

# REVISIÓN DE LOS ESTABILIZADORES DE LOS RAYOS UV

M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz y Raquel Gómez Rubio

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

AUTOR DE CONTACTO: M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz, manzalmu@crbc.upv.es

**RESUMEN:** *El siguiente artículo se centra en el estudio de los barnices y características de los materiales que los componen, centrándonos en el análisis de las resinas naturales, sintéticas y los aditivos estabilizadores que se utilizan en el sistema de barnizado multicapa.*

*El rápido amarillamiento de las resinas naturales, lleva a una repetición del procedimiento de eliminación y reaplicación del barniz, construyendo un riesgo intrínseco para la película pictórica. El sistema de barnizado multicapa está basado en la superposición de diferentes capas de barnices; centrando su principal importancia en la intención de aislar la capa de barnizado que está unida a la pintura, del contacto con la atmósfera. Además, a esta capa protectora, al barniz se le añade un aditivo estabilizador de los rayos ultravioleta, de esta manera se consigue una estratificación que permite la limpieza gradual, posibilitando la eliminación de las capas superficiales de barniz estabilizador sintético, cuya finalidad es la de ejercer de protección ante la oxidación, manteniendo la resina natural sin alterar.*

*El estudio se centra en la comparativa mediante probetas de esta última capa con diferentes estabilizadores sintéticos (Tinuvin 292®, Kraton®) de los rayos UVA.*

**PALABRAS CLAVE:** barnices, resinas, polímeros sintéticos, estabilizadores UVA, barnizado multicapa, agentes mateantes

El objetivo principal del presente artículo, se basa el estudio sobre el uso del *barnizado multicapa*: sistema combinado por el uso de barnices naturales y sintéticos, para la realización de un barniz final en procesos de conservación y restauración de pintura de caballete. Se pretende de esta forma:

- Comprobar empíricamente como el mismo sistema de barnizado multicapa, puede tener diferentes aplicaciones dependiendo del uso de la resina natural. Para ello establecemos dos recetas básicas que posteriormente analizaremos y estudiaremos. Estas recetas se realizan con resinas naturales Mastic y Dammar a las que posteriormente aplicaremos una capa de resina sintética Regalrez 1094,® otra de Laropal k80® combinadas con estabilizadores (Tinuvin 292®) y espesantes (Kraton®).
- Comparar las diferencias perceptivas sobre cada una de las resinas (naturales) y sus diferentes combinaciones, tanto con resinas sintéticas, como su interacción con el soporte. Comprobar la reacción óptica que producen los rayos UV en las diferentes resinas y por lo tanto en los diferentes sistemas de barnizado multicapa estudiados.
- Confirmar los cambios de coloración de barniz derivados de las diferentes variaciones experimentadas por los materiales empleados en las probetas.

## Sistema barnizado multicapa

Debido a las propiedades intrínsecas de los materiales utilizados para la confección de barnices y a la oxidación de estos, la obra de arte entra en un proceso de envejecimiento irreversible. Que ha llevado a los conservadores-restauradores ha realizar la sustitución repetida de este estrato de protección a lo largo de la historia del arte.

Los restauradores, analizando la experiencia derivada de los manuales y los diferentes tratados pictóricos, han pretendido desarrollar resinas sintéticas capaces de obtener las mismas propiedades ópticas que las tradicionales. Resinas, que fuesen más estables a los efectos del envejecimiento y más reversibles a su eliminación ante una posible renovación de la capa de barniz. Esto significa que dicho barniz debería de ser de un bajo peso molecular, una reducida polaridad, un elevado índice de refracción y una gran capacidad frente a la oxidación.

El rápido amarillamiento de las resinas naturales, lleva a una fuerte repetición del procedimiento de eliminación y reaplicación del barniz, construyendo un riesgo intrínseco para la película pictórica que recibe el barniz. Se han buscado materiales alternativos en el campo de los polímeros de síntesis, no siempre con resultados satisfactorios; como sucedió con los barnices a base de polivinilacetato (PVA), muy estables a la luz, presentan sin embargo, a causa de su baja temperatura de transición, un problema de captura de las partículas atmosféricas, que causa un “engrisamiento” complejo, algo que no sucede con las resinas naturales. Hasta ahora las resinas que han dado mejores resultados son las resinas cetónicas (Regalrez)®, introduciéndose como productos para barnices de acabado. Estos polímeros de bajo peso molecular son el resultado de la hidrogenación de los oligómeros, obtenidos del vinil-tolueno y alfa-metil-estireno. Es justo con la hidrogenación con la que se estabiliza el polímero, reduciendo los dobles enlaces que son los puntos débiles y de donde parte el envejecimiento.

Contemporáneamente, los estudios realizados por el Laboratorio Científico de la National Gallery of the Art de Washington, sobre las propiedades de esta resina, han introducido elastómeros de bajo peso molecular, y estabilizadores que mejoran sus prestaciones.

Durante la década de los noventa René de la Rie<sup>1</sup> introdujo la utilización de nuevas resinas sintéticas de bajo peso molecular

(LMW) aumentando la variedad de barnices disponibles para el trabajo de los conservadores-restauradores y creando el sistema de barnizado multicapa.

Este sistema está basado en la superposición de diferentes capas de barnices, centra su principal importancia en la intención de aislar la capa de barnizado que está en contacto con la pintura del contacto con la atmósfera. Es decir, atendiendo a las exigencias estéticas y ópticas, se usa en primer lugar un barniz realizado con resinas naturales (Mastic o Dammar), y este quedará protegido por otra capa de barnizado, en este caso, realizada con resinas sintéticas. Los estudios de René de la Rie, ha llevado a diferentes cambios en el mismo sistema gestado por él. Son diferentes los cambios y las investigaciones que aún hoy en día se están llevando a cabo, con todo, la base infranqueable de este estudio, es la protección de un barniz inestable, generalmente Dammar que satura los colores, y una capa superficial de barniz sintético, que actúa como barrera contra el aire y/o la radiación UV, retardando de esa manera, el proceso de oxidación. Las resinas sintéticas son las apropiadas para generar una barrera superficial. Para actuar como barrera UV, se agregan a la solución de barniz sintético, aditivos "absorbedores" de UV, como el Tinuvin2 327® o el Tinuvin 1130®. Aunque actualmente el más utilizado es el Tinuvin 292®, que tiene efecto estabilizador en el Dammar, pero sólo si la radiación UV bajo 400 nanómetros (nm) es excluida.

Las primeras investigaciones de René de la Rie, comienzan con las resinas sintéticas acrílicas, pasan por las de ciclohexanona (Laropal k80®) y actualmente se centran en la de hidrocarburo, como es el caso de la resina Regalrez 1094®.

Para confecciones de barnizados, actualmente se aconseja el uso de la Regalrez 1094®, suele prepararse en concentraciones de 20 a 25 gramos para 100 ml, para aplicaciones tanto por pincel como por aspersión y la adición del 2% de Tinuvin 292® (por peso de resina) es fundamental para su estabilidad a largo plazo. Además de es el aditivo se puede añadir al barniz el Kraton G1650®, con el objetivo de modificar sus propiedades de manipulación, reducir su brillo e incrementar su resistencia a daños mecánicos.

