

**ENSAYOS DE *PELADO EN "T"* Y DE RESISTENCIA AL DESPEGUE EN REFUERZOS TEXTILES DE PINTURAS SOBRE LIENZO MEDIANTE SOPORTES RÍGIDOS: VALORACIÓN DE LAS UNIONES OBTENIDAS.**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
INSTITUTO DE RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO

**Autor: Irene Carpio Sánchez.**  
Profesor Tutor: Susana Martín Rey (Dpto. CRBC)





**ENSAYOS DE *PELADO EN "T"* Y DE RESISTENCIA AL DESPEGUE EN REFUERZOS TEXTILES DE PINTURAS SOBRE LIENZO MEDIANTE SOPORTES RÍGIDOS: VALORACIÓN DE LAS UNIONES OBTENIDAS.**

**TESINA DE MÁSTER  
CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN BBCC  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA VALENCIA  
2007-2008 (VALENCIA –ESPAÑA)**

**Autor: Irene Carpio Sánchez.**  
Profesor Tutor: Susana Martín Rey (Dpto. CRBC)

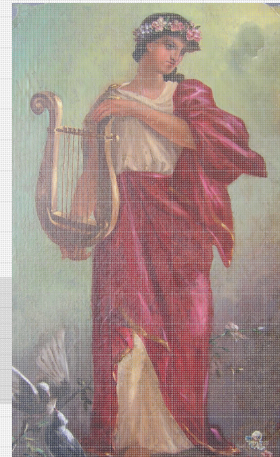


## ÍNDICE

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS QUE SE PERSIGUEN EN LA INVESTIGACIÓN.</b>	<b>10</b>
<b>3. APROXIMACIÓN HISTÓRICA DE ESTE TIPO DE INTERVENCIONES.</b>	<b>12</b>
<b>4. ESTUDIO DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA REALIZACIÓN DE ESTOS REFUERZOS EN LA ACTUALIDAD: CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL.</b>	<b>16</b>
4.1 Soportes inertes. Propiedades y requerimientos.	18
4.1.1. <i>Policarbonato Celular</i> ®.	21
4.1.2. <i>Aerolam</i> ® (Aluminio).	22
4.2 Estratos intermedios.	24
4.2.1. Fibras sin tejer: <i>Tisú non tisse (Reemay)</i> ®	25
4.2.2 Soportes textiles: Fibra de vidrio.	26
4.3 Sustancias adhesivas.	27
4.3.1. Adhesivo termoplástico: <i>Beva-371</i> ®.	28
4.3.2 Adhesivo de contacto: <i>Beva O. F. Gel</i> ®.	29
<b>5. ELABORACIÓN DE PROBETAS OBJETO DEL ENSAYO.</b>	<b>30</b>
5.1 Estructura realizada mediante <i>Policarbonato Celular</i> ®.	35
5.2 Estructura realizada mediante <i>Aerolam</i> ®.	36
<b>6. MUESTREO: TESTADO EN EL LABORATORIO.</b>	<b>38</b>
6.1 Pruebas de resistencia al despegue de los materiales de refuerzo testados.	42
6.2 Conclusiones de la investigación: Ensayo de pelado.	44

<b>7. ESTUDIO DE UN CASO PRÁCTICO: INTERVENCIÓN EN LAS PINTURAS SOBRE LIENZO DEL PATIO DE BUTACAS TEATRO LEAL (TENERIFE).</b>	<b>46</b>
7.1 Aproximación Histórica y compositiva.	<b>47</b>
7.2 Estudio técnico y patologías de los materiales.	<b>50</b>
7.2 Proceso de intervención lleva a cabo en el saneamiento del soporte textil.	<b>51</b>
<b>8. CONCLUSIONES FINALES.</b>	<b>54</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUCCIÓN.



## 1. INTRODUCCIÓN.

Con el paso del tiempo las pinturas sobre lienzo que forman parte de un conjunto arquitectónico, sufren las patologías que el propio edificio y la superficie mural a la que se encuentran adheridas le van transmitiendo.

Estas alteraciones pueden suponer un verdadero impacto en la obra, siendo en algunas ocasiones de tipo irreversible. Algunos de los deterioros más habituales que se manifiestan están determinados por graves tensiones de las fibras textiles, rigidez, debilitamiento y deformaciones planimétricas en la superficie de las obras. A su vez, estas patologías pueden llegar a suponerla aparición de craquelados y desconsolidación de la pintura.

Es en estos casos para la correcta conservación futura de la obra, cuando el restaurador se plantea el refuerzo de las fibras textiles, mediante su adhesión a un soporte rígido que le aporte estabilidad y aislamiento del muro.

En el siguiente trabajo se estudia el tratamiento estructural de refuerzo del soporte textil en pintura sobre lienzo mediante soportes rígidos con capas intermedias denominadas “*sándwich*”, realizándose estudios comparativos entre diferentes metodologías y materiales tal y como veremos en los apartados sucesivos. Se han analizado dos tipos de soportes inertes, concretamente *Policarbonato celular®* y *Aerolam®* de aluminio, valorando su comportamiento al despegue ante el empleo de adhesivos de contacto y de tipo termoplástico.

Se han realizado análisis comparativos de las propiedades mecánicas (resistencia al despegado y/o elasticidad), reversibilidad, valoración de la cantidad de residuo que queda en el original una vez eliminada la intervención, entre otros parámetros.

Para intentar ejemplificar un abanico amplio de la tipología de obras que habitualmente puedan necesitar este tipo de intervención, se ha estudiado el uso de un soporte que asegure estructuralmente la obra sin cambiar su carácter original, y aísle a esta de las causas de alteración provenientes del espacio arquitectónico en el que se encuentre.



Una vez examinados todos los resultados, se identificó el refuerzo más idóneo desde el punto de vista de la conservación futura de la obra (adhesivos, capas intermedias y soportes inertes), y reversibilidad del método aplicado.

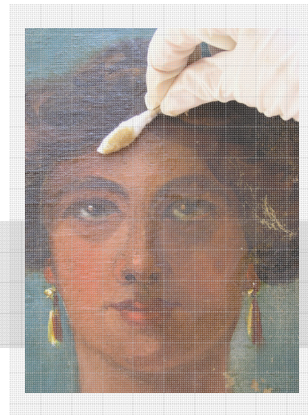
Todo ello se aplicó al conjunto pictórico de las ocho obras realizadas sobre lienzo en la primera década del siglo XXI por Manuel Verdugo, que representan las musas griegas de las artes escénicas y la interpretación, situadas en patio de butacas del Teatro Leal de Tenerife.

Vista general de las obras objeto de la investigación, ubicadas en el Teatro Leal (Tenerife)





**2. OBJETIVOS QUE SE PERSIGUEN  
EN LA INVESTIGACIÓN.**



## 2. OBJETIVOS QUE SE PERSIGUEN EN LA INVESTIGACIÓN.

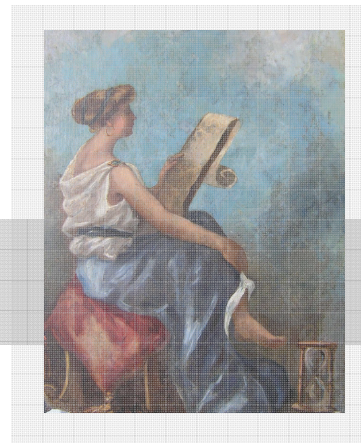
A continuación se muestran los objetivos planteados en esta investigación, cuyo fin era poder determinar los materiales y la metodología de intervención más idónea para las pinturas sobre lienzo de Manuel Verdugo, mencionadas anteriormente:

- Evaluar la fuerza de adhesión de los refuerzos tipo sándwich realizados sobre soporte inerte mediante diferentes tipos de estratos intermedios tejidos mediante fibras sintéticas.
- Comparación de las propiedades químicas y físico mecánicas desde el punto de vista de la adhesión de una selección de adhesivos utilizados en la realización de refuerzos tipo sándwich, sometiéndolos a ciclos extremos de temperatura y humedad relativa en una cámara de envejecimiento artificial acelerado, para evaluar su comportamiento a corto y largo plazo.
- Análisis de la calidad de los refuerzos realizados, estudiando el tipo y la localización del fallo adhesivo que se produzca en cada caso.
- Valoración de que tipo de soporte inerte será el más adecuado para realizar este tipo de intervenciones, aislando a la pintura de las alteraciones del muro, sin transferir daños ni patologías al soporte textil de la obra original.



