

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005)
**Métodos de diagnóstico para revestimientos de edificios antiguos.
Importancia y aplicabilidad de los ensayos in situ.**

Martha Tavares

Restauradora, Becaria de investigación, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal marthal@lneec.pt

Ana Cristian Magalhães

Ing. Civil, Becaria de investigación, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal, anacristian@lneec.pt

Maria do Rosário Veiga

Doctor Ing. Civil, Investigadora principal, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal, rveiga@lneec.pt

José Aguiar

Doctor Arquitecto., Investigador Auxiliar, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal, Jaguiar@lneec.pt

Resumen

En algunos casos, a través de los síntomas manifestados, los sentidos humanos pueden detectar los problemas patológicos que afectan los revestimientos de paredes, pero en muchos casos, el uso exclusivo de estos recursos puede revelar datos dudosos o no suficientemente exactos. Así pues, se hace necesario utilizar técnicas auxiliares que completen los sentidos humanos naturales para concluir el diagnóstico del problema.

La experiencia muestra que el uso de los métodos de análisis *in situ* para revestimientos, como técnicas auxiliares, ha dado resultados interesantes respecto a algunos valores de propiedad, que pueden ser muy útiles en la estimación de su estado de conservación.

Este trabajo tiene como principales objetivos: evidenciar la importancia de algunas técnicas *in situ* como métodos auxiliares de diagnóstico en revestimientos y evaluar su aplicabilidad y las posibilidades del análisis combinado de los resultados obtenidos con dichas técnicas. Se presenta una descripción sintetizada de los métodos y en conclusión se hace una reflexión sobre su importancia y aplicabilidad.

PALABRAS-CLAVE: diagnóstico; lesiones; técnicas; conservación, revestimientos.

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005)
Abstract

In some cases, human senses can detect a pathologic problem of wall renderings through its symptoms, but in several cases, the only use of these resources can reveal uncertainty or not enough precise data. So, it is necessary to use auxiliary techniques to increase the human natural senses to conclude the diagnosis of the problem. The experience shows that the use of *in situ* methods for renderings as auxiliary techniques has given interesting results in relation to some properties values, which can be very useful on appraisal of their state of conservation. In this way, the main purposes of this paper are: to evidence the importance of the present *in situ* techniques used as auxiliary methods of diagnosis on ancient renderings and to evaluate their applicability and the possibilities of combined analysis of the results that can be obtained by the reported techniques. A synthetic description of the methods is presented and a reflection about their importance and applicability is performed.

KEYWORDS: diagnosis; anomalies; techniques; conservation, renderings.

1. Introducción

El problema del mantenimiento de las fachadas externas de un edificio histórico pasa por la conservación de técnicas constructivas tradicionales y por el uso de materiales compatibles y, generalmente, lo más similares posibles a los originales.

Como estos acabados son renovados a lo largo del tiempo, muchos de ellos han sido tratados sin ninguna preocupación de análisis crítica cuanto a sus valores estéticos, culturales y técnicos. De esta forma, muchos de estos acabados y técnicas ancestrales se han perdido a lo largo del tiempo. En la gran parte de los casos, los revestimientos todavía existentes se encuentran bastante deteriorados, necesitando urgentemente de ser restaurados a través de técnicas actuales y dentro de los conceptos generales de conservación, aplicando la metodología más idónea. Es importante tener en cuenta que los métodos empleados para la conservación y la restauración de revestimientos exteriores varían conforme el tipo y grado de deterioración (patología), y de acuerdo a los materiales necesarios para su preservación.

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005)
Por lo tanto, antes de iniciar el tratamiento de restauración, hace falta un estudio histórico y técnico del edificio, una caracterización de las diversas capas de revestimientos, además del un conocimiento exhaustivo de las causas y formas de degradación (TAVARES et al 2003).

