



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

**Proyecto de Innovación**

**Convocatoria 2017/2018**

**Nº de proyecto: 90**

Título del proyecto:

***Técnicas no destructivas aplicadas a la conservación de pinturas murales: la colorimetría. Recursos didácticos y patrones de estudio***

Nombre del responsable del proyecto:

**Marta Plaza Beltrán**

Centro:

**Facultad de Bellas Artes**

Departamento:

**Pintura y Conservación-Restauración**

## **1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto**

### *Objetivo general*

El objetivo principal del proyecto titulado “*Técnicas de análisis no destructivas aplicadas a la conservación de pinturas murales: la colorimetría. Recursos didácticos y patrones de estudio*” (ref. 90), ha sido establecer unas pautas docentes, con material de apoyo (probetas), para aportar los conocimientos suficientes a los alumnos que les permitan realizar, de forma autónoma, estudios no destructivos (o no invasivos) de pinturas murales u otras decoraciones situadas en paramentos arquitectónicos, empleando para ello la colorimetría. El proyecto ha estado enfocado, principalmente, para los estudiantes del Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales partiendo de las asignaturas de *Examen y Diagnóstico de 2º curso* y de *Metodología de la Conservación y Restauración de Pintura Mural*, de 3º curso, con objeto de facilitar su aprendizaje y aumentar su rendimiento en las labores de diagnóstico, documentación, conservación y restauración que realizan a lo largo de la titulación.

Este proyecto ha servido de complemento a otros dos desarrollados durante cursos anteriores, centrados en la aplicación de la fluorescencia ultravioleta, la reflectografía infrarroja y la termografía en el estudio de las obras de arte.

### *Objetivos específicos*

- Identificar los diferentes materiales constitutivos que componen las pinturas murales: soportes, morteros y estratos pictóricos.
- Estudiar las alteraciones presentes en paramentos decorativos empleando la colorimetría.
- Preparar a los estudiantes para el mundo laboral con una base teórico-práctica sobre estos sistemas de análisis no invasivos.
- Plantear un esquema general de identificación y análisis comparativo de daños.
- Plantear protocolos y procesos de análisis visual en obras de arte murales.
- Diseñar un "Manual de buenas prácticas" en materia de diagnóstico de obras de arte murales.
- Estudiar métodos de visibilidad y accesibilidad de la información y la comunicación a través del Campus Virtual.

## **2. Objetivos alcanzados en el proyecto**

El objetivo principal del proyecto se ha alcanzado de forma satisfactoria, obteniéndose un catálogo de alteraciones cromáticas, con diversidad casuística, producidas sobre facsímiles de paramentos murales. A partir de este muestrario, incluido en el Campus Virtual, los alumnos serán capaces de identificar y establecer conclusiones razonadas, a través de un análisis comparativo entre la obra real y el patrón de estudio, analizando las alteraciones presentes en un paramento mural o los efectos de intervenciones de restauración erróneas, empleando para ello la colorimetría.

De igual modo, podemos decir que los objetivos específicos se han logrado de forma adecuada y provechosa. Entre ellos destacan:

- Estudio de las alteraciones presentes en paramentos decorativos empleando la colorimetría: filtraciones o acumulación de humedad, abrasiones por efecto de malas limpiezas, efecto de la radiación UV sobre pinturas al fresco mal carbonadas, temples o pinturas a la cal, todo ello atendiendo a los cambios cromáticos que experimenta la superficie y su comparativa con un correcto estado de conservación.
- Utilización de sistemas de estudio no destructivos empleados en el ámbito de la conservación y restauración fuera del entorno universitario, ya sea en instituciones públicas como privadas. De este modo, el estudiante adquiere una base teórico-práctica para su integración en el mundo laboral.
- Capacitación de los estudiantes para plantear protocolos y procesos de análisis organolépticos y, a partir de ellos, diseñar propuestas de conservación dentro de un manual de buenas prácticas.
- Uso del Campus Virtual como método de visibilidad y accesibilidad de la información y la comunicación.

### **3. Metodología empleada en el proyecto**

La estrategia que se formula con el proyecto es la elaboración de material docente para trabajar en el Campus Virtual, estableciendo un método de análisis comparativo para que los alumnos lo utilicen en el aula con sus propios trabajos e intervenciones, basándose en las muestras patrón elaboradas para tal fin. La metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo podemos dividirla en las siguientes fases:

#### *Fase 1*

- Documentación bibliográfica de casos de estudio donde se lleven a cabo análisis específicos con colorimetría.

