

# GELES RÍGIDOS DE NEVEK® PARA LA LIMPIEZA DE SUPERFÍCIES PICTÓRICAS MEDIANTE SOLUCIONES ACUOSAS Y DISOLVENTES ORGÁNICOS

Trabajo final de máster presentado por  
Miriam Gilabert Montava

Tutores: Dr. Vicente Guerola Blay  
Dr. Antoni Colomina Subiela

Universitat Politècnica de València  
Facultat de Belles Arts de Sant Carles  
Máster Universitario en Conservació i Restauració de Béns Culturals  
València, curso 2018/2019



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



## RESUMEN:

En el presente trabajo de fin de máster en conservación y restauración de bienes culturales, se expone la investigación y la experimentación de la limpieza sobre superficie pictórica oleosa, que se ha efectuado a partir de un producto novedoso que ha desarrollado la empresa de materiales de restauración CTS, llamado Nevek®, el cual se basa en las propiedades soportantes y de extracción que tiene el Agar-Agar de formar geles rígidos mediante un sistema acuoso, pero al cual además se le pueden aplicar soluciones de disolventes orgánicos. Este producto se ha desarrollado para ser utilizado en limpieza de superficies pictóricas, con el fin de realizarlas mediante sistemas gelificados, con las ventajas que estos métodos proporcionan. Por tanto, se ha planteado la gelificación directa de soluciones acuosas para la limpieza superficial, a la vez que se ha desarrollado un testado del uso de disolventes orgánicos en forma de gel para la remoción del estrato de barniz de obras con policromía oleosa.

Se ha efectuado además una descripción de la obra pictórica sobre la cual se va a desarrollar el trabajo, con tal de conocer más en detalle su tipología.

La información que se ha obtenido del testado, ha servido para destacar las ventajas y las deficiencias que se han observado al emplear este producto, y con esto se han definido conclusiones sobre la utilización de este material en limpiezas de películas pictóricas.

## PALABRAS CLAVE:

Nevek®, limpieza de superficies pictóricas, protocolos de limpieza, geles acuosos, disolventes orgánicos neutros, materiales de restauración CTS.

## RESUM:

En el present treball de fi de màster en conservació i restauració de béns culturals, s'exposa la investigació i l'experimentació de la neteja sobre superfície pictòrica oliosa, que s'ha efectuat a partir d'un producte nou que ha desenvolupat l'empresa de materials de restauració CTS, anomenat Nevek®, el qual es basa en les propietats suportants i d'extracció que té el Agar-Agar de formar gels rígids mitjançant un sistema aquós, però al qual a més se li poden aplicar solucions de disolvents orgànics. Aquest producte s'ha desenvolupat per ser utilitzat en neteja de superfícies pictòriques, per tal de realitzar-les mitjançant disolvents gelificats, amb els avantatges que aquests mètodes proporcionen. Per tant, s'ha plantejat la gelificació directa de solucions aquoses per a la neteja superficial, alhora que s'ha desenvolupat un testat l'ús de disolvents orgànics en forma de gel per a la remoció de l'estrat de vernís d'obres amb policromia oliosa.

S'ha efectuat a més una descripció de l'obra pictòrica sobre la qual es va a desenvolupar el treball, per tal de conèixer més en detall la seva tipologia.

La informació que s'ha obtingut del testat, ha servit per destacar els avantatges i les deficiències que s'han observat en emprar aquest producte, i amb això s'han definit conclusions sobre la utilització d'aquest material en neteges de pel·lícules pictòriques.

## PARAULES CLAU:

Nevek®, neteja de superfícies pictòriques, protocols de neteja, gels aquosos, disolvents orgànics neutres, materials de restauración de CTS.

## **ABSTRACT:**

In the present thesis of the Master's Degree in Conservation and Restoration of Cultural Property, research and experimentation of cleaning on oily pictorial surface is exposed, which has been conducted using a novel product developed by CTS, a company of restoration materials. The product is called Nevek®, and it is based on the supporting and extraction properties of the Agar-Agar to form rigid gels through an aqueous system, even though solvent solutions can also be applied to it. This product has been developed to be used in the cleaning of pictorial surfaces, in order to conduct them through gelled systems, with the advantages that these methods provide. Thus, the direct gelling of aqueous solutions for surface cleaning has been considered, as well as a test of the use of organic solvents has been developed, in the form of a gel, for the removal of the varnish layer of creations with oily polychromy.

In addition, a description of the pictorial work on which the procedure will be applied has been executed, in order to learn more about its typology.

The information obtained from the test has served to highlight the advantages and disadvantages that have been observed when using this product, and therewith, conclusions have been defined on the use of this material in cleaning of pictorial films.

## **KEYWORDS:**

Nevek®, cleaning of pictorial surfaces, cleaning protocols, aqueous gels, neutral organic solvents, CTS restoration materials.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. OBJETIVOS .....	6
3. METODOLOGÍA.....	7
4. LA LIMPIEZA EN LAS OBRAS ARTÍSTICAS.....	8
4.1. RESEÑA HISTÓRICA.....	9
4.2. MÉTODOS DE LIMPIEZA .....	10
4.2.1. SISTEMAS ACUOSOS .....	12
4.2.2. DISOLVENTES ORGÁNICOS.....	15
4.3. ESPESANTES .....	19
4.3.1. GELES VISCOSOS .....	20
4.3.1.1. SISTEMAS ACUOSOS GELIFICADOS .....	20
4.3.1.2. GELES DE DISOLVENTES.....	20
4.3.1.3. SOLVENT GELS DE WOLBERS .....	21
4.3.2. GELES RÍGIDOS. NEVEK® .....	22
4.3.2.1. GELES RÍGIDOS DE NEVEK® PARA SOLUCIONES ACUOSAS .....	25
4.3.2.2. GELES RÍGIDOS DE NEVEK® PARA DISOLVENTES ORGÁNICOS .....	25
5. ESTUDIO EXPERIMENTAL.....	27
5.1. OBRAS SOBRE LAS QUE SE TRABAJA.....	27
5.2. APLICACIÓN .....	36
5.2.1. TEST CON SISTEMAS ACUOSOS GELIFICADOS.....	36
5.2.2. TEST DE DISOLVENTES ORGÁNICOS NEUTROS (TEST DE CREMONESI).....	37
5.3. RESULTADOS .....	41
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	49
7. BIBLIOGRAFÍA .....	50
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	54
ÍNDICE DE TABLAS .....	55
AGRADECIMIENTOS.....	56

## 1. INTRODUCCIÓN

En el trabajo que se expone a continuación, se ha estudiado el proceso de limpieza a partir de la gelificación del sistema sobre películas pictóricas oleosas. Por tanto, en primer lugar, se expone el análisis que se ha llevado a cabo atendiendo a las posibilidades de remoción que esta técnica pictórica permite, y seguidamente se describe el proceso de testado que se ha efectuado mediante un nuevo producto soportante de disolventes.

A la hora de abordar los tratamientos de limpieza en una película pictórica, tanto la remoción de suciedad superficial como la eliminación de capas que han formado parte del conjunto de la obra, como es el barniz, se ha de atender a su estado de conservación, así como a su composición, ya que dependiendo de dichos factores se seleccionarán las intervenciones idóneas en cada caso. Por tanto, en el presente trabajo se describen de manera puntual ciertas formas de limpieza que se usan en restauración de policromía oleosa, con la finalidad de poner en contexto este tratamiento, pero se profundiza más en la limpieza superficial y la eliminación de estratos de barniz, por lo que los tratamientos se efectúan mediante sistemas acuosos y disolventes orgánicos neutros. Estas soluciones se pueden aplicar sobre la obra directamente en forma líquida, pero a raíz de la aparición de productos que permiten la gelificación de los materiales acuosos, se plantea la posibilidad del uso de este mismo método también con los disolventes orgánicos. Hasta hace no mucho, esto era impensable, pero gracias a las investigaciones de casas de productos de restauración como es CTS, esta propuesta ya es una realidad, y en el trabajo que se expone, se ha realizado el testado de dicho producto con el fin de llegar a conocer cómo se utiliza, su preparación, aplicación, así como los resultados que se han obtenido en la experimentación.

Todo esto, junto con la información que se ha recabado, ha servido para plasmar las deducciones y conclusiones finales del uso de este material en los testados de limpieza sobre policromía oleosa.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo general que se persigue a la hora de realizar el presente trabajo es:

- Identificar el material que se estudia, con tal de conocer en profundidad la forma en que funciona, desde su preparación hasta los resultados que se obtienen de su aplicación sobre obra artística.

Los objetivos específicos que se plantean a la hora de llevar a cabo esta investigación son los siguientes:

- Contextualizar la intervención de limpieza sobre las obras polícromas al óleo.
- Efectuar una comparación y análisis de los distintos métodos de limpieza que encontramos respecto a la eliminación de suciedad superficial y de barnices en pintura oleosa.
- Contrastar los distintos parámetros en los que es posible realizar el tratamiento de limpieza por medio de este producto.
- Determinar unas pautas de utilización y aplicación del producto que sirvan para llevar a cabo una limpieza con resultados satisfactorios.
- Enunciar unas conclusiones acerca de los resultados que se han obtenido mediante el desarrollo de la experimentación.

### 3. METODOLOGÍA

La metodología que se ha seguido a fin de cumplir los objetivos planteados en este trabajo es de carácter práctico y experimental.

En primer lugar, se efectuó una búsqueda en las distintas fuentes bibliográficas y de información con el objetivo de establecer unas pautas que guíen el contenido de la experimentación. Con esto, se ha intentado recabar la máxima información posible a fin de poder recopilar y documentar de manera teórica los distintos sistemas que se utilizan en las intervenciones de limpieza sobre lienzo. Seguidamente se han estudiado los modos de limpieza sobre superficies pictóricas que se han ido desarrollando en el ámbito de la conservación-restauración, para de establecer una comparación entre ventajas e inconvenientes que aportaba cada uno, a fin de establecer unas pautas sobre las que operar en la posterior experimentación. No obstante, se ha orientado mayormente a las limpiezas mediante sistemas gelificados, ya que el producto con el que se ha experimentado tiene la capacidad de actuar de soportante de disolventes, con lo que permite aplicarlos a modo de gel. En este punto, fue crucial la aportación de diversos expertos en la materia, los cuales contribuyeron gran parte en de la dirección en la que se encaminó el trabajo.

Con el objetivo de realizar los ensayos y efectuar la experimentación, se ha establecido una metodología de trabajo, la cual se ha desarrollado sobre obras de pintura al óleo sobre lienzo con distintas características. Los criterios a seguir han sido los que se llevaron a cabo en informes de intervenciones consultados, por lo tanto, se parte de la realización del estudio previo de las características de las obras sobre las cuales se va a trabajar, seguidamente se han efectuado pruebas de limpieza mediante el producto con el cual se ha experimentado, en primer lugar mezclando y probando la aplicación y el resultado de sistemas acuosos, y seguidamente testándolo con disolventes orgánicos neutros, como son los establecidos en el test de solubilidad de Cremonesi, es decir, una serie de mezclas de acetona, ligroína y etanol. Estas catas se han llevado a cabo atendiendo a los resultados que se iban obteniendo en su aplicación sobre las diferentes superficies y con los distintos solventes, es decir, probando el mismo producto en distintos parámetros a fin de constatar en que rango su actuación era la más idónea, según los criterios de intervención más neutros y menos perjudiciales para la estabilidad de la obra. Tras la experimentación con el Nevek, se han valorado y extraído unas conclusiones sobre el uso, la realización de la mezcla del producto con los solventes, la aplicación y los resultados que se han obtenido.



## 4. LA LIMPIEZA EN LAS OBRAS ARTÍSTICAS

A la hora de hablar de limpieza de una obra artística, esta se entiende como la operación de eliminar de forma selectiva la materia que se encuentra sobre su superficie y altera la visión original, o que no cumple su función protectora y estética para la cual fue colocada. Este tratamiento, ha traído mucha controversia desde siempre en el campo de la restauración, ya que se trata de una operación irreversible, la cual también puede dañar el aspecto original de la obra. Es por esta razón que ha habido distintas opiniones al respecto de su ejecución<sup>1</sup>.

A partir del s. XVI empiezan a aparecer críticas hacia intervenciones de limpieza sobre obras pictóricas, y durante los siglos siguientes estas críticas son más frecuentes. Una de las más severas fue la redactada en el Vocabulario de Baldinucci. También son muy estrictos con las intervenciones de restauración Luigi Crespì y Raimondi Ghelli. En el siglo XIX Goya hace una crítica a las intervenciones en serie realizadas a las obras del Palacio del Buen Retiro. Y ya en el siglo XX los distintos juicios a las actuaciones de los restauradores se refieren incluso a ellos mismos o a compañeros del pasado, como por ejemplo los textos redactados por Vicente Poleró. Todo esto va encaminado a la búsqueda de una correcta y rigurosa metodología de intervención<sup>2</sup>.



*Fig. 1 Ejemplo de un fragmento de limpieza superficial de una obra pictórica.*

<sup>1</sup> BARROS, J. M. *Imágenes y sedimentos: la limpieza en la conservación del patrimonio pictórico*, p. 9.

<sup>2</sup> BARROS, J. M. *Objetivos y límites en la limpieza de estructuras pictóricas*, pp. 47-51.

Actualmente ha evolucionado el término, y concebimos la operación de limpieza como la de suprimir la suciedad o los recubrimientos que desvirtúan el aspecto original de la obra, aunque se respeta la pátina o huella que ha dejado el tiempo sobre ella, ya que se considera parte de la historia de la pintura. El término pátina, se podría describir actualmente, y tras haber pasado por distintas consideraciones e interpretaciones, como las características que toman los materiales constitutivos de las obras con el paso del tiempo, por el propio envejecimiento natural de los componentes, como puede ser el viraje de tono de los pigmentos o el amarillamiento de los barnices. No se considera como tal la suciedad depositada sobre la superficie. Con todo esto, es difícil establecer el límite de la limpieza entre la inclinación estética e histórica a la cual se ha de amoldar<sup>3</sup>.

La limpieza de una obra de arte no debe parecerse un acto de transformación o alteración de la obra, sino que debemos apreciarla como algo beneficioso para esta, siempre que se respete la integridad y el original. Aunque siempre se ha de realizar con cuidado y con la mínima intromisión posible, ya que cualquier cosa que se cambie ya no se podrá volver a recuperar<sup>4</sup>.

En la limpieza de una superficie pictórica, se han de tener en cuenta tres puntos muy importantes, en primer término, determinar los materiales que se van a eliminar, es decir, su naturaleza y origen, en segundo lugar, identificar la materia de composición de la pintura, con tal de elegir correctamente los productos de limpieza que se vayan a utilizar, y finalmente conocer los productos y metodología que se va a llevar a cabo a la hora de realizar la intervención<sup>5</sup>.