Tal como se sabe, estos estudios todavía carecen de investigación científica, y es por este motivo que el *Laboratorio Nacional de Engenharia Civil* (LNEC, en Portugal), preocupado con esta temática, viene desarrollando estudios sobre la aplicación de un conjunto de técnicas de ensayos *in situ* (no-destructivas o poco destructivas) con el objetivo de establecer una metodología general de evaluación del estado de conservación y de diagnóstico de lesiones de revestimientos antiguos¹.

2. Los diversos métodos de diagnóstico in situ para el reconocimiento del estado de conservación de revestimientos antiguos

Los objetivos principales de la aplicación de los métodos de ensayo *in situ* son:

- (i) Determinar los materiales utilizados y las técnicas de aplicación utilizadas;
- (ii) Diagnosticar las alteraciones y sus causas;
- (iii) Seleccionar los métodos de restauración más adecuados.

Hoy en día, estos métodos son un complemento fundamental para las disciplinas de la historia del arte y de la restauración, contribuyendo para un conocimiento más profundizado de la técnica, de los materiales utilizados, de su composición, de su estado de conservación y de su nivel de desempeño.

2.1 Observaciones y registros - investigación histórica y técnica sobre el cromatismo del edificio a lo largo de los años

a) Investigación histórica

a1) Esta investigación debe permitir conocer el proceso histórico, desde la época de la construcción hasta el momento de la intervención, permitiendo situar el edificio en su contexto histórico, conocer su edad y

¹ Dicho trabajo hace parte del proyecto “Metodologías para a Mitigação do Risco Associado à Degradação das Construções”, realizado en el LNEC y subvencionado por la *Fundação para a Ciência e Tecnologia* (FCT). El proyecto de investigación aún se encuentra en curso, por lo que ni todos los métodos de ensayos aquí presentados fueron ensayados por los autores.

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005) las principales transformaciones que sufrió, suministrando datos acerca de los materiales y técnicas utilizados.

a2) Deben identificarse las lesiones existentes en el edificio, fundamentalmente en los revestimientos, y su grado de riesgo, a través de fichas de obra y registros fotográficos y gráficos. Se estudian las condicionantes externas, como orientación, vientos predominantes, lluvia, valores medios y extremos de humedades relativas y temperaturas, para predecir de que modo afectan los materiales constructivos y como contribuyen para el proceso de deterioro.

a3) Se identifican también los tipos de revestimientos presentes en el edificio, cuanto a su técnica, composición, textura y color, a través de registros escritos, fotografías y fichas de obra. Para la realización de esta inspección, los técnicos pueden recurrir, además de la observación a ojo desnudo, a diversas técnicas auxiliares.

b) Registro Fotográfico

b1) La fotografía con radiación visible es importante para registrar el estado de conservación de la obra; pueden ser utilizadas varias técnicas fotográficas:

- Fotografía simples y macro.
- Fotografía con iluminación tangencial o rasante – con ángulos de 5° a 30°, permitiendo observar el estado general y las irregularidades de la superficie (falta de verticalidad, abombamientos, etc.).
- Fotogrametría – Esta metodología constituye un instrumento muy eficiente para el levantamiento arquitectónico, en la fase preliminar del restauro. La fotogrametría estudia el sistema de proporciones y dimensiones de un objeto a partir de registros fotográficos en película o digitales, permitiendo obtener levantamientos planimétricos de objetos reales fotografiados anteriormente, además de informaciones pertinentes sobre su morfología y sus elementos estructurales y arquitectónicos. Así, se permite definir y reconstituir con precisión la forma, dimensión y posición en el espacio del objeto.

b2) La fotografía con radiación invisible es utilizada en el estudio de la patología de la obra y pueden utilizarse diversas técnicas:

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005)

- Fotografía de Ultravioleta – permite determinar algunos tipos de alteración de las superficies e identificar repinturas, bien como observar las condiciones de algunos barnices y de otros materiales.
- Fotografía de Infrarrojo – permite observar detalles como los “arrepentimientos”² del autor y repinturas.
- Reflectografía de Infrarrojo – permite observar los dibujos subyacentes, asignaturas, “arrepentimientos” y reconocer algunos pigmentos.
- Radiografía con Rayo X – permite, por ejemplo, identificar alteraciones, intervenciones anteriores y superposición de distintas capas.

