

# ¿QUÉ ORIENTACION TIENE LA CIENCIA EN LA CONSERVACION?

**Benoit de Tapol**  
MNAC

El presente artículo tiene tres intenciones: evidenciar la falta de atención de la investigación científica aplicada al conocimiento del presente y del futuro del objeto, compartir las definiciones publicadas sobre examen y investigación científica, identificar a partir de las últimas publicaciones en conservación restauración, quien y como se orienta la investigación en este campo.

Los restauradores opinan a menudo que la ciencia aplicada al campo de la restauración conservación no cumple con sus expectativas.

Los campos que abarcan la investigación científica en conservación restauración son de tres ordenes: la identificación de los materiales constitutivos y su datación, para conocer el pasado del objeto. La caracterización del estado de conservación, los productos de alteración, la integridad de la obra, el riesgo al cual esta sometido el objeto en la actualidad, y por otro lado, el control de calidad de los tratamientos curativos revelan el presente del objeto.

El estudio de la influencia de tratamientos sobre la supervivencia de la obra y las interacciones del objeto con el ambiente, permite plantear el futuro del objeto.

## **1. Cuando la ciencia se interesaba por el conocimiento del pasado del objeto**

Hasta los 90, la identificación de los materiales empleados por el autor o la técnica original han sido las protagonistas de la ciencia aplicada. La instrumentación permitía y los científicos sabían hacer. Lo que estaba menos claro eran las intenciones. Los resultados obtenidos han ayudado a los historiadores del arte, los arqueólogos, a completar la historia de las tecnologías, caracterizar el proceso creativo, identificar el lugar de origen o los contactos comerciales, revelar el proceso creativo y eventualmente precisar una atribución.

Muy mediatizado, el recurso a los métodos científicos aparece como una manera de hacer hablar las obras, cuando en la realidad, en la mayor parte de los casos, no ofrecen certidumbres absolutas pero enriquecen el debate sobre la obra en cuestión (1)

Los esfuerzos concentrados sobre el pasado del objeto han minimizado la investigación en los otros campos mas complejos como los problemas de deterioro, de tratamiento, de impacto del ambiente, resultados de los cuales se nutren los restauradores.

N.H. Tenent recalca que *“hubo poca claridad en las intenciones de las primeras aplicaciones de las técnicas analíticas en el sector de la conservación, sobre las competencias recíprocas del mundo*

*científico, académico y cultural para encontrar los espacios y los campos de colaboración posibles para comprender las posibilidades reales del diagnóstico”.*

Los progresos constantes y espectaculares de los métodos de análisis, han despertado un gran interés en los laboratorios universitarios, duplicando los intentos de aplicación de nuevos métodos de examen o de análisis.

En muchos casos, no hubo un acercamiento concertado entre conservadores, restauradores y científicos. Los resultados revelan lo que son, la aplicación de una técnica sin que ayude a un diagnóstico. Estos trabajos sofisticados pueden desconcertar a los restauradores y alimentar su idea de un alejamiento entre teoría y práctica.

¿Cuáles podrían ser las orientaciones para conducir la investigación científica hacia una mayor relevancia sobre el estudio del estado de conservación, de la selección de productos o de la duración del tratamiento?.

El ejercicio más importante para un restaurador consiste en diagnosticar el estado de conservación del objeto. Durante la observación de una obra alterada, se advierte que hay un conjunto de productos fruto de interacciones pasadas entre el objeto y los medios con el cual el objeto ha estado en contacto en su pasado.

Un examen profundo conlleva a una encuesta alrededor de dos polos; formulada por Maria Berducou (2)

El primero consiste en analizar las causas de la alteración y entender sus efectos en la actualidad. Entender lo que se observa es difícil pero es indispensable. Propone pasar de constatar el estado al diagnóstico y del diagnóstico a pronóstico. Este estudio permite determinar los riesgos para el objeto y evaluar la necesidad de una intervención, saber si el grado de fragilidad es soportable, si es compatible con el proyecto de restauración previsto....

El segundo busca entender la obra o el objeto alterado, comprender el significado. Es importante distinguir las alteraciones que testifican de la historia de la edad del objeto, que hacen parte de su valor cultural; y que no se piensa eliminar. O reducir sus efectos por ser considerados como negativos.

De aquí la ayuda posible del examen científico, profundizar la potencialidad del diagnóstico, permitiendo al restaurador ser capaz de realizar la intervención, sin análisis.

En el campo de la investigación sobre los materiales, los científicos están de acuerdo en reconocer, por un lado, las características de algunos productos en vista de su aplicación al campo de la restauración y por otro la necesidad que estos productos pasen los mismos tests para poder ser comparables.

El químico E.de Witte, del IRPA de Bruselas, reconoce errores en el pasado sobre los criterios de selección que el mundo de la conservación daba por buenos en los años 60. Para los consolidantes, aparte de la viscosidad, la elasticidad o la toxicidad... se recomendaba que la resina formara un film, excluyendo de esta forma los famosos silicatos de etilo, tan útiles hoy en día. Este producto ha ayudado a los restauradores a condición de respetar los protocolos de uso. Las condiciones de aplicación y el tipo de soporte pétreo tienen que permitir la "silicatización". Sin sílice en el soporte y con una piedra embebida de agua, no hay posibilidad de éxito.

