

LUCRECIA RUIZ VILLAR

Restauradora. CORESAL

APLICACIONES PRÁCTICAS DE LA LIMPIEZA DE PIEDRA CON LÁSER: VENTAJAS E INCONVENIENTES.

Vamos a exponer dos ejemplos prácticos para ilustrar y entrar en materia sobre la aplicación de tecnología láser para limpieza de superficies pétreas.

Nuestra visión sobre la bondad o maldad de este método no sólo viene motivada por el proceso de limpieza, sino además, nos interesa hacer hincapié en la aplicación del tratamiento in situ, comentando así pormenores que se derivan de nuestra visión eminentemente práctica.

La intención no es otra que la equiparación de este método de limpieza con otros ya establecidos. Entendiendo que vamos a disponer de un tratamiento más a elegir, según la patología que se nos presente.

APLICACIONES PRÁCTICA DE LA LIMPIEZA...

Los dos ejemplos seleccionados son significativos del comportamiento y la aplicación del láser, debido a las diferentes pátinas superpuestas al material pétreo, que condicionan en gran medida la utilización de este procedimiento.

RESTAURACIÓN DE LA PORTADA DE SAN JERÓNIMO DE LA CATEDRAL DE CALAHORRA. LA RIOJA.

La portada renacentista está formada por dos cuerpos y coronación. El primer cuerpo fue construido en el año 1559, -posible obra de Felipe Vigarni- y el segundo cuerpo se data en 1520, para terminar su construcción con la coronación en el año 1580. Está realizada en piedra calcarenita y el trabajo de labra, sobre todo del primer cuerpo, es muy minucioso y delicado, consiguiendo efectos casi miniaturistas.

Toda la portada presenta una pátina artificial de yeso con coloración ocre. Esta pátina no se conserva por igual por toda la superficie pétreo, habiéndose perdido en muchas zonas debido a diferentes causas (lixiviación por agua de lluvia...). A su vez, se han producido descamaciones y ampollas generalizadas debido a la transpirabilidad diferencial de la humedad interna entre la piedra y la pátina de yeso, esta última mucho más impermeable, lo que ha provocado el hinchamiento en forma de ampollas que, en muchos casos, han eclosionado, deformando la superficie y produciendo pérdidas de labra y arenización. Aunque como vemos esta protección ha sido la causa de diversas patologías, se considera necesario preservarla por se parte de las distintas intervenciones históricas realizadas. Pensamos además, que es coetánea a la construcción de la portada por dos motivos:

- Entre la superficie pétreo y la lechada no existen resto de suciedad ni pátina de envejecimiento de la piedra.
- El mortero original de sellado de juntas es de color blanco, mientras que la piedra es ocre oscuro, produciendo un contraste cromático que altera la visión del conjunto.

Parece lógico pensar que no se preocuparon en entonar el mortero porque tenían decidido aplicar una lechada que igualara toda la portada.

La distribución discontinua de la pátina artificial propiciaba el cambio de color y textura de la superficie, haciendo del tratamiento de limpieza la herramienta idónea que homogeneizara el conjunto, si se conseguía el método adecuado.

Los sistemas elegidos en el proyecto fueron dos:

- **En la sillería:** limpieza con módulo de microproyección, disparando esferas de vidrio de 50 micras.
- **En el ornamento:** desincrustación con energía fotónica. Láser.

Se realizaron análisis de la composición y textura de la superficie pétreo antes y después de la limpieza con láser (descripción visual con estereomicroscopio y microscopio electrónico de barrido y energía dispersa de rayos X)¹, para valorar, en primer lugar, si se producían reacciones minerales o cambios indeseables en los minerales que forman la pátina y la piedra y, en segundo lugar, comprobar la eficacia del método de limpieza en cuanto a la eliminación de la suciedad. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

¹ Geonorte. Susana Caro Calatayud y Sara Pavía Santamaría. Octubre 1996. "Valoración de limpieza con láser en la portada de San Jerónimo. Catedral de Calahorra" La Rioja.