c) Investigación Cromática

Esta investigación implica la elección previa de los locales que previsiblemente hayan sufrido pocas modificaciones, y comprende:

c1) Realización de una investigación histórica sobre el cromatismo del edificio a lo largo del tiempo, a través de prospecciones arqueológicas, con remoción mecánica (a través de bisturí) de las diversas capas de pinturas existentes.

c2) Recogida de muestras del revoco con información relevante sobre los diversos sistemas de revestimiento y pintura sobrepuestos, para realización de análisis de laboratorio.

c3) Identificación de los colores encontrados a través de un análisis comparativo con determinados padrones, como los Atlas Cromáticos Munsell o NCS (Natural Colour Systems). Caso fuera necesario y justificable, la lectura cromática de los colores puede ser realizada a través de espectrocolorímetro, y sus resultados traducidos en los sistemas CIE (X,Y,Z) y CIELAB.

Los resultados obtenidos con estas investigaciones, después de analizados críticamente y en función de su interpretación estética, histórica, pero además material (química e física), pueden fundamentar con más

² Modificación de parte de la composición de una pintura por el propio artista durante la fase de ejecución cromática.

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005) seguridad la definición de un concepto de presentación de las superficies y consecuente esquema, tabla o plano de color.



↑ Fig.1 - Identificación de las capas de pintura



↑ Fig.2 - Identificación del color con espectrocolorímetro



↑ Fig. 3 – Identificación del color con NCS



↑ Fig. 4 – Recogida de muestras

2.2 Métodos de ensayos *in situ* - evaluación del estado de conservación del revestimiento

Los métodos de ensayo *in situ* para evaluación del estado de conservación de los morteros antiguos y su comportamiento, pueden ser clasificados en *no-destructivos*, *semi destructivos* y *destructivos*, con base en el carácter de intrusión que producen en el revestimiento que vendrá a ser estudiado.

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005)

a) Ensayos no-destructivos

Los métodos de ensayo no-destructivos tienen gran importancia en el estudio de materiales de construcción, una vez que permiten la determinación de sus características sin deteriorarlos. Consisten esencialmente en procedimientos que se basan en el análisis del comportamiento de una determinada propiedad física en el interior o en la superficie de un material.

Entre las diversas técnicas de ensayo no-destructivos, se resumen en este trabajo las que se consideran más propicias para la caracterización del comportamiento de revestimientos de paredes.

- Ensayo de permeabilidad al agua a baja presión (con los Tubos de Karsten)

La técnica de ensayo, basada en una metodología adoptada por el RILEM (RILEM, 1980), consiste en medir la cantidad de agua absorbida por una determinada superficie del revoco o de acabado, después de transcurrido un determinado tiempo. Se utiliza para esto un conjunto de pequeños tubos graduados y en forma de pipa, que son fijados a las zonas de la pared que se pretende estudiar.

La medida de la permeabilidad al agua a través de este método puede ser usada para caracterizar, cualitativamente, el estado en que se encuentra el revoco. En efecto, a través de comparaciones que tienen por objeto evaluar las alteraciones superficiales que modifican la absorción del agua por el revoco es posible estimar su grado de degradación.

- Ultrasonidos

Es una técnica totalmente no destructiva, de empleo bastante corriente en la evaluación de las características de varios tipos de materiales de construcción en general. En edificios, las aplicaciones son variadas: estudio de la homogeneidad de materiales, comparación de determinadas características como la resistencia y el módulo de elasticidad, estimativa de alteraciones cualitativas del material a lo largo del tiempo, etc.