En ensayos realizados en el Smithsonian Institute de Washington, los barnices formulados con un máximo de 10% de este aditivo permanecen inalterables, incluso después de una larga exposición al envejecimiento artificial acelerado. El porcentaje de Kraton® recomendado por Jill Whitten es de hasta un 3% para evitar la apariencia de un barniz sintético. De esta manera se consigue una estratificación que permite la limpieza gradual, posibilitando la eliminación de las capas superficiales de barniz estabilizador sintético, cuya finalidad es la de ejercer de protección ante la oxidación, manteniendo la resina natural (Dammar o Mastic) sin alterar. La principal ventaja radica en la perpetuación del estrato de color, puesto que se encuentra ligado simbióticamente al barniz de resina natural. Las características físico-químicas del barniz sintético impiden la disolución de los barnices naturales y la lixiviación del estrato pictórico, protegiendo la obra de limpiezas agresivas mediante agentes químicos.

Actualmente en el mercado existen una gran variedad de antioxidantes y estabilizadores de polímeros, muy utilizados en el sector industrial, que utilizados a baja concentración<sup>3</sup>, inhiben los procesos de degradación responsable de la pérdida de sus propiedades iniciales.

Los aditivos se clasifican en dos grupos; los absorbentes de luz ultravioleta y los antioxidantes. Esta clasificación proviene de estudios realizados en la década de los 80 sobre los efectos que tenían los aditivos en los barnices artísticos.

Los primeros (absorbentes de luz ultravioleta) actúan absorbiendo la emisión de luz y disipándola en forma de calor. Los segundos

(antioxidantes) impiden el proceso reactivo con los radicales libre o con los hidroperóxidos que aparecen en la etapa de propagación.

#### **Caracterización y realización de las probetas (recetas: imprimación, preparación, temple, barniz)**

Una vez realizada la pertinente investigación sobre el uso del sistema multicapa en conservación y restauración de bienes culturales, planteamos la realización de diferentes probetas que nos ayudaran a marcar las directrices oportunas para tal estudio. Para ello se seleccionan diferentes materiales utilizados en dicho sistema.

Las probetas que se han utilizado en este estudio (Figura 1), han sido realizadas con una técnica pictórica tradicional y con los medios que se encontraban a nuestro alcance.

El soporte utilizado para la realización de las probetas ha sido lienzo, de tela de lino, Velázquez crudo, sin imprimación comercial. El formato de los bastidores es de 92 x 73 cm., esta compuesto por madera de pino, en doble cola de milano, sin nudos. Sobre él se ha montado la tela de lino que se impermeabilizó para homogeneizar la absorción de la misma. Para ello, se le aplicó dos manos de cola de conejo, sobre la tela (Max Doerner 2002: 160)

Una vez seca la capa de impermeabilización, se procede a la aplicación de las capas preparatorias mediante la aplicación de una creta (Max Doerner 2002: 160), que se extenderá solamente a la superficie de las probetas. Cada lienzo se compone de 8 filas (horizontales) y 5 columnas (verticales). En cada fila, se puede observar al principio un cuadrado de 6 cm de lado y cuatro rectángulos de 12 x 6 cm, al tratarse de una superficie pequeña no han provocado tensiones en el soporte.

Se aplicaron dos manos de preparación, esperando entre una capa y otra, hasta que la capa anterior ha secado completamente, teniendo en cuenta el tiempo y los medios con los que disponemos, observaremos si influye la textura propia del soporte y la capacidad de absorción en la apreciación final del acabado, puesto que la influencia del soporte en los estratos posteriores, esta relacionada estrechamente con las dimensiones de la obra y las tensiones acumulativas que provocan el paso del tiempo, la adaptación del material y los cambios ambientales.

Para el estrato de color se eligió la técnica del temple de cola proteica (Max Doerner 2002: 150), con una base de cola de conejo, más rebajada que la utilizada en la preparación. Los pigmentos utilizados serán humectados con una cantidad mínima indispensable de agua y alcohol (5:1) para facilitar el proceso pictórico, puesto que la granulometría de los pigmentos es muy fina y la tensión superficial de la cola de conejo es elevada, por ello, humectando previamente el color se consigue una mezcla más homogénea y perfectamente cubriente. El uso de esta técnica para la confección de estas probetas fue seleccionado para de evitar reacciones de envejecimiento del aglutinante oleoso en el proceso de envejecimiento inducido a través de cámara de UVA. De esta forma, el amarilleamiento producido por el aceite de la técnica al óleo<sup>4</sup>, pudimos evitarlo. De esta forma, el disolvente utilizado para la realización de los barnices fue seleccionado intentando evitar reacciones producidas por la esencia de trementina.

La granulometría del pigmento influye en la reflexión del color porque el rayo de luz incidente, y se verá más opaco cuantas más partículas separadas tenga que atravesar el rayo en su recorrido.

Ralf Mayer (1993) explica que se refleja más luz en los puntos de contacto entre las partículas de pigmento y el medio que las rodea; el mayor número de partículas absorbe más luz. Entendemos por absorción de la luz, el fenómeno óptico por el que la materia absorbe ciertas longitudes de onda del rayo incidente y otras radiaciones las devuelve para que nuestro ojo lo traduzca en formas y valores. Cada valor cromático implica una claridad o luminosidad inherentes al

tono que refleja. Por ello, hemos seleccionado cuatro tonalidades diversas: una oscura (Terra di Cassel) dos tonalidades intermedias (Rosso di Marte), (Siena Naturale chiara) y una clara (Blanco de Titanio<sup>5</sup>).

Para la realización de los barnices se seleccionaron las mejores piedras de resina, así como las que menos impurezas contenían, para conseguir un barniz lo más transparente posible, disponiéndose de manera enfrentada, el barniz Dammar y Mastic, ofreciendo una lectura óptica de los resultados, apreciando también las diferencias en función a los pigmentos utilizados. En ambas resinas (Dammar y Mastic) se utilizaron recetas tradicionales extraídas del texto escrito por Max Doerner (2002), en la cual recomienda la proporción de una parte (en peso) de resina por 3-4 de esencia de trementina. Sostituimos la Esencia de Trementina por ligroína, puesto que estudios recientes demuestran que este tipo de disolvente derivado del petróleo, es de mayor calidad, y a largo plazo se obtienen mejores resultados en las superficies pictóricas (ver apartado, La importancia del disolvente utilizado en la preparación del barniz).

Para la realización del barniz, se aplicaron las piedras de resina dentro de una media o maya de lycra, esta se colocó dentro de un recipiente contenedor sin llegar a tocar el fondo, dónde ya se encontraba el disolvente, los recipientes permanecerán herméticamente cerrados, para evitar la evaporación del disolvente, se conservaron en un lugar poco expuesto a la luz y lejos de fuentes de calor. En 18 días ya esta disuelta la proporción de resina correspondiente a 750 ml (para fragmentos resinosos de no más de 0,5 cm de diámetro aprox.) Posteriormente se retirará la media con las impurezas. Una vez fabricado el barniz “madre”, obtenido de las resinas Dammar y Mastic, se extraen una parte de cada resina por separado, siendo disuelto por tres partes de ligroína, y otra preparación más diluida con 4 partes de ligroína.

De este modo obtenemos cuatro tipos de barnices, con diferentes concentraciones de disolventes.