La marca Wacker vendió en 1995 la patente del silicato de etilo. La industria se ha ocupado de crear nuevos productos idénticos al original, con más impurezas o quizás más diluidos!

Para comparar las propiedades de los materiales, hay que utilizar los mismos criterios de evaluación. No vale un producto repelente si los únicos tests de la ficha técnica dan excelentes resultados sobre una arenisca cuando en realidad se quiere aplicar sobre una piedra caliza.

Estamos en la década de la identificación de los estándares de calidad utilizados para caracterizar un material o una propiedad. E.de Witte se interroga sobre el hecho de que muchas tierras cocidas que han sobrevivido al paso del tiempo no lograrían hoy en día pasar los tests de calidad exigidos. No nos estamos equivocando con requisitos. ¿donde fallamos en el establecimiento de los parámetros de selección?

Según el existen diferentes maneras de proceder para medir la capilaridad de un material. No se calcula de misma manera en Holanda y en Francia a pesar de utilizar los mismos materiales, un tubo y agua. Un proyecto europeo se descubrió estas diferencias para caracterizar la absorción de una adhesivos sobre una superficie. No llegaron a un acuerdo y se siguen utilizando los dos métodos.

En Europa existe un solo estándar para caracterizar un cemento cuando, en realidad, las composiciones de los cementos son muy diferentes según los países. Creo recordar que la base de un mortero de cemento contiene más yeso en Alemania y más hidroxiclورو de zinc en Francia. Uno se pregunta para que uso se creo este estándar.

Otros referentes en crisis son los protocolos para el envejecimiento artificial. El hecho de haber evidenciado la influencia de la evaporación en los procesos de envejecimiento y la descubierta de anomalías en los procesos de envejecimiento a la luz continúa o alternada han tenido consecuencias sobre la credibilidad de las normas hasta ahora utilizadas en este campo.

La norma del comité internacional standard ISO 5630 ofrece para envejecimiento del papel y del cartón:

- 1985 Tratamiento con calor húmedo 90°C/ 25%HR
- 1986 Tratamiento con calor húmedo 80°C/ 65%HR
- 1988 Tratamiento con calor seco 120°C-150°C
- 1991 Tratamiento con calor seco 105°C
- 2000 presentación de 10 nuevas referencias para la investigación en este mismo campo.

Entre otras, la nueva variante de 80°C y humedad cíclica entre 30% y 60% cada hora durante 3,7,...100 días. Para la irradiación la gama de parámetros se sitúa entre 23°C C, 30, °C 90°C, para la humedad 50%, 60%, 65%, para los días de exposición de 3,6,...185.

Los americanos utilizan los resultados de la investigación con normas ASTM (Testing and Materials Institute for Standard Research). Ellos también presentan nuevas revisiones en 2001.

El MOLART (Molecular Aspect of Aging in Art) es un programa de 5 años que revelado la necesidad de mejorar los parámetros hasta ahora utilizados para el envejecimiento acelerado.

La comunidad científica tiene que ponerse de acuerdo para ser entendida y comunicar los investigaciones a los restauradores.

## **2. Algunas definiciones sobre investigación, examen y método científico**

Judith Offenk de Graaf, en un documento de los trabajos en “Sharing Conservation Science”, con el ICCROM, ha presentado unas definiciones importantes para nuestro mundo de la conservación restauración.

*El examen científico: es un examen completo del objeto utilizando métodos científicos.*

*El restaurador - la segunda vía - no puede solucionar un problema si no identifica claramente cuál es el problema.*

*El método científico: es la vía por la cual se realiza la investigación científica. Esta constituido de diferentes etapas: observación de la problemática, formulación de una hipótesis, utilización de la hipótesis para crear una experimento, hacer el test para prever el comportamiento y experimentar con nuevas observaciones o con técnicas de análisis y modificar la hipótesis para establecer conclusiones a partir de los datos obtenidos.*

*La teoría científica: es una estructura de ideas sistemáticas de amplio espectro, concebida por la imaginación humana que abarca una familia de leyes empíricas o experimentales relacionadas con las constantes que existen los objetos y fenómenos, ambos planteados y observados. Una teoría científica es una estructura sugerida por*

*estas leyes y se elabora para explicarlas de un modo racional y científico.*

*La investigación científica: tiene como fin el intentar explicar cosas y fenómenos, el científico emplea una observación cuidadosa o experimentos informes sobre las constantes y un esquema sistemático explicativo (teorías).*

*La ciencia de la conservación restauración: es una rama de las ciencias naturales en relación con los aspectos físicos de los materiales de las obras de arte, su deterioro y restauración.*

*La investigación en este campo de la ciencia de la conservación restauración es una forma de investigación aplicada dirigida a la preservación de los bienes culturales tomando en consideración sus significados documentales y culturales.*

Los programas modernos de investigación y desarrollo llevan dos procesos íntimamente relacionados por los cuales unos productos y unos métodos, o nuevas formas de viejos productos, nacen a través de la innovación tecnológica.