Dicha técnica se basa en la emisión de vibraciones acústicas de la misma naturaleza que el sonido, pero con frecuencia superior, que, al atravesar los materiales, permiten detectar alteraciones significativas en sus características, a través de la variación de su velocidad de transmisión. En combinación con otros métodos de ensayo no-destructivos, permite mejorar la exactitud de las estimativas de resistencia de los

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005) materiales analizados. Algunos ensayos preliminares con esta técnica fueron realizados en el ámbito de un Proyecto de investigación en curso en el LNEC (MAGALHÃES et al. 2003 y PINA et al 2003).

- **Termografía de infrarrojos**

Esta es una técnica que tiene relevante interés entre los métodos no-destructivos de diagnóstico de las lesiones de los revestimientos, pudiendo ser utilizada para evaluación de su estado de conservación – la distribución de la humedad en este, la existencia de zonas con falta de adherencia, no continuidades de la superficie, fisuras, etc. – y aún en la evaluación de la compatibilidad de revestimientos de sustitución.

La técnica se basa en los análisis de las imágenes obtenidas para permitir relacionar las heterogeneidades térmicas con algunos factores de degradación, y con las características de los materiales.

El hecho de ser una técnica de utilización rápida y de que el aparato sea ligero y de pequeñas dimensiones, permitiendo su uso en locales de difícil acceso, confieren alguna practicidad a este método al tratarse de un medio de diagnóstico *in situ*. Investigaciones recientes fueron o están siendo realizadas con este fin (MOROPOULO et al. 2000; PINA et al. 2002, PINA et al. 2003).

- **Endoscopia**

Es una técnica óptica, que recurre a endoscopios, lo que torna posible inspeccionar áreas que no son directamente observables a ojo desnudo. En edificios antiguos, este método tiene diversas aplicaciones: detección de degradaciones en el interior de la albañilería, inspección de forjados a través de techos falsos, inspección de pavimentos, comprobación del estado interior de las conductas o del interior del techo de una cubierta, detección de fisuras interiores, etc.

- **Humidímetro portátil**

Es un instrumento bastante simple, utilizado para medir el contenido de agua en las paredes, a través de dos electrodos en forma de agujas o de sondas de profundidad que son introducidos en los elementos a analizar (MASSARI, 1993; HENRIQUES, 2001). A pesar de la poca precisión de la técnica y de la interpretación de los resultados estar vinculada al uso de tablas convertidoras³, esta técnica, utilizada en términos comparativos y no absolutos, puede ser una herramienta bastante útil en la detección de zonas con elevado contenido de humedad y en la determinación de las causas de dicho fenómeno.

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005)
- **Identificación y determinación del contenido de sales solubles**

El análisis *semi cuantitativa* de las sales solubles puede ser realizado a través de métodos rápidos, poco onerosos y bastante eficaces. Existen en el mercado equipamientos portátiles que permiten verificar la existencia y el tipo de sales solubles sobre la superficie de las paredes de una forma simple y rápida (BORELLI, 1999). Estos aparatos objetivan por lo tanto, una evaluación preliminar de la eventualidad de ocurrencia de lesiones debidas a fenómenos de higroscopicidad, o aún la confirmación de resultados de aparatos usados para determinación del contenido de agua, extremadamente sensible a la existencia de las sales solubles.

Los ensayos se basan en la identificación de reacciones químicas características de ciertas sales:

- (i) ensayos microquímicos para identificación de las sales - son ensayos relativamente simples de reacciones químicas que pueden identificar el tipo de aniones (iones negativos derivados de la disolución de las sales: sulfatos, cloruros, nitratos) presentes en la solución y aún que no ofrezcan una información cuantitativa exacta, son capaces de distinguir la masa cuantitativa de los diferentes aniones, dando una indicación preliminar de la degradación observada;
- (ii) ensayo *strip* - sirve para identificar un ión específico. Se recurre a marcadores impregnados de determinados compuestos, que, cuando inmersos en una solución, varían la intensidad del color, conforme la cantidad de iones presentes en la superficie del material a ensayar;
- (iii) Kits colorimétricos - se basan en las reacciones que conducen a la formación de compuestos coloridos, formados por cada ión. La intensidad del color indica la cantidad de iones presentes en la solución. Los Kits existentes en el mercado contienen todos los reactivos y materiales necesarios para el análisis.