#### 4.1. RESEÑA HISTÓRICA

Hasta no hace muchos años la creencia general era que las obras que llegaban a las manos de un restaurador no habían sido intervenidas anteriormente, aunque es indudable que no es cierto, ya que con los años todas las obras necesitan que se les realicen operaciones de mejora, como por ejemplo limpiezas. En muchos tratados de pintura se describen las recetas y fórmulas que se empleaban para llevar a cabo estas prácticas. Uno de los primeros fue el llamado método Pettenkofer, en el que se marcó el punto de contacto entre la ciencia y la restauración, el cual empieza porque el rey de Baviera pide explicaciones sobre la presencia de superficies blanquecinas sobre unos cuadros del patrimonio cultural de su estado. Este deterioro se ocasionaba ya que durante las primaveras las obras sufrían una gran condensación de humedad, por lo que aparecía una capa blanca, además de moho. Se observó mediante una lupa de aumento, y entonces desarrollaron el tratamiento llamado igual que su impulsor, que consistía en poner los cuadros boca abajo y exponerlos a los vapores que emanaban de unas cajas que contenían alcohol, en

---

<sup>3</sup> ZALBIDEA, M. A. *La limpieza en obras de arte. Conceptos básicos*, p. 3.

<sup>4</sup> BALDINI, U. *Teoría de la restauración y unidad de metodología* Vol. 2, p. 14

<sup>5</sup> VILLARQUIDE, A. *La pintura sobre tela II: alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*, p. 387.

una habitación a temperatura ambiente. Aunque esta intervención tuvo consecuencias no deseadas, y se tuvo que cesar su uso, fue la primera toma de contacto entre el análisis y la ciencia con el arte<sup>6</sup>.

En la limpieza, un restaurador debe tener en cuenta la lectura del contexto general de la obra, es decir, prestar atención a los valores formales en los cuales está configurada. Una obra la cual ha sido sometida a una intervención de limpieza debe estar sujeta a la acción crítica de la restauración, no efectuándola como un acto de simple eliminación de impurezas e imperfecciones, sino a una labor científica<sup>7</sup>.

## 4.2. MÉTODOS DE LIMPIEZA

Hay distintos niveles de limpieza según el grado de actuación que se pretenda, por tanto, simplemente retirar la suciedad acumulada en la superficie pictórica es conocida como limpieza superficial. Seguidamente nos encontramos ante la limpieza o eliminación de la materia envejecida en la obra, la cual desvirtúa el aspecto de esta. Finalmente, la limpieza o supresión de intervenciones de anteriores restauraciones. Normalmente suelen realizarse limpiezas de la suciedad superficial de las obras pictóricas, y seguidamente se elimina o adelgaza el barniz degradado, el cual, está desfavoreciendo el valor estético y contribuyendo a degradar los materiales originales. Los materiales a eliminar se clasifican según su polaridad en hidrófilos si son afines al agua, por tanto, polares, y por el contrario en lipófilos o repelentes al agua y a su vez polares e hinchables en disolventes orgánicos. Aunque cabe destacar que cada material se encuentra a un nivel de polaridad, el cual va cambiando con el paso del tiempo<sup>8</sup>.

Las limpiezas a nivel físico sobre las obras se realizan normalmente para eliminar o adelgazar los estratos envejecidos o degradados de la capa protectora, es decir, barnices<sup>9</sup>, los cuales están constituidos en su gran mayoría por resinas naturales, que son materias apolares, y se oxidan con el tiempo, ya que aumenta su polaridad. Es por ello por lo que para su eliminación se requiere el uso de disolventes cada vez más polares. Otros cambios perceptibles que conlleva el paso del tiempo en los barnices es su aumento de la fragilidad, o transparencia, también conocida como pasmado o azulado producidos por el

---

<sup>6</sup> VIVANCOS, M. V.; GÁMIZ, M.; BARROS, J. M. *Seminario sobre la limpieza de pinturas de caballete*, p. 9.

<sup>7</sup> BRANDI, C. *Teoría de la restauración*, p. 13.

<sup>8</sup> WOLBERS, R. *Cleaning painted surfaces. Aqueous methods*, p. 158

<sup>9</sup> En cuanto a la historia del uso de los barnices, se inicia su uso en la Edad Media, cuando los artistas aplicaban una capa de clara de huevo batido o barnices oleosos sobre las películas pictóricas, esto provocaba grandes problemas de amarillamiento y viscosidad en las superficies. A partir del siglo XVI se empieza a añadir disolventes con el fin de disminuir el tiempo de secado de la capa de barniz que se aplica, como por ejemplo el alcohol o la esencia de trementina. En los siglos del romanticismo se comienza a aplicar barnices coloreados para darles una pátina oscura a los lienzos y dotarlos de una apariencia de antigüedad. Es a partir del siglo XX cuando surgen los primeros barnices sintéticos, a base de resinas poliméricas. A la hora de hablar de un buen barniz, este debe cumplir los siguientes puntos: Debe ser incoloro, transparente y resistente, con lo cual no debe alterar el cromatismo original, y debe mantenerse estable ante los agentes de deterioro. Ha de presentar una buena cohesión y elasticidad, es decir, se debe adaptar a los movimientos de la obra sin oponer resistencia. Debe ser reversible, con el fin de facilitar la eliminación en caso de que fuese necesario, sin que esta intervención suponga un daño mayor a la obra. Una vez que esta capa deja de cumplir su función, se ha de plantear su exclusión y colocación de uno nuevo, con tal de mantener la obra bajo un revestimiento en óptimas condiciones y el cual garantice su protección. MARTÍN, S. *Introducción a la conservación y restauración de pinturas: pintura sobre lienzo*, p. 57.

efecto de la exposición a humedad, así como su oscurecimiento debido a la adhesión de suciedad o polvo en suspensión por la exposición a lo largo de los años. Por tanto, es de vital importancia realizar un correcto estudio previo de los materiales constituyentes tanto de la obra como del material a eliminar, de esta manera se podrá comprender cuales han sido los mecanismos de degradación a los que ha estado sometida la obra, su alcance y origen para llevar a cabo un tratamiento adecuado a cada caso<sup>10</sup>.



*Fig. 2 Mezclas de disolventes del Test de Cremonesi.*

Cuando se aborda el proceso de limpieza de una obra pictórica, se ha de tener en cuenta que pueden existir afinidades entre las composiciones de la estructura superficial y la policromía, es decir, que los materiales depositados sobre la superficie pictórica original sean afines en cuanto a composición a la propia pintura. Este es un factor de gran importancia, así como el diseño del sistema de limpieza que se va a llevar a cabo, ya que ha de ser controlable y específico a la obra con la que se trabaje. No obstante, se ha de resaltar que muchos de los materiales usados actualmente en limpiezas suponen un peligro para las obras, por este motivo han de estar muy controlados, detallados y correctamente ejecutados<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> CALVO, A. *Conservación y restauración de pintura sobre lienzo*, p. 251.

<sup>11</sup> BARROS, J. M. *Los efectos del proceso de limpieza en las estructuras pictóricas*, p. 54.

Edwards<sup>12</sup> redactó puntos a seguir a la hora de realizar una restauración de una obra de arte, en ellos detalla que, en lo referido a las limpiezas de las superficies pictóricas, se ha de eliminar todo aquel material que impida la libre apreciación del color, quitando así mismo los retoques no originales, descubriendo los colores originales. Por tanto, según lo fijado por Edwards, en las limpiezas de obras pictóricas se debería conseguir eliminar barnices amarillentos y ennegrecidos, ya sean originales o no. Por lo que se podría decir que la limpieza se trata de la búsqueda de conservación del equilibrio en la obra entre el respeto a la intención del autor y el deseo de mostrar la obra lo más estéticamente correcta que se pueda, aunque esto signifique respetar la pátina creada por el tiempo<sup>13</sup>.

La evaluación y el control del tratamiento de limpieza en una obra de arte es esencial, ya que supone un cambio irreversible, en el cual se ha de ir controlando su ejecución como su efectividad, para evaluar los posibles efectos adversos. Por esto durante décadas, los científicos han ocupado parte de sus estudios a desarrollar métodos analíticos que permiten determinar qué tipo de agente químico es efectivo en cada caso. Para decidir esto, desde un principio se han de realizar análisis de los materiales constitutivos, y en el ámbito de la restauración se utiliza la microscopía óptica, microscopía electrónica, espectroscopías Raman, FTIR, UV-vis, espectrometría de rayos X, difracción de rayos X, cromatografía de gases y líquida de alta resolución combinadas con espectrometría de masas y voltametría de micropartículas. También se ha comprobado científicamente que es más estable y produce menos alteraciones efectuar estudios mediante los disolventes gelificados que con aplicación directa, como puede ser un hisopo impregnado<sup>14</sup>.

La limpieza sobre una obra artística puede realizarse de muchas formas, como ya se ha visto anteriormente. Por esta razón se ha decidido efectuar esta investigación, con el propósito de comparar y estudiar los distintos métodos de limpieza y tratar de llegar a entender el funcionamiento y las ventajas de las limpiezas mediante los sistemas gelificados.

#### 4.2.1. SISTEMAS ACUOSOS

El agua es el disolvente base de los materiales hidrófilos, como son por ejemplo las colas animales o las gomas vegetales. Además se trata de un reactivo químico, ya que permite variar las características

---

<sup>12</sup> Pietro Edwards: uno de los primeros en plantear la restauración como una disciplina científica, ya que plantea ante el senado Veneciano la creación de un *Laboratorio di restauro*, para las pinturas de carácter público. Con esto pretende que se elabore una normativa de actuación sistematizada de los criterios y procedimientos para tratar las obras, en el cual se detallen procedimientos respetuosos, objetivos y rigurosos. Le aceptan el proyecto, y se pone en marcha, con él al mando. Los estudios que realiza durante años son cruciales para la elección de un adecuado método de limpieza, expone, que la limpieza solo se debería realizar por razones técnicas de la obra, no por causas estéticas o subjetivas. En definitiva, Edwards plantea una limpieza con un previo estudio de la obra, así como de los objetivos que debe conseguirse en cada caso. BARROS, J. M. *Op. Cit.* (1999), p. 22.

<sup>13</sup> MARTÍN, M. J. *La pátina en la pintura de caballete: siglos XVII – XX*, p. 90.

<sup>14</sup> DOMÉNECH, M. T. *Principios físico-químicos de los materiales integrantes de los bienes culturales*, p. 196.

para de conseguir que disuelva sustancias que de lo contrario no podría. Se le pueden modificar el pH o añadir ciertos aditivos, como tensoactivos y agentes quelantes<sup>15</sup>.

- El pH:

Se trata de un parámetro numérico referido a la acidez o basicidad de una solución acuosa. Por encima de 7 se trata de una solución básica, por debajo de 7 es una solución ácida, y una solución neutra la encontramos en el punto 7. Por tanto, a la hora de las polaridades con las que se trabaja en limpiezas, estas deben mantenerse más o menos entre un pH de 5 - 9, ya que en caso contrario pueden darse condiciones de riesgo para algunos materiales constitutivos de las obras<sup>16</sup>. Algo a tener en cuenta a la hora de hablar de soluciones con un pH determinado, es el mantener ese parámetro de pH durante el proceso de limpieza, ya que los materiales sobre los que se aplique la solución también tienen un determinado pH, por lo que, este se modifica a fin de mantenerlo a niveles estables entre los dos. Es en este momento donde se debe recurrir a sustancias tampón o *buffers*, los cuales al estar en contacto con un ácido o una base estabilizan su valor de pH y lo mantienen constante en el tiempo sin que se modifique<sup>17</sup>.

- Tensioactivos:

Sustancias cuyas moléculas tienen capacidad hidrófila e hidrófoba a la vez. Con esto, se puede conseguir que una superficie de carácter graso, y por tanto que repele el agua, pueda ser bañada con una solución acuosa. Además, de lograr emulsionar líquidos no hidrosolubles en agua, en otros términos, conseguir mezclas de disolventes orgánicos con soluciones acuosas. De esta forma es posible trabajar con emulsiones grasas o magras, de acuerdo con el componente que funciona de fase externa o dispersante, la cual es la que le otorga la naturaleza a la emulsión, y alberga o aglutina las partículas del componente minoritario, el cual tiene las características contrarias. Asimismo, se logra remover y retirar materiales o compuestos mediante soluciones acuosas, lo cual se otra forma no sería posible. Mediante estos tensioactivos, conseguimos emulsionar y a la vez limpiar materiales, gracias a las moléculas que los forman, las micelas, las cuales son capaces de englobar un líquido, formando la emulsión, a la vez que tienen la capacidad de retener partículas sólidas<sup>18</sup>.

Los tensioactivos se clasifican en iónicos y no iónicos. En los Iónicos encontramos los aniónicos, los cuales presentan en disolución acuosa un ion con carga negativa y son el grupo de detergentes más importantes, aunque han sido sustituidos por los no iónicos. Los catiónicos presentan en disolución acuosa un ion con carga positiva. Los anfóteros son tensioactivos iónicos que pueden actuar como aniónicos o catiónicos. Por otra parte, los no iónicos: no forman iones en disolución

---

<sup>15</sup> BARROS, J. M. *Op. Cit. (1998)*, p. 470.

<sup>16</sup> BARROS, J. M. *Op. Cit. (2005)*, p. 115.

<sup>17</sup> BARROS, J. M. *Ibid.*, p. 119.

<sup>18</sup> CREMONESI, P. Reflexiones sobre la limpieza de superficies policromadas, p. 67.

acuosa, y son los más usados en las limpiezas de restauración, son, por ejemplo: Brij®35, Tween®20, etc. Con este método se abre un gran campo de posibilidades en la limpieza<sup>19</sup>.

- Agentes quelantes:

Sustancias cuyas moléculas están formadas por cadenas flexibles con átomos que tienen dos electrones disponibles en las extremidades, por tanto, tiene la capacidad de unirse a ciertos iones metálicos, de manera que les modifique las propiedades. Normalmente se usan para efectuar limpiezas superficiales, o sea, retirar depósitos de acumulación de suciedad de la superficie de las películas pictóricas, desincrustar sales poco solubles o insolubles en agua disolviéndolas, disolver materiales de composición compleja, como son las proteínas que forman por ejemplo colas animales, eliminar las pátinas de corrosión presentes, o extraer purpurinas o estratos pigmentados, comúnmente utilizados en los repintes. Es decir, se utilizan para todo aquel tratamiento que conlleve retirar materiales metálicos. Normalmente se utiliza el citrato de triamonio y EDTA trisódico<sup>20</sup>.

- Enzimas:

Se trata de proteínas con capacidad catalizadora, por tanto, pueden acelerar reacciones químicas, transformando las moléculas. Se trata de sustancias muy selectivas, es decir, reconocen materiales, ya que una parte de la enzima, el centro activo, solo es compatible con una estructura muy concreta del sustrato sobre el que se aplica. Aunque la mayoría de las veces, los tratamientos utilizando enzimas suelen ser difíciles, ya que se pueden encontrar numerosas sustancias que tienen la capacidad de inhibir la acción enzimática. Es por esto que se requiere realizar numerosas pruebas previas, con finalidad de resolver el problema con selectividad y eficazmente<sup>21</sup>.