Para ello existe la investigación fundamental que está orientada hacia unos objetivos generales (sin área especializada) y la investigación aplicada, que dirige los resultados de la investigación básica hacia la resolución de un problema específico con resultados, en el desarrollo de nuevos o productos modificados o procesos. Además de llevar a cabo la investigación básica y aplicada, investigando y desarrollando prototipos, el personal de laboratorio tiene también que evaluar la eficacia y el coste del producto.

La investigación aplicada: lleva los resultados de una investigación básica al punto donde pueden ser utilizados para un fin específico, mientras que el estadio del desarrollo de la investigación incluye las etapas necesarias para poder llegar a producir un producto nuevo, un producto modificado o un proceso.

La investigación en conservación restauración es un tipo de investigación aplicada, que se centra sobre la conservación de los materiales. Eso incluye unos estudios científicos con métodos químicos, biológicos, físicos, históricos o de conservación.

### **3. ¿Quién publica y cuales son los campos de la investigación hoy en día?**

Para conocer la tendencia actual, las orientaciones de los proyectos de investigación y las motivaciones del colectivo, nos ha parecido interesante estudiar las últimas publicaciones de unas de las revistas más internacionales del campo "Studies in Conservation" durante el año 2004. Presenta 18 publicaciones.

Una de nuestras primeras preguntas está relacionada con el perfil de los investigadores y conocer la composición de los equipos si son interdisciplinarios.

Hemos separado 3 tipos de colectivos: los especialistas del patrimonio (restauradores, arquitectos, arqueólogos...), los científicos de la conservación (físicos, químicos, biólogos...) que trabajan principalmente sobre obras de arte, los científicos de Universidades (físicos, químicos, biólogos...) que trabajan casualmente en proyectos de investigación relacionados con el patrimonio.

El resultado es el siguiente:

Autores de publicaciones en Studies in Conservación	% de artículos por tipos de autores
especialista patrimonio	22 %
especialista patrimonio + científico de la conservación	16,6%
especialista del patrimonio + científico de Universidad	33 %
especialista del patrimonio + científicos de la conservación + científico de Universidades	11 %
científico de la conservación + científico de Universidad	0,05%
Científico de universidad	11%

Observamos que el 60% de los trabajos están realizados por equipos multidisciplinares. La tabla revela que la colaboración entre el museo y la universidad es dos veces superior a la colaboración entre el museo y su departamento científico. Se puede explicar por la poca cantidad de científicos integrados en los museos. Es curioso observar que 11% de las investigaciones en el campo del patrimonio se realizan sin una clara intervención de sus profesionales.

El mundo de los científicos de la industria está ausente, cuando R. de La Rie (4) explica que la colaboración con la industria química ha sido fundamental para desarrollar su proyecto sobre barnices. Gracias a su trabajo con Ciba-Geigy para concretar el estabilizador del barniz. Muy pocos productos industriales son conocidos en el mundo de la conservación y pocos han sido evaluados. Sería recomendable buscar los programas de tests utilizados en la industria.

¿Cuáles son las orientaciones de las investigaciones científicas?

Tipos de investigación publicadas en Studies in Conservación (4)	% de artículos
Investigación sobre el pasado del objeto	27%
Investigación sobre materiales para el presente del objeto	22%
Investigación sobre el futuro del objeto	27%
Otros	11%

En el 2004 podemos constatar que los campos de investigación están aparentemente muy equilibrados dado que pasado, presente y futuro del objeto están investigados de manera equitativa.

Sería interesante evaluar si se ha seguido el método científico, por el cual la primera etapa consiste en establecer cual es exactamente el problema que se quiere resolver. La segunda etapa debería esclarecer

de que tiempo se dispone para resolver el problema y que hay o que se necesita saber sobre este problema.

La tercera etapa es buscar una solución al problema, sabiendo que la solución la más simple es muchas veces la mejor. La cuarta consiste en realizar un experimento para verificar si la hipótesis funciona. Los datos obtenidos dan el resultado y permitirán verificar vuestra hipótesis.

#### **4. Conclusiones**

Hay muy pocos científicos de plantilla en las organizaciones culturales y pocos trabajan en el campo de la conservación. Feller y Thomson han sido unos precursores en nuestro sector de actividad. Además, los problemas de conservación requieren soluciones prácticas y la mayoría de los científicos no están preparados para eso. G. Torraca decía que nuestro campo necesita personas que transformen la información científica en productos prácticos.

Si los proyectos científicos se desarrollan sin la colaboración con las instituciones del patrimonio hay muchos riesgos que pierdan su relevancia con la investigación en la ciencia de la conservación.

De la misma manera, si los restauradores empiezan a manipular los aparatos o decidir sobre los análisis que hacen falta, los riesgos de desorientación son grandes.

Parece importante encaminar las investigaciones sobre el examen de las obras a facilitar el diagnóstico al restaurador y desarrollar protocolos para el control de calidad de los productos utilizados en restauración y sus condiciones de aplicación.

Las mediciones de los parámetros físicos y mecánicos pueden confirmar la correcta consolidación de la estructura. El control de la presencia de residuos contribuirá a la verificación de la correcta limpieza.

Lo más importante, una investigación científica nace si hay que resolver un problema y que este problema sea bien definido.