- En general, los espectros de composición química de la superficie antes y después del tratamiento con láser son iguales. Los minerales, por tanto, no se han transformado ni degradado después de la limpieza. Se comprueba así que no se produce alteración de la capa superficial de la roca.
- Por otra parte, se comprobó que el láser había eliminado partículas de suciedad derivadas de la polución urbana. Estas partículas, junto con el polvo y otras partículas extrañas, recubrían uniformemente la superficie de la piedra, oscureciendo su color natural. Al aplicar el láser, este recubrimiento de suciedad uniforme se eliminó y se observó una superficie irregular, que muestra la propia roca junto con recubrimiento de yeso. De esta manera, se comprobó que la desincrustación fotónica eliminaba la suciedad, respetando la pátina de recubrimiento.
- Antes de aplicar este método se realizaron catas para adecuar la frecuencia, potencia y diámetro del haz a las necesidades de limpieza en cada zona del monumento.
- Descartamos la vaporización con agua de la superficie, pues en algunas zonas se perdía la lechada de yeso, mientras que en seco se respetaba, consiguiendo un nivel de limpieza uniforme. Asimismo, las pruebas efectuadas con módulo de microproyección, aún con ajuste mínimo de presión, eliminaban casi totalmente el recubrimiento, quedando descartado como sistema de limpieza. Los tipos de limpieza por procedimientos acuosos también fueron excluidos por eliminar, igualmente, la lechada.

APLICACIONES PRÁCTICA DE LA LIMPIEZA...

Como vemos en este caso concreto, el único sistema válido fue el láser, siendo las horas empleadas por el técnico restaurador para la limpieza de 230 h. (29 días).

PORTADA DE ALABASTRO DEL PALACIO DEL MARQUÉS DE DOS AGUAS. (MUSEO NACIONAL DE CERÁMICA). VALENCIA.

En 1740, el Marqués de Dos Aguas decide renovar la imagen del Palacio en pleno estilo barroco y encarga al pintor-grabador Hipólito Rovira las trazas de las fachadas. Para llevar a cabo la portada se trajeron cuarenta y una galeras de piedra alabastrina de las canteras de Picassent (Valencia), propiedad de Marqués. El escultor fue Ignacio Vergara.

Antes de la intervención fue realizado un estudio previo, a cargo de la Cátedra de Petrología y Mineralogía de la Escuela Superior de Ingenieros de Minas de Madrid². Los ensayos de limpieza con láser dieron como resultado que el láser de alta energía producía deterioros evidentes en el alabastro (probado en piedra de cantera), pero que trabajando con baja energía, visualmente no se apreciaban lesiones, si bien quedaba una suave pátina de suciedad en algunas zonas. Al microscopio electrónico de barrido, sin embargo, se observaban lesiones en la superficie, consistentes en **sinterización**³ de la capa superficial. Por ello, este método quedó descartado en el estudio. No obstante, la Dirección Técnica durante la intervención, solicitó hacer pruebas in situ sobre la costra negra de contaminación superpuesta al alabastro, así como en la caliza del zócalo.

Las catas se realizaron en la zona inferior de la Portada, jamba derecha, y en el basamento. La prueba de limpieza efectuada en el alabastro retira la suciedad, pero el barniz de poliéster subyacente permanece.

² Dr. Ingeniero de Minas. Catedrático. José María García de Miguel.

En cambio, en la caliza del zócalo, la limpieza por desincrustación con energía fotónica funcionó correctamente, respetando la pátina de envejecimiento de la piedra.

Expuestos estos ejemplo de limpieza con láser, pasamos a evaluar el sistema siempre desde un punto de vista eminentemente práctico, por comparación con otros métodos de limpieza y sobre todo los condicionamientos de su utilización.