#### *Fase 2*

- Elaboración de muestras-patrón para el examen colorimétrico de las alteraciones sufridas por diferentes colores, aplicando distintas técnicas murales y degradadas por la radiación UV y la humedad.

#### *Fase 3*

- Toma de datos colorimétricos (RGB y HSL) de las muestras sin alterar y con diferentes tiempos de exposición a la radiación ultravioleta y a la humedad.
- Documentación fotográfica de las muestras en las distintas fases de estudio.

#### *Fase 4*

- Toma de datos colorimétricos (RGB y HSL) de las muestras sin alterar y con diferentes tipos de alteraciones producidas por la radiación UV y la humedad en distintas fases.
- Documentación fotográfica de las muestras en las distintas fases de estudio.

#### *Fase 5*

- Análisis comparativo de los resultados obtenidos en las mediciones de las probetas; elaboración de tablas y gráficos analíticos.

#### *Fase 6*

- Diseño de fichas-tipo para la recogida de datos y elaboración de leyendas para cartografías digitales.

#### *Fase 7*

- Creación de un seminario de trabajo, a través del Campus Virtual, para el estudio colorimétrico de alteraciones en pintura mural.

#### **4. Recursos humanos**

Dirección: Marta Plaza Beltrán

Equipo de trabajo: Jorge Rivas López, Miguel Ángel Maure Rubio y Nuria Fuentes.

El equipo que ha formado parte del proyecto pertenece a la Facultad de Bellas Artes y está integrado por profesores del Departamento de *Pintura y Conservación-Restauración* y de *Diseño e Imagen*, titulados en Conservación-Restauración y Arquitectura. Ambas especialidades se encuentran directamente vinculadas con la pintura mural, tanto desde un punto de vista artístico como estructural y matérico. El grupo de profesores que presenta este proyecto ha formado equipo en Proyectos anteriores, centrados en el estudio de obras de arte (mediante radiación UV, reflectografía IR, termografía y en la vinculación de nuestros estudios con las prácticas externas ofertadas por la Universidad. Dentro del grupo de trabajo se encuentra una doctoranda cuya tesis está codirigida por dos miembros del equipo. Esta persona es el nexo de unión entre la Universidad y la empresa, al ser una profesional externa con empresa propia.

## **5. Desarrollo de las actividades**

En función de la metodología expuesta en el apartado 3, las fases de trabajo se han desarrollado en su totalidad en los plazos previstos.

- Fase 1: Documentación bibliográfica.

La primera fase de trabajo ha consistido en la recopilación bibliográfica de los últimos casos de estudios publicados sobre la aplicación de la colorimetría en el estudio de obras de arte pictóricas.

- Fase 2: Elaboración de 25 muestras-patrón.

La colorimetría se ha empleado como técnica complementaria en el estudio de las alteraciones de pintura. A través de este estudio se obtienen unas medidas cualitativas y cuantitativas del color, lo que nos permite realizar análisis comparativos entre diferentes análisis y establecer las posibles alteraciones sufridas por dichos colores por efecto de determinados agentes de deterioro. Estas probetas han servido de muestrario-patrón de cara al análisis comparativo con la obra real.

Las 25 maquetas elaboradas se corresponden con 25 gamas de color empleadas en pintura mural, tanto al fresco como en seco, con las siguientes características cada una de ellas:

- Dimensiones: 20x30 cms.
- Soporte inerte: cerámico
- Mortero: cal y arena 1:2
- Policromía: fresco mal carbonatado, retoque de cal y temple magro (colas naturales)
- Alteraciones: exposición a la radiación UV natural durante 6 meses, humedad directa, proceso de secado y secado completo tras la alteración anterior.

- Fases 3-4: Toma de datos colorimétricos.

Las muestras se sometieron a la exposición de la radiación ultravioleta durante diferentes periodos de tiempo, así como a una humedad directa.

El número total de registros obtenidos combinando patrones de policromías y exposición de las maquetas a los distintos agentes de deterioro señalados asciende a 225.