A demás, el agua se trata de un disolvente con ausencia de toxicidad, por lo que es el método más seguro para trabajar un restaurador. A pesar de esto, hay ciertos materiales que pueden ser sensibles al agua: los soportes a base de celulosa o preparaciones a base de yeso y cola, ya que pueden sufrir alteraciones de forma y dimensión. Es por esta razón que son tan importantes realizar catas, a fin de verificar la compatibilidad de los tratamientos con los materiales originales de la obra. Y como reflexión final, si un material es dañado mínimamente mediante tratamientos acuosos, se deberá reconsiderar esa operación y plantear una alternativa<sup>22</sup>. Además, la utilización de geles en limpiezas de obras pictóricas puede suponer una alternativa más segura, a la hora de trabajar con soluciones tamponadas sobre obras sensibles al agua.

---

<sup>19</sup> BARROS, J. M. *Op. Cit.* (2005), p. 116.

<sup>20</sup> BARROS, J. M. *Ibid.*, p. 116.

<sup>21</sup> BARROS, J. M. *Op. Cit.* (2005), p. 508.

<sup>22</sup> CREMONESI, P. *Op. Cit.* (2009), p. 67.

#### 4.2.2. DISOLVENTES ORGÁNICOS

Las moléculas de los disolventes volátiles están formadas por átomos, los cuales están unidos entre sí mediante enlaces covalentes. La capacidad de un disolvente de actuar sobre un compuesto depende de su polaridad. Se puede decir que una molécula es polar cuando los centros geométricos de las cargas positivas y de las negativas no coinciden, por lo que tienen la capacidad de atraer. Las moléculas de los disolventes están compuestas por átomos, los cuales cuentan con un núcleo envuelto de una nube de electrones, esta distribución de electrones en las moléculas polares es asimétrica, y se distribuye en un dipolo permanente, el cual consta de un polo negativo y otro positivo<sup>23</sup>.



*Fig. 3 Ejemplo testado para la eliminación de barniz.*

Las moléculas se atraen intermolecularmente, es decir, entre sí por medio de tres fuerzas distintas. Una de ellas son las fuerzas de Van der Waals, siendo las más débiles que existen entre moléculas. Estas se deben a la formación de dipolos fluctuantes causados por el movimiento continuo de electrones alrededor del núcleo. Seguidamente las fuerzas dipolo-dipolo, las cuales se producen entre moléculas

---

<sup>23</sup> SAERA, A. *Estudio comparativo de aplicaciones informáticas para el cálculo de parámetros de solubilidad*, p. 17.



polares y son causadas por la atracción entre el polo positivo de una molécula y el negativo de la contigua. Finalmente, los enlaces (o puentes) de hidrógeno, las fuerzas intermoleculares más fuertes. Existen entre las moléculas que presentan dipolos en los que el átomo de hidrógeno se une directamente a un átomo muy electronegativo, como puede ser el oxígeno o el nitrógeno<sup>24</sup>.

Los parámetros de solubilidad de los disolventes orgánicos se describen de manera simple como la capacidad que tiene cada disolvente para disolver un soluto, cuanto más parecidos sean los parámetros de solubilidad de dos sustancias, mayor es la posibilidad de disolución entre sí, a pesar de que esto no se cumpla con todos los disolventes. Según los tres tipos de fuerzas entre moléculas descritas con anterioridad, se puede establecer un grado de interacción entre materiales, de modo que, si se conocen los parámetros de solubilidad en los que un estrato se encuentra, sería viable que este pudiese ser eliminado mediante un disolvente con valores similares<sup>25</sup>.

Se ha establecido por tanto que la solubilidad de una sustancia depende de la coincidencia que exista entre la contribución de estas tres fuerzas en los disolventes y en los solutos. Estas medidas se pueden recoger en un triángulo a modo de diagrama de solubilidad según el punto de intersección entre los tres parámetros. Aunque también se tienen que tener en cuenta otros parámetros de los disolventes, como son la constante dieléctrica, cuanto mayor es, mayor poder de disociación y ionización de ciertos solutos; el momento dipolar, es decir, la polaridad del disolvente, al ser más polar tendrán una mayor acción sobre moléculas polares, y viceversa; y por último el índice de refracción, cuanto más elevado es, mayor es la polaridad del disolvente, y por tanto mayor interacción tiene con moléculas polares<sup>26</sup>.

Es importante analizar los factores que suceden cuando se aplica un disolvente orgánico, el cual es un líquido volátil, sobre una superficie porosa. En primer lugar, la penetración de cierta cantidad del disolvente aplicado por los poros y fisuras del sólido, llegando así a capas más internas, que depende de la presión que se ejerza al aplicar el disolvente, de su viscosidad, del movimiento que haga el líquido y de la porosidad de la superficie, es decir, de la interacción entre el sólido y el líquido. En segundo lugar, la evaporación, que determina el tiempo en el cual actúa un disolvente sobre una superficie, es decir, el tiempo que tarda en evaporarse, si se trata de un líquido muy volátil, a distintos tiempos según distintos factores físicos como es la presión de vapor, presión que alcanza un líquido en un recipiente cerrado. El punto de ebullición, o momento térmico en que las moléculas del líquido rompen sus enlaces intermoleculares, y pasan de un estado líquido a gas. Y el calor latente de vaporización, que tiene que ver con la cantidad de vapor aportada para que una cierta cantidad de líquido pase a estado vapor a una temperatura constante, y una parte ejerce la acción de disolver (a partir de estos tres parámetros no se pueden establecer reglas precisas, pero si ayudan a saber cuándo un disolvente es más volátil, ya que

---

<sup>24</sup> GÓMEZ, M. L. *La restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, p.271.

<sup>25</sup> CREMONESI, P. *L'uso dei solventi organici nella pulitura di opere policrome*, p. 79.

<sup>26</sup> EISNER, F.; OSSA, C.; BENAVENTE, Á. *Interpretación de resultados de un test de solubilidad para barnices*, p.30.

presentará una elevada presión de vapor, un punto de ebullición bajo y un estado débil de calor latente de vaporación). Y finalmente la disolución, el tercer fenómeno, y el que explica por qué se utilizan disolventes en las limpiezas de pinturas. Los solventes actúan rompiendo las uniones intermoleculares de los solutos, y la regla de oro de la disolución es que “semejante disuelve a semejante”, es decir, cuanto más se parezcan las fuerzas de atracción entre las moléculas del disolvente y del sólido en el que se ha aplicado, mayores serán las fuerzas de atracción entre las moléculas soluto-sólido, consiguiendo que se hinchen las cadenas que los unen y seguidamente se desordenen las moléculas, produciendo la disolución del material. Por lo que un líquido polar disuelve un sólido polar y viceversa. Pero en las limpiezas no se alcanzan niveles muy altos de disolución, sino que se efectúa el mínimo efecto para poder retirar los materiales que se desea eliminar. Con esto, para medir la acción de los disolventes se ha de medir su polaridad<sup>27</sup>.

El disolvente ideal para ser aplicado sobre una obra pintada al óleo debe pasar por diversas pruebas previas, de esta misma manera, aquel que funcione de forma adecuada en una obra no tiene por qué hacerlo de la misma forma en otra distinta. El disolvente ideal para utilizarlo en limpieza de superficies policromas no ha de suponer un peligro para la obra ni para el restaurador. El disolvente o mezcla de estos que se use debe ser lo menos tóxico posible, tener el mínimo grado de volatilidad, estar guardados en recipientes con dosificadores de seguridad, usar siempre la mejor calidad posible, y eliminar los residuos en recipientes herméticos y con un plan de reciclaje correcto. Se debe trabajar con la máxima protección durante los trabajos, ventilación adecuada y extractores. Utilizar guantes, gafas y en caso de necesitarlo mascarilla. Con tal de proteger al máximo la obra, el disolvente aplicado debe ser lo menos agresivo posible para esta, es decir, debe eliminar solamente aquel material que se desee retirar, sin dejar residuos. Aunque no hay ningún disolvente que cumpla todos estos requisitos, se ha de intentar trabajar con el que cumpla la mayor parte de ellos<sup>28</sup>.

La retención de un cuerpo impregnado se puede considerar como la capacidad de las capas internas para dejar escapar un disolvente, aunque evaporen, esto puede producirse durante años, y se puede dividir en dos tiempos. El primero es cuando se evapora el disolvente de la superficie de manera rápida, instantánea. El segundo, en que las trazas de disolvente se evaporan lentamente desde el interior de la estructura pictórica, tarda horas o incluso días. Se sabe que por lo general los disolventes orgánicos tienen una mayor velocidad de difusión al penetrar que la que presentan al desplazarse desde el interior de la superficie, por tanto, se evaporan en superficie y se retienen en su interior, produciendo deterioros en la película pictórica<sup>29</sup>.

---

<sup>27</sup> SAERA, A. *Op. Cit.*, p. 6.

<sup>28</sup> BUENO, J. M.; MODENÉS, J.; BUENO, J. *Los problemas con disolventes en limpieza de pintura al óleo. Soluciones con los de nueva generación*, p. 220.

<sup>29</sup> BARROS, J. M. *Op. Cit. (2005)*, p. 108.

Los principales grupos de disolventes orgánicos son los siguientes<sup>30</sup>:

- hidrocarburos saturados: Compuestos orgánicos con moléculas compuestas por carbono e hidrógeno. Se trata de disolventes apolares muy inertes, no tiene gran capacidad de penetración ni de retención. Son: n-heptano, n-octano, isooctano, ciclohexano.
- hidrocarburos insaturados: Compuestos muy inestables, aunque tiene un gran poder disolvente, no se suelen utilizar en procesos de limpieza. Son: esencia de trementina y esencia de lavanda.
- hidrocarburos aromáticos: Compuestos con bajos valores de constante dieléctrica y momento dipolar, aunque son muy polarizables y pueden crear interacciones de dispersión con otras moléculas no polares. Con baja viscosidad, por tanto, muy penetrantes y elevada tensión superficial. De rápida evaporación por lo que no tienden a retenerse en las capas pictóricas. Son: tolueno y xileno.
- Alcoholes: Disolventes con uno o varios grupos hidroxilo (OH) en las moléculas de hidrocarburos. Son solventes ionizantes, coordinantes y disociantes. Los principales son: etanol, n-propanol, isopropanol, alcohol de diacetona y alcohol bencílico.
- Cetonas: Disolventes con un grupo carbonilo (CO). Sustancias muy polares, ionizantes, disociantes y coordinantes. Disuelven bien los materiales grasos. Son muy penetrantes, aunque tiene una rápida evaporación. Las más importantes: acetona y metil etil cetona.
- Ésteres: Disolventes con gran capacidad de penetración, aunque baja retención en superficie, buenos disolventes de resinas naturales y sintéticas no envejecidas. Los más empleados: acetato de etilo, acetato de metilo, acetato de butilo, acetato de isopropilo y acetato de amilo.
- Compuestos de azufre: Disolventes muy polares, disociantes y con gran poder higroscópico. Empleados sobre todo en formulas comerciales decapantes. Son: dimetilsulfóxido.

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de utilizar los disolventes en las intervenciones de limpieza, es que todos, exceptuando el agua, son tóxicos, por ello deben manipularse de manera controlada, con ventilación y equipos de protección. Cada uno tiene unos valores de toxicidad, y esto está determinado por la Concentración Máxima Admitida (CMA), la cual indica la concentración límite de disolvente en partes por millón en un metro cúbico de aire que no produce daños en el organismo. Por su parte el Punto de Seguridad Relativa es el resultado de calcular la CMA por el grado de evaporación del disolvente, midiendo tanto la concentración de este como la posibilidad de que se encuentre en el aire. Por lo que cuanto menores sean estos parámetros en un disolvente, mayor será su toxicidad. A la vez se ha de considerar que los disolventes son líquidos altamente volátiles y esto se puede medir según su punto de Inflamación, es decir, la temperatura a la cual arden en contacto con una llama, por lo que cuanto menor sea este punto, mayor es su peligrosidad<sup>31</sup>.

---

<sup>30</sup> BARROS, J. M. *Ibid.*, p. 109.

<sup>31</sup> GÓMEZ, M. L. *Op. Cit.*, p. 287.

Se ha de tener muy en cuenta al manipular disolventes los parámetros de toxicidad de estos, los cuales se expresan en cantidad de disolvente permitidos en el ambiente (TLV), expresado en ppm (partes por millón) en una jornada de unas 8 horas, por tanto, cuando menores sean los valores de cantidad de disolvente permitidos en el ambiente, mayor toxicidad tiene el disolvente. Además es imprescindible cumplir las medidas de seguridad laboral cuando se trabaja con disolventes orgánicos. Por lo que resulta imprescindible la utilización de máscaras, extractores y garantizar la ventilación del ambiente, evitar el contacto directo con el disolvente sobre la piel y la inhalación de sus vapores, así como mantenerlos correctamente sellados y almacenados<sup>32</sup>.

Los valores de TLV de los disolventes que se han usado en este estudio se recogen en la siguiente tabla<sup>33</sup> :

*Tabla 1 Valores TLV de los disolventes utilizados*

DISOLVENTE	TLV (ppm)
Ligroína	890
Acetona	1000
Etanol	1000

Con todo esto se pueden establecer parámetros para seleccionar un disolvente y evaluar riesgos de utilización<sup>34</sup>:

- Se ha de considerar su polaridad y la del sólido en el cual se va a aplicar.
- La penetración es un factor a tener muy en cuenta a la hora de realizar limpiezas mediante disolventes.
- La volatilidad del disolvente, también relacionado con la penetración en el sólido.
- La retención del disolvente, la cual debe ser la mínima posible.
- La toxicidad y la inflamabilidad son dos factores a tener muy en cuenta.
- El uso de equipos de protección individuales y generales.
- La correcta manipulación de los disolventes y su adecuado almacenaje.

### 4.3. ESPESANTES

Uno de los mayores problemas del uso de disolventes sobre superficies pictóricas es el riesgo de penetración de estos en las capas subyacentes de la pintura, pudiendo dañarlas, a la vez que la rápida

<sup>32</sup> INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2019*, p. 18.

<sup>33</sup> SÁNCHEZ, A.; SEDANO, U.; PÉREZ, S.; et al. Sistemas para la eliminación o reducción de barnices. Estudio de residuos. Protocolos de actuación, p. 7.

<sup>34</sup> INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. *Op. Cit.*, p. 21.

evaporación de estos, lo cual conlleva un corto período de actuación. Una alternativa a esto sería la gelificación de los mismos, con tal de formar un gel fluido o una plancha rígida, que permita una mejor aplicación sobre el plano, garantice una mayor duración de la actuación al retener la evaporación por más tiempo, disminuyendo así los riesgos de penetración y evaporación de los solventes. No obstante, solo podría usarse si la superficie pictórica lo permite, es decir, si se encuentra en las condiciones adecuadas para su aplicación, sin estar agrietada o con grandes empastes<sup>35</sup>.