- Como cualquier tipo de limpieza, siempre tiene que ser utilizado por un restaurador, para asegurar una aplicación adecuada según las zonas a tratar, garantizando la mínima pérdida de material original, ya sea de piedra o pátinas a conservar.
- Es necesario realizar pruebas en la piedra antes de adoptar el método, no todos los tipos de piedra ni recubrimientos admiten este tratamiento. Por ejemplo, el pigmento negro o marrón oscuro lo elimina y el rojo, si es de hierro lo transforma en negro o marrón.
- No es necesario preconsolidar el material pétreo, pues no existe impacto ni rozamiento de la superficie, además significa un ahorro de tiempo al no tener que esperar que seque el consolidante para poder efectuar la limpieza.

³ Soldadura parcial de partículas a temperaturas por debajo del punto de fusión.

- Comparado con otros métodos es el más limpio. Este argumento que puede parecer secundario, si se compara con la limpieza con módulo de microproyección, además de reducir tiempo efectivo al evitar la aspiración del abrasivo sobrante, tanto en la portada como en el andamio, el restaurador usuario de este sistema no necesita las incómodas protecciones indispensables para su seguridad y salud. Las medidas de protección personal ante la unidad láser clase 4 se limitan a gafas especiales, señalización y cerramiento del área de trabajo para evitar radiaciones no controladas.
- La limpieza es lenta, pero efectiva y respetuosa. Como ejemplo daremos tiempos medios orientativos:

Zonas lisas(sillería, molduras).....5 horas/m².

Zonas labradas.....10 horas/m².

- Hay que tener en cuenta que los tiempos calculados para este tipo de limpieza casi se doblan, debido a lo delicado de los componentes del equipo láser. Pensamos que la tecnología láser, como cualquier técnica innovadora, ha sido probada en laboratorio, en condiciones favorables. Pero trasladar esta compleja tecnología a un andamio y someterla a un entorno hostil, como por ejemplo, temperaturas atmosféricas extremas, polución ambiental, riesgo de golpes y movimientos bruscos, ocasionan un cúmulo de circunstancias que derivan en un bajo rendimiento como consecuencia de las paradas producidas por averías y desajustes en el instrumental láser. El

mantenimiento de las unidades láser Neodimio-Yag requiere determinadas revisiones periódicas, que obligan a su realización evitando lapsos largos de tiempo, por lo cual es lógico pensar que los servicios de mantenimiento se localicen lo más cerca posible.

- Posiblemente sea el único sistema que llegue a respetar pátinas históricas que se decidan conservar.
- No limpia materia orgánica (líquenes, algas, palomino...), ni material sintético (poliéster, resina acrílica...).

Si somos capaces de seguir mejorando las prestaciones de esta tecnología, adecuándola a la panoplia de patologías que se nos presentan, en pocos años habremos conseguido dotar al sector de la conservación de un sistema de trabajo más preciso y seguro para la limpieza de piedra y cómodo para el usuario.

En definitiva, desde nuestro punto de vista, la limpieza láser supera con creces los métodos convencionales y su elevado coste actual (alquiler o compra) esperamos que se vaya reduciendo hasta facilitar el uso más generalizado en intervenciones sobre piedra monumental.



1. Aspecto de la portada antes de la intervención

APLICACIONES PRÁCTICA DE LA LIMPIEZA...



2 y 3. Proceso de limpieza mediante desincrustación fotónica



APLICACIONES PRÁCTICA DE LA LIMPIEZA...



4 y 5. Aspectos de la limpieza.
Arriba, durante el proceso.
Abajo, finalizado el proceso.





6. Resultado parcial de eliminación de costra negra.



7. Aspecto de la portada después de la intervención



8. Portada del Palacio del Marqués de Dos Aguas antes de la intervención

APLICACIONES PRÁCTICA DE LA LIMPIEZA...



9 y 10. Pruebas de limpieza en la portada