Proceso de intervención de refuerzo del soporte textil de las obras de Verdugo

**3. APROXIMACIÓN HISTÓRICA  
DE ESTE TIPO DE INTERVENCIONES.**



### 3. APROXIMACIÓN HISTÓRICA DE ESTE TIPO DE INTERVENCIONES.

Muchos autores opinan que un lienzo adherido a un muro se comporta como una pintura mural, por lo que compartirá patologías propias de un soporte celulósico con las particularidades propias de una obra mural<sup>1</sup>.

La búsqueda y fabricación de nuevos soportes como refuerzo en los procesos de forración, es uno de los problemas más frecuentes que tuvieron que afrontar los restauradores.

Inicialmente, los soportes empleados eran toscos y muy pesados, lo que hacía que su manipulación fuera costosa. Poco a poco, se ha perfeccionado el sistema hasta lograr soportes verdaderamente sorprendentes por su ligereza y elevada estabilidad.

Las pinturas que se separaban del muro para su restauración se adherían a un soporte que fuera simplemente idóneo para sostenerlas, sin pensar en la futura conservación. Para ello, era suficiente adherir el lienzo a una nueva tela fijada a un soporte generalmente de madera. Al tratarse de obras que se encontraban en techos o muros estos seguían transfiriendo a los lienzos las patologías que el soporte arquitectónico sufría apareciendo daños nuevos debido a las patologías propias de la madera al degradarse<sup>2</sup>.

Era en estos casos cuando para la correcta conservación futura de la obra, el restaurador se planteaba el refuerzo de las fibras textiles, mediante su adhesión a un soporte no orgánico que le aporte estabilidad y aislamiento del muro asegurando la adecuada consolidación y/o refuerzo del soporte antiguo<sup>3</sup>.

Como adhesivo tradicional para fijar un lienzo pintado a las paredes interiores como decoración, se utilizaba blanco de plomo aglutinado en esencias de petróleo y/o aceites vegetales.

---

<sup>1</sup>Del Pino Díaz, C (2004). Pintura mural. Conservación y Restauración. P. 34

<sup>2</sup> Rodríguez, I. (1995) "Fabricación de los soportes para reforzar y trasladar pinturas. Algunos ejemplos (Primera parte)".p. 84

<sup>3</sup> "Posibilidades y conveniencias en la sustitución de soportes originales" (1981). Cuadernos de arquitectura y conservación del patrimonio artístico. P. 25

En la década de los años 50, Stefan Slabczynski (Restaurador Jefe de la Tate Gallery, Londres) construyó uno de los primeros paneles con núcleo alveolar<sup>4</sup>. Concretamente se trataba de un panel con núcleo de nido de abeja de papel Kraft, y con láminas externas de masonita que sirvió como un apoyo para una pintura de William Blake con graves problemas de división de los estratos. Décadas después, en 1971 Alexander Dunluce, montó una pintura de R. Delaunay en un panel de nido de abeja utilizando láminas externas de fibra de vidrio y PVA como adhesivo<sup>5</sup>. Se tiene constancia de que también realizó un marouflage en una pintura de Picasso utilizando un panel construido con núcleo de nido de abeja y hojas de fibra de vidrio adheridas mediante cera/resina y *Tissu* de morera como estrato intermedio.

Otro ejemplo de obra trasladada a un soporte de nido de abeja de aluminio se dio en 1974, en la restauración del “Gran Cañón de Yellowstone” de Thomas Morán. En 1977 Lebrun ya fabricaba en Nueva York paneles de nido de abeja que serán utilizados como soportes para obras de arte<sup>6</sup>.

A finales de los años 70 se hicieron las primeras incursiones sobre la idea de aplicar un estrato intermedio entre el lienzo y el soporte inerte para potenciar la reversibilidad del tratamiento. De esta forma, se aplicaban hojas de *tissu* adheridas mediante mezclas de cera-resina. Los cambios cromáticos de tipo irreversible, y los problemas dimensionales de las obras fueron fehacientes en un espacio breve de tiempo, por lo que se desestimaron estos materiales adhesivos con la lamentable pérdida de la originalidad de muchas de las obras intervenidas al ver modificada su apariencia cromática de forma irreversible.

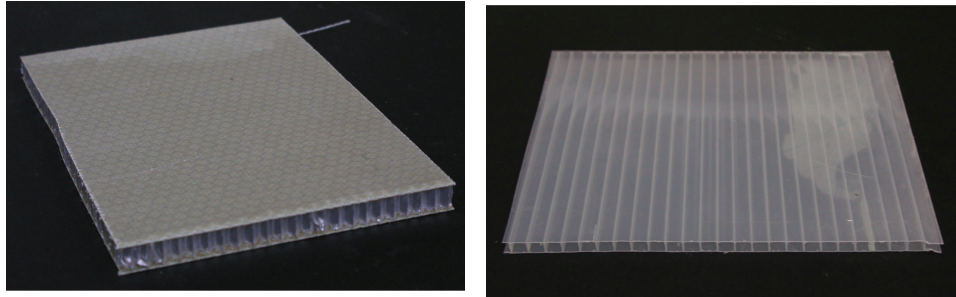
---

<sup>4</sup> Este tipo de panel se describirá detalladamente en el apartado 4.1 SOPORTES INERTES: PROPIEDADES Y REQUERIMIENTOS.

<sup>5</sup> La mala elección del material, y su empleo en concentraciones elevadas, hizo que en muchos casos las obras reforzadas mediante estos materiales sufriesen graves problemas de regasificación y deformaciones en su plano, siendo prácticamente imposible separarlas de las superficies a las que habían sido adheridas.

<sup>6</sup>Mecklenburg, M. and Webster, E. (1977) “Aluminium honeycomb supports: their fabrication and use in painting conservation”, p. 177-189; Rodríguez I. (1995), Op.Cit. p. 89

Sin embargo, actualmente los soportes de refuerzo tienen un estudiado diseño y una excelente relación entre su estabilidad, peso y rigidez. Además la creciente incorporación de los materiales plásticos que oferta el mercado, ha permitido al restaurador diseñar nuevos prototipos combinando todo tipo de materiales, siempre que estén coherentemente relacionados y sean químicamente compatibles<sup>7</sup>.



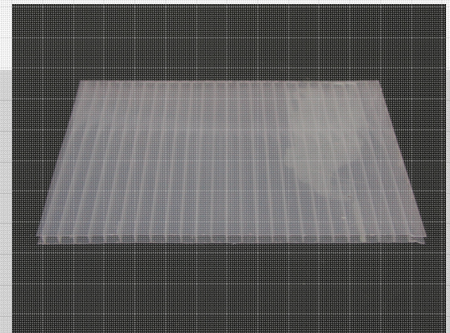
Soportes inertes que se emplean en la actualidad en este tipo de tratamientos

---

<sup>7</sup> Rodríguez I. (1995), Op. Cit. P. 91



**4. ESTUDIO DE LOS MATERIALES  
EMPLEADOS EN LA REALIZACIÓN DE  
ESTOS REFUERZOS EN LA  
ACTUALIDAD: CARACTERÍSTICAS Y  
COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL.**



#### 4. ESTUDIO DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA REALIZACIÓN DE ESTOS REFUERZOS EN LA ACTUALIDAD: CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL.