#### 4.3.1. GELES VISCOSOS

A la hora de aplicar geles en las intervenciones de limpieza sobre superficies policromas, se ha de tener muy claro qué tipo de material se va a utilizar, las proporciones y de qué manera se va a aplicar. Por ello, se han de realizar pruebas previas para comprobar y decidir. Uno de los mayores problemas del uso de gelificantes son los residuos que se retienen<sup>36</sup>. Esto ocurre si no se realiza un exhaustivo enjuagado de la superficie sobre la cual se han aplicado, lo que puede derivar en problemas conservativos para la obra, ya que estos pueden seguir actuando sobre los materiales constitutivos de la pintura<sup>37</sup>.

##### 4.3.1.1. SISTEMAS ACUOSOS GELIFICADOS

A la hora de gelificar sistemas acuosos, nos encontramos ante un amplio abanico de posibilidades, la mayoría de los gelificantes son de acción directa, es decir, se añade la cantidad correspondiente de producto a la proporción indicada de agua, y el gel se forma al hidratarse. Existen los derivados de la celulosa, la cual está modificada para dar productos como la metilcelulosa, comercializada como Metylan®, o la hidroxipropilmetilcelulosa o Klucel G® y la hidroxietilcelulosa o Tylosa H®<sup>38</sup>. Existe también la goma xantano, la cual se trata de un polisacárido producido de manera natural de una determinada bacteria, y el cual se comercializa con el nombre de Vanzan NF-C®<sup>39</sup>.

Como gelificantes indirectos, los cuales necesitan de una reacción química para su gelificación, tenemos el Agar-agar, el cual se trata de un hidrocoloide natural con propiedades espesantes, extraído de algunas especies de algas rojas, que se vuelve gel al ser hidratado con agua y calentado<sup>40</sup>.

##### 4.3.1.2. GELES DE DISOLVENTES

Los disolventes en forma espesada son un gran avance en cuanto a las intervenciones de limpieza de obras, ya que minimizan la difusión de estos sobre las capas de la pintura, aumentan el poder humectante, por lo que facilitan que actúe con rapidez y al estar soportados sobre este material, se

<sup>35</sup> CTS EUROPE. *Nuevos productos - Agar-Art: El agua menos líquida.*

<sup>36</sup> STULIK, D.; MILLER, D.; KHANJIAN, H. *Solvent Gels for the Cleaning of Works of Art: The Residue Question*, p. 18.

<sup>37</sup> BARROS, J. M. *Op. Cit.*, p. 123.

<sup>38</sup> SÁNCHEZ, A.; SEDANO, U.; PÉREZ, S.; et al. *Op. Cit.*, p. 9.

<sup>39</sup> GRUPO ESPAÑOL IICC. *Gelificantes, espesantes.*

<sup>40</sup> CTS EUROPE. *Nuevos productos - Agar-Art: El agua menos líquida.*

ralentiza la evaporación de los solventes, por lo que actúan con toda la concentración. Estos se aplican sobre las capas superficiales de las obras pictóricas, y actúan de la misma manera que los solventes en forma líquida, pero al actuar un mayor tiempo por la posibilidad de tener el gel sobre la superficie reteniendo el solvente, se puede trabajar con una polaridad un poco menor a la dada en las limpiezas mediante el disolvente libre, el cual es una de las mejoras por las que se realiza la gelificación<sup>41</sup>.

En toda aplicación de disolventes sobre películas pictóricas, es inevitable que se produzca el efecto de lixiviación. Se trata de un deterioro causado por el hinchamiento del aglutinante que forma la capa pictórica, a causa de la retención de productos disolventes aplicados sobre ella, los cuales siempre tienen tendencia a evaporar, y con esto se puede producir la extracción de parte de compuestos que constituyen las capas originales de la obra. Este efecto produce daños irreversibles en la pintura, ya que pierde peso y el aspecto original al haber perdido parte de sustancias originales. A su vez, tienen mucho que ver los factores de difusión y disolución de los disolventes, ya que un disolvente de bajo difusión puede efectuar un mayor hinchamiento de la pintura, porque necesita mayor tiempo de contacto para disolver los materiales que se desea eliminar, como el barniz, por lo tanto, la relación entre la velocidad de difusión del disolvente y la velocidad con la que ablanda el barniz determina la penetración del disolvente en la película pictórica<sup>42</sup>. Este efecto se reduce al utilizar los disolventes de manera gelificada, como se hace con los geles de disolventes.

Entre los materiales para gelificar los disolventes, contamos con los nombrados anteriormente, como es el Klucel G® para los disolventes polares<sup>43</sup>, y el Etil celulosa N 300® para los disolventes apolares como los hidrocarburos aromáticos o la esencia de trementina<sup>44</sup>.

#### 4.3.1.3. SOLVENT GELS DE WOLBERS

Richard Wolbers es uno de los estudiosos de los materiales de restauración que más ha aportado al área de limpieza. Una de sus mayores preocupaciones era solucionar la penetración en los estratos de la obra pictórica y posible efecto de lixiviación posterior que puede acarrear el aplicar los solventes en estado líquido directamente sobre las superficies pictóricas durante las limpiezas. Con la finalidad de intentar minimizar este efecto de penetración de los solutos, sobre los años 80, Wolbers diseñó un sistema para gelificar estos disolventes llamado "solvent gels", estos se mezclan con un espesante, el cual está formado por dos productos: Carbopol® Ultrez 21, un polímero acrílico reticulado, ácido, por lo que necesita una base para conseguir la reacción química de neutralización, facilitando entonces la formación de gel, esta base se es el Ethomeen® (el cual es una amina etoxilada básica, es decir, una base) y así aumentaba su viscosidad. Lo cual favorecía a reducir su penetración, y se ralentiza la evaporación del

---

<sup>41</sup> CTS ESPAÑA. *Espesantes (Carbopol Ultrez 21 / Ethomeen, Etilcelulosa N300, Klucel G, Vanzan NF-C, Carbogel, Pemulen TR2)*, p. 1.

<sup>42</sup> BARROS, J. M. *Op. Cit. (2001)*, p. 55.

<sup>43</sup> CTS EUROPE. *Productos: Klucel® G*.

<sup>44</sup> CTS EUROPE. *Productos: Etil Celulosa N300*.

disolvente retenido en el material espesante<sup>45</sup>. Gracias a este sistema la duración de la acción del disolvente podía ser mayor, ya que se aumenta el tiempo en que el disolvente se encuentra en contacto con la superficie más externa de la obra, reduciendo gradualmente las capas que se desea eliminar, con menores riesgos de dañar las capas subyacentes<sup>46</sup>.

A pesar de que ha sido un hito revolucionario para el campo de la limpieza de superficies pictóricas, tiene inconvenientes. El más problemático de ellos son los residuos que permanecen sobre la superficie una vez se ha retirado el solvente gelificado. Este hecho ha sido estudiado para determinar si entraña un peligro real para la policromía de las obras, y los restos de los productos gelificantes se han clasificado como un peligro, ya que permanecen sobre la superficie. Esto se puede deber a que para formar esta gelificación se produce una reacción química de neutralización de un ácido con una base, lo que crea una sal. Es por esto por lo que es de vital importancia para la conservación de las obras a las cuales se les aplican disolvente en forma de gel, el posterior lavado o enjuagado de la superficie, para de evitar futuros daños<sup>47</sup>.

A la hora de elaborar la gelificación de los disolventes se ha de diferenciar entre polares y apolares, ya que no se utiliza el mismo tipo de Ethomeen®. El Ethomeen® C12 es específico para solventes apolares de carácter lipófilo como hidrocarburos alifáticos (esencia de petróleo) e hidrocarburos aromáticos (tolueno o xileno), ya que es soluble en ellos. El Ethomeen® C25 es soluble en solventes polares de carácter hidrófilo como alcoholes o cetonas. Los ésteres, como el etilacetato o butilacetato, son difíciles de adensar, teniendo una polaridad en la frontera entre los dos tipos de Ethomeen® y, por ello, es necesario añadir ambos a partes iguales o utilizar otros espesantes como Klucel® G. Por esto, a la hora de gelificar una mezcla de disolventes se ha de determinar previamente los parámetros de solubilidad de esta mezcla a fin de estimar que tipología se ha de utilizar<sup>48</sup>.

Es necesario, para que el aclarado sea eficaz, que el solvente utilizado pueda realmente remover y retirar el gel aplicado y, por ello, lo más sencillo es utilizar ligroína si se ha usado solventes apolares, y una mezcla de ligroína y etanol, o ligroína y acetona con un máximo del 30% de estos últimos solventes para el uso de solventes polares<sup>49</sup>.

#### 4.3.2. GELES RÍGIDOS. NEVEK®

Una vez descritas anteriormente las generalidades de los sistemas con los que podemos contar a la hora de realizar limpiezas sobre obras pictóricas, se pasa a describir el producto en el cual se centra

---

<sup>45</sup> CTS ESPAÑA. *Espesantes (Carbopol Ultrez 21 / Ethomeen, Etilcelulosa N300, Klucel G, Vanzan NF-C, Carbogel, Pemulen TR2)* p. 3.

<sup>46</sup> BARROS, J. M. *Op. Cit. (2005)*, p. 121.

<sup>47</sup> BARROS, J. M. *Ibid.*, p. 123.

<sup>48</sup> RIVAS, R. *Estudio teórico-práctico de diferentes sistemas para la reducción y eliminación de barnices naturales en las obras de arte pictóricas*, p. 241.

<sup>49</sup> RIVAS, R. *Ibid.*, p. 245.

este trabajo. Se trata de Nevek®, un sistema de limpieza de la empresa de productos de conservación y restauración CTS, el cual está basado en las mismas propiedades que el Agar-Agar<sup>50</sup>, es decir, soportante de solventes y extracción de suciedad. Nevek® cuenta con mejoras en su formulación, el cual permite superar a los demás métodos, ampliando las posibilidades operativas y simplificando el proceso. Este producto retiene el agua, por lo que se puede usar tanto para humectar de manera controlada la superficie, como para la eliminación de sustancias hidrosolubles sobre la superficie o incluso algunas sales, ya que además funciona a modo de esponja, o sea, absorbe en su interior el material solubilizado, con lo que se puede eliminar con mayor facilidad. Por tanto, tiene ventajas respecto a otros sistemas, ya que está listo para su uso, por lo que no se ha de seguir ninguna receta ni fórmula, tiene una mayor capacidad de adhesión a la superficie que otros geles, por lo que es óptimo para superficies complicadas y sensibles, las cuales presenten levantamientos, desagregaciones o sean sensibles al calor. Se le pueden aditivar además de soluciones acuosas, disolventes orgánicos, sin necesidad de añadir aditivos o espesantes. Asimismo, se puede usar de manera fluida, ya que con el calor se vuelve más líquido y se convierte en un gel rígido al enfriarse, por lo que es termorreversible<sup>51</sup>.

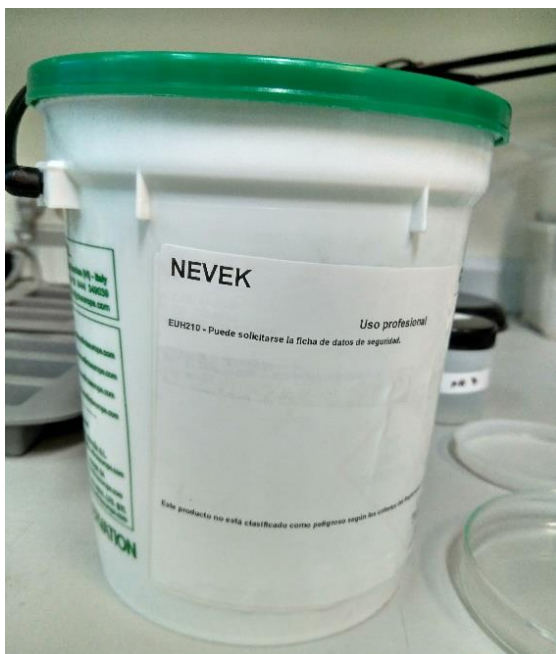


Fig. 4 Recipiente de CTS con Nevek®.

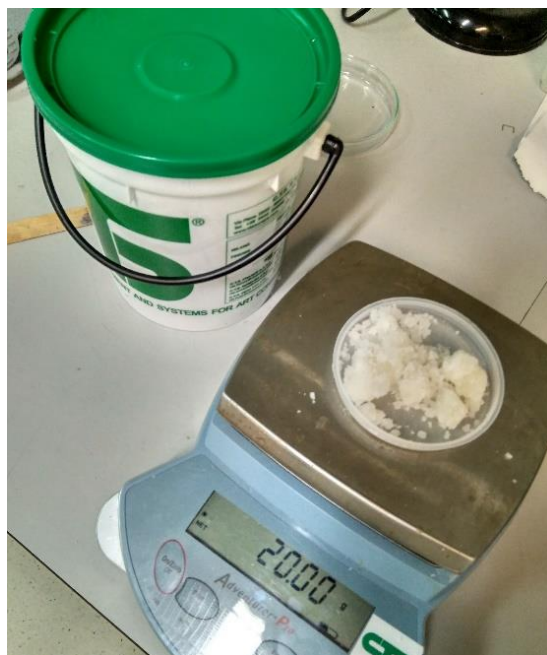


Fig. 5 Aspecto del Nevek®.

Para conseguir que esté fluido, se calienta al baño maría, consiguiendo así que se adapte como si fuese un líquido el cual se puede extender en una superficie, y al secar se forma un gel rígido, muy fácil de retirar de manera mecánica levantándolo de forma delicada. Se trata de un producto ya preparado para su uso, la manera de aplicarlo es directamente mediante una espátula, y se acopla a la superficie

<sup>50</sup> Agar-Agar: Se trata de un polisacárido que se extrae de algas, de la familia Rodoficeae. Este produce un gel rígido, el cual tiene propiedades termorreversibles. Tiene la capacidad de retener agua en su interior, y absorbe la suciedad que se encuentra sobre la superficie en la cual se aplica. CTS EUROPE. *Agarart*.

<sup>51</sup> CTS EUROPE. *Ficha técnica Nevek®*, p. 1.



sobre la cual se extiende, gracias a su propiedad tixotrópica su eliminación es muy sencilla, ya que se retira simplemente mediante un pincel seco, o incluso más fácil si se interpone una hoja de papel japonés o un reemay® entre el producto y la superficie<sup>52</sup>. Al hablar de materiales tixotrópicos, estos se caracterizan por disminuir su viscosidad, o lo que es lo mismo, aumentar su fluidez al ir incrementando su agitación<sup>53</sup>, por tanto, tarda un tiempo en alcanzar de nuevo una viscosidad de equilibrio como la inicial cuando hay un cambio en la velocidad de cizalla<sup>54</sup>.

