. <[http://www.getty.edu/conservation/publications\\_resources/newsletters/pdf/v15n3.pdf](http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/newsletters/pdf/v15n3.pdf)>. [consulta 25/11/2013].

LAURENZI TABASSO, M.; SIMON, S. (2006). "Testing methods and criteria for the selection/evaluation of products for the conservation of porous building materials". *Reviews in Conservation*, 7: 67-82.

MOROPOULOU, A.; DELEGOU, E.T.; VLAHAKIS V.; KARAVITI E. (2007). "Digital processing of SEM images for the assessment of evaluation indexes of cleaning interventions on Pentelic marble surfaces". *Materials Characterization*, 58, 11-12: 1063-1069.

PAPADAKIS, V.; LOUKAITI, A.; POULI, P. (2010). "A spectral imaging methodology for determining on-line the optimum cleaning level of stonework". *Journal of Cultural Heritage*, 11, 3: 325-328.

QUARESIMA, R.; PASANISI, A.; SACARSELLA, C. (1995). "Patine di ossalati e croste nere: indicazioni su possibili interventi conservativi". En *La pulitura delle superficie dell'architettura, Scienza e Beni Culturali XI*. Padova: Libreria Progetto Editore, 179-186.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (s.a) *Diccionario de la lengua española*. <<http://rae.es/recursos/diccionarios/drae>>. [consulta 25/11/2013].

TORRACA, G. (1995). "La pulitura delle facciate in pietra: necessità della conservazione e immagine del monumento". En *La pulitura delle superficie dell'architettura, Scienza e Beni Culturali XI*. Padova: Libreria Progetto Editore, 1-7.

TORSELLO, B. P. (1995). "La pulitura delle superfici: alcune domande e una riflessione". En *La pulitura delle superficie dell'architettura, Scienza e Beni Culturali XI*. Padova: Libreria Progetto Editore, 9-18.

UNI (2006). *Beni Culturali. Materiali lapidei naturali ed artificiali. Pulitura con tecnologia laser*. UNI 11187.

VERGÈS-BELMIN, V.; BROMBLET, P. (2000). "Le nettoyage de la pierre". *Monumental. Revue scientifique et technique des Monuments Historiques*, 220-273.

WEINHOLD W.P.; WORTMANN A.; DIEGELMANN C.; PUMMER E.;

PASCUA N.; BRENNAN Th.; BURKHARDT R.; GORETZKI L. (2007).  
"Optosurf measurement technology for use on surfaces of historic buildings and monuments cleaned by laser". En *Lasers in the Conservation of Artworks. Lacona VI*, Berlin Heidelberg: Springer, 593-599.



**Manuel Ángel Iglesias Campos**

Facultat de Belles Arts (Universitat de Barcelona)  
Pau Gargallo, 4  
08028 Barcelona  
934034076

Doctor en Conservación-Restauración por la Universidad de Barcelona. Actualmente es profesor de la Secció de Conservació-Restauració de la Facultat de Belles Arts (Universitat de Barcelona) y colabora como docente en diferentes Másteres, Postgrados y cursos profesionales sobre conservación del Patrimonio Histórico. Su línea de investigación se centra en el tratamiento de materiales del Patrimonio Arquitectónico y Monumental.

Artículo enviado el 6/12/2013

Artículo aceptado el 21/04/2014