Los equipos empleados para las mediciones y posterior registro de datos fueron:

- Colorímetro con indicador externo PCE-RGB2
  - Medidor de radiación ultravioleta (UVA+UVB) PCE-UV34
  - Luxómetro LED PCE-LED 20
  - Medidor de humedad Moisturefinde Laserline
- Fase 5: Análisis comparativo de los resultados  
La última fase del trabajo ha consistido en un análisis comparativo de los resultados obtenidos (valores RGB y HSL) en las distintas etapas del estudio de cada gama de color y entre sí (atendiendo a la alteración sufrida y la técnica pictórica empleada) (ver ejemplo en el Anexo):
    - Fresco mal carbonatado: sin alteración, alteración por radiación UV, alteración por humedad, proceso de secado, policromía seca después de alteración por humedad.
    - Retoques de cal: sin alteración, alteración por radiación UV, alteración por humedad, proceso de secado, policromía seca después de alteración por humedad.
    - Temple magro: sin alteración, alteración por radiación UV, alteración por humedad, proceso de secado, policromía seca después de alteración por humedad.

*Fase 6: Diseño de fichas-tipo para la recogida de datos y elaboración de leyendas para cartografías digitales.*

Los datos obtenidos han sido ordenados y sistematizados en unas fichas, donde se ha establecido una escala de valor atendiendo a la gama de color, técnica pictórica y alteración producida.

*Fase 7. Creación en el Campus Virtual de un Seminario de trabajo.*

En este seminario se incluyen instrucciones de uso, modelos de fichas para trabajar con colorimetría, patrones base, etc.: <https://cv4.ucm.es/moodle/course/view.php?id=98935>

## 6. Anexo: ejemplo de estudio del color amarillo



Fig. 1. Vista general de la probeta: pintura al fresco, retoques a la cal y temple magro.



Figs. 2, 3 y 4. Probetas: pintura al fresco, retoques a la cal y temple magro. Alteración por radiación UV.



Figs. 5, 6 y 7. Probetas: pintura al fresco, retoques a la cal y temple magro. Alteración por humedad, proceso de secado y seco.

Rango de medición: 400 nm a 700 nm

**Áreas cromáticas:**

Valor RGB

Valor R (rojo): 0 a 1023

Valor G (verde): 0 a 1023

Valor B (azul): 0 a 1023

Valor HSL:

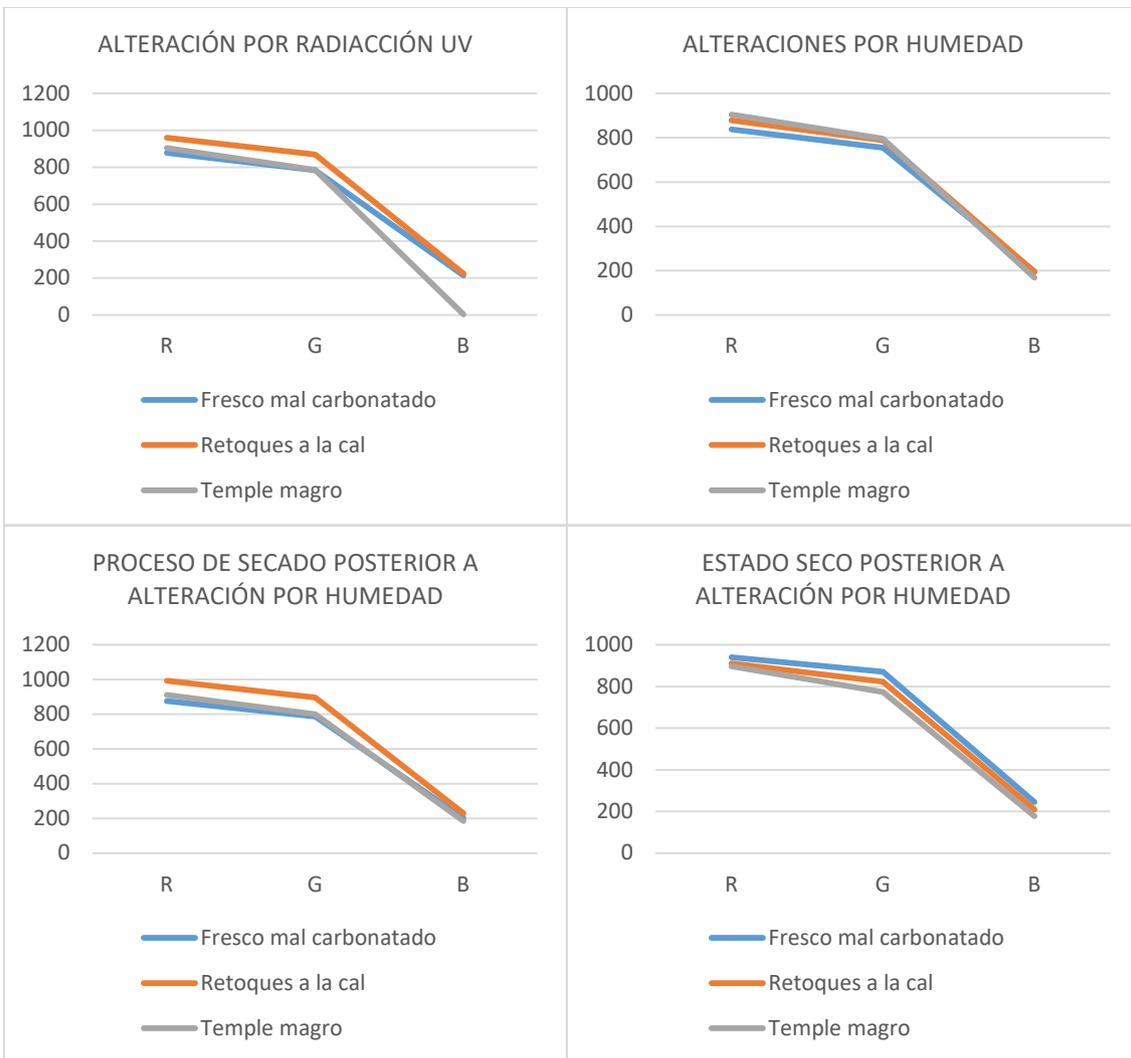
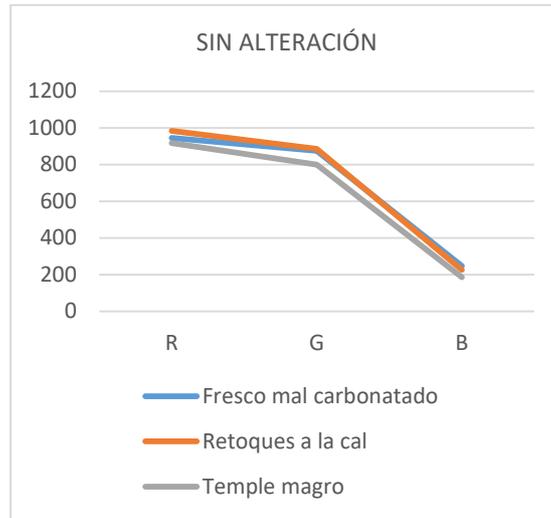
Tono cromático (H): 0 a 1000