Sorprende la idea del empleo de soportes inertes más o menos rígidos en tratamientos de refuerzo de pinturas sobre lienzo, ya que según algunos autores las causas de alteración que debemos corregir como la transpiración, falta de movimiento y cambio de volumen, interferencia de textura y aspecto pueden ser provocadas todas por estas últimas. Para otros teóricos parece más justificable la realización de un refuerzo con un soporte inerte, que no va a crear interferencias ni técnicas ni históricas, ya que es totalmente identificable conceptualmente de la obra original<sup>8</sup>.

Muchos conservadores de pintura creen que realizar un refuerzo mediante un soporte inerte, proporciona una razonable solución a estos problemas específicos de consolidación. M. Mecklenburg en algunos documentos de finales de los 70 ya describió la construcción de paneles rígidos fabricados con madera de balsa y de madera de abedul, como apoyo para las pinturas con graves distorsiones en su plano.

Actualmente se emplean materiales sintéticos muy livianos, de elevada estabilidad y resistencia a los agentes de deterioro. Como veremos, se tratan de estructuras tipo “sándwich<sup>9</sup>” (cuyo diseño es parecido al de los paneles tipo “sándwich” industriales<sup>10</sup>), o planchas de fibras reforzadas por resinas y armazones de diversa configuración<sup>11</sup>.

Debe tenerse en cuenta, que es la elección del material, la que en última instancia, rige el comportamiento del soporte final en un entorno determinado<sup>12</sup>, tal y como veremos en apartados sucesivos.

---

<sup>8</sup> Fernández, G. (1990) “Los soportes inertes en La pintura mural”, p. 56.

<sup>9</sup> Ver punto 4.1. SOPORTES INERTES: PROPIEDADES Y REQUERIMIENTOS.

<sup>10</sup> Utilizados sobre todo en el sector de la construcción, es una buena solución en la construcción de naves industriales, centros deportivos, grandes instalaciones de almacenaje y distribución y un sin fin de usos. Compuestos usualmente por dos chapas de acero perfilado y prelacado que otorgan una resistencia mecánica al conjunto y un núcleo de poliuretano o de polisocianurato que cumple las funciones de aislante térmico y acústico excelentes, aunque pueden ser de un número ilimitado de materiales.

<sup>11</sup> Rodríguez I. (1994), “Nuevos soportes rígidos con fines”, p.259

<sup>12</sup> Mecklenburg, M. and Webster, E. (1977) Op. Cit. p. 179

#### 4.1. SOPORTES INERTES: PROPIEDADES Y REQUERIMIENTOS.

La tensión necesaria para mantener una pintura de gran formato<sup>13</sup> tensada sería enorme, lo que requeriría que la tela realizara una gran fuerza y si el soporte tuviera un mayor peso conduciría inevitablemente a la eventual repetición de las deformaciones en el lienzo. Esto se debe a la compresión provocada por las oscilaciones de humedad que privan a la estructura del bastidor de su capacidad para mantener la tela estable en su plano<sup>14</sup>.

Sin embargo, al tener un apoyo sólido como un soporte rígido ni la tensión de la tela ni la estructura de apoyo (bastidor) sería necesaria.

La utilización de soportes inertes para la realización de refuerzos mediante estratificados rígidos presenta varias ventajas. Podríamos destacar la práctica estabilidad total del soporte rígido sobre el que se ubica la obra, ya que no muestra comportamiento de dilatación ni encogimiento, mantiene las tensiones del lienzo de una forma uniforme (sobre todo en los bordes), ya que al estar totalmente adheridos las tensiones se mantienen equivalentes en todos sus puntos. Al tratarse de un soporte inerte la posibilidad de ataque biológico del lienzo se reduce considerablemente<sup>15</sup>.

Otra de las ventajas que podríamos destacar de los refuerzos tipo *sándwich* es la existencia de un estrato intermedio que permite modificar una separación de la unión más fácil sin afectar al conjunto.

Siendo la relación peso-rigidez de los materiales actuales muy buena, algunos de ellos permiten su adecuación a espacios arquitectónicos que no tengan planitud total, adaptándose a superficies como bóvedas, techos, cúpulas, etc. Esta ventaja se completa con el reducido grosor de los nuevos soportes empleados, permitiendo su montaje en hornacinas, paredes, o molduras donde no exista demasiado espacio como para acoger a la obra tensada en un bastidor.

Una de las ventajas principales es que estos tipo de refuerzo no alteran el carácter original de la obra, ya que no existe riesgo de interferencia de texturas. Es un soporte totalmente identificable no conduciendo a error estético ni documental<sup>16</sup>.

---

<sup>13</sup> Entendemos por *gran formato*, las obras que superan los dos metros en cualquiera de sus lados.

<sup>14</sup> Mecklenburg, M. and Webster, E. Op. Cit. p. 179

<sup>15</sup> Fernández, G. / Peinado, J. / Santos, J. (1990) "La aplicación de soportes rígidos a pintura sobre lienzo" VIII Congreso Valencia. p. 245-248

<sup>16</sup> Fernández, G. / Peinado, J. / Santos, J. Op. Cit. p.23

Basándonos en estas ventajas, el soporte diseñado para la adhesión del lienzo, deberá mantener la estabilidad, repartiendo el peso en toda la superficie para crear un mínimo de tensión por cm<sup>2</sup>. Tendrá que adaptarse perfectamente al soporte arquitectónico por lo que su grosor y fuerza no tienen que ser excesivos y servir de barrera a las alteraciones del muro<sup>17</sup>.

Como en cualquier intervención del soporte textil, se debe asegurar el reconocimiento y el cumplimiento de los requisitos estéticos, físico-químicos y mecánicos de los materiales de refuerzos aplicados<sup>18</sup>. A pesar de que estudios recientes han revelado que éstos normalmente no están presentes de forma simultánea en el mismo soporte.

Dependiendo de la obra, el nuevo soporte deberá tener unas características concretas u otras, pero sí debemos establecer unos parámetros comunes. A continuación se analizan las mejores propiedades que debería presentar un soporte inerte empleado en la estabilización de pinturas sobre lienzo adheridas a superficies murales:

- **Propiedades mecánicas:** El panel de refuerzo debe poseer cierta elasticidad sin afectar al lienzo ni a la película pictórica, ya que esto podría provocar la pérdida de esta.
- **Estabilidad dimensional y resistencia a agentes atmosféricos:** El coeficiente de expansión térmica del soporte debe ser bajo, para no sufrir modificaciones por los cambios de humedad relativa ni de temperatura ambiental. Siendo preferentemente de naturaleza inerte e inorgánica.
- **Conductividad térmica y capacidad térmica:** Se debe tener todo tipo de cuidado para prevenir la condensación de la humedad sobre la superficie de la pintura, evitando así la condensación de humedad relativa y aparición de agentes biológicos de deterioro, con el consiguiente daño en los materiales pictóricos que podrían aparecer en la obra.

---

<sup>17</sup> Fernández, G. (Op. Cit. p. 58

<sup>18</sup>Soriano, P/ Sánchez, M. / Roig, P. (2008) "Conservació i Restauració de pintura mural: arrancaments, traspas a nous suports i reintegració". p.79

- **Impermeabilidad y resistencia a agentes biológicos de deterioro:** El soporte debe evitar que la humedad del muro llegue a tener contacto con la obra, por ello debe ser impermeable al agua y al vapor de agua. Esta humedad crearía el clima idóneo para el crecimiento de microorganismos en los estratos pictóricos. Las alteraciones que pueden provocar pueden modificar cromáticamente el estrato pictórico de forma irreversible<sup>19</sup>.
- **Reversibilidad:** El soporte y el adhesivo de refuerzo deben permitir la separación mediante simples operaciones sin que la obra sufra daño alguno<sup>20</sup>.
- **Ligereza de peso:** La ligereza de peso es un factor positivo a tener en cuenta, al simplificar ampliamente el transporte de obras y reducir las posibilidades de perjuicios para las mismas.

Tras haber analizado las propiedades y requerimiento del “perfecto” soporte rígido, dentro de éstos podemos encontrar diferencias entre soportes tradicionales (fabricados con materiales naturales y de tipo orgánico) y soportes inertes (con materiales sintéticos y estratos intermedios en su composición).

