

| | |
|---|------------|
| FICHA PARA GRUPOS DEL CSIC | C09 |
| Nombre del Grupo por el que quiere ser conocido dentro de la Red Lasers and Nanotechnologies for Cultural Heritage (LANAPAC) | |
| Investigador principal/responsable Dra. Marta Castillejo Striano | |
| Instituto/Centro Instituto de Química Física Rocasolano (CSIC) | |
| Dirección/Teléfonos/Fax/E-mail Serrano 119, 28006 Madrid Tel: 34-91-7459515, Fax: 34-91-5642431 e-mail: marta.castillejo@iqfr.csic.es | |
| Otros miembros del grupo Castillejo Striano, Marta, Instituto de Química Física Rocasolano (CSIC) Domingo Maroto, Concepción, Instituto de Estructura de la Materia (CSIC), García Ramos, José Vicente, Instituto de Estructura de la Materia (CSIC) Sánchez Cortés, Santiago, Instituto de Estructura de la Materia (CSIC) Martínez Ramírez, Sagrario, Instituto de Estructura de la Materia (CSIC) Muñoz Martín, Margarita, Instituto de Química Física Rocasolano (CSIC) Oujja Ayoubi, Mohamed, Instituto de Química Física Rocasolano (CSIC) Sanz Monasterio, Mikel, Instituto de Química Física Rocasolano (CSIC) Del Puerto Nevado, Elena, Instituto de Estructura de la Materia (CSIC) | |
| Topic de NET-HERITAGE en el que se incluye la actividad científica Topics 3 (3.1, 3.2, 3.4), 4, 6 (6.2) | |
| Descripción breve de las actividades en los últimos cinco años. Exclusivamente las incluidas dentro de Patrimonio Cultural <p>En las últimas décadas el rápido desarrollo experimentado por los dispositivos y técnicas láser ha proporcionado nuevas metodologías y soluciones en la ciencia de la conservación. El amplio rango de materiales utilizados en obras de arte u objetos del Patrimonio Cultural, junto con la complejidad de procedimientos de uso, requiere el concurso de varias disciplinas dentro de la ciencia de materiales, la química y la biología. Dentro del ámbito de los láseres en conservación, la actividad de nuestro grupo se ha desarrollado en varias líneas complementarias:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estudios fundamentales sobre la interacción de la radiación láser con diferentes sustratos. La restauración de obras de arte con láser se basa en la eliminación de material que tiene lugar cuando se irradia un sustrato con pulsos láser de elevada intensidad. El espesor de la capa de material eliminado se sitúa entre las decenas de | |

nanómetros ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) y varios micrómetros ($1 \text{ }\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$). Al aumentar la fluencia (energía por unidad de superficie), la cantidad de material eliminado generalmente aumenta. El fenómeno que da lugar a la eliminación de material se denomina ablación láser y se considera como umbral de ablación la fluencia a partir de la cual la velocidad de eliminación de material se ve incrementada bruscamente. Esta simple descripción fenomenológica esconde un número de mecanismos complejos en los que intervienen procesos de tipo térmico o fotoquímico y en ocasiones también de origen fotomecánico. Para identificar los mecanismos de interacción láser-material y guiar las aplicaciones en sistemas reales se realizan estudios en sistemas modelo (polímeros dopados y capas pictóricas) cuyas propiedades se encuentran bien definidas y pueden ser controladas a voluntad.

2. Aplicación de las técnicas de limpieza láser a casos reales de conservación. La limpieza láser es un método ampliamente aceptado en la restauración de fachadas arquitectónicas y esculturas. Sin embargo su aplicación a sustratos más delicados como las pinturas y policromías, que contienen materiales sensibles a la irradiación luminosa (pigmentos, barnices, etc.), es sujeto de mayor atención y demanda una investigación cuidadosa enfocada a la identificación de las condiciones de aplicación y a los posibles efectos colaterales. Además de los estudios de carácter fundamental reseñados en el apartado anterior, nuestro grupo colabora con restauradores e instituciones del Patrimonio en la evaluación y aplicación de los métodos de limpieza láser sobre monumentos y obras de arte. Entre los estudios recientes cabe destacar algunos ejemplos como son los trabajos realizados en las pinturas murales sobre mortero de la iglesia fortaleza de Santa Tecla de Cervera de la Cañada, Zaragoza, ss. XV, ejemplo de arquitectura Mudéjar en Aragón, sobre los brocados aplicados en esculturas en madera de la Capilla de San Miguel, Catedral de Jaca, Huesca, ss. XVI, y sobre esculturas en terracota del tímpano del portal de Palos de la Catedral de Sevilla.

