

Caracterización de Tratamientos de Limpieza Mediante Microscopía Confocal

/MANUEL BLANCO DOMÍNGUEZ (1,*), OSCAR BUJ FANDOS (2), MARÍA FRANCESCA COLUCCI (2)

(1) Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, I.C.M.A. (C.S.I.C- Universidad de Zaragoza). C/ Pedro Cerbuna 12. 50009, Zaragoza (España)

(2) Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12. 50009, Zaragoza (España)

INTRODUCCIÓN.

Con este resumen se pretende mostrar la utilidad de la microscopía de barrido láser confocal, Confocal laser scanning microscopy (CLSM), como herramienta de estudio de las modificaciones superficiales producidas por tratamientos de limpieza sobre soportes pétreos o cerámicos. Se trata de una técnica complementaria a las habitualmente utilizadas (microscopía óptica, SEM, DRX, colorimetría...) que nos revela información acerca de la rugosidad, cota superficial y microfracturación de la muestra.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se ha realizado la caracterización de distintos tratamientos de limpieza:

- Limpieza, mediante proyección de microabrasivos, de graffitis sobre rocas ornamentales comerciales que presentaban inicialmente un acabado pulido.
- Limpieza láser y limpieza mediante proyección de microabrasivos de una costra negra sobre roca de cantería (arenisca de Gendulain) con pátina arcillosa.

Los equipos de proyección empleados, así como los abrasivos utilizados han sido múltiples. El láser utilizado (NdYAG: 1064nm) es un equipo comercial de uso común en restauración.

En el caso de este láser, las condiciones de trabajo vienen determinadas por la fluencia y la frecuencia de pulso. En la limpieza mediante proyección de microabrasivos, las variables que controlan el tratamiento dependen tanto del tipo de abrasivo utilizado (densidad, dureza, forma, friabilidad y granulometría), como del proceso de proyección (equipo; operario; diámetro

de boquilla; presión, distancia, tiempo y ángulo de disparo).

La evaluación de los resultados se ha realizado mediante microscopía confocal, con el apoyo de SEM, microscopía óptica y colorimetrías en los casos en los que ha sido necesario. El microscopio confocal utilizado es de la marca Sensofar modelo P Lu 2300, propiedad del Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (ICMA). Este sistema de microscopía permite documentar exhaustivamente la rugosidad superficial mediante valores numéricos y perfilometrías. Además, el aparato realiza reconstrucciones tridimensionales de la topografía superficial. Todo ello con una resolución vertical de cientos de nanómetros y una resolución lateral variable en función del objetivo utilizado (x10: 0,935 μ m; x20: 0,623 μ m; x50: 0,350 μ m).

Presenta como ventajas, el ser una técnica no destructiva que no exige preparación alguna de la muestra. Tiene como limitaciones su baja velocidad de barrido, menor cuanto mayor es la resolución, que supone largos tiempos de captura de la información deseada, mayores cuanto mayor es la rugosidad y el área de barrido. Con desniveles en la superficie de la muestra superiores a 3mm el aparato no resulta operativo.

DISCUSIÓN.

En general, en la caracterización de los tratamientos de limpieza de graffitis, se han conseguido resultados óptimos con las observaciones mediante microscopía confocal. Se han medido: espesores de capa de pintura, variaciones en la cota y rugosidad superficial, tamaño de los cráteres generados por el impacto de las partículas abrasivas proyectadas y la ausencia o presencia de microfisuración pre- y post-tratamiento.

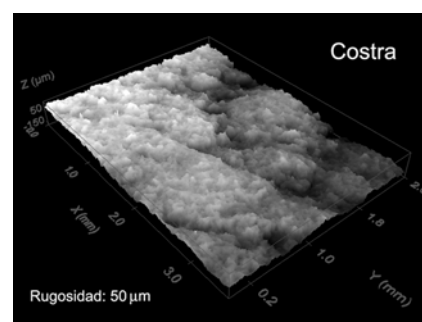


fig 1. Topografía confocal de la superficie de la costra negra (objetivo x10, área: 3,5 x 2,6mm²).

En la arenisca de Gendulain, se ha podido comparar puntualmente la rugosidad de la costra (Fig.1), con la de la pátina (68,3micras) y el soporte labrado (94,5micras). Además del efecto producido sobre la rugosidad del soporte por las diferentes condiciones de trabajo empleadas tanto en la limpieza láser como en la limpieza por proyección de microabrasivos. También se ha determinado la ausencia o presencia de microfisuración pre- y post-tratamiento.

Por desgracia, el formato no permite desarrollos extensos que serían los necesarios para explicar con detalle el conjunto de los casos estudiados. Sirva de ejemplo, la caracterización de la limpieza realizada con el kit pistola (M500) de un graffiti (laca sintética de color azul, espesor medio de la capa 35 μ m) sobre un mármol con acabado superficial pulido (rugosidad 0,8 μ m), de origen portugués y de composición

Acabado	RA	Cota	Restos
Pulido	0,8 μ m	0	0
Vegetal	0,95 μ m	...0	SI
Vidrio	6 μ m	-110 μ m	...NO

Tabla 1. Valores de rugosidad (RA), cota superficial y presencia o ausencia de restos de pintura, en la superficie original pulida y en las superficies pintadas y tratadas con granalla vegetal y vidrio granulado.