Es posible modificar el producto introduciendo en él sustancias para potenciar su efecto de sustracción de suciedad o de humectación, permite agregar hasta un 50% del peso del producto, y simplemente se añade y se mezcla uniformemente con la ayuda de una herramienta como puede ser una espátula. Se le pueden adicionar tanto soluciones acuosas las cuales contengan tensoactivos, quelantes, o distintos pHs para formar soluciones ácidas y básicas, además de disolventes orgánicos con diferentes polaridades. Esto permite que la humectación de la superficie sea más controlada, y se limita la liberación de estos productos en las capas inferiores. Con tal de evaluar el tiempo de actuación del Nevek® con el producto el cual se aditiva, se deben realizar pruebas preliminares para valorar en cada caso el material necesario, las proporciones, así como el tiempo de actuación que va a ser necesario para una correcta acción. Se ha de tener en cuenta además la naturaleza del material a eliminar, las condiciones ambientales a la hora de efectuar la aplicación, así como la modificación que se le haya efectuado al Nevek®. Según la descripción que proporciona la empresa que ha desarrollado el producto, la superficie sobre la que este se aplica no necesita ser enjuagada una vez retirado el Nevek®, ya que no deja residuos por la composición química que posee. Este es un gran avance en el campo de la limpieza de superficies policromas mediante geles y disolventes gelificados, ya que supone erradicar uno de los mayores problemas que suponía el uso de estos sistemas de limpieza, por el riesgo que conlleva el mantener durante tiempo los efectos de los solventes y los compuestos que forman el gel actuando sobre las capas de la pintura<sup>55</sup>.

Nevek® es un producto concebido como soportante de sistemas líquidos, es decir, se ha desarrollado con la idea de poder trabajar con los solventes en forma gelificada sin la necesidad de tener que seguir recetas con diversos materiales, simplemente se agrega la cantidad adecuada al producto y se trabaja con él en forma gelificada. Para conseguir esto, la empresa CTS ha reformulado el producto, añadiendo isopropanol, con tal de conseguir que tenga un aspecto de nieve. Este permite que se le adicionen los productos en forma fluida, y las moléculas de estos se adhieren a las de Nevek® de forma que se puede trabajar con ellos de manera espesa. Además, se trata de un producto no tóxico, el cual se puede manipular con facilidad y seguridad. Se ha de tener mayor cuidado a la hora de agregarle

---

<sup>52</sup> CTS EUROPE. *Ibid.*, p. 2.

<sup>53</sup> AGILAR, M. P.; HERNANDEZ, M. J.; SAN ANDRÉS, M. Aglutinantes comerciales actuales creados a partir de recetas italianas del siglo XVI. Comportamiento reológico al ser sometidos a la agitación del pincel, p. 58.

<sup>54</sup> TALENS, P. *Caracterización del comportamiento reológico de un alimento fluido tixotrópico*, p. 1.

<sup>55</sup> CTS EUROPE. *Op. Cit. Ficha técnica Nevek®*, p. 2.

disolventes, ya que estos sí pueden tener un carácter tóxico, en ese caso se deben seguir las fichas de seguridad de cada producto<sup>56</sup>.

#### 4.3.2.1. GELES RÍGIDOS DE NEVEK® PARA SOLUCIONES ACUOSAS

Nevek® está formulado para retener soluciones acuosas, en cualquiera de sus formas, ya sea con distintos pH, o con aditivos como tensoactivos o quelantes, simplemente se ha de añadir al producto la cantidad deseada de solución, a proporción de peso 1:1. Seguidamente se puede aplicar directamente sobre la obra o calentar la mixtura para conseguir un gel más fluido, el cual permita adaptarse a las formas de la superficie en la cual se va a superponer, o se puede verter sobre un molde con tal de conseguir la forma de gel rígido deseada.

Es importante contar con materiales que gelifiquen las soluciones acuosas a la hora de ser aplicadas, ya que uno de los mayores inconvenientes es el gran aporte de agua que supone su aplicación sobre los estratos de una obra en su forma libre, por lo que contar con ellos de manera gelificada supone disponer de un mayor rango de actuación por tener la posibilidad de incrementar el tiempo en que está actuando el solvente, de la misma manera que se reduce la cantidad de agua que está penetrando en las capas de la obra.

#### 4.3.2.2. GELES RÍGIDOS DE NEVEK® PARA DISOLVENTES ORGÁNICOS

Los sistemas de limpieza en forma de gel supusieron una revolución en el campo de la limpieza y remoción de estratos sobre las superficies pictóricas, pero al mismo tiempo suponen un problema por los residuos que estos depositan sobre la superficie. Incluso una vez retirados y enjuagados, y en mayor medida en obras con déficit de aglutinante, o que cuenten con daños estructurales de la superficie como son craqueladuras o cazoletas, ya que si se aplica un gel sobre estas áreas, no va a ser posible retirar los residuos. Además, si se pretende actuar sobre estratos concretos, sin afectar a los subyacentes, los productos que se utilicen deberán centrarse específicamente en remover estas capas<sup>57</sup>.

En el momento en que un disolvente orgánico es aplicado sobre la superficie de una obra, no se puede descartar que se produzca la acción de lixiviación, es decir, el hinchazón y posterior extracción de materia compositiva de la obra como es el aglutinante, lo que produce que se disgreguen los compuestos de la pintura y por tanto se pierda parte de esta al evaporar junto con los disolventes o al ser extraídos en el momento de la remoción mecánica<sup>58</sup>.

---

<sup>56</sup> CTS EUROPE. *Ficha seguridad Nevek®*, p. 2.

<sup>57</sup> SÁNCHEZ, A. *Restauración de obras de arte: Pintura de caballete*, p. 195.

<sup>58</sup> FELLER, R.; NATHAN, S.; JONES, E. H. *On a picture varnishes and their solvents*, p. 111.

Por esta razón se cree necesario este estudio, para analizar e intentar encontrar la forma de minimizar la acción perjudicial de lixiviación en las obras pictóricas a la hora de aplicar disolventes cuando se pretende retirar los barnices degradados. Además de comprobar la minimización o nula deposición de residuos sobre la superficie de aplicación, se esta manera estaríamos ante un producto de gran interés para esta forma de limpieza de obras policromas..

## 5. ESTUDIO EXPERIMENTAL

Con la finalidad de llegar a unas conclusiones y de buscar nuevas opciones sobre la aplicación y actuación de la limpieza de la superficie pictórica, se ha iniciado este estudio experimental mediante sistemas acuosos y disolventes orgánicos sustentados con el Nevek®, con la finalidad de aplicarlos de manera gelificada, estructurando y llevando a cabo la práctica atendiendo a las necesidades de las obras elegidas.

### 5.1. OBRAS SOBRE LAS QUE SE TRABAJA

Como punto de partida de la experimentación, se han seleccionado distintas obras. En primer término un ninot de falla de cartón piedra, el cual contenía sobre todo suciedad superficial, la limpieza de la cual se iba a trabajar mediante soluciones acuosas. Seguidamente tres obras de carácter similar como son tres pinturas al óleo sobre tela de diversas épocas, aunque con acabados semejantes ya que contienen barnices oxidados. Con estas se pretende comparar el resultado obtenido de la aplicación de los diferentes sistemas de limpieza usados, con los distintos parámetros establecidos a fin de observar su comportamiento y establecer unas conclusiones frente a su respuesta.

Se ha seleccionado el uso de soluciones acuosas en unos parámetros de pH concretos y los solventes orgánicos usados en el Test de Cremonesi<sup>59</sup>. Todo ello se ha empleado en unas concentraciones similares y controladas, a una misma temperatura, con una humedad relativa constante y con mínimas fluctuaciones, y ejerciendo la misma presión a la hora de aplicar y retirar los productos. Es por esto que la experimentación puede considerarse fiable, ya que se ha de realizar en unas condiciones similares para que los resultados tengan una comparación probada.

La pintura al óleo está constituida por pigmentos aglutinados en aceite de linaza, un aceite secativo, es decir, este aceite hace que esta pintura se solidifique por un proceso de oxidación. Esto significa que las moléculas del aceite en este proceso pierden electrones, y aumenta la cantidad de átomos de oxígeno con la que se coordinan, formando el polímero, es decir, secándose. En estos procesos, según el tipo de pigmentos usados, aceleran o retardan las reacciones químicas. La película de óleo, con los años se va volviendo más polar, por los procesos de oxidación e hidrólisis<sup>60</sup>.

---

<sup>59</sup> Test de Cremonesi: Ensayo para realizar pruebas de solubilidad de estratos, que desarrolla el químico Paolo Cremonesi combinando tres disolventes de manera binaria para alcanzar distintas polaridades, como son la ligroína, acetona y el etanol. Con estas mezclas se cumple todo el rango de polaridad de los disolventes orgánicos neutros, SAERA, A. *Op. Cit.*, pp. 21-21.

<sup>60</sup> CASTRO, A. *Solventes y diluyentes para la remoción de barnices: revisión de la teoría básica para la conceptualización del trabajo práctico*, P. 125

La obra en la que se ha decidido trabajar y testar las soluciones acuosas, se trata de un ninot de falla, está constituido por tres figuras, dos representan a una pareja de cavernícolas, y el tercero se trata de un druida vestido con una túnica. Justo detrás de estos, encontramos cuatro columnas, todo esto apoyado sobre una especie de peana. La figura se puede apreciar a simple vista que contiene gran acumulación de polvo y suciedad superficial, fruto de haber estado almacenada durante años. Se ha realizado en esta obra el testado de limpieza superficial ya que es bastante evidente su acumulación, y por la irregularidad del acabado que presenta, se puede ver a simple vista que contiene crestas y rugosidades, las cuales se podrían salvar con un material que se adapte a su textura y conformación estructural.



Fig. 6 "Regreso al Neolítico", Luis Boix, 1964, dimensiones: 45 x 69 x 56 cm, procedente del Museu de l'Artista Faller de Valencia.



*Fig. 7 Reverso de "Regreso al Neolítico" de Luís Boix.*

Las obras sobre bastidor en las que se ha trabajado son tres lienzos pintados al óleo:

Se ha decidido realizar la experimental de limpieza mediante solventes orgánicos sobre estas obras ya que, a pesar de ser distintas, tienen en común el acabado superficial, es decir, contienen un barnizado final, el cual hoy en día se encuentra oxidado y amarillento por el paso del tiempo, por lo que sería necesaria su retirada para así poder deleitarse con su estética sin interferencia de este deterioro.

En la primera de las obras, “La Inmaculada entre San Francisco Javier y San Luis Gonzaga”, aparece representada la Virgen sobre la media luna, la cual hace referencia al texto del *Apocalipsis*<sup>61</sup>. Está sostenida por tres ángeles querubines, y se presenta en posición frontal, ligeramente ladeada a la derecha, con las manos juntas en actitud orante. Entorno a su cabeza se aprecia de forma tenue un nimbo circular, sobre un fondo de nubes. En las esquinas inferiores de la composición podemos ver representados a dos santos jesuitas, San Francisco Javier a la izquierda, el apóstol de las Indias, quien aparece con sus atributos más representativos, por un lado, ciñe sobre su pecho el corazón inflamado con la mano izquierda. Por el otro se entrevé el báculo crucífero de misionero que sostiene con la mano derecha<sup>62</sup>. San Luis Gonzaga aparece a la derecha, quien está representado con el hábito típico de los jesuitas, sotana negra y sobrepelliz, y sujeta en su mano derecha una vara de azucenas o lirios, símbolo de pureza. Su representación física es joven e imberbe<sup>63</sup>.

Su autor, Miguel Cabrera, ya que la obra aparece firmada en la parte inferior, fue uno de los artistas novohispanos más renombrados del siglo XVIII. Desarrolló distintos géneros pictóricos: religioso, costumbrista (castas) y retratos.

---

<sup>61</sup> LA SANTA BIBLIA. *Apocalipsis* 12, 1-18.

<sup>62</sup> RÉAU, L. *Iconografía del arte cristiano. Iconografía de los santos. De la A a la F. Tomo 2/vol. 3*, p. 569.

CARMONA MUELA, J. *Iconografía de los santos*, p. 168-172.

<sup>63</sup> RÉAU, L. *Iconografía del arte cristiano. Iconografía de los santos. De la G a la O. Tomo 2/vol. 4*, p. 283.

CARMONA MUELA, J. *Op. Cit.*, pp. 299 – 300.





Fig. 8 "La Inmaculada entre San Francisco Javier y San Luis Gonzaga" de Miguel Cabrera, dimensiones: 157 x 104 x 2 cm, 1750-1768.

La obra *San Antonio de Padua*, representa al santo, con el Niño Jesús en sus brazos, en un ambiente interior rodeado de símbolos que hacen referencia al milagro recogido en el *Liber Miraculorum*, redactado en el siglo XIV por un monje de la orden franciscana. San Antonio representado con el hábito marrón y cingulo con cinco nudos que representan los estigmas de Cristo, referencia a la estigmatización del fundador de la orden San Francisco de Asís. A nivel iconográfico tiene una representación muy amplia y clara, va siempre vestido con un hábito de franciscano, y con el Niño Jesús en sus brazos, atributo principal para su identificación: su gran misión en la vida fue portar a Jesús y mostrarlo, acercarlo a los fieles presentando su infancia y su grandeza a la vez<sup>64</sup>. Otros símbolos que aparecen para el reconocimiento del santo son, el libro simbolizando la Sagrada Escritura y el pequeño púlpito donde desarrollaba sus sermones. El lirio aparece para significar su pureza virginal. Finalmente aparecen en los ángulos superiores de la composición un grupo de ángeles, *puttis* y querubines, quienes asisten al milagro<sup>65</sup>.

---

<sup>64</sup> RÉAU, L. *Iconografía del arte cristiano. Iconografía de los santos. De la A a la F. Tomo 2/vol. 3*, p. 126.

<sup>65</sup> CARMONA MUELA, J. *Op. Cit.*, pp.34 – 37.



Fig. 9 Obra de San Antonio de Padua. Autor: Anónimo, dimensiones: 210 x 122'5 x 2 cm, época: finales s. XVIII.

La última obra sobre la cual se ha trabajado contiene una representación de un paisaje. Se trata de una obra anónima de principios o mediados del siglo XX, por el acabado que presenta y el remate de la tela. Su barniz se encuentra en un estado de conservación bastante malo, muy ennegrecido y quebradizo, por lo que hace pensar que se trataría de un material de baja calidad, lo cual desvirtúa por completo la pintura subyacente, como se puede apreciar en la fotografía. La obra se encuentra totalmente apagada de tonalidad debido a este deterioro de la capa protectora.



*Fig. 10 Paisaje con río, autor anónimo. Autor: anónimo, dimensiones: 55'5 x 89'5 x 2 cm, s. XX.*

## 5.2. APLICACIÓN

A fin de poder llegar a unas conclusiones según la comparación de los resultados obtenidos, se han delimitado unos parámetros concretos sobre los cuales se ha trabajado.

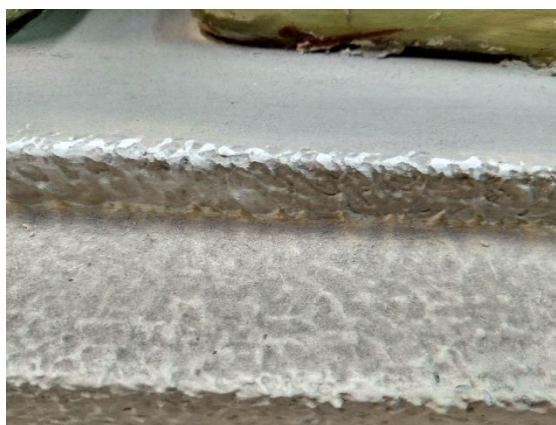
Se ha decidido probar el Nevek® con los métodos de limpieza más utilizados sobre obra pictórica, los sistemas acuosos y los disolventes orgánicos. En primer lugar se ha decidido incorporar las distintas mezclas con el producto, ya que al no haberlo trabajado nunca, no se tenían conocimientos sobre su uso o manera de aplicación. Por todo esto, se ha decidido comenzar por los sistemas acuosos, y a continuación con los disolventes orgánicos, siguiendo en todo momento la receta detallada en la ficha técnica del producto<sup>66</sup>.