3. Desarrollo y aplicación de técnicas de espectroscopía láser para el análisis y diagnóstico de materiales y objetos del Patrimonio Cultural. Las espectroscopías láser LIF (*laser induced fluorescence*) y LIBS (*laser induced breakdown spectroscopy*), así como la espectroscopía vibracional Raman, FT-Raman, micro-Raman y SERS (*surface enhance Raman spectroscopy*) han demostrado su utilidad y éxito en un rango amplio de aplicaciones para el análisis elemental o para la identificación molecular a escala micrométrica. Estas técnicas, por sí mismas o en combinación, proporcionan datos complementarios permitiendo además el seguimiento y control *on line* del proceso de intervención durante los trabajos de conservación. Debido a su carácter no destructivo o mínimamente intrusivo, se elimina la necesidad de toma de muestra y la posibilidad de su implementación como equipos portátiles hace posible su acceso a objetos valiosos o a estructuras del patrimonio inmueble. Nuestro grupo ha utilizado ampliamente las técnicas mencionadas para el análisis de objetos y sustratos del Patrimonio, incluyendo pigmentos en pinturas y policromías, vidrios históricos, documentos en papel o pergamino, etc.

Descripción de la infraestructura/técnicas disponibles y al servicio de la Red

Láseres de excímero, colorante y de Nd:YAg con pulso de duración de nanosegundos.
Acceso al uso de láseres de pulsos de femtosegundos.
Sistemas de guiado de la luz, manipulación de muestras y posicionadores.
Sistema de espectroscopía de plasma inducido por láser (LIBS) con monocromador de

0,30 m y cámara CCD (*charged coupled device*) intensificada.
Sistema de deposición por láser pulsado para la fabricación de capas delgadas y nanoestructuras.
Microscopio Raman Confocal, con láseres de excitación a 514, 633 y 785 nm.
Microscopio Raman Confocal, con láseres de excitación a 325, 442, 532 y 785 nm y adquisición rápida de imágenes Raman (a partir de julio 2010).
FT-Raman. con excitación a 1064 nm (a partir de julio 2010)
Raman portátil (en depósito).

Proyectos del Plan Nacional o Europeos activos

TÍTULO DEL PROYECTO: DURABILIDAD Y CONSERVACION DE GEOMATERIALES DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO. GEOMATERIALES.
Ref.: S2009/MAT-1629.

ENTIDAD FINANCIADORA: Comunidad Autónoma de Madrid.

DURACIÓN DESDE:2010 HASTA: 2014

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Dr. Rafael Fort González (Grupo LAMAM: Marta Castillejo Striano).

TÍTULO DEL PROYECTO: Programa de Investigación en Tecnologías para la conservación y revalorización del Patrimonio Cultural.

ENTIDAD FINANCIADORA: DGI (M^o Educación y Ciencia). Proyecto Consolider-Ingenio CSD2007-00058.

DURACIÓN DESDE:2008 HASTA: 2013

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Dr. Felipe Criado-Boado (Grupo LANAPAC: Marta Castillejo Striano).

TÍTULO DEL PROYECTO: Chemical Interactions between Cultural Artefacts and Indoor Environment (EnviArt).

ENTIDAD FINANCIADORA: COST Action D42, European Science Foundation.

DURACIÓN DESDE:01/10/2006 HASTA: 31/09/2010

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Dra. Marta Castillejo Striano.

Proyectos de Patrimonio Cultural obtenidos en los últimos cinco años

TÍTULO DEL PROYECTO: Advanced Research Training on the Conservation of Cultural Heritage (Early Stage Training Network).

ENTIDAD FINANCIADORA: Unión Europea, MEST-CT-2004-513915.

DURACIÓN DESDE:01/11/2004 HASTA: 31/10/2007

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Dra. Marta Castillejo Striano.

TÍTULO DEL PROYECTO: Saving Sacred Relics of European Medieval Cultural Heritage.

ENTIDAD FINANCIADORA: Unión Europea, Programa Culture 2000.

DURACIÓN DESDE:01/11/2005 HASTA: 31/10/2006

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Dra. Marta Castillejo Striano.

TÍTULO DEL PROYECTO: Caracterización de parámetros láser para limpieza de superficies artísticas (06/0134/03).

ENTIDAD FINANCIADORA: Comunidad de Madrid.

DURACIÓN DESDE:15/09/2003 HASTA: 15/09/2004

INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Dra. Marta Castillejo Striano.

TÍTULO DEL PROYECTO: Artwork Conservation by laser (Acción COST G7).
ENTIDAD FINANCIADORA: Unión Europea.
DURACIÓN DESDE: Julio 2000 HASTA: Julio 2005
INVESTIGADOR/A PRINCIPAL: Dra. Marta Castillejo Striano (representante española en el comité de gestión de la Acción).

Contratos de Patrimonio firmados con la Administración, empresas, etc. en los últimos cinco años

Publicaciones representativas de la actividad en el campo del Patrimonio Cultural en los últimos cinco años (máximo diez)

M. Oujja, P. Pouli, C. Domingo, C. Fotakis, M. Castillejo “Wavelength and pulse duration effects on laser induced changes on unvarnished aged tempera paints”. *Appl. Spectroscopy* 64, 528-536 (2010).