En el desarrollo de este trabajo se han analizado dos estructuras inertes de tipo sintético. Una de ellas está fabricada con aluminio, conocida habitualmente como *Aerolam*<sup>21</sup> y la otra es denominada *Policarbonato celular*<sup>22</sup>.

Ambos soportes tienen la capa base cerrada<sup>23</sup>. *Aerolam* presenta núcleo alveolar formado por paneles de celdillas en nido de abeja, de entramado metálico. Por otra parte el *Policarbonato celular*, queda dividido en su interior mediante estructuras verticales transparentes<sup>24</sup>.

---

<sup>19</sup>Torraca, G (1983) “Application to the new support”, p. 52 ; “III Dipinti Mural” p. 47

<sup>20</sup>Soriano, P/ Sánchez, M. / Roig, P. Op. Cit. P. 35

<sup>21</sup>Soporte tipo sándwich con núcleo alveolar.

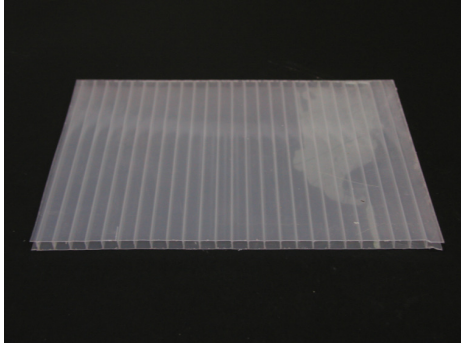
<sup>22</sup>Soriano, P. / Sánchez, M. / Roig, P. Op. Cit p. 43

<sup>23</sup>La capa base cerrada está formada por dos láminas externas que cubren un estrato central de material denso y ligero.

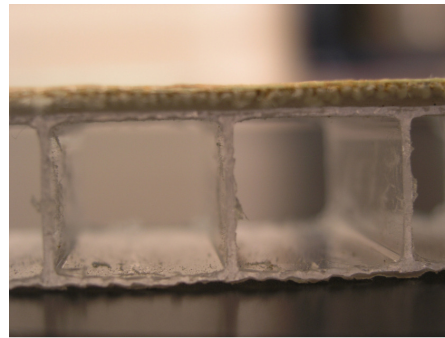
<sup>24</sup>Rodriguez I. (1994), Op. Cit. p.266

#### 4.1.1. **Policarbonato Celular®.**

El policarbonato es tipo de material de fácil manipulación y *termoformado*, siendo utilizados ampliamente en la actualidad en diferentes áreas de la construcción. Su denominación viene determinada por su composición, ya que se trata de polímeros que presentan grupos funcionales unidos por grupos carbonato en una larga cadena molecular.



Policarbonato celular®



Detalle vista interna  
Policarbonato celular®

Se trata de un material ligero que presenta facilidad de montaje y transporte. Muestra buena resistencia a las deformaciones que puedan alterar la conservación de las obras. Incluso después de estar mucho tiempo expuesto a la intemperie, presenta elevada resistencia a los factores medioambientales, que asegura la buena conservación del lienzo<sup>25</sup>.

Teniendo en cuenta la complejidad de la compatibilidad química, siempre conviene probar todos los productos químicos que hayan de entrar en contacto con el *policarbonato®* antes de su aplicación<sup>26</sup>, tal y como se ha realizado en estos estudios.

<sup>25</sup>LUCERNARIOS Y OTROS (29/11/08) Panel Sandwich © 2007 (en línea)  
<http://www.panelsandwich.com/>

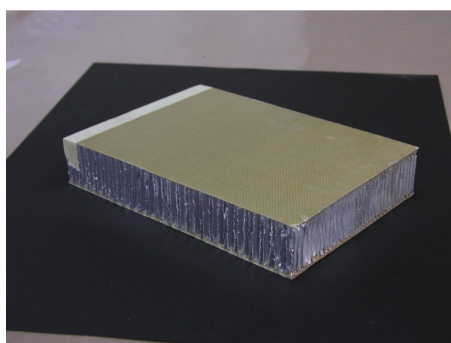
<sup>26</sup>Características del policarbonato celular. (C)2006 GlassMetal - Ironlux (29/11/08)  
<http://www.ironlux.es/>

#### 4.1.2. Aerolam® (Aluminio).

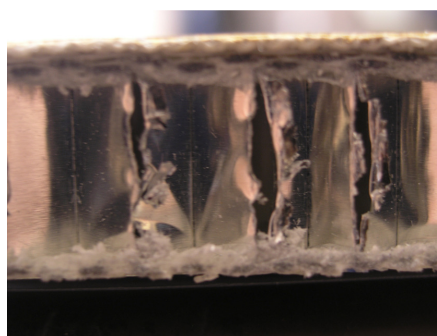
Como hemos visto en el apdo. 3. APROXIMACIÓN HISTÓRICA DE ESTE TIPO DE INTERVENCIÓN, la tendencia de construir soportes ligeros surgió de la búsqueda de proporcionar a la pintura un óptimo aislamiento medioambiental, que fuera un soporte con facilidad de transporte y montaje. Por este motivo se difundió el uso de soportes rígidos con su parte central hueca de forma columnaria o con estructuras de nido de abeja<sup>27</sup>.

El aluminio cumple con estos requisitos y a diferencia de los materiales orgánicos, tiene unas propiedades físicas uniformes que permiten que el rendimiento del material se pueda predecir<sup>28</sup>.

En la fabricación de este soporte inerte, se denomina capa de base cerrada en "sándwich"<sup>29</sup> a las dos láminas externas que cubren a un estrato central fabricado con un material denso pero ligero<sup>30</sup>.



Aerolam®



Detalle vista interna de  
Aerolam®

---

<sup>27</sup>Torraca, G. Op. Cit. p. 46

<sup>28</sup> Mecklenburg, M. and Webster, E. (1977) Op. Cit. p.179

<sup>29</sup>La denominación "capa base cerrada" se debe a que su aspecto exterior es similar al de una caja herméticamente sellada.

<sup>30</sup> Rodriguez I. (1994), Op. Cit. p.26

Los beneficios de una construcción sándwich de nido de abeja<sup>31</sup> se pueden resumir, diciendo que el núcleo resiste las cargas de cizallamiento, aumenta la rigidez de la estructura, y produce un panel reforzado de manera uniforme<sup>32</sup>.

Los siguientes criterios relacionados con las consideraciones estructurales, deben tenerse en cuenta como positivos a la hora de seleccionar este soporte:

- **Fuerza:** Los núcleos de nido de abeja y algunos materiales de revestimiento son direccionales en lo que respecta a propiedades mecánicas. Factor a considerarse para garantizar que la estructura del lienzo, está orientada en el panel de la mejor manera al realizar su adhesión al mismo.
- **Rigidez:** Las estructuras tipo sándwich se utilizan para maximizar la rigidez con un aporte de peso estructural muy bajo, lo que facilitara la reubicación del lienzo a su lugar de origen.
- **Adhesivo:** Éste debe unir los frentes y el núcleo del estratificado, con el fin de que las cargas que se transmiten se opongán de uno a otro y no sufra el lienzo adherido a éste, evitando el craquelado de los estratos pictóricos.

La estructura de aluminio permite la transferencia de calor mediante la mesa caliente y/o de baja presión en la parte superior del panel, esto permite realizar el tratamiento de refuerzo con el estrato pictórico hacia arriba y la eliminación de la necesidad de cualquier aplicación adicional de calor en la superficie del mismo, siendo un factor muy importante a tener en cuenta<sup>33</sup>.

---

<sup>32</sup>La construcción sándwich de nido de abeja puede ser de un número ilimitado de materiales y configuraciones del panel.