### 5.2.1. TEST CON SISTEMAS ACUOSOS GELIFICADOS

En primer lugar, se ha elaborado una metodología de tiempos de actuación, para comparar los resultados que se obtienen, y con esto elegir la que mejores efectos proporciona.



*Fig. 11 Ejemplo de suciedad superficial.*



*Fig. 12 Ejemplo de suciedad superficial, primer plano.*

En la figura 11 y 12, se puede comprobar la suciedad con la que cuenta la figura en la que se va a testar el producto, la cual forma una capa grisácea bastante uniforme, que desvirtúa por completo la correcta visión de la obra.

<sup>66</sup> CTS EUROPE. *Ficha técnica Nevek®*, p. 1.

Para elaborar el gel, se han utilizado distintas soluciones acuosas tamponadas, de solución libre a 7 y 8,5 pH, y solución con un quelante débil como es el TAC<sup>67</sup>, a pH igual que la solución libre de 7 y 8,5 pH. Los pH utilizados son 7, ya que se trata de un pH neutro, y 8,5 siendo un pH ligeramente básico o alcalino, ya que lo que se pretende es buscar un pH mayor al de la suciedad que se encuentra depositada en la superficie y así empezar a removerla. Al superponer el gel rígido esta quede atrapada en la placa de gel.

*Tabla 2 Cantidades para las soluciones acuosas gelificadas con Nevek®.*

SOLUCIÓN ACUOSA	NEVEK®
Tampón libre pH 7 (20gr)	20gr
Tampón libre pH 8,5 (20gr)	20gr
TAC pH 7 (20gr)	20gr
TAC pH 8,5 (20gr)	20gr

En el momento de preparar el gel se han tenido que considerar los siguientes puntos:

- En cuanto a la elaboración del gel, se ha calentado el Nevek® al baño maría en una olla, seguidamente se ha agregado la cantidad de solución acuosa correspondiente, esto se ha efectuado tal como se describe en la ficha técnica del producto, a proporción 1:1 en peso. Las cantidades utilizadas vienen descritas en la tabla anterior (Tabla 2).
- Al calentar la mezcla, esta se ha convertido en un gel más líquido, el cual se ha vertido en un molde para conseguir una plancha de gel rígido, ya que al enfriar se solidifica y acoge la forma de la matriz.
- Estas planchas se han dejado enfriar unos minutos, y seguidamente se han cortado en porciones más pequeñas para aplicarlas después sobre la superficie.
- También se puede aditivar la solución directamente al Nevek® sin necesidad de calentarlo, es decir, tomar directamente la cantidad requerida y añadirle la misma porción en peso de la solución acuosa, formando así una pasta más rígida, la cual se adapta a toda clase de superficies con facilidad.

#### 5.2.2. TEST DE DISOLVENTES ORGÁNICOS NEUTROS (TEST DE CREMONESI)

Los efectos perjudiciales que puede provocar el uso de disolventes orgánicos sobre la pintura original de una obra, junto con la toxicidad de estos, son los elementos principales en los marcos teóricos y prácticos que un conservador-restaurador debe considerar en un proceso de limpieza. Evaluando de

---

<sup>67</sup> Citrato de triamonio

esta forma los beneficios y los riesgos que estos conllevan, para identificar y resolver los problemas que vayan surgiendo. Un punto importante es la hinchazón del aglutinante de la pintura, es decir, el aceite, este representa una de las mayores amenazas en el uso de disolventes, ya que, si la pintura está muy hinchada, significa que en su interior se muestra blanda, y por tanto su capacidad para aglutinar el pigmento disminuye hasta el punto en que las partículas de pigmento son vulnerables a la erosión por acción mecánica. Por esto, la seguridad en la limpieza de superficies pictóricas recae en gran medida en el control de la magnitud y la tasa del hinchamiento de la pintura<sup>68</sup>.

Tabla 3 Test de solubilidad con mezclas de disolventes orgánicos neutros propuesto por Paolo Cremonesi.  
[Fotografía de: Arte&Restauro]

mezcla	ligroína	acetona	etanol	f d	f p	f h
L	100	0	-	97	2	1
LA1	90	10	-	92	5	3
LA2	80	20	-	87	8	5
LA3	70	30	-	82	11	9
LA4	60	40	-	77	14	7
LA5	50	50	-	72	17	9
LA6	40	60	-	67	20	11
LA7	30	70	-	62	23	15
LA8	20	80	-	57	26	17
LA9	10	90	-	52	29	19
A	0	100	-	47	32	21
LE1	90	-	10	91	4	5
LE2	80	-	20	85	5	10
LE3	70	-	30	79	7	14
LE4	60	-	40	73	8	19
LE5	50	-	50	67	10	23
LE6	40	-	60	60	12	28
LE7	30	-	70	54	13	33
LE8	20	-	80	48	15	37
LE9	10	-	90	42	16	42
E	0	-	100	36	18	46
AE1	0	75	25	44	29	27
AE2	0	50	50	42	25	33
AE3	0	25	75	39	21	40

El Test propuesto por Paolo Cremonesi cuenta con 24 mezclas, divididas en 3 series. La primera serie, empezando por una con solo ligroína, consta de 9 mezclas de ligroína con acetona. La segunda, empezando por la acetona aislada, contiene 9 mezclas más de ligroína más etanol. Y finalmente cuenta con el etanol solo, y tres mezclas de acetona con etanol. Cada mezcla cuenta con un código de reconocimiento, así las series de ligroína y acetona están representadas por LA más un número final, las de ligroína con etanol con LE, y las de acetona con etanol mediante AE. Las otras tres columnas numéricas,

<sup>68</sup> PHENIX, A. New Insights into the Cleaning of Paintings Proceedings from the Cleaning 2010 International Conference Universidad Politécnica de Valencia and Museum Conservation Institute. *Effects of Organic Solvents on Artists' Oil Paint Films: Swelling*, p. 70.

describen el porcentaje de producto que contiene la mezcla. Y las tres columnas finales contienen los parámetros según el tipo de fuerzas intermoleculares de cada compuesto o mezcla, *fd*, *fp* y *fh*. Siendo *fd* el parámetro de fuerzas de dispersión, *fp* las fueras dipolo-dipolo y *fh* los enlaces de hidrógeno<sup>69</sup>.

Con esta serie de mezclas, se cubre todo el rango de polaridad de los disolventes orgánicos neutros, desde el *fd* 97 de la ligroína hasta el *fd* 36 del alcohol etílico. Además de tratarse de solventes con un bajo valor de toxicidad<sup>70</sup>.

Por otro lado, encontramos el fenómeno de la lixiviación, aunque este es menos tangible para los restauradores, ya que es difícil reconocer a simple vista. Han supuesto gran polémica en las discusiones sobre la limpieza a lo largo de los años. Este fenómeno provoca la fragilidad de las películas pictóricas a la vez que produce cambios ópticos y superficiales, como son el blanqueo o la desaturación de los colores. Estas alteraciones son significativas, pero difíciles de valorar en la práctica los riesgos que conllevan. Es probable que los cambios en las propiedades mecánicas resultantes de la limpieza sean graduales y a largo plazo, y cualquier blanqueo de la película de pintura causada por la rugosidad de la superficie en una escala microscópica será enmascarado por el barniz subyacente. Las opiniones se basan en: Ruhemann, por ejemplo, defendió su preferencia por la completa limpieza mediante solventes como la acetona, destacando la importancia de la velocidad de acción del solvente con respecto a la difusión y la evaporación. Factores como la evaporación fueron minimizados en los primeros estudios de lixiviación, que generalmente involucraron la inmersión de muestras de pintura en solvente durante períodos considerables<sup>71</sup>.

Con respecto a la limpieza parcial, un barniz residual (hinchado o parcialmente disuelto) debe proporcionar cierta protección contra la acción mecánica de un hisopo solvente en la superficie de la pintura, pero el argumento de que la lixiviación y la hinchazón también se minimizarán es dudoso. Los experimentos de Stolow<sup>72</sup> demostraron que, debido a la rápida penetración de los solventes, la respuesta de las películas de pintura recubiertas con una capa de barniz fue prácticamente la misma que la de las películas no recubiertas<sup>73</sup>.

Además, estudios posteriores han demostrado que una solución de barniz puede tener un efecto de lixiviación medible en una película de pintura. Es importante tener en cuenta que, aunque el efecto de lixiviación de un tratamiento de limpieza individual puede ser mínimo, una pintura se someterá a numerosos tratamientos de limpieza y barnizado durante su vida, y se debe tener en cuenta el impacto

---

<sup>69</sup> CREMONESI, P. *Op. Cit.* (2000), pp. 101-102.

<sup>70</sup> CREMONESI, P. *Ibid.*, pp. 101-102.

<sup>71</sup> SUTHERLAND, K. New Insights into the Cleaning of Paintings Proceedings from the Cleaning 2010 International Conference Universidad Politécnica de Valencia and Museum Conservation Institute. *Solvent Leaching Effects on Aged Oil Paints*, p. 45.

<sup>72</sup> Nathan Stolow: ha sido un conservador de arte y de documentos cuyo conocimiento y experiencia le permitieron ayudar a conservar los documentos más importantes de la historia occidental, como la Carta Magna, la Declaración de Independencia, la Constitución de los Estados Unidos, el Discurso de Gettysburg y el Libro de Kells de Irlanda, entre otros. LEGAZY.COM. *Nathan Stolow*.

<sup>73</sup> SUTHERLAND, K. *Op. Cit.*, p. 46.



acumulativo de estos. Los experimentos han establecido que se pueden extraer cantidades sustanciales de material orgánico de las películas de pintura de cientos de años de antigüedad por inmersión en solvente, muy por encima de la cantidad eliminada por una sola limpieza, refutando la opinión de que cualquier material extraíble será eliminado en las primeras exposiciones de una pintura al disolvente y que la limpieza de pinturas previamente tratadas probablemente no tenga un efecto adicional. Gracias a los numerosos estudios sobre la limpieza de pintura, se puede afirmar que en la limpieza mediante solventes repetida y prolongada a una obra debe minimizarse tanto como sea posible, y se debe llegar a un acuerdo en el uso de materiales estables<sup>74</sup>.

Es por todo esto que se ha testado este producto, a fin de intentar encontrar una solución a los problemas que conllevan las limpiezas de las obras pictóricas, anteriormente descritos.

Cabe destacar que este test mediante disolventes orgánicos neutros se ha realizado en concreto sobre estas obras porque no contenían suciedad superficial, es decir, esta ya ha sido retirada en intervenciones anteriores. La aplicación de la limpieza a partir de estos solventes se realiza en el momento en que se busca la remoción de la capa de barniz, como es el caso de las obras que se presentan.

Primeramente, se intentó calentar el Nevek® para seguidamente agregar el solvente al producto en forma líquida y mezclarlos. Se pudo comprobar durante la práctica y tras los distintos intentos efectuados que no era viable. Una vez conseguida la plancha rígida de gel la cual contenía el Nevek® con el disolvente seleccionado, este no producía ningún cambio en la superficie sobre la que se aplicaba. Se concluyó que esta no era la manera de trabajar el Nevek® mediante solventes orgánicos, puesto que al ser agregados al recipiente junto al producto se llegó a la conclusión que volatilizaban por efecto del calor alcanzado, es decir, evaporaban, por tanto, en el producto final obtenido no encontramos casi resto de solvente, por lo que no efectuaba ningún cambio al ser aplicado.

Tras los ensayos de error realizados anteriormente, se probó incorporar el solvente directamente al Nevek®, esta vez sin calentar, simplemente pesando la cantidad de producto y añadiendo el mismo peso de solvente, de esta forma se crea una especie de pasta, a la cual se ha denominado gel rígido, puesto que se trata de una mixtura de dos productos, uno en forma líquida y tras unirlos se puede emplear de manera gelatinosa o untuosa. Esta se puede seguidamente aplicar mediante una espátula sobre la superficie deseada, adaptándose a las zonas que se pretenden retirar, gracias a la textura que adquiere.

---

<sup>74</sup> SUTHERLAND, K. *Ibid.*, p. 46.

### 5.3. RESULTADOS

Los frutos obtenidos de la experimentación con los distintos sistemas de limpieza agregados al Nevek® son los siguientes:

Soluciones acuosas:

Tabla 4 Testado con soluciones acuosas gelificadas con Nevek® sobre ninot de falla para remoción de suciedad superficial.

NINOT DE FALLA				
SOLUCIONES ACUOSAS	TIEMPO			
Tampón libre pH 7	1 min.	5 min.	15 min.	30 min.
RESULTADOS	No se consigue humectar del todo	Se humecta, pero no es suficiente	Se empiezan a ver resultados	Se ven resultados, pero no son muy notables
Tampón libre pH 8,5	1 min.	5 min.	15 min.	30 min.
RESULTADOS	No se consigue humectar del todo	Se consigue una humectación poco uniforme	Se ven resultados de humectación y extracción de suciedad	Resultados de humectación de la superficie demasiado acusados
TAC pH 7	1 min.	5 min.	15 min.	30 min.
RESULTADOS	No se consigue humectar del todo	Se humecta, pero de manera poco homogénea	Se humecta y se extrae suciedad	Se consigue humectar y extraer suciedad
TAC pH 8,5	1 min.	5 min.	15 min.	30 min.
RESULTADOS	No se consigue humectar del todo	Se humecta bastante zona	Se humecta y se extrae suciedad de manera irregular	Se humecta la zona y se extrae suciedad, pero de manera irregular, con demasiada humectación

Como se puede ver en la tabla 3 que describe los resultados, la humectación mediante la gelificación de las distintas soluciones acuosas con el Nevek® es dispar, ya que se pretende conseguir que el gel rígido que se ha formado extraiga la suciedad superficial de manera uniforme y en el menor tiempo de contacto posible, con tal de proporcionar a la superficie la menor cantidad de humedad posible, esto se consigue al gelificar la solución acuosa<sup>75</sup>.



Fig. 13 Ejemplo de la formación de geles de Nevek® con soluciones acuosas.

---

<sup>75</sup> ROYO, C.; MORALES, M.; ESPINOSA, F.; et al. *Resultados exploratorios de la aplicación de geles de agar-agar para la limpieza de superficies de yeso: una propuesta metodológica*, p. 143.