P.M. Carmona-Quiroga, M. Oujja, M. Castillejo, S. Martínez-Ramírez, M. Teresa Blanco-Varela, S. Sánchez-Cortés “Different techniques to determine the penetration depth of protective treatments in construction materials”. *Journal of Cultural Heritage* doi:10.1016/j.culher.2009.09.006 (2010).

P. Carmona, M.T. Blanco, C. Domingo, S. Martínez-Ramírez “Effect of concentration, particle size and the presence of protective coatings in DRIFT spectra of building materials”. *Vibrational Spectroscopy* 50, 312-318 (2009).

M. Walczak, M. Oujja, L. Crespo-Arcá, A. García, C. Méndez, P. Moreno, C. Domingo, M. Castillejo “Evaluation of femtosecond laser pulse irradiation of ancient parchment”. *Appl. Surf. Sci.* 255, 3179-3183 (2008).

S. Gaspard, M. Oujja, R. Hesterman, P. Moreno, C. Méndez, A. García, C. Domingo, M. Castillejo “Interaction of femtosecond laser pulses with tempera paints”. *Appl. Surf. Sci.* 255, 2675-2681 (2008).

S. Gaspard, M. Oujja, R. de Nalda, M. Castillejo, L. Bañares, S. Lazare, R. Bonneau “Nanofoaming dynamics in biopolymers by femtosecond laser irradiation”. *Appl. Phys. A* 93, 209-213 (2008).

P. Pouli, C. Fotakis, B. Hermosin, C. Saiz-Jimenez, C. Domingo, M. Oujja, M. Castillejo “The Laser Induced Discoloration of Stonework; a comparative study on its origins and remedies”. *Spectrochim. Acta A* 71, 932-945 (2008).

M. Castillejo, P. Moreno, M. Oujja, R. Radvan, J. Ruiz (Eds) “Volume of Proceedings of 7th International Conference of Lasers in the Conservation of Artworks”. CRC Press, Taylor and Francis Group, London, ISBN 978-0-415-47596-9 (2008).

Z. Jurasekova, M.V. Cañamares, S. Sánchez-Cortés, C. Domingo, J. V. García-Ramos “Aplicaciones de la espectroscopía Raman intensificada por superficies metálicas nanoestructuradas (SERS) a la determinación de pigmentos y tintes orgánicos de interés en el Patrimonio Cultural” En *La Investigación sobre Patrimonio Cultural*, C.

Sáiz, M.A, Rogerio (eds), Red Temática del CSIC de Patrimonio Histórico y Cultural, Sevilla, ISBN: 978-84-691-0049-3, pp. 169-181 (2008).

Z. Jurasekova, C. Domingo, J.V. García-Ramos, S. Sánchez-Cortés “In situ detection of flavonoids in weld dyed wool and silk textiles by Surface-enhanced Raman Scattering”. *Journal of Raman Spectroscopy* 39, 1309-1312 (2008).

Publicaciones conjuntas con investigadores de otros grupos de Patrimonio ajenos al CSIC

M. Walczak, M. Oujja, L. Crespo-Arcá, A. García, C. Méndez, P. Moreno, C. Domingo, M. Castillejo “Evaluation of femtosecond laser pulse irradiation of ancient parchment”. *Appl. Surf. Sci.* 255, 3179-3183 (2008).

S. Gaspard, M. Oujja, P. Moreno, C. Méndez, A. García, C. Domingo, M. Castillejo “Interaction of femtosecond laser pulses with tempera paints”. *Appl. Surf. Sci.* 255, 2675-2681 (2008).

M. Castillejo, P. Moreno, M. Oujja, R. Radvan, J. Ruiz (Eds) “Volume of Proceedings of 7th International Conference of Lasers in the Conservation of Artworks”. CRC Press, Taylor and Francis Group, London, ISBN 978-0-415-47596-9 (2008).

S. Gaspard, M. Oujja, M. Castillejo, P. Moreno, C. Méndez, A. García, C. Domingo “Femtosecond laser cleaning of paintings: modifications of tempera paints by femtosecond laser irradiation”, *Proceedings of 7th International Conference of Lasers in the Conservation of Artworks*, M. Castillejo, M. Oujja, P. Moreno, R. Radvan, J. Ruiz Eds. (CRC Press, Taylor and Francis), pp. 41-48 (2008).

Capacidad formativa del grupo. Citar un máximo de cinco tesis doctorales/tesinas dirigidas por el grupo en el campo del Patrimonio

Solenne Gaspard

Título Tesis “Procesado láser de polímeros y biopolímeros”

Directora Marta Castillejo

Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Químicas

Fecha de defensa: 19 Noviembre 2009.

Calificación sobresaliente cum laude

Zuzana Jurasekova

Título Tesis “Espectroscopías ópticas sobre superficies metálicas nanoestructuradas aplicadas al estudio de Flavonoides: pigmentos amarillos de interés en la conservación del Patrimonio Histórico Artístico”

Directora Concepción Domingo

Universidad UNED, Facultad de Ciencias Químicas

Fecha de defensa: 25 Septiembre 2009.

Calificación Sobresaliente cum laude