<sup>33</sup> Mecklenburg, M. and Webster, E. (1977) Op. Cit. p.178



## 4.2. ESTRATOS INTERMEDIOS.

En un principio, los soportes rígidos de tipo tradicional fabricados por los restauradores, no eran del todo apropiados ya que al tratarse en su mayoría de materiales de tipo orgánico, su propia degradación afectaba a los lienzos de forma directa.

Por una parte, un paso decisivo hacia una solución de este problema, fue el inicio del empleo de resinas sintéticas en la construcción de estos estratificados rígidos. Por otro lado, este tipo de intervención, se vio mejorado sustancialmente con la idea de introducir la llamada “capa de intervención” entre el lienzo y el nuevo soporte.

Una de las primeras capas intermedias que se utilizaron para evitar que un exceso de presión pudiera variar la textura original de la obra fueron los denominados *tissu non tissé*<sup>34</sup> (TNT). Este estrato se adhería entre la tela y el soporte siendo una tela fina de trama suave o sin tejer<sup>35</sup>.

Los estratos intermedios son materiales empleados aún en la actualidad, permitiendo la reversibilidad del refuerzo sin someter al lienzo a estrés o tensión excesiva en el caso de precisar la separación del lienzo adherido al nuevo soporte<sup>36</sup>. Esta capa intermedia se hace todavía más imprescindible cuando se trata de una obra de gran formato, por el peso gravitatorio que tiene que soportar la adhesión<sup>37</sup>.

Esquemáticamente las características esenciales que debe cumplir este material intermedio son:

- Dar estabilidad al refuerzo al no presentar movimientos de contracción y dilatación significativos.
- Proporcionar una buena resistencia física, química y estructural.
- Aportar una buena relación de espesor, peso, rigidez.
- Aislar térmica e higroscópicamente.

---

<sup>34</sup> Se entiende por *tisú non tissé* a las superficies textiles que no presentan trama y urdimbre en su fabricación, siendo una agrupación de fibras cortas unidas entre sí por prensado.

<sup>35</sup>Villarquide, A. (2005) “La pintura sobre tela II. Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración”, p. 241-248

<sup>36</sup> Soriano, P. / Sánchez, M. / Roig, P. Op. Cit. P.56

<sup>37</sup>Fernández, G. Op. Cit. p. 56

- Presenta la posibilidad de adaptarse a obras de grandes dimensiones con formas determinadas y complejas<sup>38</sup>.

#### 4.2.1. Fibras sin tejer: *Tisú non tisse (Reemay)®*.

Las fibras textiles de tipo sintético poliéster sin tejer, como hemos visto anteriormente (*TNT*), son conocidas comúnmente como *Reemay®*<sup>39</sup>. Presentan un buen comportamiento al tratarse de microfibras que forman una superficie homogénea y uniforme. Se trata de tejidos muy resistentes, sin ser excesivamente rígidos, poco sensibles a las variaciones ambientales debido a su carácter sintético y químicamente inerte. Estos tejidos, añaden menos peso al refuerzo siendo más ligeros y estando fabricados en gramajes muy diversos.

Algunos tipos de *TNT* empleados en la actualidad son, *Tissu Eltoline* el cual es un *tissu* inglés muy utilizado para el sentado de color y protección de la capa pictórica<sup>40</sup>.

Entre sus características se puede destacar:

- El hilado sin espacios hace que tenga un comportamiento homogéneo en todos sus ejes, teniendo características isométricas.
- Es fuerte, y resistente a la tracción.
- Muestra excelente estabilidad dimensional, incluso en presencia de humedad.
- No contiene resinas, encolados u otros adhesivos puedan dañar al lienzo.
- Permite tratamiento a temperaturas elevadas hasta 175°C.

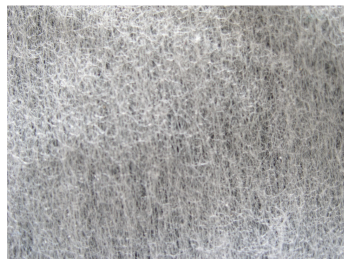


Imagen de un estrato intermedio tipo TNT

<sup>38</sup> Rodríguez I. (1994), Op. Cit. p.260

<sup>39</sup>Se trata de un material no tejido 100% poliéster exento de ácido, cuya utilización es similar al del Hollytex. La diferencia reside en el aspecto de superficie: es considerablemente menos lisa.

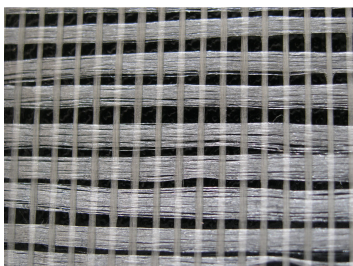
<sup>40</sup>Como veremos a continuación, el refuerzo se realiza interponiendo 1 capa de TNT 100% poliéster, fibra que presenta estabilidad dimensional muy adecuada ante cambios bruscos de HR y T<sup>a</sup>.

#### 4.2.2. Soportes textiles: Fibra de vidrio.

Desde los años 70, se vienen realizando en Europa ensayos de revestimiento tipo *sándwich* utilizando tejidos de fibra de vidrio, como material de apoyo o capa intermedia. El experimento fue iniciado por el Prof. Gradmann en relación con una pintura en la Colección Oskar Reinhard, a fin de determinar si el uso de la fibra de vidrio creaba daños en los resultados del refuerzo.

El tejido de fibra de vidrio empleado en este tipo de tratamiento, presenta trama y urdimbre mediante filamentos de fibra de vidrio sin torsión, por lo que las fibras son prácticamente rectas<sup>41</sup>. Es recomendable por tanto, atender al grosor del estrato, para evitar crear marcas en la superficie de la obra original.

Actualmente, se prefieren otro tipo de estratificados intermedios más reversibles que este tipo de tejidos, tal y como veremos en apartados sucesivos, ya que las uniones que establece entre el original y el estratificado rígido son excesivas con el paso del tiempo, restando reversibilidad al tratamiento.



Detalle de un tipo de tejido  
mediante fibra de vidrio

---

<sup>41</sup>Boissonnas, P. (1974) "Comparisons of Dimensional Stability Between Woven Glass Fibre Fabric & Conventional Linen Canvas as Lining Supports for Paintings", p. 76

### 4.3. SUSTANCIAS ADHESIVAS.

A partir del s. XIX con la revolución industrial el desarrollo de la ciencia permitirá que un siglo después surjan los primeros adhesivos de tipo sintético, aún hoy en día en fase de perfeccionamiento y mejora.

En las últimas décadas se ha experimentado un gran desarrollo en cuanto a la utilización de resinas y ceras sintéticas, éstas datan aproximadamente de la primera mitad del siglo XX, siendo realizados tratamientos con resinas termoplásticas reversibles con calor. Inicialmente se utilizaron resinas vinílicas, aunque posteriormente se prefirieron las acrílicas ya que han aportado mejores resultados en los ensayos concernientes a la reversibilidad e inalterabilidad en el tiempo<sup>42</sup>.

A partir de esta fecha, aparecieron nuevas formulaciones para su empleo específico en restauración. Fundamentalmente con los siguientes objetivos:

- Lograr un tipo de adhesión determinado en función al tipo de adhesivo.
- Poder determinar el grado de adhesividad correcto requerido para la obra en función a su estado de conservación.
- Controlar el nivel de penetración, es decir evitar la impregnación excesiva del original.
- Conseguir una distribución del adhesivo homogéneo en toda la superficie<sup>43</sup>.

Es determinante, realizar un estudio detallado de la obra para seleccionar correctamente el tipo de sustancia adhesiva a emplear, ya que no todas las obras muestran la misma respuesta al calor, a los disolventes y/o a la presión<sup>44</sup>.