Cuando se aplicaban los geles en tiempo de 1 minuto, no era suficiente para la completa humectación de la superficie, por tanto, no se han conseguido unos resultados satisfactorios. En cuanto a la colocación de 5 minutos, mediante las 4 soluciones se ha logrado una mayor humectación y extracción de suciedad que con las usadas en 1 minuto, pero todavía no es suficiente. Al subir a 15 minutos de espera en la aplicación de las gelificaciones, ya se han obtenido mejores resultados, con humectaciones mucho más uniformes, y extracción de suciedad, al igual que al dejarlas 30 minutos, no obstante, cabe destacar que con este último tiempo se ha observado que se consigue una excesiva humectación en la mayoría de los casos, suponiendo un posible peligro para las capas pictóricas.

El sistema que mejor ha funcionado en este ejemplo ha sido la solución tamponada a pH 7 con TAC, ya que a humectado la superficie extrayendo suciedad, sin excederse en el mojado.



Fig. 14 Aplicación de las distintas soluciones acuosas 1 min.



Fig. 15 Aplicación de las distintas soluciones acuosas 5 min.



Fig. 16 Aplicación de las distintas soluciones acuosas 15 min.



Fig. 17 Aplicación de las distintas soluciones acuosas 30 min.



Fig. 15 Ejemplo de aplicación de la mezcla de disolvente con Nevek® sobre un Reemay®.

En cuanto a los resultados de la gelificación de los disolventes orgánicos, en la aplicación de los disolventes con el Nevek® sobre la obra de la Inmaculada, se han depositado la mezcla del disolvente con el Nevek® sobre una zona que todavía contenía barniz, interponiendo un Reemay®<sup>76</sup> ya que se creía que de esta manera se retiraría de una forma más óptima el producto una vez ha actuado. En la zona se diferenciaba claramente la remoción de este estrato degradado. A la hora de aplicarlo se ha extendido una pequeña cantidad mediante una espátula en un punto del área seleccionada, seguidamente se ha esperado el tiempo establecido en cada caso, colocando sobre este un fragmento de Melinex®<sup>77</sup>, a fin de evitar la pronta evaporación del disolvente, y conseguir de esta forma que actúe correctamente. A la hora de retirar se ha realizado de forma mecánica mediante un hisopo en seco.

Tabla 5 Testado con disolventes orgánicos gelificados con Nevek® sobre lienzo de la Inmaculada para remoción del barniz.

INMACULADA			
SOLVENTES	LE5	A	E
TIEMPOS	1 min.	1 min.	1 min.
	3 min.	3 min.	3 min.
	5 min.	5 min.	5 min.
	10 min.	10 min.	
	15 min.	15 min.	
	30 min.	20 min.	

<sup>76</sup> Reemay®: Nombre comercial de una gama de tejido no tejidos formados por monofilamento de poliéster. Presenta gran resistencia mecánica, y es inalterable ante la aplicación de la mayoría de los disolventes, incluso agua. MUÑOZ, S.; OSCA, J.; GIRONÉS, I. *Diccionario de materiales de restauración*, pp. 265-266.

<sup>77</sup> Melinex®: Nombre comercial genérico de una variedad de láminas transparentes e impermeables hechas a partir de tereftalato de polietileno. En conservación-restauración suele utilizarse como lámina aislante. MUÑOZ, S.; OSCA, J.; GIRONÉS, I. *Diccionario de materiales de restauración*, pp. 197-198.

En la tabla 5 se desglosan los solventes y los tiempos que se han usado, siempre empezando por el de menor polaridad, ya que lo que se pretende siempre con la remoción de los barnices en las obras pictóricas es aplicar el solvente de menor polaridad posible, actuando siempre en el rango de seguridad, para no dañar las capas subyacentes. En este caso se ha empezado con el LE5 (Fig. 20) una mezcla al 50% entre ligoína, el solvente orgánico neutro con menor polaridad, y 50% de etanol, el cual tiene un *fd* de 67. Se ha dejado actuar en 6 tiempos distintos. A 1, 3 y 5 minutos no se apreciaba diferencia.

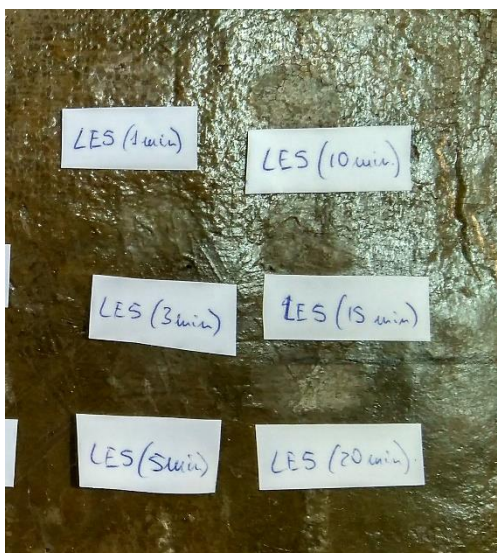


Fig. 16 Resultados de aplicación de LE5 con Nevek® sobre el lienzo de la Inmaculada.

Seguidamente, a partir de 10 minutos de la aplicación, la mezcla ya ha empezado a remover la capa de protección, y tras esto se ha aumentado a 15 y 30 minutos, transcurridos los cuales, ya ha producido pequeños pasmados<sup>78</sup>.

<sup>78</sup> Pasmado: o blanqueamiento. Se trata de la alteración visual a un tono blanquecino que se produce en las películas pictóricas debido a defectos a nivel microscópico, como son huecos dentro de la capa pictórica. Esto puede ser producido por distintas causas, como es la extracción de material de la película, o el envejecimiento de esta. Los huecos dispersan la luz incidente, provocando este efecto visual blanquecino. CENTRO DE DOCUMENTACIÓN DE BIENES PATRIMONIALES. Tesoro de Arte & Arquitectura. *Pasmado*.

A continuación, aumentando la polaridad, se ha probado con la acetona en forma libre (Fig. 21), la cual tiene una polaridad bastante alta, con un *fd* 47. Con la finalidad de comprobar como reaccionaba la superficie, esta mezcla se ha aplicado de la misma manera que el anterior, una pequeña cantidad mediante una espátula, dejándolo actuar a distintos tiempos.



Fig. 18 Resultados de aplicación de Acetona con Nevek® sobre el lienzo de la Inmaculada.

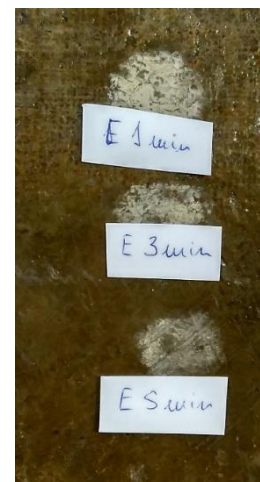


Fig. 17 Resultados de aplicación de Etanol con Nevek® sobre el lienzo de la Inmaculada.

Ha ocurrido casi lo mismo que con las mezclas anteriores, a 1, 3 y 5 minutos de aplicación no se aprecia diferencia, y a partir de 10 y 15 minutos, el solvente ya comienza a remover barniz, y a 20 minutos, ha actuado notablemente. Tras estos solventes, se ha subido más la polaridad, aplicando Etanol a 1, 3 y 5 minutos, para comprobar los efectos que provoca en la capa protectora. En este caso, es evidente desde el primer momento que el etanol pasma la superficie en exceso (Fig. 22), por tanto, este solvente se descartaría su uso en una posible limpieza a esta obra.

Finalmente se concluye con la aplicación de los solventes gelificados mediante el Nevek® que, el etanol tiene una polaridad demasiado alta, por lo que pasma en exceso la superficie. La mezcla LE5 y la acetona libre actúan de manera prácticamente similar, removiendo el barniz a partir de 15 minutos de aplicación.

Tabla 6 Testado con disolventes orgánicos gelificados con Nevek® sobre lienzo de San Antonio de Padua para remoción del barniz.

SAN ANTONIO DE PADUA				
SOLVENTES	LA5	LE5	LE6	A
TIEMPOS	1 min.	1 min.	1 min.	1 min.
	2 min.	2 min.	2 min.	2 min.
	5 min.	5 min.	5 min.	5 min.
		10 min.		
		15 min.		

En la siguiente obra, la de la representación de San Antonio de Padua, se probó con distintos solventes, sobre un área de la zona superior. Se aplicó de la misma manera que en la pintura anterior, interponiendo Reemay® y colocando sobre la mezcla del disolvente con el Nevek® un Melinex® para evitar la pronta evaporación del solvente. Se comenzó con la mezcla de menor polaridad LA5, con un *fd* de 72, con 50% ligroína y 50% acetona, manteniéndola distintos minutos. Se ha podido comprobar que no ejerce ningún efecto sobre la capa protectora, por lo que se decide elevar la polaridad del disolvente.

La mezcla siguiente a aplicar ha sido LE5 (50% ligroína + 50% etanol), con un *fd* 67, se consigue remover el estrato, a partir de unos 5 – 10 minutos de aplicación, por lo que se ha decidido probar con una combinación de solventes un punto más alto de polaridad, la LE6, con un *fd* 60, la cual contiene un 10% más de etanol. En esta se confirma que a partir de 2 minutos ya comienza la remoción, y a con 5 minutos de aplicación, se puede afirmar que remueve el barniz.

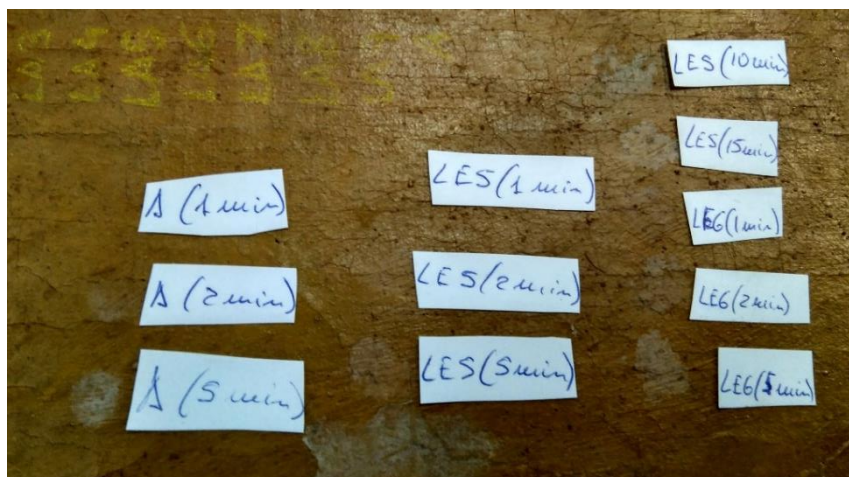


Fig. 19 Resultado de las pruebas de aplicación de las mezclas de solventes con Nevek® sobre "San Antonio de Padua".

Finalmente se ha probado con la acetona, esta tiene una polaridad alta, con un *fd* 47. Se aplica a 1 y a 5 minutos, obteniendo algo de remoción a partir de los 5 minutos.

En el testado con los solventes sobre esta superficie, se concluye que el barniz se remueve con facilidad a partir de la aplicación de la mezcla LE5 a 5 minutos.



Tabla 7 Testado con disolventes orgánicos gelificados con Nevek® sobre lienzo de paisaje para remoción del barniz

PAISAJE			
SOLVENTES	LA5	LE5	A
TIEMPOS	1 min.	1 min.	1 min.
	2 min.	2 min.	2 min.
	5 min.	5 min.	5 min.
	10 min.	10 min.	

Por último, se ha probado sobre la pintura de paisaje, la cual contenía, como ya se ha comentado, un barniz muy oscurecido. En primer término, se ha elegido aplicar una de las mezclas de disolventes con menor polaridad, el LA5, el cual ha tenido unos resultados óptimos a partir de unos 2 minutos. Y a 5 y 10 minutos de aplicación el barniz se remueve perfectamente.

Seguidamente se ha decidido subir la polaridad del solvente, con tal de comprobar como respondía la superficie. Se ha seguido con la mezcla LE5, y en todos los tiempos en los que se ha testeado, se han encontrado resultados positivos. Por esto se ha concluido que esta solución es demasiado polar, y podría dañar la pintura.

Por último se ha probado con la aplicación de acetona en forma libre, la cual tiene un *fd* de 47, por tanto una polaridad bastante alta. El testado con este solvente no ha tenido los resultados deseados, por lo que se descarta.

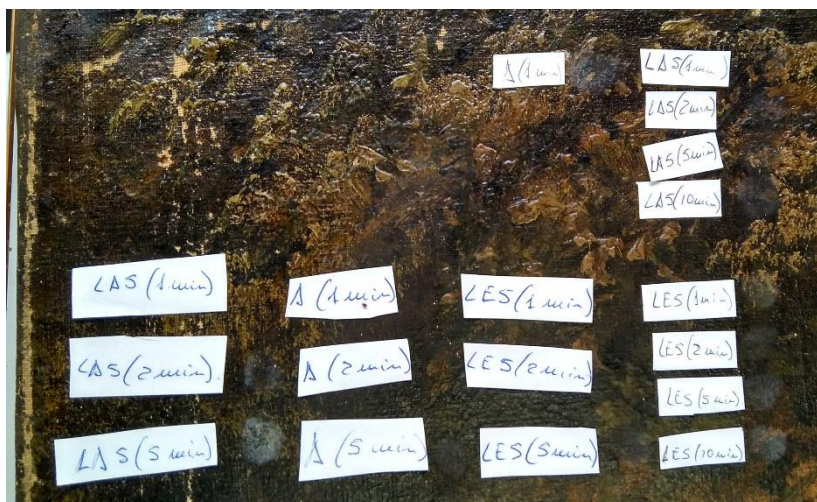


Fig. 20 Resultado de las pruebas de aplicación de las mezclas de solventes con Nevek® sobre la pintura de paisaje.

Para finalizar, tras las pruebas realizadas sobre esta obra, se puede decir que el solvente que mejores resultados ha dado es la mezcla LA5 con aplicación a 2 minutos.

## 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Producto de esta investigación, realizada acerca del estudio de la aplicación de un sistema de limpieza reciente, como es el Nevek®, se han podido extraer diversas conclusiones teóricas sobre los distintos sistemas de limpieza que se podrían llevar a cabo sobre superficies pictóricas, así como conclusiones de tipo experimental gracias al testado realizado.

Como deducción del funcionamiento del Nevek® como sistema de retención de líquidos para realizar limpiezas, tras haber estado testándolo con distintas soluciones acuosas y diferentes disolventes orgánicos neutros sobre las obras en las que se ha trabajado en esta experimental, se puede decir que se trata de un producto con gran potencial en cuanto a utilización, dado que es un compuesto el cual se combina con cualquier solvente y solución en líquido, espesándolos, facilitando así la tarea a la hora de la utilización de geles rígidos, puesto que no se requiere la unión de distintos productos para crear la gelificación.

El Nevek®, en conclusión con su composición, se trata de una sustancia química que incluye en su composición isopropanol. Tiene propiedades físico-químicas propias del agar-agar, de tal manera que a las partículas de este se le pueden agregar las de otros líquidos, formando así una amalgama rígida, pero a la vez moldeable.