#### **NOTAS**

- (1) J.R. GABORIT, Qu'attrend un conservateur de musée du laboratoire, Techné n°13-14, Paris, 2001
- (2) M. BERDUCOU, notes de cours. Université de Paris I- MST de Conservation et restauration des biens culturels –2003/04.
- (3) J. HOFENK DE GRAAFF, notes de cours. Sharing conservation science: vers un langage commun. 2002.
- (4) Lista de las investigaciones publicadas en “*Studies in Conservation*” durante el año 2004.

1) Examen de superficie para caracterizar el estado de conservación (deformaciones) de una pintura sobre tabla.
2) Análisis de pigmentos (lapis y azul egipcio) originales en una pintura mural del siglo VIII en Roma.
3) Estudio comparativo de morteros inyectables con puzolana para la adhesión de pintura mural al muro.
4) Consecuencia de un tratamiento curativo de desinfección por el calor a 52°C sobre el ADN de los animales disecados.
5) Análisis de un pigmento en una pintura del XVII y recreación de su fabricación.
6) Presentación de una técnica (SPI) para evaluar el grado de corrosión después de la aplicación de un material protector sobre metales
7) Estudio del envejecimiento a la luz de un pigmento el rejalgam y sus polimorfos
8) Estudio preliminar a la creación de un dosímetro para medir la acumulación de luz sobre obras de arte.
9) Análisis de un pigmento en una mobiliario del XIX.
10) Examen de superficie de cortes estratigráficos de muestras de objetos semi transparentes (porcelana, barniz)
11) Caracterización de materiales constitutivos de los morteros con puzolana antiguos en Jordania.
12) Estudio climático de un edificio
13) Análisis de materiales constitutivos (pigmento, aglutinante, soporte egipcio)
14) Estudio de la preparación de muestras para la espectroscopia de IR
15) Estudio de la deterioración de un pigmento y de su aglutinante (azul egipcio y goma arábiga)
16) Documentación de estratigrafías en pintura a partir del diagrama de "Harris Matrix", utilizado en estratigrafía arqueológica.
17) Efecto de la anoxia sobre los textiles con azul de Prusia
18) Código deontológico del restaurador en la conservación de los restos humanos

## EL AUTOR

Restaurador y químico, técnico de museos

- Licenciado de la MST (Maitrise Sciences et Techniques de restauration et conservation des oeuvres d'Art) Paris I Panteon Sorbona.
- "Licence" de química, modulo de orgánica, Universidad P et M Curie, Paris VI-
- Contratado por UNESCO-ICCROM para la creación de material didáctico en conservación preventiva y restauración de pinturas murales.
- Contratado por el Museo Nacional de Arte de Cataluña.
- Misiones de formación en África (Nigeria, Senegal, Ghana), América Latina (Chile, Colombia, Cuba, Brasil, Argentina, Venezuela) y Europa (Bruselas, París, Aosta, Arles, Granada, Madrid, Barcelona, Besançon, Zaragoza, Roma, Agrigento ...).

(5) Lista no exhaustiva de las instituciones del territorio español que están dotadas de equipos de laboratorio que han colaborado en proyectos de conservación restauración.

<b>Tabla nº 1: Museos con taller de R&amp;C dotadas de equipos de laboratorio</b>				
Museos	direcciones	Equipos de laboratorio propios	Convenios / colaboraciones con instituciones públicas dotadas de equipos	Revistas propias con artículos en C&R
Museo Nacional d' Art de Catalunya Barcelona	MNAC, Parc de Montjuic, 08038 Barcelona tel 93 622 03 60	- Microscopia óptica - Relectografía IR - Radiografía RX	Si,	Butllí del Museu d' Art de Catalunya
Museo de Bellas Artes de Bilbao,	Plaza del Museo nº2 48011 Bilbao telf: 94 4396060 fax: 94 4396145.	- Microscopia óptica - Reflectografía IR - Radiografía RX	Si,	Boletín - Buletina - Bulletin. B 05.
Museo Guggenheim Bilbao	Abandoiharra nº2 48001 Bilbao telf: 94 4359090	Microscopia óptica Relectografía IR	Si,	
Museo de América Madrid	Avenida Reyes Católicos nº6, 28040 Madrid Telf: 91 54 92 641 Fax: 91 544 67 42	Sin Uso - Microscopia óptica - Difraccion de RX	Si	
Museo Nacional de Ciencias Naturales Madrid	C/José Gutiérrez Abascal, 2 28006 Madrid tel: 91 411 13 28 Fax: 91 5644740	- SEM, - EDX, - FRX - espectrototometro de absorción - electroforesis capilar ionica - Rayos X - Estudios de ADN, clonación, electroforesis de aloenzimas.	Si	
Museo Nacional del Prado Madrid	Paseo del Prado s/n Madrid Telf: 91 3302800 Fax: 91 3302856	- Microscopia optica - Relectografía IR - Radiografía RX	Si,	Boletín del Museo del Prado
Museo Reina Sofía Madrid	Santa Isabel 52 28012 Madrid Telf: 91 774 10 00 fax: 91 774 10 56	- Microscopia optica - Reflectografía IR - Radiografía RX - espectroscopia FTIR	Si,	
Museo Arqueológico Nacional Madrid	Madrid Telf: 01 5777912	-Espectrómetro por fluorescencia de rayos X - Microscopio metalográfico -Reflectógrafo	Si	
Museos de Bellas Artes de Asturias Oviedo	C/Santa Ana nº1-3 33003 Oviedo Telf: 985 213061 fax: 985204243	- Radiografía RX	Si,	
Museo de Bellas Artes de Sevilla	Plaza del Museo nº9 Sevilla Telf: 95 422 18 29	- Microscopia optica	Si	
Museo San Pío V Valencia	Calle san Pío V, nº9, 45010 Valencia. Telt: 96 360 57 93 Fax: 96 3697 125	Microscopia optica Relectografía IR Radiografía RX	Si	

