

# EL USO DE LA PINTURA A LA CAL: VENTAJAS E INCONVENIENTES DE SU APLICACIÓN (CON ADITIVOS COMO LA CASEÍNA Y EL ACEITE) SOBRE MORTEROS TRADICIONALES

M. Antonia Zalbidea Muñoz y Andrea San Marín Armijo<sup>1</sup>

Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València

<sup>1</sup>Conservadora del Museo de Arte de Lima, Mali

AUTOR DE CONTACTO: M. Antonia Zalbidea Muñoz, manzalmu@crbc.upves

**RESUMEN:** *El presente artículo desarrolla las conclusiones de la investigación que tiene como objetivo principal, evaluar las posibles alteraciones o cambios que pueda experimentar una pintura a la cal a la que se ha añadido caseína y aceite (de linaza y de oliva).*

*El estudio evaluará los cambios colorimétricos que experimentan las diferentes aplicaciones de pintura a la cal; tomando en cuenta la influencia de los diferentes soportes; (arcilla y escayola) sobre el aspecto final de a pintura. Así como la influencia cromática que se puede derivar de las diferentes aplicaciones de los aditivos (caseína y aceite); tanto en la misma pintura a la cal o aplicándola sobre la superficie.*

**PALABRAS CLAVE:** estucos, revestimientos, pintura a la cal, caseína

## INTRODUCCIÓN

Afrontar un estudio sobre la pintura a la cal es una tarea difícil debido a su similitud con la técnica de la pintura mural al fresco, hasta tal punto que muchas veces ha sido considerada una técnica decorativa o una subtécnica de la pintura al fresco. Además de esta complejidad hay que añadir la escasa información que hay al completar este estudio con la aportación de dos aditivos utilizados en la zona del mediterráneo, que conferirían a la pintura a la cal, cualidades como flexibilidad, dureza, características hidráulicas, etc. y que no han sido evaluados y representados en los manuales artísticos. Entre la gran variedad de aditivos que se han utilizado a lo largo de la pintura a la cal, hemos escogido la caseína y los aceites de linaza y oliva basándonos en la experiencia recogida de diferentes conversaciones con estucadores y caleros que afirman que el trabajo con la pintura a la cal, era mas cómodo si se añadía un poco de estos dos productos.

Por ello, la presente artículo se ha centrado en revisar algunos tratados y manuales para documentar el uso de la pintura a la cal y a la vez investigar la aplicación de las técnicas tradicionales de aditivos en esta pintura. Para complementar esta documentación se ha llevado a cabo una evaluación de las tendencias y cambios colorimétricos, es decir las ventajas y desventajas de su aportación óptica, estética y de acabado de las pinturas a la cal con sus aditivos mediante unas probetas, de las cuales se han tomado dos medidas colorimétricas llevadas a cabo durante los meses de verano con un colorímetro para así, comprobar los cambios cromáticos que se han podido producir, y evaluar, en qué medida afecta al color del mortero, la inclusión de estos materiales y en qué nos ayuda (su uso) en cuanto a la aplicación práctica.

El objetivo principal, es el de evaluar cromáticamente las posibles alteraciones o cambios que pueda experimentar una pintura a la cal a la que se ha añadido caseína y aceite (de linaza y de oliva),

por tratarse de materiales que se han empleado a lo largo de la historia del arte en ámbito pictórico-decorativo y que no han sido meticulosamente evaluados y representados en manuales artísticos; como ha sucedido con otras técnicas pictóricas, como pueda ser la pintura al fresco.

Para poder desarrollar el objetivo principal, se desarrollarán objetivos específicos que ayudarán a establecer un plan de trabajo en esta investigación. De esta manera, estableceremos los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar e investigar sobre el uso de las técnicas tradicionales de aditivos en la pintura a la cal.
- Evaluar las tendencias y cambios colorimétricos de las pinturas a la cal producidos por los aditivos utilizados en las diferentes probetas creadas.
- Evaluar el uso de la caseína utilizada como capa protectora de la pintura a la cal.
- Evaluar el uso de los dos aceites utilizados como capa protectora de la pintura a la cal.

## ADITIVOS DE LA PINTURA A LA CAL

En muchos casos se emplearon en la antigüedad, como materiales adicionales que modificaban las características de los morteros, todas aquellas sustancias, que de alguna manera transferían al mortero algún tipo de propiedad especial (flexibilidad, dureza, impermeabilidad, “retardante “del fraguado, consolidantes, aireador o simplemente como mejora de su plasticidad), desde materiales inorgánicos, tales como la alumbre, hasta elementos orgánicos como la sangre de animales. Según L. B. Sickels (1980: 8-19), en el antiguo Egipto (150 a. C.) la caseína se empleaba como aglutinante para retardar el fraguado de yesos. Así mismo, se empleaban materiales fibrosos como paja y cáñamo machacado, para tales menesteres y colas animales y goma arábiga como consolidantes para aumentar la trabazón de los materiales. Así

mismo, el autor recomienda el uso del zumo de higo para acelerar el fraguado del mortero.

En época romana se siguieron utilizando muchos de estos productos, ya no como aditivos, sino como reguladores del secado; entre ellos, encontramos la leche de higuera, pasta de centeno, manteca de cerdo, leche cuajada, sangre y clara de huevo. Según Vitruvio, la cal se mezclaba con aceite, para evitar la humedad y así, las eflorescencias salinas: “y cuando se quiera hacer aún mejor, cúbrase la ruderación con baldosas de dos pies, que tengan en cada uno de sus lados unas ranuras de un dedo de anchas que se llenaran con cal mezclada con aceite...”<sup>19</sup>. También, cita otros aditivos como la sangre cuajada y leche (“retardador” del fraguado y espesante), huevos, higos (modificador de plasticidad para mejorar la trababilidad del mortero), manteca de cerdo y centeno (para acelerar el fraguado y aumentar la resistencia del mortero). Los aditivos citados por Plinio (2010) son la cebada, para aumentar la resistencia del mortero, la sangre corteza de olmo (consolidante), fibras, higos, pelo, coles, sebo tanino, leche y azafrán.

Algunos de estos aditivos se siguieron utilizando en la Edad Media, como la sangre, el huevo, la goma arábiga y el cebo, además de otros como la urea. Esta, actuaba de aireador, mejorando la resistencia del mortero, al igual que la malta y cerveza. Se utilizó cera para impermeabilizar superficialmente los morteros. El azúcar se empleó para aumentar la resistencia y dureza del mortero, sobre todo a las heladas, además, de servir como “retardador”, mejorando la plasticidad de éste.

Habiendo nombrado escuetamente la gran variedad de aditivos empleados en la pintura a la cal entre los que encontramos materiales orgánicos e inorgánicos; a continuación abordaremos los aditivos frecuentemente empleados en la zona del mediterráneo, como la caseína y los aceites de linaza y oliva, definiéndolos y comprobando su aplicación en la historia de la pintura, en los distintos documentos o manuales consultados en esta investigación.