---

<sup>42</sup> Martín Rey, S. (2004) *Investigación en el campo de las técnicas de reentelado, conducentes a la obtención de forraciones transparentes en pinturas sobre lienzo: Historia, materiales y métodos.* , p. P.250

<sup>43</sup>Villarquide, A. (2005) Op. Cit. p.16

<sup>44</sup>Boissonnas, P. / Westby Percival-Prescott (1984) "Some alternatives to lining", p.65

Gustav Berger será uno de los precursores en la aplicación de estas resinas de tipo sintético<sup>45</sup>, comercializando un producto propio hoy en día conocido universalmente como Beva ®. Dentro de este grupo de formulaciones, se encuentran distintos tipos de materiales adhesivos como: Beva 371®, Beva O. F. Gel®, Beva Film® y Beva nieve®, etc...

Concretamente, en este estudio se han testado dos productos de esta casa comercial: Beva 371® y Beva Gel®<sup>46</sup>.

#### **4.3.1. Adhesivo termoplástico: Beva-371®.**

Se trata de un adhesivo termoplástico<sup>47</sup> que puede utilizarse en refuerzos del soporte textil mediante la aplicación de calor "Heat-seal lining".

La reversibilidad de estas sustancias, en algunos casos puede ser menor que las que son sensibles a la presión. Esto será debido principalmente a la porosidad de las fibras textiles de la obra, y a la impregnación que inevitablemente recibe el soporte original con la fusión del adhesivo.

La influencia de la temperatura es determinante para la obtención de una buena intervención, ya que para que se formen los enlaces apropiados debe recibir la temperatura de fusión adecuada o el refuerzo será mas débil y fácilmente degradable<sup>48</sup>.

La baja temperatura de activación (alrededor de 64º), así como la versatilidad de aplicación y una mínima merma durante el proceso de curado, son algunas de las ventajas que presenta este material en la realización en refuerzos del soporte<sup>49</sup>.

Este material presenta una fácil preparación por lo que se hace muy fácil su utilización, aunque hay que remarcar su alta toxicidad por el alto contenido en disolventes que contiene, tanto los existentes en su composición interna como los de la disolución que se prepare<sup>50</sup>.

---

<sup>45</sup> Martín, S. / Martín, J. M. (2008) *Adhesión y Adhesivos en intervención de pintura sobre lienzo*. P. 45

<sup>46</sup> Se trata de una dispersión acuosa de un copolimero de etileno vinil acetato y resinas acrílicas.

<sup>47</sup> Que requieren necesariamente de la aplicación de calor para su reactivación.

<sup>48</sup> Martín, S. / Martín, J. M. (2007) Op. Cit. p. 8-15

<sup>49</sup> Remba, A. (1996) "El empleo de Beva 371 y Adam Eva como adhesivos de entelado: un estudio de la fuerza de adhesión y la calidad del entelado". p. 603-614

<sup>50</sup> Martín, S. / Martín, J. M. (2007) Op. Cit . p.58

#### 4.3.2. Adhesivo de contacto: Beva O. F. Gel®.

Según los manuales de materiales consultados, esta sustancia puede emplearse como adhesivo parcialmente seco o de contacto. Tiene una temperatura de reblandecimiento de 60°-65° °C y es mordiente aplicando vapores de tolueno, xileno, alcohol isopropílico y/o etanol (siendo en todos ellos reversible). Aplicando cualquiera de los disolventes arriba mencionados, hace que el adhesivo en seco se regenere y que se pueda emplear como adhesivo de contacto<sup>51</sup>.

Los ensayos que se han desarrollado en colaboración con el Laboratorio de Adhesión y Adhesivos de la Universidad de Alicante, han arrojado resultados algo menos positivos hacia Beva O. F. Gel® desde el punto de vista de la reversibilidad. Ya que los estudios de resistencia al pelado, denotaron como transcurridas 24 horas de la realización del refuerzo, las uniones eran excesivamente fuertes, dañando de forma considerable la tela original, en el caso de tener que ser separada<sup>52</sup>.

El empleo de adhesivos “en frío”, es lo que a finales del siglo XX pasó a denominarse, *Safe-lining* o *Cold-lining*. Este método fue ampliamente desarrollado en la década de los 70 por V.Mehra, donde formuló diferentes mezclas adhesivas que excluyesen la aplicación de calor y/o humedad en tratamientos de refuerzo del soporte textil<sup>53</sup>.

Debe tenerse en cuenta que los adhesivos de contacto, desarrollan parte de la adhesión durante su proceso de curado, aunque con el paso del tiempo será cuando se produzca un aumento de la unión adhesiva. Esto es debido a que de forma gradual se van creando enlaces químicos cada vez más fuertes, entre las superficies unidas<sup>54</sup>.



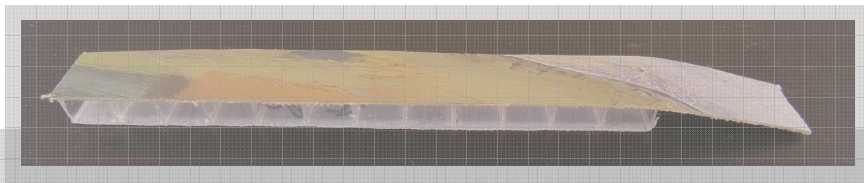
Aplicación de Beva-Gel en una de las probetas de ensayo

<sup>51</sup>Villarquide, A. (2005) Op. Cit. p. 79

<sup>52</sup> Martín Rey, S, (2004) Op. Cit 225.

<sup>53</sup> Martín Rey, S, (2004) Op. Cit 385-390

<sup>54</sup> Martín, S. / Martín Martínez, J. M.(2007) Op. Cit. P.16



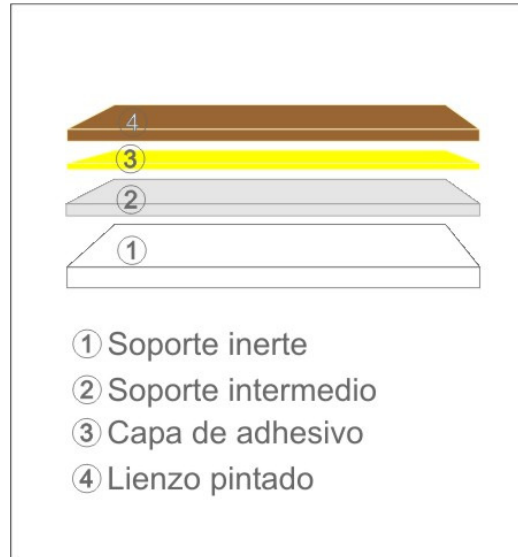
## **5. ELABORACIÓN DE PROBETAS OBJETO DEL ENSAYO.**

## 5. ELABORACIÓN DE PROBETAS OBJETO DEL ENSAYO.

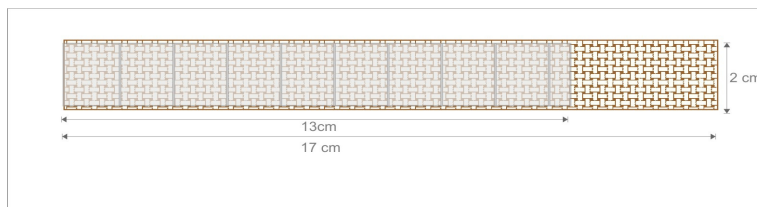
Tras realizar un pormenorizado estudio de los materiales más empleados en la actualidad en este tipo de intervenciones se utilizaron dos tipos de soportes inertes ya mencionados anteriormente: *Policarbonato Celular®* y *Aerolam®*, a los cuales se adhirió una pintura sobre lienzo variando el estrato intermedio del refuerzo.

Se persiguió en todo momento que las muestras, se ajustasen a las necesidades físico-mecánicas que presentaban desde el punto de vista conservativo, las pinturas sobre lienzo del anfiteatro del Teatro Leal de Tenerife, objetivo principal de nuestra investigación.