Para la preparación de las probetas contamos con 5 lienzos, todos ellos contienen la misma preparación pictórica, a cada uno de los lienzos se les aplicó un tipo de barniz de resina natural, como se muestra en la siguiente tabla: (con excepción del lienzo 5, que se le aplicó las cuatro recetas, en cada una de sus cuatro columnas).

Sobre esta primera aplicación de barniz o capa de resina natural, extenderemos una mano de barniz realizado con resina sintética. Este barniz se ha realizado siguiendo las recomendaciones del investigador principal en este campo; Rene de la Rie, de la cual se obtuvieron cuatro recetas diferentes combinando las resinas sintéticas Laropal K 80® y Regalrez 1094® con Tinuvin 292® y Kraton G1650® en diferentes proporciones.

En las siguientes tablas (Figura 2) se redactan los productos utilizados y proporciones en cada una de las 4 recetas utilizadas en las que no solamente se tiene en cuenta el producto aplicado, sino la metodología de aplicación de este; como apreciamos en la (Figura 3); En la parte superior la imagen muestra la aplicación del barniz de resina natural aplicado a brocha y pistola de aspersión. En la imagen inferior se muestra la aplicación del barniz de resina sintética.

En cada columna de cada lienzo se ha aplicado un tipo de barniz sintético acorde a las recetas nombradas anteriormente. Así pues la columna 1 tiene aplicado el barniz sintético Regalrez 1, la columna 2 el Regalrez 2, la columna 3 el Laropal 1 y la columna 4 el Laropal 2. La columna 0 no tiene ningún tipo de barniz, natural o sintético (ver esquema explicativo donde se aprecia el orden y el modo de aplicación de la resina sintética; recogido en la figura 4).

La resina sintética ha sido aplicada con brocha y pistola de aspersión. Se ha aplicado a las filas impares con brocha y a las filas pares con pistola de aspersión para conseguir el pulverizado. Las probetas han sido divididas y enumeradas por filas según el color del

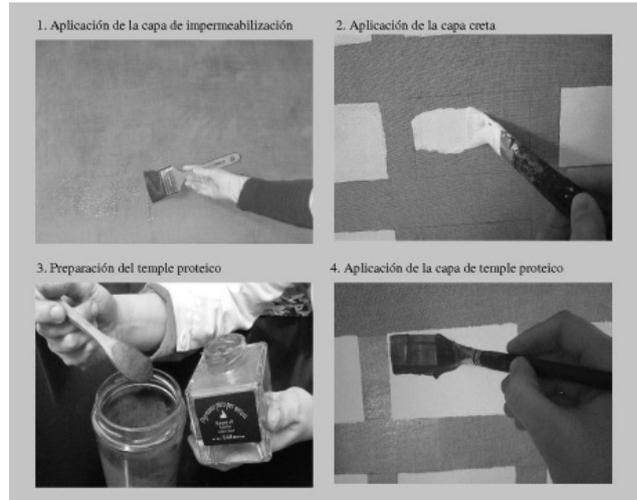


Figura 1. Realización de las probetas que se han utilizado en este estudio

En las siguientes tablas se redactan los productos utilizados y proporciones en cada una de las 4 recetas utilizadas:

Aplicación del barniz resina natural			
Lienzo	Orden de Capa	Tipo de Barniz	Número de Pasadas
1	1º	Mastic 1/4	2
2	1º	Dumar 1/3	2
3	1º	Dumar 1/4	2
4	1º	Mastic 1/3	2

Recetas	Peso de cada componente en gramos				
	Kraton G 1650	Laropal k80	Ligroína	Regalrez 1094	Tinuvin 292
Regalrez 1	--	--	150	50	1
Regalrez 2	4	--	150	46	1
Laropal 1	--	50	150	--	1
Laropal 2	4	46	150	--	1

Figura 2. En las siguientes tablas se redactan los productos utilizados y proporciones en cada una de las 4 recetas utilizadas en las que no solamente se tiene en cuenta el producto aplicado, sino la metodología de aplicación de este



Figura 3. En la parte superior la imagen muestra la aplicación del barniz de resina natural aplicado a brocha y pistola de aspersión. En la imagen inferior se muestra la aplicación del barniz de resina sintética

pigmento, para facilitar la aplicación de las resinas sintéticas. Una vez terminada la aplicación de las resinas (naturales y sintéticas) se procedió a la división de cada muestra en dos partes.

Cada muestra obtenida, y elaborada con cada tipo de receta, que como se ha comentado han sido ordenadas por columnas y son divididas en dos partes, para obtener diferentes resultados, se decide que unas de las muestras estén más horas en la cámara de radiación ultravioleta que posteriormente utilizaremos, siendo nombradas