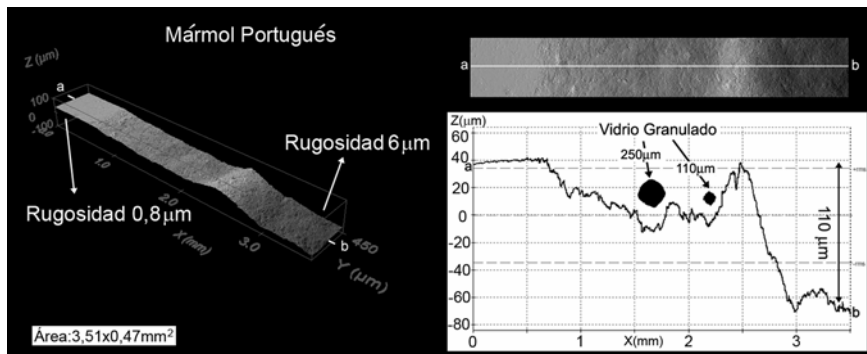


fig 2. Topografía confocal (reconstrucción tridimensional, vista en planta y perfil topográfico) del contacto entre la zona sana pulida (izquierda, zona punto a) y la zona pintada tratada con vidrio granulado (derecha, zona punto b).Objetivo x20.

calcítica con vetas de silicatos máficos.

Sobre la superficie calcítica se ha observado una gran diferencia entre los efectos producidos por el vidrio granulado (distribución granulométrica: 106-250 μm) y los producidos por la granalla vegetal (tamaño medio partícula, 0,3mm) en las condiciones de trabajo ensayadas (boquilla recta 6mm de diámetro, inyector 2mm, disparo oblicuo (30°-60°) distancia de disparo: 10cm, presión efectiva 1bar para el vidrio y 1,5bar para la granalla).

El vidrio granulado ha dado lugar a un rebaje superficial de 110 micras (Fig.2) y a variaciones en la rugosidad del material del orden de micras (rugosidad 6 μm), lo cual ha supuesto la pérdida total del pulido de la muestra. Las modificaciones del relieve se corresponden con el tamaño de las partículas proyectadas ya que son los cráteres generados por estas al impactar, algunos impactos han quedado registrados de forma individualizada (diam: 100-300 μm, profundidad: 10-20 μm).

La granalla vegetal, más blanda que el vidrio (D3 frente D6,5; escala Mohs), tan solo han generado un ligero enturbiamiento del pulido superficial debido a las modificaciones producidas por el abrasivo en la rugosidad del material y a la presencia de diminutos restos de pintura, de superficie (diám.10-200 μm) y espesor (0,3-20 μm) variables que no han sido eliminados. Las variaciones de rugosidad son inferiores a una micra, rugosidad 0,95 μm. Los restos también han afectado ligeramente al color, los de menor espesor (décimas de micra a micras) son restos del ligante de la pintura (amarillentos) y los de mayor entidad (micras a decenas de micras)

corresponden a restos de ligante y pigmento (azulados).

CONCLUSIONES.

Con la escala de trabajo utilizada (áreas de medida del orden de mm²), en los materiales que presentan un acabado pulido (rugosidad de décimas de micra a pocas micras) tanto el cálculo de los valores de rugosidad como el de los de la cota superficial se realiza en tiempos razonables, con resultados de carácter absoluto. Por el contrario, en la roca de cantería cuyo acabado superficial presenta una mayor rugosidad (decenas a cientos de micras), los resultados, a esta escala de medida, tienen un valor relativo y su tiempo de cálculo resulta mayor.

La microscopía de barrido láser confocal, a pesar de no ofrecer información sobre la composición química de la muestra, es una poderosa herramienta cartográfica para la evaluación de tratamientos de limpieza (medidas de rugosidad, cota superficial y microfracturación).

El reciente desarrollo de equipos portátiles que permiten realizar este tipo de medidas *in situ*, responde a las necesidades que exigen numerosas intervenciones de restauración, donde no es posible trasladar el objeto de estudio al emplazamiento del equipo de observación.

AGRADECIMIENTOS.

A las empresas Artelan Restauración, s.l. y Materias Primas Abrasivas (MPA), s.l. por su colaboración, y especialmente por su dedicación, al servicio de microscopía confocal del Instituto de Ciencia de Ciencia de Materiales de Aragón (I.C.M.A.).

REFERENCIAS

- Derndarsky, M. & Ocklind, G. (2001): Some preliminary Observations on Subsurface Damage on Experimental and Archaeological Quartz Tools using CLSM and Dye. *Journal of Archaeological Science*, **28**, 1149-1158.
- Gaspar, P., Hubbard, C., McPhail, D., Cummings, A. (2003): A topographical assessment and comparison of conservation cleaning treatments. *Journal of Cultural Heritage* **4**, 294s-302s.
- Iglesias, M. & Gea, B., Prada, J.L. & Guasch, N. (2006): Low pressure abrasive cleaning of historic building materials. *Heritage, Weathering and Conservation*. Taylor & Francis, London. Vol.2, 583-590.
- Johnston-Feller, R. (2001): *Color Science in the examination of museum objects. Tools for conservation*. The Getty Conservation Institut, Los Angeles.
- Manual kp-M500, Materias Primas Abrasivas s.l. <http://www.mpa.es>.
- Onishia, C.T., Shimizub, I. (2005): Microcrack networks in granite affected by a fault zone: Visualization by confocal laser scanning microscopy. *Journal of Structural Geology*, **2**, 2268-2280.
- Sandoz, P., Tribillon, G., Gharbi, T. & Devillers, R. (1996): Roughness measurement by confocal microscopy for brightness characterization and surface waviness visibility evaluation. *Wear*, **201**, 186-192.
- Weinhold, W.P., Tiano, P., Pummer, E. (2007): *Mobile measuring and documentation of surface topography and visual impression*. *International Conference on Lasers in the Conservation of Artworks, Madrid*. Book of abstracts, 84.