**Tabla nº 2: Instituciones Publicas con taller de R&C dotadas de equipos de laboratorio**

Instituciones	direcciones	Equipos de laboratorio propios	Convenios con laboratorios externos de instituciones públicas	Revistas propias
Instituto del Patrimonio Histórico Español	IPHE, C/ Greco nº4, 28040 Madrid telf: 91 550 44 44 774 10 00 fax: 91 774 10 56	Microscopia optica Reflectografia IR Radiografia RX Microscopia electronica SEM/EDX Difracción RX Espectroscopia de RX Fluorescencia de RX	Si,	Boletin del IPHE
Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico	IAPH Isla de la Cartuja 41092 Sevilla tel: 955 03 70 00, Fax: 955 03 70	Microscopia optica Reflectografia IR Radiografia Microscopia electrónica SEM/EDX Microscopia electrónica con microsonda Difracción de RX Espectroscopia FTIR Cromatografia HPLC Cromatografia de capafina Fluorescencia de RX - cámara de envejecimiento	Si,	Boletín de Instituto del Patrimonio Histórico PH
Centro de Restauración de Bienes Muebles de Cataluña	CRBMC. Arnau Canell nº30, 08500 Valldoreix Telf: 93 590 27 70 Fax: 93 590 29 71	Microscopia optica Radiografia RX Microsonda electronica Spectrofometria IR	Si	Rescat
Servicio de Restauración de la Diputación Foral de Alava	C/ Udartea nº6, 01010 Vitoria Tel: 945 18 20 50 Fax: 945 18 20 96	Microscopia optica Reflectografia IR Rayos X Camara envejecimiento	Si,	
Talleres de restauración diputación Foral de Guipúzcoa	Arteleku Kristobal Baldegi Telf: 943 45 36 62 Fax: 943 462256	Sin uso Microscopia optica Cromatografia HPLC	Si,	
CCRBC centro de Simancas	Calle carretera nº2 47130 Simancas Valladolid Telf: 983 59 01 95	- Microscopia optica - espectroscopia IR (FTIR) - cromatograia de gases Relectografia IR Radiografia RX	Si	Catalogo de obras restauradas

<b>Tabla nº 3: Centros de formación* dotadas de equipos de laboratorio, o revista propia</b>				
Centros de formación	direcciones	Equipos de laboratorio propios	Convenios/colaboración con laboratorios Universitarios	Revistas propias
Universidad de Barcelona, Facultad de Bellas Artes	C/Pau Gargallo nº4 08028 Barcelona Telf: 93 403 40 76 Fax: 93 403 40 74	- microscopio - rayos X - reflectografía IR	Si	
Universidad de Granada, Facultad de Bellas Artes	Avenida de Andalucía s/n, 18071 Granada telf: 958 243817,	Microscopia optica Reflectografía IR	Si,	
Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Bellas Artes	Greco nº2, Ciudad universitaria, 28040 Madrid telf: 91 394 35 56		Si,	
Universidad de Sevilla, Facultad de Bellas Artes	C/ Laraño nº3 41005 Sevilla Telf: 954 21 75 06		Si	
Universidad del País Vasco, Facultad de Bellas Artes	Barrio de Sarriena s/n, 48940 Leina Telf: 94 601 5766 Telf: 94 601 33 77	- Microscopia óptica - Reflectografía IR - Rayos X - Cámara de envejecimiento	Si,	
Universidad politécnica de Valencia, Departamento de Conservación y Restauración de BC	Camino de Vera s/n 46022 Valencia Telf: 963 87 70 07 Fax: 963 87 90 09	Todo los equipos de la UPV	Si,	
Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Cataluña	C/ Aiguablava 109-113 08033 Barcelona Telf: 93 354 69 92	Reflectografía IR Cámara de envejecimiento	Si	Unicum
Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Madrid	C/Guillermo Rolland, 2 28013 Madrid Tel: 931 548 27 37 fax: 91 542 63 90		Si	Patina
Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Galicia	C/ General Martitegui , s/n 36002 Pontevedra telf: 91 548 27 37	Reflectografía IR Cámara de envejecimiento	Si	
Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Aragón	Las capuchinas. Coso Alto, 61 Huesca Telf: 974 230 605 Fax: 974 278 924	- Sin dotación	Si	
Escuela Superior de Arte del Principado de Asturias	C/ Carballedos s/n 33490 Valliniello, Aviles Tel 9851 29104	- sin dotación	Si	

\* no he ha podido completar la tabla con los centros de formación dependiente de las Diputaciones