Modelo de la realización de los refuerzos tipo *sándwich*



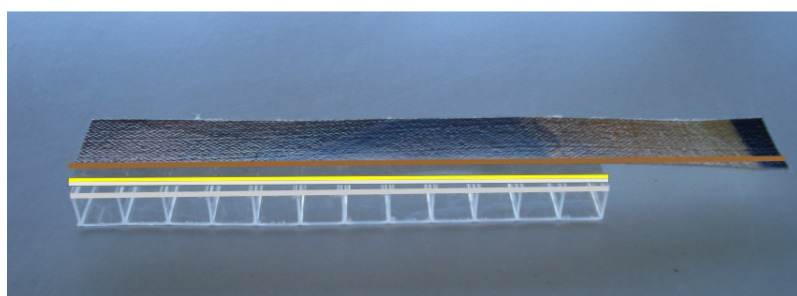
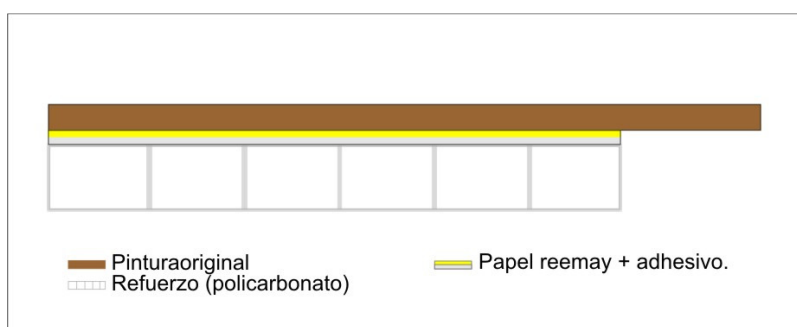
De esta forma se realizaron un total de 120 probetas de 13x2 cm, para lo cual se empleó como imitación a la tela original de las pinturas del Teatro Leal una tela comercial 100% algodón pintada al óleo con ligamento tafetán.



Esquema tamaño probetas



El tipo de unión adhesiva empleado fue a solape<sup>55</sup>. Parte del original se adhirió al soporte rígido, y otra parte quedó libre para poder tensarse por las mordazas del dinamómetro.



Esquemas del tipo de unión  
testada

En cuanto a la capa de intervención intermedia situada entre la obra y el soporte inerte para facilitar la reversibilidad, se utilizó fibra de vidrio en la mitad de las probetas y *tissu non tissé* (TNT) en la otra mitad.

Igualmente se quiso determinar si el grado de reversibilidad era mayor si existía más de un estrato intermedio, por lo que se realizaron probetas con una tela TNT y con dos telas TNT para establecer comparaciones entre estas.

<sup>55</sup> En este caso la adhesión se realiza normalmente entre dos sustratos al interponer uno sobre otro de forma solapada entre sí.

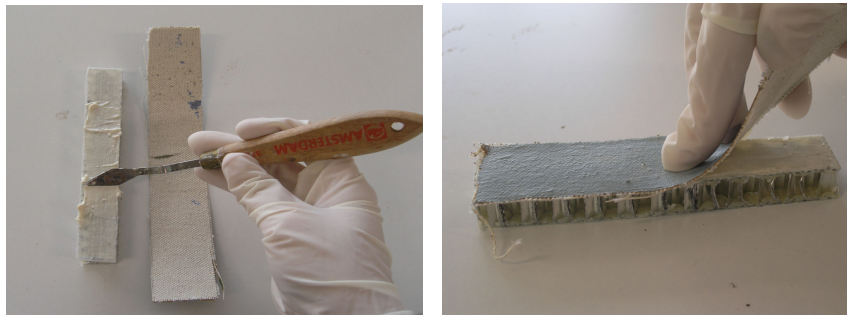
Con respecto a los adhesivos, se empleó Beva 371® (en una proporción 3:1 en W:S) aplicada mediante brocha en dos capas para posteriormente aplicar calor y presión controlada hasta obtener la adhesión entre el soporte inerte y el estrato intermedio.



Preparación de las muestras mediante adhesivo termoplástico

En los refuerzos mediante adhesivo de contacto (Beva O. F. Gel®) éste se aplicó a espátula en la superficie del soporte inerte, pasando una espátula dentada para crear zonas de unión, y eliminar el exceso de adhesivo que pudiese existir.

Cuando el adhesivo alcanzó su *tack*<sup>56</sup> fue cuando se realizó la adhesión entre las dos telas dejando curar bajo presión uniforme mediante vacío, hasta obtener el sellado completo de todas las superficies.



Elaboración del muestreo con el adhesivo de contacto

<sup>56</sup>Se entiende por *tack* a la fase previa de curado de una resina o adhesivo cuando éste alcanza pegajosidad. Martín, S. / Martín Martínez, J. M. (2007) Op. Cit. P.38.

En las muestras impregnadas mediante resinas termoplásticas, (Beva 371®) el lienzo se adhirió al soporte inerte aplicando calor hasta alcanzar la temperatura de reactivación del adhesivo (64°C) y vacío controlado en la mesa caliente, hasta que sellado correcto del refuerzo.

En estas muestras se realizaron análisis comparativos de su comportamiento a corto y largo plazo bajo los efectos de variaciones climáticas simuladas y acusadas. Para ello las probetas se sometieron a ciclos de envejecimiento en la cámara Dikometal ubicada en el Instituto de Restauración del Patrimonio de la UPV, durante 72 horas los cuales se especifican a continuación en el cuadro siguiente:

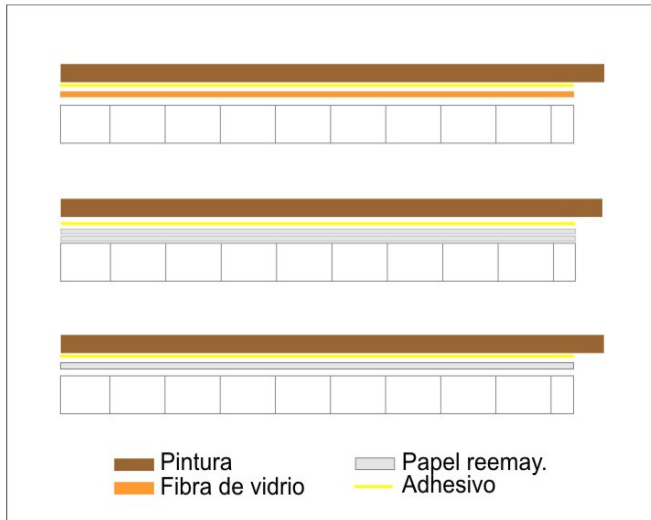
CICLOS DE ENVEJECIMIENTO			
CICLO	°C	HR	t
1.	20º	65%	30´
2.	10º	65%	30´
3.	40º	20%	30´
4.	20º	20%	30´
5.	20º	65%	30´
6.	10º	65%	30´



Imágenes de las probetas en la cámara de envejecimiento

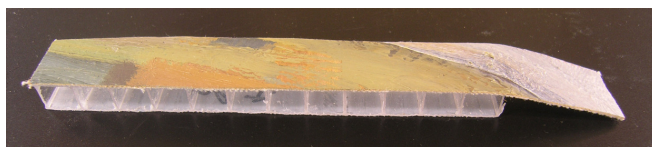
**5.1. Estructura realizada mediante *Policarbonato Celular®*.**

En el siguiente apartado se detallan los diferentes tipos de refuerzos que se realizaron mediante el *Policarbonato celular®* como soporte inerte y los soportes intermedios utilizados.