³ Estos aparatos, en general, están calibrados para el uso en determinados tipos de materiales.



← Fig. 5 – Ensayo de permeabilidad con Tubos de Karsten

Fig. 6 – Ensayo *strip* para identificación de las sales



b) Ensayos destructivos y poco destructivos

El uso de ensayos poco destructivos y destructivos, teniendo en consideración la posibilidad de interpretación de los resultados en conjunto, constituyen también un adecuado medio auxiliar de diagnóstico para los revestimientos, además de un instrumento para definición de medidas a tomar en posibles intervenciones. No obstante, dichos ensayos deben ser tan poco intrusivos cuanto posible, para evitar la destrucción excesiva de los elementos que se procura preservar, por lo que siempre que sea posible, debemos privilegiar el recurso a ensayos in situ no destructivos (VEIGA et al 2001).

- Ensayos de resistencia superficial: impacto de esfera e impacto con elemento cortante

El ensayo de impacto de esfera consiste en la aplicación del impacto de un cuerpo duro de 3 Julios de energía, realizado a través de una esfera de acero con cerca de 50 mm de diámetro. Se obtiene así informaciones sobre la deformación del revestimiento. La resistencia al impacto es evaluada a partir del diámetro de la marca producida en la superficie ensayada y del tipo de degradación resultante (VEIGA et al. 2000; VEIGA et al 2001).

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005)
El ensayo de impacto con elemento cortante es similar, a la excepción que en lugar de la esfera, se utiliza un elemento cortante para producir el impacto. Se obtiene así, información sobre la cohesión superficial del material y, eventualmente, sobre la adherencia de la capa superficial. Se hace la evaluación con base en el porcentaje de área de revestimiento despegado, con relación al área atingido por el impacto del elemento cortante (VEIGA et al. 2000; VEIGA et al. 2001).

- Ensayo de penetración controlada⁴

Este ensayo consiste en provocar la penetración de un punzón de acero, con una escala graduada en milímetros, con varios impactos de energía constante. Se puede registrar la penetración obtenida en el mortero con cada impacto efectuado. Este método permite evaluar cualitativamente la resistencia de cada capa y puede ser útil para obtener información sobre la resistencia mecánica de las capas internas, permitiendo de esta forma, una evaluación de su estado. (VEIGA et al 2000; VEIGA et al 2001).



↑ Fig.7 – Ensayo de choque de esfera



↑ Fig.8 – Ensayo de penetração controlada

⁴ Dicho método de ensayo fue desarrollado en el ámbito del proyecto *OLDRENDERS*.

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005)

- Ensayos de cohesión (resistencia al rayado y abrasión)

Los ensayos de rayado y abrasión son ensayos superficiales, particularmente útiles para capas de acabado de revocos o de estucos, o para superficies pintadas. En ensayos anteriores (VEIGA et al 2000; MAGALHÃES et al 2002) también se han revelado adecuados para evaluar la cohesión superficial de revocos y de juntas de asentamiento espesas, verificándose la posibilidad de testar capas más profundas.

El ensayo de rayado es realizado con un disco metálico que raya la superficie a lo largo de 15cm, con fuerza constante, mientras que el de abrasión, adecuado para superficies más friables, utiliza una lija. La evaluación de los resultados de estos ensayos tiene en cuenta la profundidad de la raya producida y la cantidad de material extraído en el rayado.

- Ensayo de adherencia por tracción

Este ensayo permite evaluar la adherencia del revestimiento al soporte y el modo de rotura previsible. Sin embargo, presenta algunas limitaciones: sólo tiene algún significado en zonas bastante homogéneas y en revestimientos y soportes en relativo buen estado, caso contrario la dispersión de resultados y la disgregación del mortero imposibilitan la evaluación; la perforación que se hace en el revestimiento necesaria fijar el aparato en la pared introduce vibraciones que pueden conducir por sí sólo a la pérdida de adherencia o a la disgregación del mortero (VEIGA et al 2001).