Tabla nº 4: Laboratorios de la Red Temática de Patrimonio			
Laboratorios de la Red Temática de Patrimonio	Tipo de investigación	Equipos de laboratorio propios	Revistas donde aparecen publicaciones relacionadas con R&C
<p>Inst.E. Torroja de Ciencias de la construcción</p> <p>C/Serrano Galvache S/N, 28033, Madrid; Telf: 913020440</p>	<p>Caracterización de vidrio y cerámica arqueológica</p> <p>Estudios y conservación de materiales de construcción. Estudios de areniscas, puzolana, cal, morteros tradicionales</p>	<p>-Microscopia optica</p> <p>-Microscopia electronica SEM/EDX, HREM, MDE, CBED</p> <p>-difracción de RX, Espectrometria IR</p> <p>-medidor de color , espectrofotometro portátil</p> <p>-microdurrometro Knoop y Vickers</p> <p>Equipo de medición de resistencia a la abrasión , Medida de la densidad real por penetración de Helio, Potencial Zeta , barelatografia</p> <p>Expansion termica con camara de alumina y aluminio hasta 200°C, .</p> <p>Analisis termico diferencial y termogravimetrico</p>	<p>Restauración y Conservación de vidrios,</p> <p>Boletin de la Asociación Española de Arqueología</p> <p>Materiales de Construcción.</p> <p>Conservación et restauration des bienes culturales</p>
<p>Inst. E Torroja de Ciencias de la Construcción</p> <p>C/Serrano Galvache S/N, 28033, Madrid; Telf: 913020440, fax 913026047,</p>	<p>- Diseño de morteros</p> <p>- Durabilidad de morteros</p> <p>- Estudios climáticos.</p>	<p>Microscopia optica</p> <p>Microscopia electronica SEM/EDX</p> <p>Difracción y fluorescencia de RX</p> <p>Analisis termico ATDTG-DTG</p> <p>Espectroscopia FTIR con Microscopia</p> <p>Absorción Atómica,</p> <p>Cromatograia Ionica, análisis de aniones y cationes, Colorimetria, viscosimetria</p> <p>Ensayos mecánicos de compresión, flexión, flexotracción.</p>	<p>Materiales de construcción</p> <p>Microbiology Ecology</p> <p>Cement and concrete Research</p> <p>Architectural Science Review</p>
<p>Instituto de Cerámica y Vidrio ( CSIC) Departamento de física de superficies y procesos.</p> <p>Antigua Ctra. De Valencia, km.24,300;28500, Madrid del rey, Madrid, Telf: 91 8711800 Fax: 91 8700550 Canto blanco, c/Kelsen s/n 28049 Madrid</p>	<p>Nuevos materiales hídricos organo-inorganicos para la restauración de edificios</p> <p>Datacion y caracterización de cerámica, esmaltes, vidrio.</p>	<p>-Microscopia electrónica</p> <p>-Microscopia de calefacción</p> <p>-SEM/EDX, Difraccion de RX, MOLR, MOB</p> <p>Espectroscopia FTIR, Espectroscopia UV-Vis</p> <p>Espectroscopia XPS y Auger.</p> <p>Fluorescencia de RX IPC</p> <p>colorimetro diferencial de barrido</p> <p>Porosimetria de mercurio</p> <p>-Analizador de superficies</p> <p>-Analizador flexión, tracción, dureza, microdureza, resistencia al rayado</p> <p>Resistencia de fibras y filamentos cromatografia inversa</p> <p>Análisis térmico diferencial</p> <p>Hornos de tratamientos térmicos (1800°C)</p> <p>Análisis Dilatometrico</p> <p>- cámara ce corrosión (So2), (UVA)</p>	<p>Internacional Biodeterioration Bulletin</p> <p>Noticario Arqueológico Hispano</p> <p>Boletín de la Sociedad española de Cerámica y Vidrio.</p>
<p>Instituto de química-física Rocasolano</p> <p>Laboratorio de física</p> <p>Laboratorio de Geocronologia</p> <p>C/Serrano,119, 28006 Madrid, telf 915619400, fax 915642431</p>	<p>Datación carbono 14</p> <p>Desarrollo de procesos de limpieza con láser sobre edificios</p>	<p>espectrometros de centelleo líquido</p> <p>LKB 1227, Quantulus 1220</p> <p>espectroscopia optica: laser induced</p> <p>Fluorescencia , laser Induced</p> <p>Breakdown spectroscopy (LIBS) y tiempo de vuelo óptico</p> <p>Espectrometria de masas por tiempo de vuelo (TOPS MS)</p> <p>Excitación con laseres de excimero (Ultravioleta), de colorante (visible)</p>	<p>Arch. Española de Arqueologia</p> <p>Boletin de Aqueologia Medieval</p> <p>Anuario del Instituto de Estudios Zamoranos</p> <p>Laser Chemistry</p> <p>Journal of cultural Heritage Application Spectroscopy</p>
<p>Centro de Ciencias Medioambientales</p> <p>Liquenologia y geomicrobiologia</p> <p>C/Serrano, 115, bis; 28006, Madrid, telf 917452500, fax 9156408001</p>	<p>Alteraciones biológicas en rocas</p> <p>microsistemas líticos en rocas monumentales</p>	<p>microscopia electrónica de transmisión, con sistema de análisis</p> <p>microscopia electronico de barrido con sistema de análisis y equipamiento frío (LTSM)</p>	<p>International biodeterioration and biodegradation</p>
<p>Instituto de Estructura de la materia, Serrano 121, 28006 Madrid. Telf 91 5645557</p>	<p>Técnicas Láser aplicada a la limpieza de obras de arte, en arte rupestre</p>	<p>Espectrometro Raman por transformado de fourier, Microscopio Raman confocal Renishaw 1000,</p> <p>Espectrofotometro</p> <p>Laser- Raman , Laser de Ar+, Láser de Kr +</p> <p>-Dye-laseer sintonizable Spectra physics</p>	<p>Applied Spectroscopy</p>