## EL USO DE LA CASEÍNA EN PROCESOS PICTÓRICOS CONSERVATIVOS

La caseína ha sido un material que se ha empleado para la tintura, impresión de tejidos, el pegado del papel, para elaborar barnices hidrófugos y para la preparación de colores de materiales inhibidores y de materias plásticas, pero su uso como aglutinante es el que nos interesa para ésta investigación. A pesar de ser un material muy usado a lo largo de la historia de la pintura, como uno de los adhesivos naturales más fuertes y como aglutinante para la preparación de pinturas en los tratados antiguos, los datos técnicos con respecto a este producto, son escasos. A continuación se hará referencia de su uso en los siguientes manuales y en algunos ejemplos de pinturas.

Tenemos referencias de su uso por ejemplo, en el norte de Sahara, en cuyas pinturas murales, datadas entre los siglos IV y la mitad del II a.C., encontramos la presencia de sustancias orgánicas que podrían provenir del uso de la leche o caseína como aglutinante (2001: 88). Otro ejemplo según hace referencia L. B. Sickels (1980: 8-19) es en el antiguo Egipto (150 a.C.) en donde se empleó la caseína como aglutinante para retardar el fraguado de yesos. Y en la ciudad de Kajasthan (India), en donde añadían caseína al intonaco superficial en una proporción aproximada de una parte de caseína por 75 partes de cal.

Sin embargo será a partir de la época medieval que la caseína será nombrada y recomendada en muchos manuales sobre técnicas artísticas. Teófilo (1979) en su libro *Diversarum Artium Scheduledescribió* con detalle los métodos para su preparación y empleo.

Paolo Mora (2001: 136) hace referencia sobre las resistencias de las pinturas exteriores y de los azules y verdes de la región de Moldavia. Los fondos con estos colores fueron ejecutadas inmediatamente

después de terminado el dibujo preparatorio, es decir para que los pigmentos se fijen mediante el fraguado del intonaco. Los análisis que se han hecho a estas pinturas han determinado la presencia de proteínas mezcladas a la cal que fija los pigmentos. Se trataría aparentemente de un refuerzo del fresco mediante la adición de leche o caseína. También, Cennino Cennini (1988) hablaba ya de la cola hecha de cal y queso, siendo el equivalente en la edad media a la cola de caseinato cálcico. Eibner (1926) en su texto menciona que a partir del siglo XVI la caseína fue frecuentemente utilizada como material aglutinante en la cual los pigmentos formaban al secarse, películas considerablemente más resistentes que las de cola o gelatina.

Entre otras menciones sobre el uso de la caseína tenemos nuevamente a Paolo Mora (2001: 166) que menciona que durante el siglo XVI en el norte de los Alpes, el fresco era practicado por numerosos artistas importantes de la época como Huber y Holbein, llevándose a cabo de manera paralela la pintura a la cal del románico y el desarrollo del uso de la caseína. El comienzo del Barroco a fines del siglo XVII determina el triunfo del fresco a la manera del Pozzo y el desarrollo del fresco a la cal, ocasionalmente combinándolo con la caseína.

Marx Doerner (1982: 258) menciona como ejemplos del uso de la caseína en las pinturas murales del siglo XVIII los caseríos de la Alta Baviera y de Tirol que están ejecutadas a base de caseinato de cal, bien sobre fondo de fresco aún húmedo o sobre encalado reciente.

En la actualidad encontramos muchos libros sobre materiales y técnicas artísticas que nombran frecuentemente a la caseína como principal medio aglutinante para las pinturas al seco, describiendo recomendaciones sobre su uso y recetas<sup>20</sup>. Además de emplearse como aglutinante, en el campo de la restauración la caseína se ha utilizado como fijativo entre el mortero y el soporte. El problema de los fijativos orgánicos como la caseína, es que envejecen mal provocando levantamientos de los estratos, amarillea y constituyen un caldo de cultivo propicio para los microorganismos. Sin embargo, la caseína mejorada, es decir con “preservantes”, podría dar buenos resultados, particularmente en la fijación de mortero de cal y arena. En este campo también, la caseína ha sido utilizada en las operaciones a realizar tras el arranque de pinturas murales, específicamente en la consolidación del reverso con el fin de garantizar una buena adhesión de la película pictórica a las sucesivas capas que se aplican al reverso de la obra.

Con la industrialización y el paso de los años las dificultades para obtener el caseinato se agravaron. Hacia los años setenta, coincidiendo con el auge de los plásticos en España, se hacen los primeros trasposos de pintura mural a las nuevas telas de soporte con poli (acetato de vinilo) (PVAc), buscando solucionar los problemas que suponía la obtención del adhesivo tradicional de caseinato cálcico y los inconvenientes para su utilización. En su momento pareció que el nuevo adhesivo resolvía las dificultades que presentaba el caseinato cálcico: se suministraba listo para el uso, se podía almacenar durante un periodo de tiempo prolongado sin apenas ningún cuidado especial, era relativamente fácil de obtener, se utilizaba en frío (y se podía diluir en agua fría), se aplicaba directamente y, como se creía de los plásticos en general, no sufría biodeterioro. El PVAc se mezclaba en un porcentaje del 5 al 10 % al caseinato cálcico. Ésta última práctica, vigente hasta nuestros días, se llevó a cabo con la intención de mejorar la plasticidad del caseinato cálcico.

## EL USO DE LOS ACEITES DE LINAZA Y OLIVA

La aplicación en pintura mural del óleo, tiene diferentes explicaciones, y no todas están relacionadas con cuestiones de incompatibilidad de los pigmentos con la cal, sino que veremos que también hay razones de aplicación plástica y en ocasiones, su importancia es tal, que se llega a preparar el muro para su aplicación. Se sabe, a través de diversos documentos que los griegos y romanos

ya conocían las propiedades de los aceites, pero no lo utilizaban como único elemento del aglutinante. Entre los primeros tratados que hacen referencia al uso del aceite tenemos el tratado del arquitecto romano Vitruvio denominado *De Architectura* (2001), el cual está constituido por diez libros. El séptimo hace referencia a la ornamentación y decoración de las viviendas particulares; y en el mismo, se recogen noticias y datos relativos al enlucido de las paredes y a su decoración pictórica, así como a la manera de obtener diversas materias colorantes empleadas como pigmentos. Por ejemplo describe la manera de proteger el bermellón de las decoraciones murales situadas a la intemperie mediante un método que consistía en la impregnación de la superficie pintada con un medio a la encaústica; constituido éste por cera púnica (cera tratada con agua de mar y nitrato potásico; y decolorada al sol en placas delgadas) y aceite, fijado mediante calor. Este tratamiento protector era habitualmente aplicado a las estatuas, según manifiesta Vitruvio, por griegos y romanos, siendo denominado *ganosis* por los griegos. Otro tratado que nos habla sobre técnicas pictóricas y materiales relacionados con los usos artísticos, es; *Historia Naturalis* (1998) escrito por Plinio el Viejo. Este manual, comprende 37 libros, de los cuales, en sus libros 33, 34 y 35 detalla noticias sobre artistas griegos y romanos, así como datos referentes a las técnicas artísticas empleadas por ellos, destacando la técnica de la encaústica como una técnica de barnizado que protegerá a las pinturas murales de las inclemencias que sufren los colores al estar en contacto con la atmósfera. Al igual que Vitruvio, Plinio nombra al aceite como parte del aglutinante de la encaústica, pero no lo mencionan como aglutinante único para mezclar pigmentos.