- Ensayo de microperforación

El ensayo de microperforación pretende evaluar la resistencia mecánica del material cuando perforado y el resultado obtenido representa su dureza a perforación en profundidad. El ensayo consiste en la producción controlada de un pequeño furo, durante el cual el equipamiento mide la distancia recorrida y la fuerza de la resistencia ofrecida por el material.

Los valores de la dureza a la perforación medidos a través de dicho método dependen de diversos factores, tales como la composición y el estado de cohesión de los materiales, la velocidad de rotación y tasa de penetración utilizada para la perforación, las características de las punteras y aún la presencia de humedad en los materiales en causa.

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005) Entretanto, es un método cuya aplicación al estudio de morteros es aún experimental, ya que el equipo fue desarrollado originalmente para el ensayo de piedras de durezas variables⁵ y por lo tanto, la adecuación de su uso en revestimientos aún está siendo analizada en el LNEC (MAGALHÃES et al 2003).



↑ Fig.9 - Ensayo de microperforación



↑ Fig.10 - Ensayo de adherencia por tracción

⁵ Dicha técnica fue desarrollada recientemente en un proyecto de investigación de la Comunidad Europea - “Development of a new measurement method to determine the superficial hardness of exposed monumental rocks” - para el ensayo de piedras de durezas variables. Sobre este tema consultar: Tiano et al. *Ob. Cit.* 2001.

3. Consideraciones Finales

Los estudios con las técnicas *in situ* aquí referidas aún se encuentran en desarrollo en el ámbito del Proyecto descrito y en curso, buscando perfeccionar los métodos de ensayos disponibles. Entretanto, estos estudios nos proporcionan de forma inmediata elementos sobre la viabilidad del uso de las diversas técnicas. De esta forma, se destacan a seguir algunos aspectos considerados relevantes durante el estudio:

- Los métodos de evaluación *in situ* del estado de conservación de los revestimientos antiguos son, en su gran mayoría, ensayos prácticos y poco onerosos. Muchos de los instrumentos usados son ligeros, pequeños y de fácil transporte, permitiendo su uso en locales de difícil acceso, lo que confiere una gran practicidad de estos métodos de ensayos.
- Los métodos no-destructivos son muy importantes para complementar la información de laboratorio, además, de permitir la determinación de algunas características y lesiones presentes en los revestimientos sin deteriorarlos. No obstante, algunos resultados son escasos y algunos instrumentos tienen limitaciones en cuanto a la viabilidad de realización y de interpretación, necesitando así de informaciones complementares.
- La comparación de los datos obtenidos en la investigación histórica con la información recogida con los métodos de evaluación *in situ* suministra una importante contribución para obtener la historia material del edificio, identificar los elementos que no son originales, caracterizar las lesiones y entender sus causas, tipificar las formas de deterioración y establecer de esta forma, una metodología de conservación, restauración o renovación más adecuada.
- Asimismo, en la evaluación de los resultados de las mediciones realizadas *in situ*, hay que tener en cuenta la influencia de diversos parámetros que son imposibles de controlar (por ejemplo, las condiciones climáticas en el momento de la realización de los ensayos, el grado de humedad de los materiales en dicho instante, condiciones externas diversas, etc.) y hacer, siempre que posible, una evaluación comparativa y no absoluta.
- La aplicación de algunos de los métodos auxiliares aquí referidos (ultrasonidos, termografía de infrarrojos y microperforación) al estudio de los revestimientos y superficies de paredes, está, todavía,

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005) insuficientemente estudiada, exigiendo nuevas investigaciones que permitan profundizar diversos aspectos, relativos a las condiciones más adecuadas para la ejecución de los ensayos, o relacionados con la interpretación de los resultados obtenidos (PINA et al 2003, MAGALHÃES et al 2003).