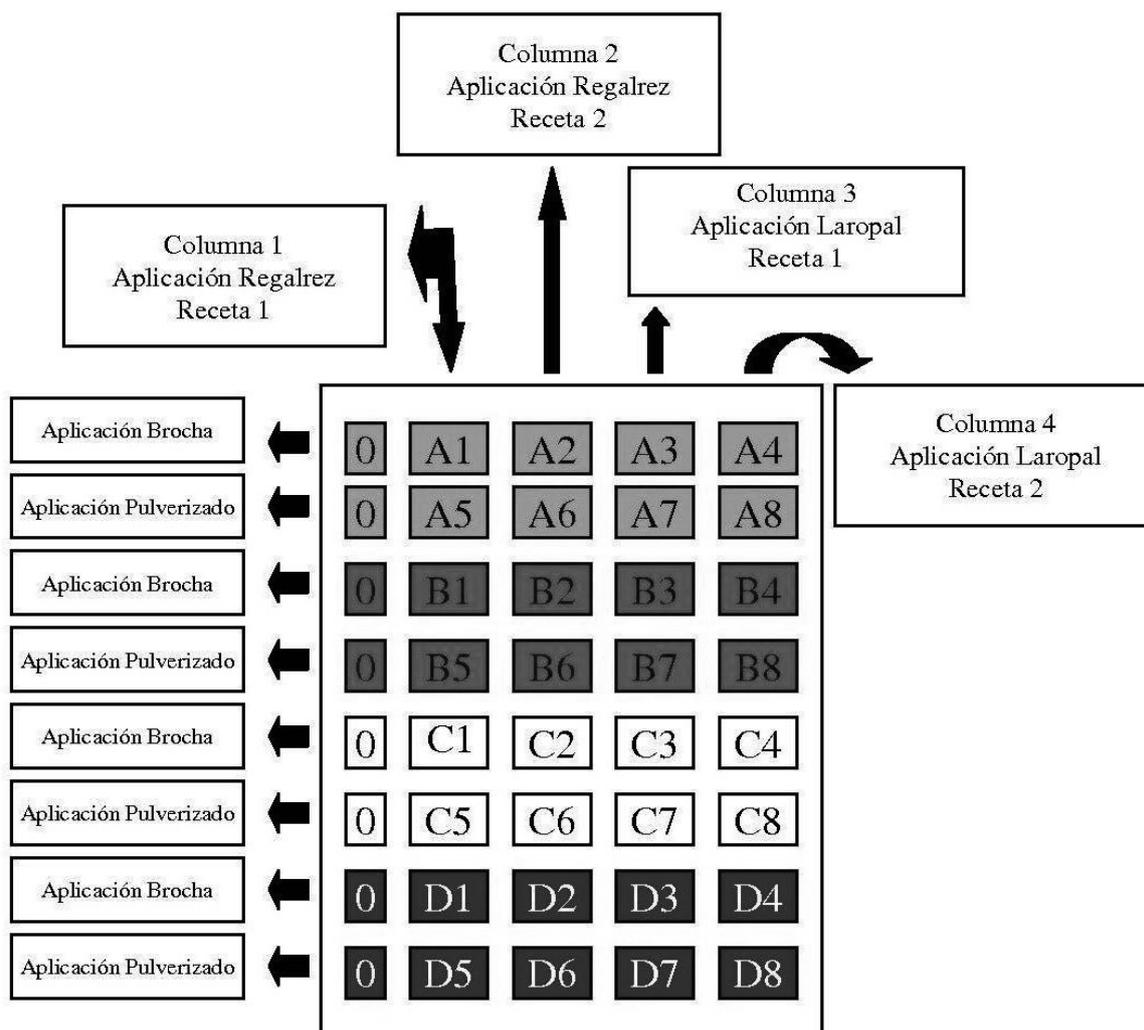


Figura 4. Esquema explicativo donde se aprecia el orden y el modo de aplicación de las diferentes resinas sintéticas

como lienzos más horas, y las muestras que estén menos horas en la cámara de radiación ultravioleta, serán llamadas lienzos menos horas. Como ejemplo pongamos la probeta A1, que se divide en dos, la parte izquierda se tendrá más horas en la cámara y la parte derecha menos tiempo en la cámara. Así con todas las probetas A, B, C y D de cada lienzo.

La siguiente tabla (Figura 5) explica el tipo de receta (de barniz sintético) que se ha aplicado a cada columna y lienzo.

#### La importancia del disolvente utilizado en la preparación del barniz

Un barniz al solvente, es un líquido claro y transparente, que al secarse sobre la superficie de la pintura se aprecia una película fina y transparente que al tiempo que envejece se degrada y empieza a sufrir alteraciones en sus propiedades. Esto se debe a un proceso de deterioro del revestimiento, principalmente determinado por su oxidación, la que tiene lugar por la reacción en cadena de radicales libre, que abundan en las resinas triterpénicas. También se relacionan al proceso de envejecimiento de una capa de barniz otras

reacciones químicas como su polimerización y depolimerización, isomerización, así como entrecruzamiento de cadena de polímeros lineales.

Las consecuencias observables de estas transformaciones químicas se verán reflejadas en el cambio del color (oxidación por reacción en cadena de radicales libres) o en que la película de barniz se tornará quebradiza (degradación por depolimerización y oxidación). Así también, el barniz se tornará más duro e insoluble, debido a la reacción de entrecruzamiento. El principal resultado químico de estos procesos de deterioro, es que estos revestimientos se tornarán cada vez más polares, teniendo esto gran influencia para lograr su disolución.

Un solvente es cualquier material, en general líquido, que tiene la capacidad de disolver otro material y formar una mezcla homogénea, llamada solución. Estos diferentes solventes disolverán diferentes materiales dependiendo de las características físicas y químicas de ambos. La disolución de un sólido (soluto) implica, por definición, la mezcla homogénea de éste en el solvente o disolvente. Dicho de otra forma, las moléculas del solvente se introducen entremedio de las moléculas del sólido para separarlas. En el caso

Aplicación y orden del Barniz Resina Sintética				
Casilla	Barniz Sintético	Características del Barniz de resina	Color	Método de Aplicación
A1	Regalrez 1	Bajo peso molecular	Ocre	Brocha
A5	Regalrez 1	Bajo peso molecular	Ocre	Pulverizado
B1	Regalrez 1	Bajo peso molecular	Almacra	Brocha
B5	Regalrez 1	Bajo peso molecular	Almacra	Pulverizado
C1	Regalrez 1	Bajo peso molecular	Blanco	Brocha
C5	Regalrez 1	Bajo peso molecular	Blanco	Pulverizado
D1	Regalrez 1	Bajo peso molecular	Siena	Brocha
D5	Regalrez 1	Bajo peso molecular	Siena	Pulverizado
A2	Regalrez 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Ocre	Brocha
A6	Regalrez 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Ocre	Pulverizado
B2	Regalrez 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Almagra	Brocha
B6	Regalrez 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Almagra	Pulverizado
C2	Regalrez 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Blanco	Brocha
C6	Regalrez 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Blanco	Pulverizado
D2	Regalrez 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Siena	Brocha
D6	Regalrez 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Siena	Pulverizado
A3	Laropal 1	Bajo peso molecular	Ocre	Brocha
A7	Laropal 1	Bajo peso molecular	Ocre	Pulverizado
B3	Laropal 1	Bajo peso molecular	Almagra	Brocha
B7	Laropal 1	Bajo peso molecular	Almagra	Pulverizado
C3	Laropal 1	Bajo peso molecular	Blanco	Brocha
C7	Laropal 1	Bajo peso molecular	Blanco	Pulverizado
D3	Laropal 1	Bajo peso molecular	Siena	Brocha
D7	Laropal 1	Bajo peso molecular	Siena	Pulverizado
A4	Laropal 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Ocre	Brocha
A8	Laropal 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Ocre	Pulverizado
B4	Laropal 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Almagra	Brocha
B8	Laropal 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Almagra	Pulverizado
C4	Laropal 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Blanco	Brocha
C8	Laropal 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Blanco	Pulverizado
D4	Laropal 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Siena	Brocha
D8	Laropal 2	Bajo peso molecular/ Polímero	Siena	Pulverizado

Figura 5. La siguiente tabla explica el tipo de receta (de barniz sintético) que se ha aplicado a cada columna y lienzo

de los barnices, que corresponden a moléculas de gran tamaño, en general no se produce una mezcla homogénea.

“Los solventes no son muy específicos en su acción, pudiendo tener mayor o menor efecto sobre todos los materiales orgánicos con los cuales entran en contacto” en (Phenix, 1998: 387). En la práctica, es fácil constatar que no cualquier solvente tiene la capacidad para disolver determinado sólido. Lo que esencialmente deben tener en común un barniz y el solvente que busca disolverlo, en orden a lograr el grado de dispersión necesaria, son los tipos de fuerzas que mantienen sus moléculas respectivamente unidas.

Otros factores que inciden en esta posibilidad están relacionados con conceptos de termodinámica, además de la capacidad de los solventes para penetrar (difundirse) en los estratos pictóricos y del tiempo que éstos pueden permanecer ahí (retención), hasta evaporarse completamente<sup>6</sup>.

La clasificación de solventes “suaves” o “fuertes” para referirse a su poder disolvente sólo tiene sentido en función del material que se desea remover o disolver. Cuando el objetivo es aplicar un barniz final después de una limpieza o una restauración realizada, es

necesario determinar el o los solventes adecuados para este fin. Ya que tenemos que considerar que este barniz se va a aplicar sobre una capa pictórica y, por lo tanto, ésta estará expuesta a la acción de los solventes utilizados en la confección del barniz final, recordemos que los solventes siempre alteran los estratos pictóricos y lo hacen cada vez que entran en contacto con estos.