Durante la Edad Media podemos encontrar varias fuentes documentales, de las cuales la mayoría se ha conservado incompletos y presentan grandes dificultades para una correcta datación, por ser, en ocasiones desconocidos sus autores<sup>3</sup>. Éstos, recogen consejos sobre las ventajas e inconvenientes que confieren los materiales pictóricos, así como las fórmulas y recetas para su empleo.

La primera descripción de un barniz graso, obtenido disolviendo resinas en aceites secativos, se encuentra en un manuscrito de autor desconocido que se supone del siglo VIII, conocido como el Manuscrito de Lucca por hallarse en la biblioteca Capitular de esta ciudad italiana<sup>4</sup>. De esta época es de gran trascendencia el manuscrito denominado *De Coloribus et artibus romanorum* atribuido a Heraclio, pero según algunos investigadores actuales sostienen que en el libro han intervenido dos autores más<sup>5</sup>. En este manuscrito se encuentra una de las más antiguas descripciones del uso de los aceites secativos como aglutinante pictórico. Contiene detalladas descripciones acerca del método que había de seguirse para la preparación de soportes (tabla y piedra o columnas), mezclando blanco con aceite; así como la forma en que debían ser aplicados los colores al óleo, para su uso pictórico, lo que denota que su empleo era perfectamente conocido en aquel tiempo (Laurie 1910: 27-28).

En el primer tratado artístico de la Edad Media, *De diversis artibus* (*Schedula diversarum Artium*, cuyo autor fue el monje benedictino alemán Teófilo. Se trata de un manuscrito datado aproximadamente hacia el año 1.100, está compuesto por tres libros que tratan, respectivamente, sobre la pintura, trabajo del vidrio y trabajo de los metales. El Libro Primero, titulado El Arte de la Pintura, está constituido por 38 capítulos, a lo largo de los cuales se describe la manera de mezclar los colores para diversos usos, así como su empleo con distintos aglutinantes para la pintura de caballete, iluminación de manuscritos y pintura mural. En varios capítulos se cita . El aceite (de lino, nueces, adormidera), describiendo su mezcla con resinas para la obtención de barniz así como la manera de obtener una pintura translúcida para aplicar sobre el metal mezclando un poco de pigmento con aceite de lino. Concretamente, en el capítulo 25 se describe la molienda (mezcla) de los pigmentos con aceite y resina, para pintar sobre madera; si bien, según dice Teófilo “este procedimiento es en exceso largo y tedioso en el caso de las figuras (Theofilus 1979: c. 21, p. 28)”.

Respecto a esta lentitud de secado, de la que se lamenta Teófilo, Laurie (1910: 27-28) opina que la misma podía ser debida a una deficiente purificación del aceite o a una carencia total de la misma, cuyo método de llevarla a cabo no es descrito por Teófilo; o bien, simplemente, a que, estando habituados a los más usuales procedimientos del temple (cola, huevo) de rápido secado, las pinturas al óleo habrían de parecerles comparativamente de una excesiva lentitud de secado a aquellos artistas medievales. Así, pues, el manuscrito de Teófilo viene a demostrar que la pintura al óleo era suficientemente conocida y debió estar bastante extendida entre los artistas (al menos en el norte europeo) a finales del siglo XI; si bien es probable que su técnica estuviere aún lejos de alcanzar la posibilidades expresivas que posee en la actualidad.

Aunque los tratados de Teófilo y Heraclio no sean los más antiguos, quizá si sean los que de forma más clara, recogen tanto las propiedades secantes de determinados aceites, como su manipulación para la obtención de barnices grasos y su aplicación como aglutinante.

Por último, finalizando con las fuentes de la Edad Media, cabe citar otro documento bastante más tardío que, si bien no tiene la trascendencia de un tratado, no por ello deja de resultar de gran interés. Es el compromiso contractual firmado por el pintor catalán Jaume Ferrer Bassa con la abadesa del Monasterio de Pedralbes (Barcelona). Dicho contrato se conserva en el citado monasterio, y en él se especifica que Ferrer Bassa “pinte con buenos colores al óleo la capilla de San Miguel (Yarza 1982: 254)”. Se trata de unas pinturas murales que aún se conservan, y que demuestran el conocimiento de la pintura al óleo en Cataluña casi un siglo antes de que los hermanos van Eyck pintaran su famoso políptico de Gante, ya que el contrato firmado por Ferrer Bassa lleva la fecha del 8 de marzo de 1345.

Cuando las nuevas corrientes estéticas y filosóficas anuncian en Italia el advenimiento de lo que luego sería denominado Renacimiento, aparece uno de los tratados más importantes que se conservan completos hasta nosotros. En el año 1390, será Cennino Cennini en su libro *El libro del arte* quien nos ofrezca una información mas detallada y precisa no sólo de cómo obtener y purificar el aceite, sino también de cómo aplicarlo de forma práctica como aglutinante para la preparación de los pigmentos al óleo. Su libro contiene detalladas referencias al dibujo, preparación de soportes, iluminación de manuscritos, vidrieras, dorados y vaciado en yeso y metal; además de exhaustivas explicaciones acerca de los colores y su manipulación para pintura de caballete y pintura mural, tanto al temple y al óleo como en la técnica del fresco. Hizo referencia al empleo de veladuras al óleo para conseguir determinados efectos cromáticos en las pinturas murales resueltas con otros procedimientos pictóricos. Cennini, describe la preparación del aceite de linaza para mordientes y pintar al temple (1988: 136-38).

Todo ello viene a demostrar que en el siglo XIV la pintura al óleo era conocida y empleada por los pintores italianos; si bien la tradición de su uso no estaba tan arraigada como en el norte europeo, como se deduce de lo expresado por Cennini, (1988: 134) que en el capítulo 89 afirma: “Antes de pasar adelante, te quiero enseñar a pintar al óleo en el muro, o en tabla, como tanto acostumbran los alemanes...”. Cennini (1988: 187) también señala el uso del óleo para fines concretos, por ejemplo el de transferir profundidad a las pinturas, como describe: “Cuando quieras pintar un río o cualquier zona de agua que desee... en el muro o sobre tabla; en el muro, coge el mismo verdacho que usaste para marcar las sombras de los rostros sobre el mortero; ...aclara con blanco de San Juan,... Y si quiere que destaque algunos peces. Cárdalo con algunas espinas doradas. Luego da una mano extendida de cardenalillo al óleo, en seco, por todo el fondo...”.

De gran importancia para el conocimiento de la evolución experimentada por la pintura, es la existencia del denominado

*Manuscrito de Estrasburgo*, así llamado por hallarse en la biblioteca de dicha ciudad el único ejemplar que existía, hasta que en el año 1870 fuera destruido por un incendio. Actualmente se conserva en la National Gallery de Londres una copia que fue realizada por el investigador inglés Sir Charles Lock Eastlake. Dicho manuscrito, de autor desconocido, data del siglo XV y su importancia radica, principalmente, en que por primera vez nos hallamos ante una descripción de la pintura al óleo cuyo aglutinante ya no es oscuro ni lento de secado, lo que significa un gran avance en la evolución de este procedimiento pictórico. El método descrito por el anónimo autor consiste, de manera resumida, en cocer el aceite (de lino, de cáñamo o de nueces) junto con huesos calcinados y piedra pómez; una vez apartado del fuego y enfriado, se le añade una cierta proporción de blanco de cobre. Después se filtra el aceite y se expone al sol durante cuatro días. Según el autor, “este aceite seca muy rápido”, adquiere “una dura consistencia” y “se volverá transparente como el cristal (Laurie 1910: 32-33)”. Otro dato novedoso que aporta este manuscrito, es la recomendación que su autor hace de añadir “tres gotas de barniz” a cada color preparado con este aceite antes de guardarlo en recipientes.