Valor de saturación (S): 0 a 1000

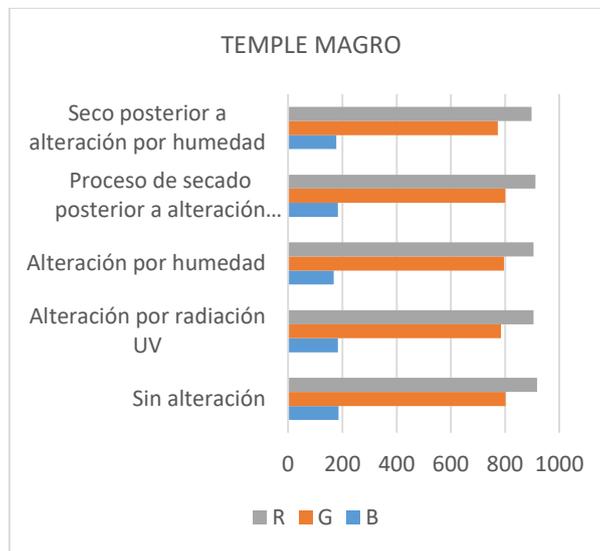
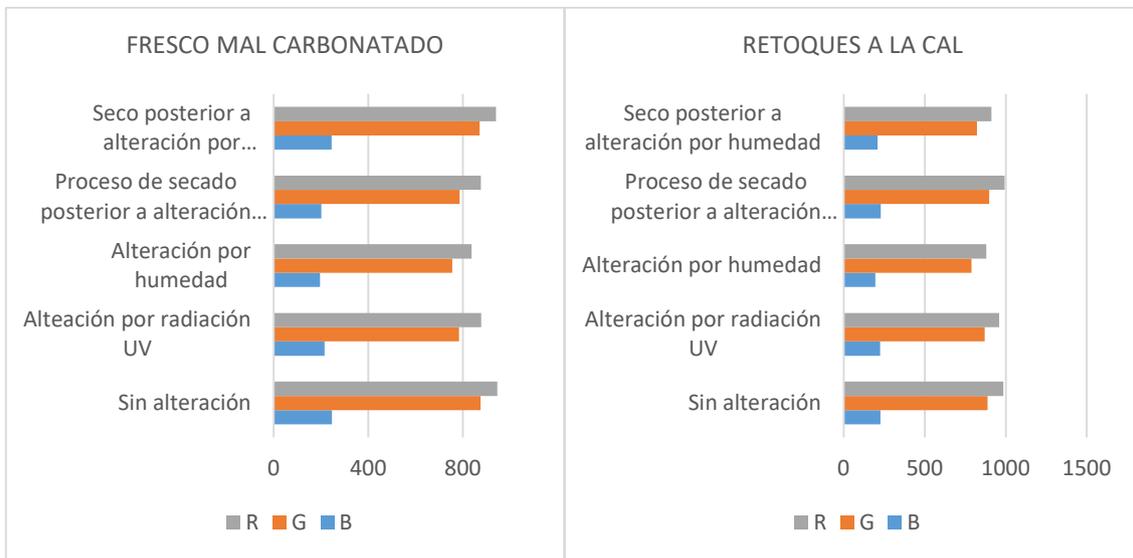
Valor de claridad (L): 0 a 1000