El continuo análisis que se ha estado realizando a lo largo del testado, ha servido para concluir que se nos presenta un producto con una gran facilidad y versatilidad en cuanto a su utilización, ya que se le pueden añadir todo tipo de solventes, permite su utilización directamente en frío o se puede calentar y formar un gel rígido al dejarlo enfriar en un molde, también permite aplicarlo en caliente directamente a la superficie sobre la cual se trabaja para amoldarlo a sus irregularidades. En definitiva, se presenta como un sistema que cabe en cualquier proceso de limpieza.

Los protocolos de actuación que se han deducido tras la experimental efectuada con el Nevek®, son que se ha de trabajar en cada obra según las necesidades particulares que presente. Se puede enunciar que en este estudio simplemente se ha llegado a experimentar el producto sobre cuatro obras, lo cual ha servido para tener una experiencia acerca de su uso en concreto sobre estas superficies, y cabe decir que se podría haber testado sobre una gran diversidad de acabados pictóricos, así como con un gran abanico de soluciones y disolventes. Esto no hace desmerecer los resultados satisfactorios y enriquecedores que ha aportado. Por lo que se puede afirmar que, a la hora de trabajar en una intervención de limpieza, se ha de estudiar con detenimiento las características particulares que presenta cada obra, así como las necesidades que se observan, extrayendo de esto unas conclusiones a fin de poder formular el tratamiento óptimo en cada caso individual.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

AGILAR, M. P.; HERNANDEZ, M. J.; SAN ANDRÉS, M. Aglutinantes comerciales actuales creados a partir de recetas italianas del siglo XVI. Comportamiento reológico al ser sometidos a la agitación del pincel. En: *Emerge 2016 Jornadas de Investigación Emergente en Conservación y Restauración de Patrimonio* (2016). València: Universitat Politècnica de València, 2016, ISBN: 978-84-9048-575-0 [Consulta: 2019-02-07]. Disponible en: <<https://riunet.upv.es/handle/10251/83669>>

BALDINI, U. *Teoría de la restauración y unidad de metodología Volumen segundo*. S. l.: Nerea, 1997-2009.

BARROS, J. M. *Imágenes y sedimentos: la limpieza en la conservación del patrimonio pictórico*. Valencia: Institució Alfons el Magnànim, 2005.

BARROS, J. M. Los efectos del proceso de limpieza en las estructuras pictóricas. En: *Revista PH* (2001). Sevilla: IAPH, 2001, núm. 36, ISSN: 2340-7565 [Consulta: 2019-02-03]. Disponible en: <<http://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/issue/view/36>>

BARROS, J. M. *Objetivos y límites en la limpieza de estructuras pictóricas*. [tesis doctoral]. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1999.

BRANDI, C. *Teoría de la restauración*. Madrid: Alianza, 1999.

BUENO, J. M.; MODENÉS, J.; BUENO, J. Los problemas con disolventes en limpieza de pintura al óleo. soluciones con los de nueva generación. En: *Actas XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. Murcia, 21-24 octubre 2004.

CALVO, A. *Conservación y restauración de pintura sobre lienzo*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 2002.

CARMONA, J. *Iconografía de los santos*. Tres Cantos, Madrid: Akal, D. L., 2008.

CASTRO, A. Solventes y diluyentes para la remoción de barnices: revisión de la teoría básica para la conceptualización del trabajo práctico. En: *Revista Conserva* (2004). Santiago de Chile: Centro Nacional de Conservación y Restauración, núm. 8. [Consulta: 2018-11-30]. Disponible en: <[http://www.patrimoniocultural.gob.cl/dinamicas/DocAdjunto\\_632.pdf](http://www.patrimoniocultural.gob.cl/dinamicas/DocAdjunto_632.pdf)>

CENTRO DE DOCUMENTACIÓN DE BIENES PATRIMONIALES. *Tesaurus de Arte & Arquitectura. Pasmado*. [Consulta 2019-06-02]. Disponible en: <<http://www.aatespanol.cl/terminos/300252414>>

CREMONESI, P. *L'uso dei solventi organici nella pulitura di opere policrome*. Padova: Il Prato, 2000.

CREMONESI, P. Reflexiones sobre la limpieza de superficies policromadas. En: *Revista Unicum* (2009). Barcelona: Unicum.cat, núm. 8, ISSN: 2462-3326 [Consulta: 2018-11-28]. Disponible en: <<https://www.raco.cat/index.php/UNICUM/article/view/290235/378488>>

CTS EUROPE. *Agarart*. [Consulta: 2018-10-10]. Disponible en: <<https://shop-espana.ctseurope.com/225-agarart>>

CTS EUROPE. *Ficha técnica Nevek®*. Altavilla Vicentina, Italia. (2016) [Consulta: 2018-10-10]. Disponible en: <<https://www.ctseurope.com/es/scheda-prodotto.php?id=4002>>

CTS EUROPE. *Ficha seguridad Nevek®*. Altavilla Vicentina, Italia (2018). [Consulta: 2018-10-10]. Disponible en: <<https://www.ctseurope.com/es/scheda-prodotto.php?id=4002>>

CTS EUROPE. *Nuevos productos - Agar-Art: El agua menos líquida*. [Consulta: 2019-05-04]. Disponible en: <<https://www.ctseurope.com/es/dettaglio-news.php?id=275>>

CTS EUROPE. *Productos: Etil Celulosa N300*. [Consulta: 2019-05-06]. Disponible en: <<https://www.ctseurope.com/es/scheda-prodotto.php?id=358>>

CTS EUROPE. *Productos: Klucel® G*. [Consulta: 2019-05-06]. Disponible en: <<https://www.ctseurope.com/es/scheda-prodotto.php?id=139>>

CTS ESPAÑA. *Espesantes (Carbopol Ultrez 21 / Ethomeen, Etilcelulosa N300, Klucel G, Vanzan NF-C, Carbogel, Pemulen TR2)*. [Consulta: 2019-04-28]. Disponible en: <<https://shop-espana.ctseurope.com/documentacioncts/fichastecnicasweb2018/3.1disolventes2016/relaciones-brochure/espesantes.pdf>>

DOMENECH, M. T. *Principios físico-químicos de los materiales integrantes de los bienes culturales*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2013.

EISNER, F.; OSSA, C.; BENAVENTE, Á. Interpretación de resultados de un test de solubilidad para barnices. En: *Revista Conserva*. Santiago de Chile: Centro Nacional de Conservación y Restauración (CNCR), 2005, núm. 9, ISSN: 0717-3539.

FELLER, R.; NATHAN, S.; JONES, E. H. *On a picture varnishes and their solvents*. Washington: National Gallery of Art, 1985.

GÓMEZ, M. L. *La restauración. examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Madrid: Cátedra, 1998 - 2008.

GRUPO ESPAÑOL IICC. *Gelificantes, espesantes*. [Consulta: 2019-04-28]. Disponible en: <<https://www.ge-iic.com/fichas-tecnicas/gelificantes-espesantes/>>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2019*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P., 2019.

LA SANTA BIBLIA. Madrid: San Pablo, Ed. 1988.

LEGAZY.COM. *Nathan Stollow*. (2014). [Consulta 2019-06-02]. Disonible en: <<https://www.legacy.com/obituaries/vagazette/obituary.aspx?n=nathan-stollow&pid=173017464>>

MARTÍN, M. J. *La pátina en la pintura de caballete: siglos XVII – XX*. Donostia-San Sebastián: Nerea, D. L. 2009.

MARTÍN, S. *Introducción a la conservación y restauración de pinturas: pintura sobre lienzo*. Valencia: Editorial UPV, D.L., 2005.

MUÑOZ, S.; OSCA, J.; GIRONÉS, I. *diccionario de materiales de restauración*. Tres Cantos, Madrid: Ediciones Akal, S. A., 2014.

PHENIX, A. *Effects of Organic Solvents on Artists' Oil Paint Films: Swelling*. New Insights into the Cleaning of Paintings Proceedings from the Cleaning 2010 International Conference Universidad Politécnica de Valencia and Museum Conservation Institute, Washington, D.C., 2010. [actas]. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Scholarly Press, 2010.

RÉAU, L. *Iconografía del arte cristiano. Iconografía de los santos. De la A a la F. Tomo 2/vol. 3*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1997.

RÉAU, L. *Iconografía del arte cristiano. Iconografía de los santos. De la A a la F. Tomo 2/vol. 3, p. 126*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1997 - 2000.

RIVAS, R. Estudio teórico-práctico de diferentes sistemas para la reducción y eliminación de barnices naturales en las obras de arte pictóricas. En: *Revista Unicum*. Barcelona: Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya (ESCRBCC), 2015, NÚM. 15, ISSN: 1579-3613.

ROYO, C.; MORALES, M.; ESPINOSA, F.; et al. Resultados exploratorios de la aplicación de geles de agar-agar para la limpieza de superficies de yeso: una propuesta metodológica. En: *Revista Conserva* (2015). Santiago de Chile: Centro Nacional de Conservación y Restauración, núm. 20. [Consulta: 2018-11-28]. Disponible en: <[http://www.cncr.gob.cl/611/articles-57154\\_archivo\\_13.pdf](http://www.cncr.gob.cl/611/articles-57154_archivo_13.pdf)>

SAERA, A. *Estudio comparativo de aplicaciones informáticas para el cálculo de parámetros de solubilidad: Triansol, solvent solver y trisolv.* [tesina fin de máster]. València: Universitat Politècnica de València, 2007/2008.

SÁNCHEZ, A. *Restauración de obras de arte: Pintura de caballete.* Tres Cantos, Madrid: Akal, D. L., 2012.

SÁNCHEZ, A.; SEDANO, U.; PÉREZ, S.; et al. Sistemas para la eliminación o reducción de barnices. Estudio de residuos. Protocolos de actuación. En: *Los barnices en la conservación restauración de pinturas: resultados de las últimas investigaciones y sus aplicaciones.* Barcelona, 8-9 junio 2006.

STULIK, D.; MILLER, D.; KHANJIAN, H. *Solvent Gels for the Cleaning of Works of Art: The Residue Question.* Los Ángeles: Getty Conservation Institute, 2004.

SUTHERLAND, K. *Solvent Leaching Effects on Aged Oil Paints.* New Insights into the Cleaning of Paintings Proceedings from the Cleaning 2010 International Conference Universidad Politècnica de Valencia and Museum Conservation Institute. Washington, D.C., 2010. [actas]. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Scholarly Press, 2010.

TALENS, P. *Caracterización del comportamiento reológico de un alimento fluido tixotrópico.* València: Universitat Politècnica de València, 2018.

VILLARQUIDE, A. *La pintura sobre tela II: alteraciones, materiales y tratamientos de restauración.* San Sebastián: Nerea, D. L. 2005.

VIVANCOS, M. V.; GÁMIZ, M.; BARROS, J. M. *Seminario sobre la limpieza de pinturas de caballete.* Valencia: Editorial UPV, 2007.

WOLBERS, R. *Cleaning painted surfaces. aqueous methods.* London: Archetype Publications, cop., 2000.

ZALBIDEA, M. A. *La limpieza en obras de arte. Conceptos básicos.* València: Universitat Politècnica de València, 2016.

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Fig. 1 Ejemplo de un fragmento de limpieza superficial de una obra pictórica. ....	8
Fig. 2 Mezclas de disolventes del Test de Cremonesi. ....	11
Fig. 3 Ejemplo testado para la eliminación de barniz. ....	15
Fig. 4 Recipiente de CTS con Nevek®. ....	23
Fig. 5 Aspecto del Nevek®. ....	23
Fig. 6 “Regreso al Neolítico”, Luís Boix, 1964, dimensiones: 45 x 69 x 56 cm, procedente del Museu de l’Artista Faller de Valencia. ....	28
Fig. 7 Reverso de “Regreso al Neolítico” de Luís Boix. ....	29
Fig. 8 “La Inmaculada entre San Francisco Javier y San Luis Gonzaga” de Miguel Cabrera, dimensiones: 157 x 104 x 2 cm, 1750-1768. ....	32
Fig. 9 Obra de San Antonio de Padua. Autor: Anónimo, dimensiones: 210 x 122’5 x 2 cm, época: finales s. XVIII. ....	34
Fig. 10 Paisaje con río, autor anónimo. Autor: anónimo, dimensiones: 55’5 x 89’5 x 2 cm, s. XX. ....	35
Fig. 11 Ejemplo de suciedad superficial. ....	36
Fig. 12 Ejemplo de suciedad superficial, primer plano. ....	36
Fig. 13 Ejemplo de la formación de geles de Nevek® con soluciones acuosas. ....	42
Fig. 14 Aplicación de las distintas soluciones acuosas 1 min. ....	43
Fig. 15 Aplicación de las distintas soluciones acuosas 5 min. ....	43
Fig. 16 Aplicación de las distintas soluciones acuosas 15 min. ....	43
Fig. 17 Aplicación de las distintas soluciones acuosas 30 min. ....	43
Fig. 18 Ejemplo de aplicación de la mezcla de disolvente con Nevek® sobre un Reemay®. ....	44
Fig. 19 Resultados de aplicación de LE5 con Nevek® sobre el lienzo de la Inmaculada. ....	45
Fig. 20 Resultados de aplicación de Acetona con Nevek® sobre el lienzo de la Inmaculada. ....	46
Fig. 21 Resultados de aplicación de Etanol con Nevek® sobre el lienzo de la Inmaculada. ....	46
Fig. 22 Resultado de las pruebas de aplicación de las mezclas de solventes con Nevek® sobre “San Antonio de Padua”. ....	47
Fig. 23 Resultado de las pruebas de aplicación de las mezclas de solventes con Nevek® sobre la pintura de paisaje. ....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores TLV de los disolventes utilizados.....	19
Tabla 2 Cantidades para las soluciones acuosas gelificadas con Nevek®.....	37
Tabla 3 Test de solubilidad con mezclas de disolventes orgánicos neutros propuesto por Paolo Cremonesi. .....	38
Tabla 4 Testado con soluciones acuosas gelificadas con Nevek® sobre ninot de falla para remoción de suciedad superficial. ....	41
Tabla 5 Testado con disolventes orgánicos gelificados con Nevek® sobre lienzo de la Inmaculada para remoción del barniz.....	44
Tabla 6 Testado con disolventes orgánicos gelificados con Nevek® sobre lienzo de San Antonio de Padua para remoción del barniz.....	47
Tabla 7 Testado con disolventes orgánicos gelificados con Nevek® sobre lienzo de paisaje para remoción del barniz.....	48



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a los docentes que estuvieron a mi lado, me tendieron la mano y confiaron en mi para realizar este trabajo, al Dr. Vicente Guerola Blay y Dr. Antoni Colomina Subiela.

También agradecer a la Dra. Juana Cristina Bernal Navarro y a Laura Osete Cortina, por sus consejos y su saber.

A mi familia y amigos, sin su continuo apoyo esto no habría sido posible.

A Anna y Sheila, quienes han sido fuente de conocimiento y mano en la que agarrarme.

A Mario, por estar siempre.

A los compañeros de la campaña de Gea 2019, a quienes debo el último empujón.

Y sobre todo a mi madre, sin su esfuerzo y sacrificio no podría estar donde estoy hoy, gracias infinitas.