Por otro lado tenemos a Giorgio Vasari, artista manierista de quien se sabe, su obra como pintor pasó desapercibida para muchos estudiosos del arte, sin embargo, no ocurre lo mismo con su obra literaria, a la que debe una justa fama. La importancia que alcanza su obra *Le Vite* (2002) desde el punto de vista de la historiografía del arte, resulta innegable. Relevante papel que ha mantenido desde su primera aparición, en 1.550, hasta nuestros días. La obra literaria de Vasari contiene no sólo una amplia información biográfica sobre los artistas de que trata, sino que posee datos técnicos relativos a la pintura. Vasari, de forma muy precisa y didáctica, describe los diferentes usos de la pintura al óleo sobre muro, dedicando el capítulo XXII (2002: 69-70) del primer volumen a esta práctica (*Del dipingere al olio sul muro che sia secco*), en la que relata dos métodos diferentes del uso del óleo. El primer método consiste en dar dos o tres capas de aceite hervido y cocido sobre el enlucido seco, hasta que la superficie no absorba más, a la que se aplicaba una mezcla aislante de colores secativos. El segundo método consistía en extender un *arriccio* de polvo de mármol o ladrillo machacado al que se le aplicaba una fina capa de aceite de linaza y con una mezcla de pez griego y barniz.

El primer trabajo publicado rebatiendo la teoría de Vasari, respecto a la supuesta invención de la pintura al óleo por parte de van Eyck, fue obra del alemán Gotthold Ephraim Lessing, y data del año 1.774. Desde el año 1.770 hasta su muerte desempeñó la dirección de la biblioteca del Duque de Brunswick en Wolfenbüttel, pequeña ciudad alemana. Esto le permitió el hallazgo del manuscrito de Teófilo, cuyo ejemplar más antiguo se encontraba en la misma. Fruto de este descubrimiento fue su obra *Von Alter der Oelmalerei aus dem Theophilus Presbyter* (De la antigua pintura al óleo por el Monje Teófilo) de 1.774, rebatiendo lo expuesto por Vasari respecto al óleo y van Eyck. Para ello transcribió algunos capítulos del manuscrito, siendo ésta la primera ocasión en que el mismo fue impreso. Tras Lessing, otros investigadores publican trabajos en torno al mismo tema. Destaca entre ellos Rudolph Erich Raspe, autor de un interesante ensayo sobre los orígenes de la pintura al óleo en el que, seguramente conociendo la obra de Lessing, rebate igualmente la teoría de Vasari (*A Critical Essay on Oil Painting*, 1781).

## METODOLOGÍA DE TRABAJO

Como hemos apuntado anteriormente, este estudio centra su investigación en el uso de diferentes materiales añadidos como aditivos a los morteros de cal aérea. Para ello, y en primer lugar centramos parte de la investigación en una búsqueda bibliográfica que nos pudiera aportar métodos y técnicas tradicionales sobre los materiales a emplear. Debido a la dificultad, la escasa información y lo sesgada o poco concisa, optamos por llevar a cabo una metodología de trabajo basada en las experiencias personales de diferentes estucadores que han mantenido contacto con la Universidad Politécnica a través de

los cursos de formación permanente ofertados por el departamento de conservación y restauración de bienes culturales<sup>6</sup>.

Por lo tanto las pretensiones de este estudio, han sido las de comprobar empíricamente los cambios de color experimentados en diferentes pinturas a la cal con aditivos (aceites y caseína) incorporados a la pintura y aplicados posteriormente sobre la pintura ya seca. Para ello, realizamos diferentes probetas con la pintura a la cal fabricada por la empresa Unicmall. Esta empresa mallorquina, fabrica cal para usar en cualquier ámbito de la construcción además de otras aplicaciones. La especificidad de Unicmall es la producción de cal en pasta con su proceso de envejecimiento. Único material que permite conseguir productos de tradición ancestral.

El tipo de pintura proporcionada para realizar estas probetas, es un tipo de pintura mineral con base de pasta de cal, material inerte y pigmentos inorgánicos experimentando el mismo proceso de carbonatación que cualquiera de los productos que utilizan la cal como aglomerante, de manera que los paramentos queden protegidos con una capa protectora de carbono cálcico.

La intención, es posteriormente, se medir colorimétricamente los posibles cambios localizados en estas pinturas, con el paso del tiempo. La pérdida de pigmentación y los cambios en su tonalidad inicial, así como las apariciones de velos blanquecinos y de “polvillo”. Por otro lado, se evaluará (en conclusiones) las ventajas e inconvenientes de la aplicación de los aditivos en la pintura a la cal.

## PREPARACIÓN DE PROBETAS

Para la confección de un muestrario que nos permitiera realizar diferentes mediciones de color de las disertes pinturas a la cal utilizadas, propusimos la realización de cuatro probetas, dos sobre soportes de escayola y dos sobre soporte de arcilla cocida. La selección de estos soportes se hizo debido a la posible influencia que puedan tener estos materiales sobre el acabado de la pintura a la cal, no solamente en cuanto a percepción del color por la influencia del color del soporte, sino en cuanto a la interacción de los mismos materiales con sus respectivos aditivos. Sobre los soportes mencionados, se aplicó un mortero de cal y arena de mármol o marmolina en las siguientes proporciones (Figura 1):

- Arriccio: 3:1 = 3 de árido (arenilla de mármol de granulometría heterogénea, es decir; entre 0.9 y 1.7 mm + polvo de mármol de menor grano a 0.9 mm) y 1 de cal grasa.
- Intonaco: 1:1 = 1 de árido (polvo de mármol de 0.9 mm) y 1 de cal grasa.

Una vez fraguado el mortero, se procede a la aplicación de la pintura a la cal con sus respectivos aditivos. Los aditivos seleccionados

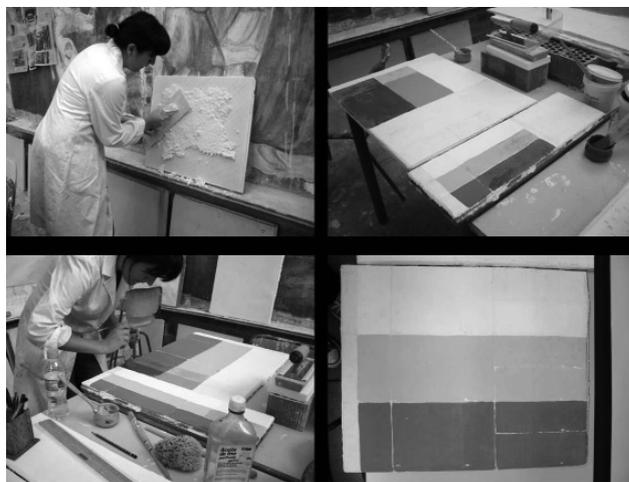


Figura 1. Realización de las probetas

Soporte	Color de la pintura a la cal	Pintura a la cal								
		Aceite de linaza, % EA			Aceite de oliva, % EA			Caseína, % EC		
		6%	4%	2%	6%	4%	2%	6%	4%	2%
Escayola	Blanco	6%	4%	2%	6%	4%	2%	6%	4%	2%
	Ocre	6%	4%	2%	6%	4%	2%	6%	4%	2%
	Rojo	6%	4%	2%	6%	4%	2%	6%	4%	2%
		AA			AA			AC		
Arcilla	Blanco	6%	4%	2%	6%	4%	2%	6%	4%	2%
	Ocre	6%	4%	2%	6%	4%	2%	6%	4%	2%
	Rojo	6%	4%	2%	6%	4%	2%	6%	4%	2%

Tabla: Descripción de los tratamientos con el uso de aceites y caseína como aditivos.