Tabla nº 4 bis: Laboratorios de la Red Temática de Patrimonio			
Laboratorios de la Red Temática de Patrimonio	Tipo de investigación	Equipos de laboratorio propios	Revistas con publicaciones relacionadas con R&C
Universidad Complutense de Madrid Instituto de Geología Económica, CSIC-UCM. Facultad de Ciencias Geológicas. 28040, Madrid telf 913944920,	Conservación de edificios limpieza, consolidación tratamientos repelentes.	Microscopia petrografica, de reflexion, de fluorescencia. Difraccion de RX Analisi termodiferencial Espectrocolorimetro, Brillometro Equipo para extracción de sales y alteración hídrica. Analizador dinámico del ángulo de contacto Equipo de medición de la velocidad de propagación de ondas ultrasónidos Dilatometro térmico, Dilatometro hídrico Esclerometro, Rugosimetro, Porosimetro Analizador de superficie especifica Equipo para medir la variación longitudinal en materiales por absorción de agua Magnetometro, Equipo para la medida de adherencia en soportes Cámara climatica . Cámara de radiación UV	Restauración & Rehabilitación  Progress in organic coatings.  Materiales de construcción  Color research and application
Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, (CENIM),  Avda. Gregorio del Amo, 828040, Madrid telf 915538900, fax 915347425	Estudio de la corrosión de los metales al interior, estudio comparativos de tratamientos sobre plata y cobre.	Microscopia optica, Microscopia electronica -SEM/EDX, Difracción de RX -Análisis termico diferencial y termogravimetrico. Espectrofometro IR (FTIR-ATR) Fotometro visible, Espectroscopia Auger (AES) Espectrofotometria de RX (XPS) Equipo electroquimico: medidas de DC, mediadas de AC, Hornos de tratamientos. Viscosimetro , Tensiometro Dispositivo para la deposición de capas sol-gel Cámara climática	Journal of Materials Sciences  Journal of the Electrochemical Society
Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNA) C/Cordel de Merinas 40-52. 37008, Salamanca, telf: 923219606, fax 923219609	Conservación de la piedra, métodos de eliminación de sales, influencia del clima y la polución	- Microscopia petrografica - Ultrasonidos - Difractometria de RX - Cromatografia Ionica, - Colorimetria de solidos, - Camara climática de simulación -Sistema de análisis térmico diferencial por adsorción de nitrógeno.	- Clays and clay Minerals - Mecanic of Material - Color Research and application - Materiales de construcción - Degradation and conservation of granitic Rocks in monuments
Instituto de Ciencia de materiales de Sevilla (ICMSE) C/Américo Vespucio s/n, Isla de la Cartuja,41092, Sevilla, telf 954489534, fax 954460665, tel 95 44 89 52 27 fax: 9544 60 665	Caracterización de materiales y productos utilizados en pintura, pintura mural, metales, escorias, cerámica, vidrio, tapiales,	Microscopia optica Microscopia electronica Microscopia petrografica -SEM/EDX, -Difracción de RX Fluorescencia de RX, Espectrometria IR Espectrometria UV, Espectrometria de fotoelectrones de RX, Porosimetria de intrusion de mercurio, Analizador de superficies por BET Picnometia de helio, Analisis termico diferencial, videocamara de IR	- Advance in Clays Minerals - Congreso Naccional de Arqueometria - Teodosio Boletin Cultural - Boletín de la sociedad Española de Cerámica
Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología Apto. 1052, 41080, Sevilla, telf: 954624909, fax 954624002	Actividad biológica en pinturas murales y rupestres.	cromatografía de gases- espectrometriade masas Desorción térmica y pirolisis analitica Comatografia liquida de alta resolucion Sistema Midi de identificacion de bacterias Equipo Biolog de identificacion de microorganismos	J.Microbiol. Method Aerobiologia Geomicrobiol.Journal
Inst. de Productos Naturales y Agrobiología Av. Astrofísico Francisco Sánchez 3 Apto. 195; 38206-La Laguna, Tenerife, telf 922256847, 922256848,	Conservación de arte rupestre	-Sistemas de adquisición de datos multiparamétricos para estudios de microclima -Espectrofotometro portátil - Sistema de registro de vibraciones - laboratorio de paleomagnetismo	Temas Geologico Mineros  Environmental Geology Geomicrobiologic al Journal