- El análisis de los resultados de diversos estudios ya realizados (VEIGA et al. 2000, MAGALHÃES et al. 2002) muestra que los ensayos destructivos y poco destructivos referidos - impacto de esfera, o impacto con elemento cortante, penetración controlada, cohesión y adherencia por tracción - son, a principio, viables para la evaluación del estado de conservación de revestimientos de paredes antiguas, una vez que permiten distinguir el comportamiento de varios tipos de revocos y presentan, de un modo general, valores coherentes con los que conocemos de las características de los morteros ensayados.
- Algunos ensayos – permeabilidad al agua a baja presión (con los Tubos de Karsten), identificación y determinación de sales, humidímetro portátil y los ensayos mecánicos referidos – se muestran viables, además, en la evaluación de la compatibilidad de revestimientos de sustitución aplicados en edificios antiguos.

4. Referencias Bibliográficas

- BORRELLI, E. *Conservation of Architectural heritage, historic structures and materials-salts*. Roma: ICCROM, 1999.
- HENRIQUES, F. *Humidade em paredes*. Lisboa: LNEC, 2001 (2ª edición).
- MAGALHÃES, A.C.; VEIGA, M.R.; CARVALHO, F. Diagnosis of anomalies of wall renderings. Experimental techniques for in situ application. *XXX IAHS World Congress on Housing*. Coimbra: Septiembre 2002.
- MAGALHÃES, A.C.; VEIGA, M.R.; Costa, D. – Diagnóstico de anomalías de revestimientos de paredes com técnicas de ensaio in situ. Avaliação da resistência mecânica. *Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios - 3º ENCORE*. Lisboa: LNEC, Mayo, 2003.
- MASSARI, I. *Damp Buildings, old and new*. Roma: ICCROM, 1993.

Texto para a Revista Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico – PH, Abril, 2005)

- MOROPOULOU, A.; AVDOIDIS, N.P.; KOUÍ M. Compatibility assessment of building materials using Infrared Thermography. *Proceedings of “15th World Conference on Non destructive Testing”*. Roma, Octubre 2000.
- PINA SANTOS, C.; MATIAS, L.; MAGALHÃES, A.C.; VEIGA, M.R. Application of thermography and ultra-sounds for wall anomalies diagnosis a laboratory research study. *In Proceedings of Non-Destructive Testing in Civil Engineering (NDT-CE)*. Berlín, 2003.
- PINA SANTOS, C.; MATIAS, L. Application of thermography for moisture detection. A laboratory research study. *XXX IAHS World Congress on Housing*. Coimbra: Septiembre, 2002.
- RILEM – *Water absorption under low pressure. Pipe method*. Test N° II.4, Tentative Recommendations. Paris, RILEM, 1980.
- TAVARES, M.; AGUIAR, J.; VEIGA, M.R. Conservação e restauro de antigos revestimentos exteriores: caracterização de alguns casos do séc. XVII e XIX na zona de Lisboa. *V SBTA - Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas*. São Paulo: USP, Junio 2003.
- TIANO, P.; DELGADO RODRIGUES, J.; DE WITTE, E.; VERGÈS-BELMIN, V.; MASSEY, S.; SNETHLAGE, R.; Costa, D.; CADOT-LEROUX, L.; GARROD, E.; SINGER, B. The conservation of monuments: A new method to evaluate consolidating treatments. *International Journal for the Restoration of Buildings and Monuments*. 2000, Vol.6, N° 2, pp.133-150.
- VEIGA, M.R.; CARVALHO, F. Experimental characterisation of lime based rendering and repointing mortars. Definition of relevant laboratorial and “in situ” tests. Athens: National Technical University of Athens, Diciembre de 2000.
- VEIGA, M.R.; AGUIAR, J.; CARVALHO, F.; SANTOS SILVA, A.; SILVA, C. *Metodologias para caracterização e conservação de argamassas de revestimento de edifícios antigos*. Informe Final del Proyecto *OLDRENDERS*. Lisboa, LNEC, Octubre de 2001.