Figura 2. Tabla en la que se pueden observar las probetas en las cuales se empleó la pintura a la cal mezclados con sus aditivos respectivos

Caseína						
	En mezcla: pintura a la cal sobre escayola	En mezcla: pintura a la cal sobre arcilla	En superficie: pintura a la cal con preparación sobre escayola	En superficie: pintura a la cal con preparación sobre arcilla	En superficie: pintura a la cal con preparación sobre arcilla	En superficie: pintura a la cal sin preparación sobre arcilla
	DE*	DE*	DE*	DE*	DE*	DE*
6%	3,14	0,22	1,08	1,08	1,23	0,47
4%	2,45	0,45	2,22	1,11	1,04	1,29
2%	1,35	0,43	1,70	2,05	1,00	0,32
6%	3,90	0,38	1,35	1,20	0,93	0,06
4%	1,77	0,34	1,48	0,96	0,27	0,58
2%	2,12	0,97	1,79	4,38	1,07	1,62
6%	2,04	0,96	1,73	0,57	2,70	0,53
4%	1,44	1,32	0,91	1,41	2,04	0,96
2%	1,10	0,30	0,96	0,39	1,44	1,32

Tabla: En la siguiente tabla-resumen se muestran los valores de los resultados finales de las diferentes probetas realizadas con caseína

Figura 4. Tabla representativa que recupera la información de con pintura a la cal con caseína.

han sido la caseína láctica de la casa comercial CTS, el aceite de lino purificado Titán y el aceite de oliva virgen extra de la marca Hacendado. La pintura a la cal utilizada, fue calcpint. Los colores seleccionados fueron: blanco, ocre y rojo<sup>7</sup>.

En la Tabla 1 (Figura 2) se pueden observar las probetas en las cuales se empleo la pintura a la cal mezclados con sus aditivos respectivos.

- Las probetas fueron divididas de la siguiente manera:
- EA = escayola/pintura a la cal + aditivos aceites
- AA = arcilla cocida/pintura a la cal + aditivos aceites
- EC = escayola/pintura a la cal + caseína
- AC = arcilla cocida/ pintura a la cal + caseína

Las probetas EA y AA se dividieron en tres filas de ocho columnas. En la primera columna se optó por dejar sin pintar, y así tener una muestra del color del mortero y la segunda del color respectivo de la pintura a la cal. Las siguientes tres columnas pertenecieron al grupo de la pintura a la cal más el aceite de linaza en proporciones al 2, 4 y 6%. Las tres columnas restantes, pertenecieron a las pruebas de pintura a la cal con aceite de oliva en las siguientes proporciones: 2%, 4% y 6%.

Las probetas EC y AC pertenecieron a las muestras que fueron realizadas con pintura a la cal mezclada con caseína. La proporción de la caseína fue de 10 g de caseína y 50 cc de agua destilada y se preparó de la siguiente manera: primero, se mezcló la caseína y el agua destilada, agitando bien, preferiblemente en un recipiente de cristal y se dejó reposar durante 24 horas antes de ser utilizada. Después se añadió carbonato amónico gota a gota, removándolo constantemente hasta que el material quedó disuelto formándose una solución espesa. Por último se eliminó el exceso de amoníaco calentando la solución al baño maría. Se utilizó agua destilada

Soporte	Color de la pintura a la cal	Tipo de preparación	% Caseína en superficie		
			2%	4%	6%
Escayola	Blanco	S	2%	4%	6%
		C	2%	4%	6%
	Ocre	S	2%	4%	6%
		C	2%	4%	6%
	Rojo	S	2%	4%	6%
		C	2%	4%	6%
Arcilla	Blanco	S	2%	4%	6%
		C	2%	4%	6%
	Ocre	S	2%	4%	6%
		C	2%	4%	6%
	Rojo	S	2%	4%	6%
		C	2%	4%	6%

Tabla: Descripción de las probetas realizadas con la caseína aplicada sobre la superficie. S - pintura a la cal sin preparación. C - pintura a la cal con preparación.

Figura 3. En la tabla se puede observar las diferentes probetas realizadas con la pintura a la cal con preparación y sin preparación, y con la caseína aplicada en superficie. La primera columna fue del color del mortero y la segunda del color respectivo de la pintura a la cal. La tercera es la pintura a la cal sin preparación y con preparación. Las tres columnas restantes, pertenecieron a las pruebas de pintura a la cal sin preparación y con preparación con la caseína aplicada en superficie al 2%, 4% y 6%.

Aceites				
	Pintura a la cal con aceite de linaza sobre escayola	Pintura a la cal con aceite de linaza sobre arcilla	Pintura a la cal con aceite de oliva sobre escayola	Pintura a la cal con aceite de oliva sobre arcilla
	DE*	DE*	DE*	DE*
2%	1,05	0,77	0,45	0,77
4%	0,30	0,47	0,51	0,70
6%	0,71	0,51	0,29	1,66
2%	0,38	1,03	0,45	1,12
4%	0,76	1,16	0,29	0,33
6%	1,36	0,94	1,22	1,04
2%	1,02	0,71	0,47	1,37
4%	0,12	1,23	0,39	3,90
6%	0,61	0,51	1,29	1,05

Tabla: En la siguiente tabla-resumen se muestran los valores de los resultados finales de las diferentes probetas realizadas con los aceites.

Figura 5. Tabla representativa que recupera la información de con pintura a la cal con aceite de oliva.

para evitar que las sales y minerales que contiene el agua pura interfirieran con los resultados de la mezcla. Con esta preparación de la caseína se llevó a cabo la mezcla con las diferentes pinturas a la cal.



Figura 6. Para llevar a cabo las mediciones colorimétricas, se ha usado un sistema de medida utilizada frecuentemente en el campo de la conservación y restauración conocido como barrido cromático, que consiste en la medición de puntos clave seleccionados. El siguiente paso, fue seleccionar los puntos-muestra, es decir las zonas de las probetas en donde se utilizó el colorímetro Eye one Basic

En la (Figura 3) se puede observar las diferentes probetas realizadas con la pintura a la cal con preparación y sin preparación, y con la caseína aplicada en superficie. La primera columna fue del color del mortero y la segunda del color respectivo de la pintura a la cal. La tercera es la pintura a la cal sin preparación y con preparación. Las tres columnas restantes, pertenecieron a las pruebas de pintura a la cal sin preparación y con preparación con la caseína aplicada en superficie al 2%, 4% y 6%.