Stolow (1972: 153) estableció que cuando un solvente entra en contacto con una película de aceite de linaza seca, éste se difunde causando un aumento del volumen del estrato, dilatándolo y ablandando la película a la vez que produciendo, casi en forma inmediata, la pérdida irreversible de ciertos componentes a través de un proceso llamado de lixiviación. Los componentes lixiviados son los productos de la descomposición del material, descritos anteriormente como los que daban origen a un plastificante, presente en intersticios de la capa pictórica (ácido dicarboxílico, cetonas, aldehídos, alcoholes y agua, entre otros). Al final de este proceso, cuando ya se ha evaporado el solvente, se puede constatar que la película se ha tornado opaca, más quebradiza y reducido su volumen y peso, además de experimentar un aumento en su densidad.

En cuanto al uso de los disolventes para la confección y realización de barnices, a lo largo de la historia del arte, ha sido muy heterogéneo. A partir del s. XVII se extiende el uso de los barnices resinosos preparados con hidrocarburos de origen vegetal como la esencia de trementina. Las resinas más utilizadas parecen haber sido la almáciga, sandárica y colofonia. La resina damar no aparece en el mercado europeo hasta 1827. A partir de 1828-1829 su uso comienza a extenderse por Alemania, donde es considerada como una resina mucho más estable que la almáciga. A partir de 1949 se emplea esta resina en la National Gallery de Londres para la preparación de barnices para las pinturas restauradas. Durante el s. XX se introducen los barnices preparados con resinas sintéticas, el primero será el barniz de acetato de polivinilo. En la actualidad se emplean las resinas acrílicas y las cetónicas. Ciertamente, que para la confección de barnices en el mundo de la conservación y restauración de obras de arte ha quedado envuelto por un secretismo o falta de concreción, dado por la poca importancia que este proceso tenía dentro del mundo de la conservación y restauración. En la mayoría de las fichas técnicas de los procesos o informes de restauración, encontramos un escueto texto en el que se refleja que se realizó el barnizado final de la obra, sin mencionar el tipo de disolvente, la resina empleada y menos aún el tipo o sistema de aplicación. Será a partir de la década de los 70, y en ámbito anglosajón, cuando el mundo de la conservación y restauración de obras de arte, empiece a tomar conciencia de la importancia del proceso de barnizado.

La trementina, es posiblemente el disolvente más utilizado en restauración, poco utilizado en la práctica para remover estratos, por lo contrario, ha sido muy utilizada para cumplir una función "neutralizadora" después de aplicar un disolvente en una acción de limpieza o remoción de un barniz. En sentido general, se entiende por "neutralizar" como una acción tendiente a contrarrestar el efecto de algo. El sentido neutralizador de la trementina, tendría entonces como función el contrarrestar la acción de los solventes aplicados (cualesquiera sean éstos). Esta práctica sistemática podría tener su origen en el hecho de que los estratos pictóricos, después de la acción de los solventes, tienden a quedar opacados y blanquecinos. Apariencia que hoy en día se relaciona al fenómeno descrito de pérdida de compuestos del aglutinante por la dilatación y lixiviación de los estratos pictóricos, y que buscaría ser contrarrestada (neutralizada) con la aplicación de la trementina, que es el solvente que ofrece visualmente la posibilidad de saturación de la materia pictórica. Sobre este particular, es importante establecer que en la práctica la trementina no cumple con esta función. Es más, este solvente, también forma parte de los decapantes, que son los que penetran más profundamente en los estratos pictóricos y son retenidos (después de 24 hrs., permanece aún más del 10 % de la cantidad aplicada) en ellos largo tiempo "varios meses" reblandeciéndolos y ocasionando daños irreversibles (Masschelein-Kleiner 2004: 64). Este fenómeno se hace más agudo y peligroso si los estratos pictóricos son sellados con el nuevo barniz, dificultando la extremadamente lenta evaporación de la trementina.

La esencia de trementina, como hemos comentado posee una cantidad importante de aceites esenciales y algunos ácidos que tienden a oxidarse y a padecer un proceso de polimerización similar al de los aceites, hasta formar unos compuestos de peso molecular más elevado. Este fenómeno modifica de forma progresiva las propiedades originarias de la resina y se debe principalmente a la presencia de numerosos enlaces dobles en las moléculas de los distintos componentes.

Actualmente, para la realización de barnices, se recomienda el uso de hidrocarburos tales como la ligroína. La ligroína (mezcla de isopentanos y pentanos), también conocido comercialmente como Éter de petróleo ó Bencina de Petróleo. Es un disolvente utilizado en diversas industrias así como tintorerías; disolviendo en particular aceites y grasas, tanto comestibles como lubricantes y caucho. Puede sustituir como disolvente al Tolueno. Para tal estudio, hemos utilizado la menos toxica Ligroína 100-140°C.

### Hipótesis de envejecimiento de las diferentes probetas a través del cálculo con DIALUX

Para el cálculo de las equivalencias del envejecimiento a partir de iluminación con rayos UV se ha considerado que las condiciones de exposición en un espacio comercial interior equivalen a 450 lux por 12 horas al día de iluminación fluorescente, según la norma ANSI/NAPM IT, 1996 (Regidor. José Luis, 2003). También se ha empleado un software libre de cálculo conocido como DIALUX<sup>7</sup>. Este programa permite calcular la iluminancia de interiores y exteriores utilizado para cálculos de iluminación arquitectónica. En este caso se ha empleado para realizar cálculos de la iluminancia y consecuentemente del envejecimiento de las probetas.

Para el cálculo del envejecimiento de las muestras se han tomado las siguientes hipótesis:

- En un museo un lienzo recibe 450 lux
- Las horas de luz en el museo se estiman de 12 al día.

En el caso de este estudio se han empleado 1 cámara, de 5 tubos de luz ultravioleta de 18W. La cámara ha estado encendida 24 horas al día y la iluminancia media (lux) que ha resultado en el plano de trabajo, según los resultados del programa de cálculo DIALUX, es de 32681 lux. El estudio efectuado muestra que por cada día pasado las muestras en la cámara con 5 tubos equivaldrían a 145, 25 días en museo.

Las muestras nombradas como:

Lienzos 1, 2, 3, 4 y 5, más horas, han pasado en la cámara de radiación ultravioleta 60,69 días reales. Por lo tanto por día pasado en la cámara con 5 tubos equivaldrían a 145, 25 días en museo, esto equivaldría a 24,15 años de envejecimiento.

A si mismo los lienzos que menos tiempo han pasado en la cámara han estado, 44,69 días reales, esto equivaldría a 17,79 años.

Se ha realizado la equivalencia siguiente:

450 lux 12 horas/día equivalente a 1 día de exposición.	X lux 24 horas día equivalente a N días exposición.
--	--

Se aplica la siguiente expresión:

$$N \text{ días exposición} = \frac{X \text{ lux} \times 24 \text{ horas}}{450 \text{ lux} \times 12 \text{ horas}}$$

### Descripción, funcionamiento y obtención de datos con el espectrofotómetro

Los espectrofotómetros 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 espectrofotómetro 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.

Así, aunque los factores de reflectancia se midan usando una fuente de luz concreta, es perfectamente correcto calcular los valores colorimétricos para cualquier iluminante conocido.