**Tabla nº 5 Laboratorios Universitarios que han colaborado con centros R&C**

Laboratorios Universitarios	Dirección
Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Sanidad i Anatomía Animal	Campus Universitario EDB, 08193 Bellaterra Cerdanyola, telf: 93 5811091, fax: 93 5812006
Universidad de Barcelona, servicio científico	Campus Diagonal Baldui Reixac 10-12, 08028 Barcelona, Tel: 93 402 90 60, Fax: 93 402 90 63
Universidad de Barcelona, Facultad de Geología	c/ Marti Franques s/n, 08028 Barcelona. Telf: 93 4021408, Fax: 93 402 13 41
Universidad de Barcelona, Facultad de Geología, Departamento de Geoquímica, Petrología i Prospección Geológica	c/ Marti Franques s/n, 08028 Barcelona telf:93 402 14 04 Fax: 93 402 13 40
Universidad de Barcelona, Dept. Cristalografía Mineralogía i depósitos minerales	C/ Marti i Franques s/n 08028 Barcelona Telf: 93 4021357, Fax: 93 402 1340
Universidad Politécnica de Barcelona, Departamento de Ingeniería química	Departamento de Ingeniería química Terrassa tel: 93 739 81 65
Universidad Politécnica de Cataluña, Escuela superior de ingenieros industriales	Avenida Diagonal 647, 08028 Barcelona telf 93 401 67 00
Universidad politécnica de Cataluña Departamento de Teoría de la señal y Comun.	C/Sor Eulalia de Anzuzizu s/n. Campus Nord 08034 Barcelona, Fax: 93 401 64 47
Instituto de Ciencias de la Terra Jaume Almera (ICTJA)	C/ Lluís Solé s/n , 08028 Barcelona, Telf:93 4095410, Telf: 93 4110012
Universidad Complutense de Madrid Centro de Micro análisis de Materiales ( CMAM).	C/Farraday nº3, UAM Campus Cantoblanco 08049 Madrid, Telf: 91 497 24 22
Universidad Complutense de Madrid, Centro de microscopia y citometría.	Ciudad Universitaria, 28040 Madrid telf:91 394 493, fax: 91 394 419
Universidad Complutense de Madrid. Dep. Ciencias Materiales e Ingeniería Material	Ciudad Universitaria, 28040 Madrid telf:91 394 42 16, fax: 91 394 43 57
Universidad Politécnica de Madrid, Escuela de ingenieros de Minas, - Instituto Geológico y Minera de España /IGME)	C/Rios Rosas nº23, 28003 Madrid Telf: 91 3367 071, Fax: 91 33670068
Universidad de Granada, Facultad de ciencias, Departamento de Química analítica	C/ Fuente Nueva s/n, 18002 Granada telf: 958 24 33 26, tel: 958 24 33 28
Universidad de Granada, Centro de Instrumentación científica	Cuesta del hospicio s/n, 18071 Granada Telf: 958 24 42 22, Fax: 958 24 33 37
Universidad e Granada, Faculta de Ciencias, Departamento de Mineralogía	C/ Fuente Nueva s/n, 18002 Granada Telf.:958 24 6 176, telf 958 24 33 68
Universidad de les Illes Balears, Departamento de química,	Universidad de les Illes Balears, 07071 Pala de Mallorca, Tel: 971 17 32 58, Fax: 971 173426
Universidad del País Vasco, Facultad de química, Departamento de Química aplicada	C/Paseo Manuel de Lardizabal nº3, 20019, San Sebastián, Telf: 943 01 82 14, Fax: 943 01 52 70
Universidad del País Vasco, Facultad de ciencias y tecnologías, - departamento de química analítica - Departamento de Mineralogía y petrografía	Barrio de Sarriena s/n 48940 Leioa, Vizcaya Telf: 946 012686, Fax: 94 601 35 00
Universidad de Salamanca, Departamento de Geología, Departamento de química orgánica	Patio de Escuelas nº1, 37008 Salamanca Telf: 923 29 400, Fax: 923 294 502
Universidad Santiago de Compostela, Instituto de Cerámica	Campus Universitario Sur, 15782 Santiago de Compostela, A Coruña, Telf: 981 59 44 88
Universidad Santiago de Compostela, facultad de química	Campus Universitario Sur, 15782 Santiago Compostela, Coruña, Telf: 981 56 2100, Fax: 981 57 01 81
Universidad politécnica de Valencia, Departamento Ingeniería Mecánica y Mater.	Camino de Vera s/n 46002 Valencia Telf: 96 387 7621, Fax: 96 387 7629
Universidad politécnica de Valencia, departamento de física aplicada	Camino de Vera s/n 46022 Valencia
Universidad de Valencia, Instituto de Ciencia de Materiales,	ICMUV. P.O. Box 22085 46071 Valencia
Universidad de Valladolid, LEICA, departamento de física de la materia condensada, cristalografía y Mineral	LEICA, Prado de Magdalena s/n, 47 011 Valladolid, Telf: 983 42 35 72
Universidad Vigo, Centro de Apoyo científico y técnico a la investigación,	CACTI, Campus Universitario, Lagoas Maorcosende , 36 200 Vigo A Coruña, Telf: 986 81 2 118
Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias, Departamento de Geología, Area de Petrología,	Plaza San Francisco s/n 50009 Zaragoza telf: 976 76 10 70 fax: 976 76 10 09 Telf: 976 567153, Fax: 976 761106