Las pinturas y la caseína fueron preparadas atendiendo la siguiente metodología:

- Caseína: 100ml agua por cada 2%, 4% y 6% de caseína
- Pintura a la cal sin preparación: superficie húmeda + capa de pintura
- Pintura a la cal sin preparación con caseína en superficie: superficie húmeda + capa de pintura a la cal + 2, 4 y 6% de caseína en superficie
- Pintura a la cal con preparación con caseína en superficie: 50/50 de agua y de pintura + capa de pintura + 2, 4 y 6% de caseína en superficie

### MEDICIÓN Y OBTENCIÓN DE DATOS COLORIMÉTRICOS DE LAS PROBETAS REALIZADAS

El proceso seguido para la medición colorimétrica de las probetas con pintura a la cal con sus aditivos caseína y aceites han sido los siguientes. En primer lugar se realizó la primera medición el 30 de junio del 2010. Se escogió esta fecha debido a la decisión de dejar las probetas expuestas a las condiciones de envejecimiento natural durante aproximadamente 60 días, comprendiendo los meses de Julio y Agosto aprovechando las altas temperaturas de la estación estival (Figura 4).

Para llevar acabo la primera medición, se ha usado un sistema de medida utilizada frecuentemente en el campo de la conservación y restauración conocido como barrido cromático, que consiste en la medición de puntos clave seleccionados. El siguiente paso, fue seleccionar los puntos-muestra, es decir las zonas de las probetas en donde se utilizó el colorímetro **Eye one Basic** para llevar a cabo la primera y segunda medición colorimétrica.

Los colorímetros de reflectancia miden la cantidad proporcional de luz reflejada por una superficie como una función de las longitudes de onda para producir un espectro de reflectancia, por lo tanto realizan mediciones de color. El espectro de reflectancia de una muestra se puede usar, junto con la función del observador estándar CIE y la distribución relativa de energía espectral de un iluminante para calcular los valores triestímulos CIE XYZ para esa muestra bajo ese iluminante.

El funcionamiento de un colorímetro consiste básicamente en iluminar la muestra con luz blanca y calcular la cantidad de luz que refleja dicha muestra en una serie de intervalos de longitudes de onda. Lo más usual es que los datos se recojan en 31 intervalos de longitudes de onda (los cortes van de 400 nm, 410 nm, 420 nm, 700 nm). Esto se consigue haciendo pasar la luz a través de un dispositivo monocromático que fracciona la luz en distintos intervalos de longitudes de onda.

El instrumento se calibra con una muestra o loseta blanca cuya reflectancia en cada segmento de longitudes de onda se conoce en comparación con una superficie de reflexión difusa perfecta. La reflectancia de una muestra se expresa como una fracción entre 0 y 1, o como un porcentaje entre 0 y 100. Es importante darse cuenta de que los valores de reflectancia obtenidos son valores relativos y, para muestras no fluorescentes, son independientes de la calidad y cantidad de la luz usada para iluminar la muestra.

La medición del color, se realizó con el sistema CIELAB. La CIE -Commission Internationale de l'Eclairage-, (Comisión Internacional del Alumbrado), aprobó en 1976 la transformación CIELAB, cuyas ecuaciones de transformación se basan en la

medición del color a través del cálculo y obtención de datos de los siguientes parámetros:

$L^* = 116 * (Y/Y_0)^{1/3} - 16$ . El eje vertical  $L^*$  marca el eje de la luminosidad del color.

Los dos ejes ortogonales del plano de cromaticidad del color,  $a^*$  y  $b^*$  representan, en base al criterio de los colores oponentes, la variación rojo-verde ( $a^*$ ) y amarillo-azul ( $b^*$ ).

$a^* = 500 * [(X - X_0)^{1/3} - (Y - Y_0)^{1/3}]$ . Un valor positivo de  $a^*$  significa que tiene componente roja, si, en cambio, es negativo, tiene componente verde.

$b^* = 200 * [(Y - Y_0)^{1/3} - (Z - Z_0)^{1/3}]$ . Por otra parte si  $b^*$  es positivo, significa que el color tiene componente amarilla y si, en cambio, es negativo, la tiene azul.

Croma  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$

Ángulo de Tono  $h = \text{arc.tg}(b/a)$

Para esto, pres-eleccionamos aquellos lugares más uniformes de las muestras y sin defectos de estrato pictórico para que no puedan interferir con nuestros resultados finales. A continuación, se hizo la selección definitiva de los puntos-muestra mediante rotuladores permanentes sobre acetatos, en los que se marcaron las zonas a medir, además de las líneas de referencia para reubicar los puntos muestras en el lugar exacto de la primera medición. Se realizó una medición las probetas que contenían las pinturas a la cal con los aditivos en mezcla y en superficie así, como también mediciones en el mortero de cal y arena y en aquellas zonas en donde sólo se había aplicado la pintura a la cal original sin ningún añadido de aditivos. Esto se decidió hacerlo para luego comprobar los cambios cromáticos entre una pintura a la cal sin aditivos con las otras que si las contenían.

Durante los meses de pruebas, se decidió no exponer las probetas en una cámara de envejecimiento, debido a la complejidad para adquirir y acceder a uno y también porque se prefirió exponerlas a cambios de temperatura y humedad de manera natural dentro de un recinto. En los meses de julio y agosto las probetas permanecieron en el interior del aula de proyectos de pintura mural de la Facultad de Bellas Artes de la UPV expuestas a la temperatura ambiente del interior, a la humedad, a la iluminación artificial del aula así como también a luz natural con acceso sin filtros.

La segunda medición se realizó el 14 de septiembre del 2010 utilizando los *puntos muestras* ya seleccionados anteriormente. Como valores referenciales tomaremos en cuenta, los resultados extraídos en la columna  $DE^*$  (que refleja el incremento de color) con cifras mayores a 1,80, en las que los cambios cromáticos son percibidas ópticamente.

Los datos obtenidos de la primera y segunda medición de las probetas se muestran en recogidos en diferentes tablas en el anexo II. Las referencias extraídas de la lectura de cada una de ellas reflejan datos interesantes que comentamos a continuación.

Tabla A.1: En la probeta con pintura a la cal con caseína en mezcla sobre escayola; analizamos que los resultados finales ( $DE^*$ ) obtenidos de la primera y segunda medición han sido variado, teniendo como índice mas alto 3,90 en la zona con la proporción al 2% de caseína en el color ocre, y el índice mas bajo 1,10 en las proporción al 6% en el color rojo (Figura 5).

Tabla A.2: En la probeta con pintura a la cal con caseína en mezcla sobre arcilla tenemos como resultados finales ( $DE^*$ ), valores homogéneos El índice más alto ha sido 1,32 en la proporción al 4% en elcolor rojo, y el mas bajo 0,22 en la proporción al 4% en el color ocre (Figura 5).

Tabla A.3: En la probeta con pintura a la cal con preparación en escayola y caseína en superficie tenemos como resultados finales ( $DE^*$ ) valores homogéneos El índice más alto ha sido 2,22 en la zona

con la proporción al 4% en el color blanco, y el más bajo 0,91 en la zona con la proporción al 4% en el color rojo (Figura 5).