La toma de datos en cada probeta, se realizó utilizando una platilla (Figura 6), fabricada con un acetato transparente, en el cual se efectuó un incisión con forma de lenteja, para facilitar la lectura efectuada con el espectrofotómetro. De esta manera, se consigue realizar la reproducción de datos con una mayor fiabilidad, ya que a la hora de su repetición siempre se realizará en el mismo lugar.

En las siguientes tablas apreciamos el resultado numérico de las probetas que estuvieron más horas en la cámara, con una descripción detallada del tipo de barniz utilizado (resina natural y sintética), así como el método de aplicación utilizado en cada una de las probetas (brocha y pulverizado). También se pueden observar los datos espectrométricos (Lab L), (Lab a), (Lab b), **iniciales**, antes de ser introducidos en la cámara de radiación ultravioleta y  **finales**, después de haber estado en la cámara. Aparecen los incrementos de los datos espectrométricos, representados en color rojo (Lab L), (Lab a), (Lab b), obtenidos de la resta entre el valor inicial y el final.

Como ejemplo del trabajo realizado adjuntamos cinco tablas, correspondientes a los lienzos que estuvieron más tiempo en la cámara de radiación ultravioleta en concreto 1456,56 horas. En ellas se ha sombreado en azul, la muestra que menor incremento de color ha experimentado. En cambio las que se encuentran sombreadas de color naranja, son aquellas que mayor incremento han sufrido.

### Interpretación de datos y resultados obtenidos

Se ha procedido a realizar una tabla resumen (Figura 7) de los resultados de incremento de color, sufridos por las diferentes probetas realizadas. En ella se recogen todos los lienzos (probetas) realizados, desde los lienzos expuestos con más horas, hasta aquellos expuestos con menos horas, así como todas las características de confección matérica de las diferentes probetas.

A pesar de lo indicado, después de analizar organolépticamente las probetas realizadas con el pigmento, Terra di Siena Naturale Chiara (ocre), se ha detectado un efecto más acentuado en la saturación de color, (ha sufrido un gran cambio, comparando con las probetas 0, que no han sido barnizadas<sup>8</sup>). Este efecto, está relacionado con su naturaleza terrosa y su granulometría que genera una película con

más aire entre las partículas y con una superficie más irregular. Al barnizar, ese aire se completa con resina a la vez que se nivela la superficie acentuando la vivacidad del tono. Con el pigmento Terra di Cassel, este efecto también se puede apreciar organolépticamente pero en menor medida.

Con respecto al empleo de las diferentes recetas de resinas sintéticas, los resultados alumbran datos de gran relevancia. Entre ellos cabe destacar que la influencia de resina sintética es dominante sobre la natural, ya que la base para la confección de las probetas ha sido siempre la misma, y por lo tanto el efecto prevaeciente radica en torno a la resina sintética empleada. Dependiendo del tipo de resina sintética que se utilice se obtienen unos resultados muy diferenciados, como ocurre con la receta de resina sintética Laropal 1 y 2.

La receta Laropal 1, muestra unos resultados muy constantes y con gran incremento de color en todas las probetas, independientemente del barniz de resina natural aplicada y del pigmento utilizado en la realización del temple proteico de las muestras. Los resultados son elevados, rondando las 70 unidades, el resultado mínimo es de **67,21** y máximo de **79,42**. Este tipo de receta de resina sintética ha obtenido la variación más elevada de todos los resultados espectrofotométricos. De todas las recetas de barniz sintético empleadas en esta investigación, la de Laropal 1 es la que peores resultados se obtienen.

La receta de resina sintética Laropal 2, presenta unos resultados de variaciones muy inferiores al resto de resinas sintéticas. El rango de datos varía desde el mínimo que es **0,23** al máximo que resulta **33,81**, esto demostraría que las probetas realizadas con la receta de barniz Laropal 2 es la más eficiente de las utilizadas en este estudio.

En cuanto a las recetas de resina sintéticas nombradas como Regalrez 1 y Regalrez 2, siendo comparadas entre ellas se puede observar que los resultados espectrofotométricos finales DE\* de la receta de resina sintética Regalrez 1, presenta mejores resultados que la receta Regalrez 2. En la Regalrez 1 los resultados oscilan desde **0,50** el mínimo a **67,93** el máximo, y en la Regalrez 2 el valor mínimo es de **15,68** y el máximo **78,31**. De este modo se observa que la receta Regalrez 1, ha sufrido incrementos menores siendo más eficaz que la receta Regalrez 2.

No se ha podido establecer un único sistema de barnizado que haya producido resultado óptimos. Ya que los resultados han sido en ocasiones contradictorios (entre los dos métodos de aplicación del barniz, tanto brocha como pulverizado).

Las recetas de resina sintética llamadas, Laropal 1 y 2, se han comportado de modo muy diferente. La Receta Laropal 1, ha

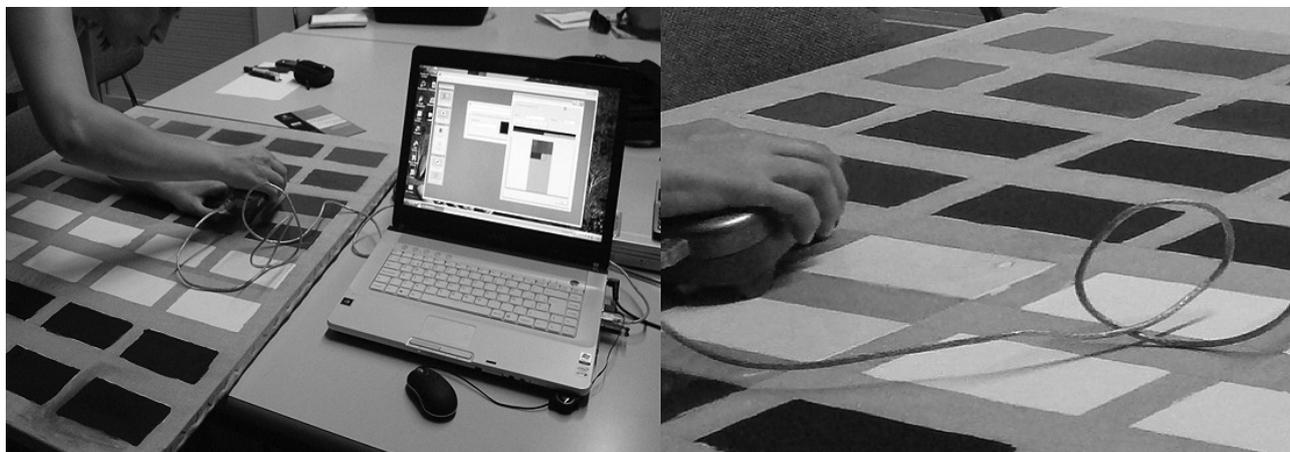


Figura 6. Toma de datos en cada probeta realizada con el espectrofotómetro de reflectancia