AMARILLO									
TÉCNICA PICTÓRICA	VALOR COLORIMÉTRICO RGB (0-1023)								
	SIN ALTERACIÓN	ALTERACIÓN POR UV		ALTERACIÓN POR HUMEDAD ESTADO: HÚMEDO		ALTERACIÓN POR HUMEDAD ESTADO: PROCESO DE SECADO		ALTERACIÓN POR HUMEDAD ESTADO: SECO DESPUÉS DE H.	
	VALOR	VALOR	VARIACIÓN	VALOR	VARIACIÓN	VALOR	VARIACIÓN	VALOR	VARIACIÓN
M-1. Fresco mal carbonatado	945, 875, 247	878, 784, 215	67, 91, 32	837, 755, 196	108,120, 51	876, 787, 201	69, 88, 46	940, 871, 245	5, 4, 2
M-2. Retoques a la cal	985, 887, 227	960, 870, 224	25, 17, 3	879, 788, 195	106, 99, 32	993, 897, 229	-8, 10, 2	911, 823, 209	-26, 66, 18
M-3. Seco- temple Colas naturales	917, 801, 186	904, 785, 183	13, 16, 3	905, 796, 168	12, 5, 18	912, 800, 184	5, 1, 2	897, 773,177	20, 28, 9
TÉCNICA PICTÓRICA	VALOR COLORIMÉTRICO HSL (0-1000)								
	SIN ALTERACIÓN	ALTERACIÓN POR UV		ALTERACIÓN POR HUMEDAD ESTADO: HÚMEDO		ALTERACIÓN POR HUMEDAD ESTADO: PROCESO DE SECADO		ALTERACIÓN POR HUMEDAD ESTADO: SECO DESPUÉS DE H.	
	VALOR	VALOR	VARIACIÓN	VALOR	VARIACIÓN	VALOR	VARIACIÓN	VALOR	VARIACIÓN
M-1. Fresco mal carbonatado	036, 817, 582	034, 695, 534	2, 122, 48	035, 632, 504	1, 185, 78	035, 696, 526	1, 121, 56	034, 814, 580	2, 3, 2
M-2. Retoques a la cal	036, 908, 592	035, 853, 578	1, 55, 14	035, 703, 524	1, 205, 68	035, 927, 597	1, -19, -5	035, 758, 547	1, 150, 45
M-3. Seco- temple Colas naturales	034, 775, 539	034, 751, 531	0, 24, 8	034, 757, 524	0, 18	034, 766, 535	0, 9, 4	033, 740, 524	1, 35, 15

Fig. 8. Tabla con valores colorimétricos (RGB y HSL) del color amarillo aplicado al fresco, retoque de cal y seco, con alteraciones por radiación UV y humedad.



Figs. 9, 10, 11, 12 y 13. Gráficas con los parámetros obtenidos en las distintas técnicas empleadas: sin alteración; con alteración por radiación UV; con alteración por humedad, durante el proceso de secado natural posterior a sufrir dicha alteración y una vez seco.



Figs. 14, 15 y 16. Gráficas con un análisis comparativo de los valores RGB de las distintas alteraciones en cada técnica pictórica: fresco mal carbonatado, retoques a la cal y temple magro.