Tabla A.4: En la probeta con pintura a la cal sin preparación en escayola y caseína en superficie tenemos como resultados finales (DE\*) valores heterogéneos entre las proporciones de caseína aplicadas. El índice más alto ha sido 4,38 en la zona con la proporción al 2% en el color ocre, y el más bajo 0,39 en la zona con la proporción al 2% en el color rojo (Figura 5).

Tabla A.5: En la probeta con pintura a la cal con preparación en arcilla y caseína en superficie tenemos como resultados finales (DE\*) valores heterogéneos entre las proporciones de caseína aplicadas. El índice más alto ha sido 3,09 en la zona con la proporción al 4% en el color ocre, y el más bajo 0,22 en la zona con la proporción al 4% en el color rojo (Figura 5).

Tabla A.6: En la probeta con pintura a la cal sin preparación en arcilla y caseína en superficie tenemos como resultados finales (DE\*) valores homogéneos entre las proporciones de caseína aplicados. El índice más alto ha sido 1,62 en la zona con la proporción al 6% en el color rojo, y el más bajo 0,06 en la zona con la proporción al 2% en el color ocre (Figura 5).

Tabla A.7: En la probeta con pintura a la cal con aceite de linaza sobre escayola tenemos como resultados finales (DE\*) valores homogéneos entre las proporciones de aceite de linaza aplicada. El índice más alto ha sido 1,36 en la zona con la proporción al 6% en el color ocre y el más bajo 0,12 en la zona con la proporción al 4% en el color rojo (Figura 6).

Tabla A.8: En la probeta con pintura a la cal con aceite de linaza sobre arcilla tenemos como resultados finales (DE\*) valores homogéneos entre las proporciones de aceite de linaza aplicada. El índice más alto ha sido 1,23 en la zona con la proporción al 4% en el color rojo y el más bajo 0,47 en la zona con la proporción al 4% en el color blanco (Figura 6).

Tabla A.9: En la probeta con pintura a la cal con aceite de oliva sobre escayola tenemos como resultados finales (DE\*) valores homogéneos entre las proporciones de aceite de oliva aplicado. El índice más alto ha sido 1,29 en la zona con la proporción al 6% en el color rojo y el más bajo 0,29 en la zona con la proporción al 6% en el color blanco (Figura 6).

Tabla A.10: En la probeta con pintura a la cal con aceite de oliva sobre arcilla tenemos resultados finales (DE\*) valores homogéneos entre las proporciones de aceite de oliva aplicado. El índice más alto ha sido 3,90 en la zona con la proporción al 4% en el color rojo y el más bajo 0,33 en la zona con la proporción al 4% en el color ocre (Figura 6).

## CONCLUSIONES

A través de la investigación realizada podemos concluir que habiendo consultado variados manuales sobre técnicas y materiales artísticos, así como los tratados más importantes sobre las técnicas tradicionales de la pintura mural, en especial a los que se refieren a la aplicación de la pintura a la cal, podemos decir que la información referente al tema que nos ocupa es muy escasa, salvo en contadas ocasiones en la que su uso fue importante como en la época medieval, específicamente en las pinturas bizantinas, románicas y posteriormente en la pintura barroca. En general, los manuales y libros sobre materiales pictóricos se refieren a ésta, como una pintura meramente decorativa o para realizar retoques a seco sin aportar las ventajas o cualidades que permite esta pintura.

La caseína, a pesar de ser un material muy usado a lo largo de la historia de la pintura, como uno de los adhesivos naturales más fuertes y como aglutinante para la preparación de pinturas en los tratados antiguos, es por lo contrario, poco referenciado en los manuales; los datos técnicos son tomados en cuenta, pero de forma

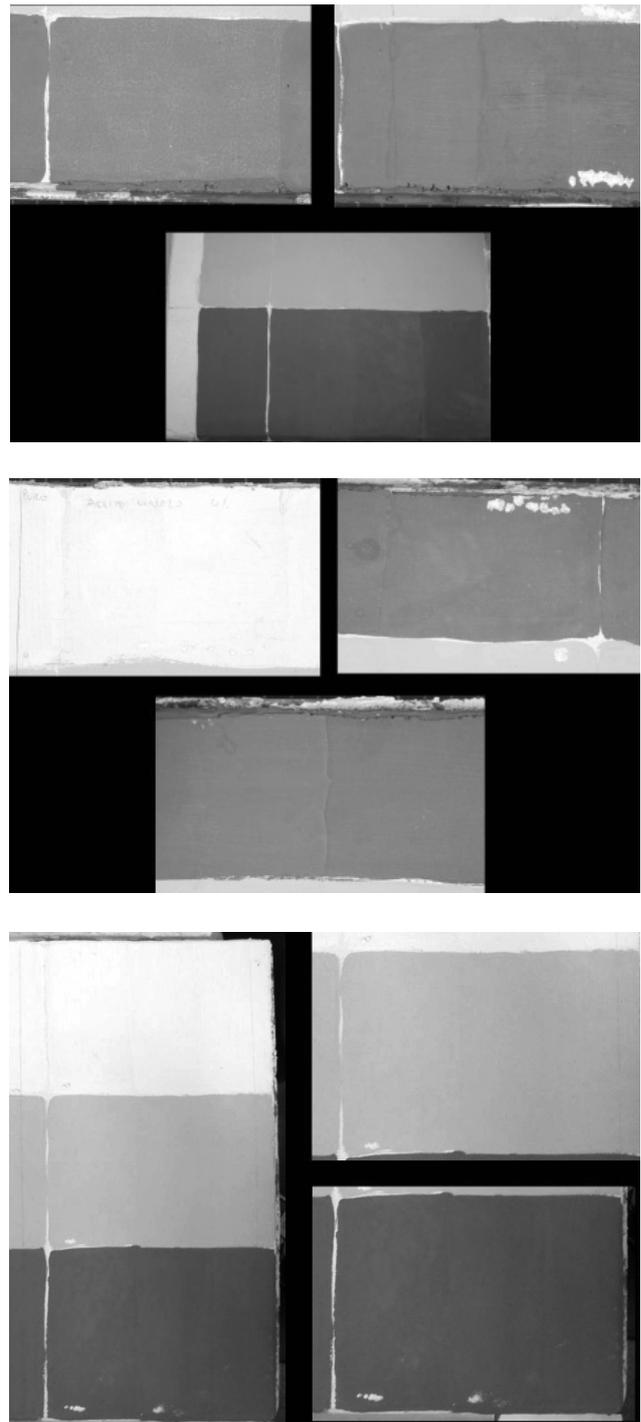


Figura 7-8-9. Apreciamos los cambios de color notorios en el que se aprecia un descenso de la tonalidad de la pintura original, provocando la aparición de manchas o halos blanquecinos

aislada, sin profundizar en su preparación, proporciones y sobre todo en su uso y aplicación. En ocasiones es denominada pintura a la leche por su origen. En cuanto a la aplicación práctica, a pesar de que muchos manuales le confieren buenas características de estabilidad y de conservación con el paso del tiempo, experimenta cambios de color. De acuerdo a nuestra investigación, dependiendo de la proporción de caseína utilizada en la pintura a la cal, ya sea tanto en mezcla con la propia pasta o aplicada en superficie como capa protectora, la caseína experimenta un cambio de color notorio en el que se aprecia un descenso de la tonalidad de la pintura

original, provocando la aparición de manchas o halos blanquecinos (Figuras 7-9).