Lienzos			1 + Horas	2 + Horas	3 + Horas	4 + Horas	1 - Horas	2 - Horas	3 - Horas	4 - Horas
<b>Barniz de resina natural</b>			Mastic 1/4	Dammar 1/3	Dammar 1/4	Mastic 1/3	Mastic 1/4	Dammar 1/3	Dammar 1/4	Mastic 1/3
<b>Barniz de resina sintética</b>			<b>Laropal 1</b>							
Columna	Color	Aplicación	DE*	DE*	DE*	DE*	DE*	DE*	DE*	DE*
A7	Ocre	Pulverizado	72,58	68,79	68,62	69,71	72,19	70,47	68,48	72,03
B7	Almagra	Pulverizado	70,97	69,00	71,71	69,85	69,62	69,67	69,01	70,48
C7	Blanco	Pulverizado	69,14	69,63	70,61	68,30	70,83	69,42	70,55	70,25
D7	Siena	Pulverizado	68,65	67,21	68,57	69,33	69,45	67,66	70,60	67,26
<b>Promedio</b>			<b>70,33</b>	<b>68,66</b>	<b>69,88</b>	<b>69,30</b>	<b>70,52</b>	<b>69,31</b>	<b>69,66</b>	<b>70,00</b>
A3	Ocre	Brocha	78,71	77,39	69,45	76,66	78,58	76,95	77,96	73,59
B3	Almagra	Brocha	79,42	77,16	71,35	77,31	78,74	76,19	78,08	77,02
C3	Blanco	Brocha	73,95	76,68	73,19	75,00	76,04	77,16	68,79	73,04
D3	Siena	Brocha	74,77	76,33	73,82	74,45	73,44	75,36	74,40	74,14
<b>Promedio</b>			<b>76,71</b>	<b>76,89</b>	<b>71,95</b>	<b>75,86</b>	<b>76,70</b>	<b>76,41</b>	<b>74,81</b>	<b>74,45</b>
<b>Barniz de resina sintética</b>			<b>Laropal 2</b>							
A8	Ocre	Pulverizado	0,85	0,74	0,70	0,23	0,65	0,38	0,69	1,09
B8	Almagra	Pulverizado	2,43	3,27	0,71	6,22	0,54	0,72	0,39	1,29
C8	Blanco	Pulverizado	2,89	0,51	1,74	3,20	1,52	0,55	2,11	0,39
D8	Siena	Pulverizado	0,98	1,40	5,57	3,24	1,83	1,51	1,65	1,23
<b>Promedio</b>			<b>1,79</b>	<b>1,48</b>	<b>2,18</b>	<b>3,22</b>	<b>1,13</b>	<b>0,79</b>	<b>1,21</b>	<b>1,00</b>
A4	Ocre	Brocha	26,68	32,24	29,24	29,60	33,06	35,44	25,95	32,02
B4	Almagra	Brocha	33,19	33,04	32,49	32,32	34,04	32,16	33,07	32,53
C4	Blanco	Brocha	33,47	32,50	33,18	31,28	33,71	33,08	32,34	32,76
D4	Siena	Brocha	31,11	30,18	33,81	31,45	29,34	31,69	30,43	32,09
<b>Promedio</b>			<b>31,11</b>	<b>31,99</b>	<b>32,18</b>	<b>31,16</b>	<b>32,54</b>	<b>33,09</b>	<b>30,45</b>	<b>32,35</b>
<b>Barniz de resina sintética</b>			<b>Regalrez 1</b>							
A5	Ocre	Pulverizado	61,49	59,35	60,91	57,09	59,93	58,92	62,34	62,10
B5	Almagra	Pulverizado	67,93	60,61	59,75	61,29	61,69	60,07	60,88	59,28
C5	Blanco	Pulverizado	59,75	62,33	67,12	61,01	60,47	60,32	68,66	61,07
D5	Siena	Pulverizado	56,76	63,96	56,78	56,04	55,09	56,19	56,57	57,73
<b>Promedio</b>			<b>61,48</b>	<b>61,56</b>	<b>61,14</b>	<b>58,86</b>	<b>59,29</b>	<b>58,88</b>	<b>62,11</b>	<b>60,05</b>
A1	Ocre	Brocha	4,05	3,50	4,27	1,02	5,15	0,99	1,93	1,54
B1	Almagra	Brocha	4,40	2,89	1,09	4,88	2,50	1,79	4,00	1,61
C1	Blanco	Brocha	1,08	1,13	1,25	0,50	1,19	0,75	1,79	4,62
D1	Siena	Brocha	1,32	1,93	1,78	10,89	0,81	2,08	2,40	2,56
<b>Promedio</b>			<b>2,71</b>	<b>2,37</b>	<b>2,10</b>	<b>4,32</b>	<b>2,41</b>	<b>1,41</b>	<b>2,53</b>	<b>2,58</b>
<b>Barniz de resina sintética</b>			<b>Regalrez 2</b>							
A6	Ocre	Pulverizado	71,53	77,81	78,31	77,97	73,10	78,00	69,89	80,26
B6	Almagra	Pulverizado	76,02	77,03	73,40	77,27	74,35	74,79	73,83	79,82
C6	Blanco	Pulverizado	77,37	77,60	77,54	75,90	76,69	69,66	77,94	71,03
D6	Siena	Pulverizado	73,74	73,39	69,71	73,16	70,09	65,98	72,77	74,43
<b>Promedio</b>			<b>74,67</b>	<b>76,46</b>	<b>74,74</b>	<b>76,07</b>	<b>73,56</b>	<b>72,11</b>	<b>73,61</b>	<b>76,38</b>
A2	Ocre	Brocha	22,16	23,48	16,74	23,26	20,69	21,91	17,17	24,32
B2	Almagra	Brocha	19,01	20,02	21,85	20,90	18,18	19,08	23,41	20,84
C2	Blanco	Brocha	18,42	19,66	17,27	20,86	18,07	16,35	16,74	20,91
D2	Siena	Brocha	19,52	17,92	15,68	19,99	21,66	16,96	19,98	19,27
<b>Promedio</b>			<b>19,78</b>	<b>20,27</b>	<b>17,88</b>	<b>21,25</b>	<b>19,65</b>	<b>18,58</b>	<b>19,32</b>	<b>21,33</b>

Figura 7. Tabla resumen de los resultados de incremento de color, sufridos en las diferentes probetas realizadas. En ella se recogen todos los lienzos (probetas) realizados, desde los lienzos expuestos con más horas, hasta aquellos expuestos con menos horas, así como todas las características de confección matérica de las diferentes probetas

obtenido unos incrementos muy altos, tanto en la aplicación con brocha como por pulverizado, en cambio con la receta de Laropal 2, se puede observar claramente que ha funcionado mejor siendo pulverizada que aplicada a brocha, aunque con la aplicación a brocha también muestra resultados mas bajos que el resto de recetas. Estos resultados pueden deberse a la composición de la receta, puesto que la Laropal 2, a diferencia de la Laropal 1, contenía 4 gramos, del polímero Kraton G1650®. La receta que contiene este polímero, que cumple la función de espesante en la receta de barniz, ha sufrido menos cambios en las muestras en las que el barniz ha sido pulverizado y no aplicado a brocha. La pulverización es el método recomendado para la aplicación de la película de barniz final, puesto que suele dejar una película más fina y uniforme en la superficie, pudiéndose interpretar que con la aplicación a brocha se ha obtenido una película de barnizado final muy gruesa. Que puede haber influenciado en estos resultados finales.

En cuanto a las recetas denominadas Regalrez 1 y 2, ha sucedido justo lo contrario que con la receta Laropal 2. De estas dos recetas la que menor incremento ha obtenido en los resultados ha sido la receta llamada Regalrez 1, que es la que en su composición no contiene el polímero Kraton G1650®, a diferencia que la Laropal 2, resultando mejor la aplicación mediante bocha.

La receta Regalrez 2, que es la que contiene el polímero Kraton®, también ha experimentado menos incremento de color, siendo aplicada mediante brocha.

Por lo tanto exponemos que la recetas formuladas con la resina sintética Laropal acompañada del Kraton®, siendo aplicada mediante pistola de aspersión ha sufrido menores incrementos de color.

Mientras que las recetas formuladas con la resina sintética Regalrez, sin la adición del Kraton® y aplicada mediante brocha, sufrido menores incrementos de color.

Esto, nos hace pensar que la combinación de espesante y modo de barnizado, es una metodología importante para la conservación del barniz, ya que la combinación del espesante dependiendo de la resina y el empleo a brocha ha cambiado totalmente los resultados de la resina Regalrez.

El Tinuvin 292®, al ser incorporado en igual proporción a las recetas de resinas sintéticas, no podemos corroborar si se han experimentado cambios como con el Kraton®, que si que fue introducido en algunas recetas y en otras no. Probablemente, y en una línea de investigación futura, este sea un factor a tener en cuenta; la utilización de mas de un 5% del producto podría generar incrementos en los resultados.

### Conclusiones finales

El barniz, no puede estar exento de respeto por sí solo, sino que es un estrato y un elemento propio de la obra, el cual, confiere el acabado final a la pintura, podríamos afirmar que el barniz ideal todavía no existe, puesto que también hay que tener en cuenta, siendo muy importante, la naturaleza de la obra.

En una misma obra nos encontramos con diferentes técnicas, como serían el tratamiento de las carnaciones, que suele estar trabajado a base de varias veladuras, dando lugar a zonas con mayor empaste, a diferencia del tratamiento del fondo de la misma obra. De este modo nos encontramos con colores diferentes en una misma obra, a la hora de la aplicación la capa de barniz no tendrá el mismo comportamiento, puesto que en algunas zonas penetra más y en otras se queda más en la superficie. Sería recomendable aplicar a cada zona, la película de barniz que mejor se adaptará a la naturaleza de la obra, así como el modo de aplicación de la misma.

Como conclusión final, se podría establecer un patrón o un orden de mejor a peor funcionamiento de cada una de las recetas de resina sintéticas utilizadas, se podría concluir según los resultados finales obtenidos que la que mejor ha funcionado es la receta Laropal 2, siendo aplicada mediante pulverización, seguida de las recetas Regalrez 1 y Regalrez 2, aplicadas mediante brocha.

La receta de Laropal 1 ha sido la que peor ha funcionado, según el valor DE\* final obtenido. No se han podido comprobar cambios significativos en función de la aplicación a brocha o pulverización.

### NOTAS

1. Ha sido jefe del Departamento de Investigación de la National Gallery of Art, ha trabajado en el Metropolitan de Nueva York y en la Universidad de Amsterdam. Desde 1994 es editor de la revista *Studies in Conservation*.
2. Es una amina "bloqueante" estabilizadora de luz que se utiliza en fórmulas para elaborar barnices de resina de bajo peso molecular.
3. Se recomienda ser utilizados a un porcentaje entre un 0,5-3 %.
4. La técnica al óleo, ha sido la técnica utilizada para el estudio de barnices multicapa, debido a la afinidad (óptica) de esta técnica con las resinas Mastic y Dammar.
5. Terra di Cassel. Pigmento puro 490 MAIMERI®. Rosso di Marte. Pigmento puro 248 (óxido de hierro sintético) MAIMERI®. Terra di Siena naturale chiara. Pigmento puro 162 MAIMERI®. Blanco de titanio. Pigmento puro MAIMERI®.
6. La capacidad de penetrar así como la retención de los solventes están determinadas por dos y tres características físicas, respectivamente: la viscosidad y la tensión superficial, definen la penetración mientras la temperatura de ebullición, la presión de vapor de saturación y el calor latente de evaporación, la retención. Según estas, Masschelein-Kleiner clasifica los solventes en decapantes, medios, móviles y volátiles.
7. El software libre DIALUX se utiliza para la planificación de iluminación. Se puede obtener de la siguiente dirección: <http://www.dial.de/CMS/Spanish/Articles/DIALux/Features/Features.html>
8. Las probetas llamadas 0, no se les aplicó ningún tipo de barniz, natural o sintético (observar imagen 4).

### BIBLIOGRAFÍA

- Doerner, M. (2002): *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*, 6ª ed. Barcelona, editorial Reverté, 425.
- Feller, R. L. (1954): "Damar and Mastic infrared analysis". EE.UU: *Science. ICCROM* (120).
- Feller, R. L. (1957): "Factors affecting the appearance of picture varnish". EE.UU: *Science. ICCROM* (125).
- Feller, R. L y Kunz, N. (1981): "The effect on pigment volume concentration on the lightness or darkness of porous paint", EEUU, *American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works* (annual meeting).
- Feller, R. L. (1958): "Special report on picture varnish", *Pittburgh, Carnegei-Mellon University*.
- Mayer, R. (1993): *Materiales y técnicas del arte*, 2ª ed, Madrid, Hermann Blume.
- Muñoz Viñas, S. (1995): "¿Por qué (y como) modifican los barnices el aspecto de una pintura? Elementos para la elaboración de un modelo teórico". En: *Pátina*. Madrid: (7), Junio.
- Pacheco, F. (1990): *El arte de la pintura*, 2ªed, Madrid, editorial Cátedra, 784.
- René de la Rie. E. (1987): "The influence of varnishes on the appearance of paintings", *Studies in Conservation*, 32 (1).
- René de la Rie. E. (1987): "The effect oh a hindered amine light stabilizer on the aging of Damar and mastic varnish in an environment free of ultraviolet light", En: *Studies in Conservation*, 32 (1).

René de la Rie, E. (1987): "Polymer additives for synthetic low-molecular-weight varnishes", En: *Studies in Conservation*, 32 (1).

San Andres, M., et al. (1995): "Medida del amarilleamiento de algunas resinas sintéticas utilizadas en procesos de conservación-restauración", Madrid, *Pátina*, (7), Junio.

San Andres, M., et al. (1995): "Barnices artísticos. Investigaciones relacionadas con su composición, propiedades y posibles aditivos inhibidores de sus reacciones de degradación", Madrid, *Pátina*, (7), Junio.

#### TESIS DOCTORALES NO PUBLICADAS

Motta Junior, E. (2004): La utilización del sistema colorimétrico Ciel\*a\*b en la evaluación de los barnices y sistemas de barnizado empleados en la restauración de pinturas: con referencia adicional al brillo, solubilidad y apariencia. Universidad Politécnica de Valencia.

Regidor Ros, J. L. (2003): Estabilidad, protección y aceptación de las impresiones INK JET en procesos de creación y conservación de obras de arte Universidad Politécnica de Valencia.

#### NOTAS BIBLIOGRAFICAS DE LOS AUTORES

**M<sup>a</sup> Antonia Zalbidea Muñoz**, Investigador del IRP. Profesora Titular de Universidad Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Universidad Politécnica de Valencia.

**Raquel Gómez Rubio**, Lic. en Bellas Artes, especialidad de Restauración de Bienes Culturales, Dpto. CRBC, UPV.