En cuanto a las mediciones realizadas con el colorímetro, los resultados obtenidos de las probetas con las distintas aplicaciones de caseína nos han dado como resultado altos índices en los mediciones DE\* (incremento de color). Estos valores altos como; 3,14; 3,90; 4,38; entre otros; representan un cambio significativo en el color original de la pintura a la cal. Por tal motivo creemos conveniente, evitar el uso de la caseína como aditivo a la pintura a la cal.

Sobre los aditivos estudiados, el aceite de linaza es el aceite mas referenciado en la literatura artística como aditivo de las pinturas a la cal; sin embargo, con los resultados obtenidos en las probetas realizadas, podemos comprobar que el aceite de oliva confiere mejores cualidades ópticas que el aceite de linaza ya que éste a los pocos días de ser aplicado sobre los soportes, comenzó a amarillear. Este dato, es importante ya que podemos corroborar la buena práctica de muchos maestros estucadores, artistas y/o pintores, al emplear este tipo de aceite no secante para la realización de revestimientos y estucos en fachadas tanto exteriores como interiores, siempre y cuando sea aplicado en proporciones mínimas para que no llegue a enranciar.

En cuanto a las mediciones realizadas con el colorímetro (a las probetas efectuadas con aceite) podemos observar que los resultados obtenidos de las probetas con pintura a la cal y aceites de linaza y oliva son homogéneos, es decir, que los índices resultantes de DE\*, han sido similares entre las diversas proporciones de los aceites aplicados. Sin embargo de acuerdo a lo que podemos observar a simple vista, las probetas con pintura a la cal y aceite de linaza presentan cambios significativos de color a diferencia de las realizadas con el aceite de oliva, el cual, nos ha conferido mejores resultados ópticos. Por lo tanto en este caso, las mediciones otorgadas por el colorímetro no han concordado con los resultados que podemos comprobar organolepticamente. Debido a este inconveniente proponemos realizar una nueva medición con el espectrofotómetro que ofrece valores más exactos mediante espectros.

Por último creemos conveniente que la mejor solución para que se conserve la pintura a la cal, es tratar de aplicar al mínimo aditivos, o simplemente no usarlos ya que éstos interfieren en menor o en mayor medida en las cualidades cromáticas de la misma. En todo caso, y de acuerdo a los resultados, aconsejamos el uso del aceite de oliva en mínimas proporciones porque además de ser un material que sustancialmente no ha cambiado la tonalidad de la pintura a la cal, es un material con un costo accesible que nos confiere buenos resultados en cuanto a su trababilidad y flexibilidad.

## NOTAS

1. VILLARQUIDE Jevenois, Ana. *La pintura sobre tela: historiografía, técnicas y materiales*, [en línea]. Consultado 03 de septiembre de 2010. Disponible en <http://www.books.google.es/>.

2. Una mezcla adecuada para aglutinar pigmentos es una solución de caseína como la descrita en el texto de Ralph Mayer (*Materiales y Técnicas del arte*. Hermann Blume Ediciones, 1993.p.176), hecha con un total de 180 cc de agua y 28 gramos de caseína, más un poco de de preservativo. Estas pinturas se pueden emplear de muchas maneras diferentes y con técnicas individuales muy variadas, por lo que la concentración exacta de la solución suele dejarse al criterio del artista

3. Cabe citar, como muestra de lo que decimos, el caso del manuscrito conocido como la Hermeneia o Libro de los pintores del monte Athos, del monje Dionisio de Furna; hallado a mediados del pasado siglo y que, por el lenguaje con que está escrito y por contener recetas medievales, se creyó perteneciente al siglo XII, hasta que hace pocos años los investigadores han podido demostrar que fue escrito en la primera mitad del siglo XVIII.

4. Nombrado por LAURIE. A.P. Eastlake, *Methods & Materials of Painting of the Great Schools & Masters*; vol. I, Cambridge Univ. Press. 1910. Cap. II, p. 23.

5. La anterior atribución a un solo autor se ha demostrado que es errónea. Está compuesto por tres libros, de los cuales los dos primeros, escritos en verso, consideran los investigadores actuales que fueron escritos en Italia, durante el siglo X; mientras que el tercero, escrito en prosa, se considera obra del siglo XII y realizado en el norte de Francia. Ello exige la intervención de, al menos, dos autores; siendo además probable que el nombre de Heraclio se corresponda con un seudónimo, con connotaciones mitológicas, en vez de tratarse del verdadero nombre de alguno de los autores.

6. *Los estucos tradicionales de cal*. Organiza: Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Profesorado: Enric Martínez, M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea, Pilar Soriano. Edición de 2007-08, 2008-09.

*Las imitaciones del mármol*. Organiza: Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Profesorado: Paola Panzieri, M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea, Pilar Soriano. Edición de 2008 y 2009.

7. Denominación de los colores que hace la empresa: calçpint 000; calçpint 013 y calçpint 149.

## BIBLIOGRAFÍA

Barahona Rodríguez, C. (1992): *Revestimientos continuos en la arquitectura tradicional española*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Baroni, S. (2002): *Affresco e pittura alla calce, corso pratico*, Milano, Art Consulting.

Cennini, C. (1988): *El libro del arte*. Madrid, Akal.

Doerner, M. (1982): *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, 4a. ed. Barcelona, etc, Reverté.

Eiber, A. (1926): *Entwicklung und Werk-Stoffe der Wandmalerei vom Altertum bis zum Neuzeit*, B. Heller, Munich.

Huertas Torrejón, M. (2010): *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas*. Vol. II. Tres Cantos, Madrid: Akal, D.

Laurie. A. P. (1917): *Greek and Roman methods of painting*. Cambridge Univ. Press.

Martín Sisi, M.; García y Canesa, O. (1998): *Guía práctica de la cal y el estuco*. León: Editorial de los Oficios.

Mayer, R. (1985): *Materiales y Técnicas del arte*, Madrid, Hermann Blume.

Mora, Paolo e Laura. (2001): *La conservazione delle pitture murali*. Milano: Editrice compositore.

Reichel A. (2007): *Enlucidos, revocos, pinturas y recubrimientos*, Barcelona, Gustavo Gili.

Rinaldi, S. (1998): *Tecniche di pittura murale dall'alto medioevo al quattrocento. Quaderni di Storia delle Tecniche Artistiche 1*. Facoltà di Conservazione dei Beni Culturali. Università degli Studio Della Tuscia di Viterbo.

Sickels, (1980): *Organic additives in mortars*, Edinburgh University Research Journal Architecture.

Segundo Cayo, P. (1998): *Historia Natural*, Madrid: Gredos.

Theophilus, (1979): *On divers arts : the foremost medieval treatise on painting, glassmaking and metalwork*, New York, Dover, Traducción del latín con introducción y notas de John G. Hawthorne and Cyril Stanley Smith.

Vasari, G. (2002): *Las vidas de los más excelentes arquitectos, pintores y escultores italianos desde Cimabue a nuestros tiempos*, Madrid, Cátedra.

Yarza, Joaquín. (1982): *Arte Medieval II*, Barcelona, Gustavo Gili.