Esquema de los 3 tipos de muestras que se realizaron

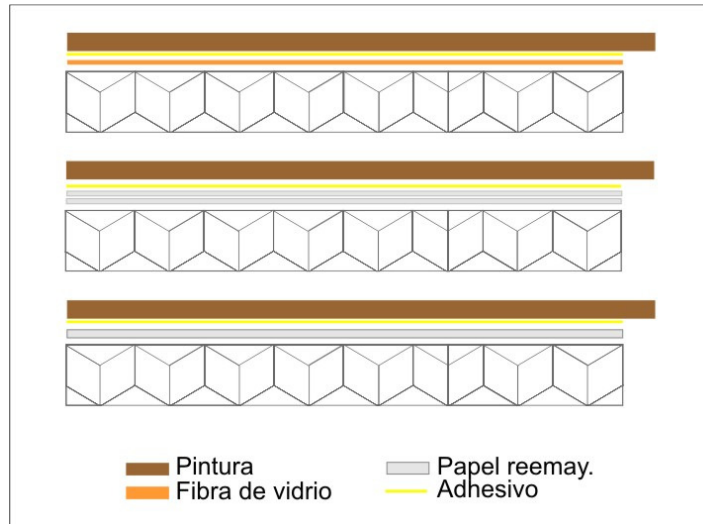
<b>Soporte rígido: <i>Policarbonato Celular®</i></b>		
<b>Nº Probeta</b>	<b>Capa intermedia</b>	<b>Adhesivo empleado</b>
10	Fibra de vidrio	Beva-371®.
10	1 <i>Reemay</i>	Beva-371®.
10	2 <i>Reemay</i>	Beva-371®.
10	Fibra de vidrio	Beva O. F. Gel®.
10	1 <i>Reemay</i>	Beva O. F. Gel®.
10	2 <i>Reemay</i>	Beva O. F. Gel®.



Probeta *Policarbonato celular®*

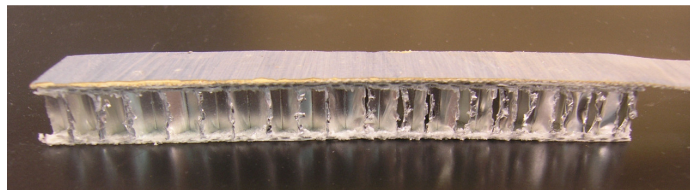
## 5.2. Estructura realizada mediante *Aerolam*®:

En los gráficos siguientes se pueden observar los refuerzos realizados mediante *Aerolam*®



Esquema de los 3 tipos de muestras

Soporte rígido: <i>Aerolam</i> ®		
Nº Probeta	Capa intermedia	Adhesivo empleado
10	Fibra de vidrio	Beva-371®.
10	1 <i>Reemay</i>	Beva-371®.
10	2 <i>Reemay</i>	Beva-371®.
10	Fibra de vidrio	Beva O. F. Gel®.
10	1 <i>Reemay</i>	Beva O. F. Gel®.
10	2 <i>Reemay</i>	Beva O. F. Gel®.



Probeta de *Aerolam*®



**6. MUESTREO: TESTADO EN EL  
LABORATORIO**



## 6. MUESTREO: TESTADO EN EL LABORATORIO.

Para testar la resistencia al despegue de los refuerzos las probetas se sometieron a esfuerzos de pelado mediante un dinamómetro<sup>57</sup>. Concretamente se empleó el instrumento FORCE GAUGE PCE-FM200, perteneciente al equipamiento empleado en los estudios desarrollados por el grupo I+D+I en la línea de investigación “*Análisis y caracterización de materiales adhesivos y fibras textiles en tratamientos estructurales del soporte en pinturas sobre lienzo*”<sup>58</sup> del IRP de la UPV.

Estos ensayos proporcionaron información sobre las características del adhesivo y de las uniones realizadas, pudiendo predecir su comportamiento futuro. El ensayo consistió en medir la fuerza necesaria para separar la adhesión creada entre los tres sustratos por despegue a 90°<sup>59</sup>.

Este tipo de testado denominado *ensayo de pelado*, nos facilitó información sobre las características de las uniones estudiando su resistencia al despegue. Consistió en valorar la fuerza necesaria para separar las pinturas adheridas formando un ángulo de 90° entre éstas y el soporte rígido al que se encontraban encoladas.

Como lo que se quería era conocer el límite máximo de despegue, no se regeneraron los adhesivos parcialmente como se realizan en otros ensayos, mediante vapores de disolventes o calor controlado. La temperatura de los ensayos fue a 25°C con una HR constante del 55%.

La muestra se fijó a la base del Dinamómetro con la ayuda de un adaptador, quedando la zona correspondiente al lienzo original fijada a una mordaza situada en la parte superior.

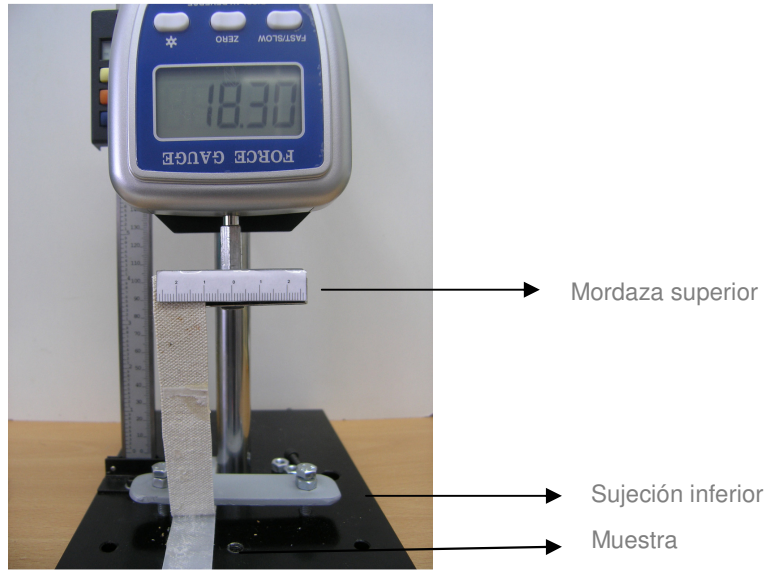
---

<sup>57</sup>Se denomina **dinamómetro** a un instrumento utilizado para medir fuerzas. Fue inventado por Isaac Newton y no debe confundirse con la balanza, instrumento utilizado para medir masas. Los dinamómetros los incorporan las máquinas de ensayo de materiales cuando son sometidos a diferentes esfuerzos, principalmente el ensayo de tracción, porque miden la fuerza de rotura que rompen las probetas de ensayo.

<sup>58</sup> Profesor Dr. Responsable Susana Martín Rey.

<sup>59</sup>Remba, A. (1996) Op. Cit. P.12



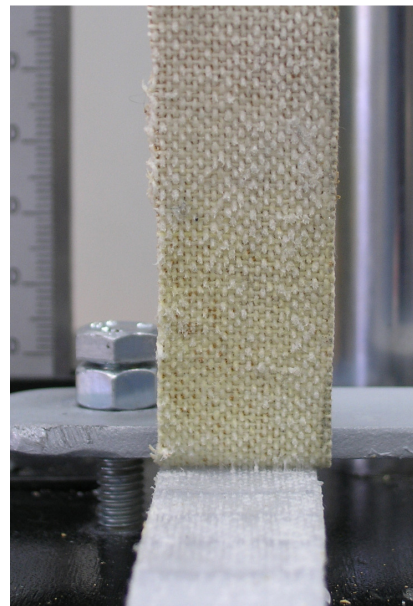


Dinamómetro empleado en el ensayo

Se elaboró un protocolo de testado, de forma que todas las muestras se testasen de forma estandarizada.

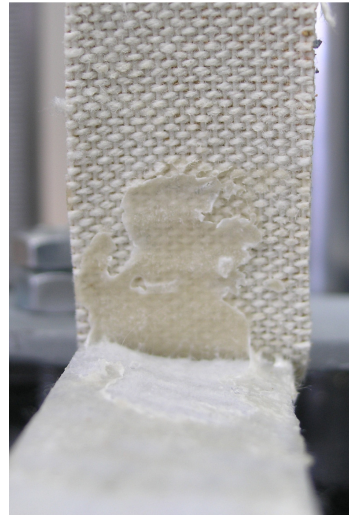
Para ello se realizó el despegado de los sustratos en una superficie de 2,5cm durante 30', obteniendo diferentes valores de mayor y/o menor resistencia al despegue, en función a los materiales empleados.

*Policarbonato celular® +  
Reemay® + Beva 371®*





*Aerolam® + 2 Reemay®+ Beva  
O.F. Gel®*



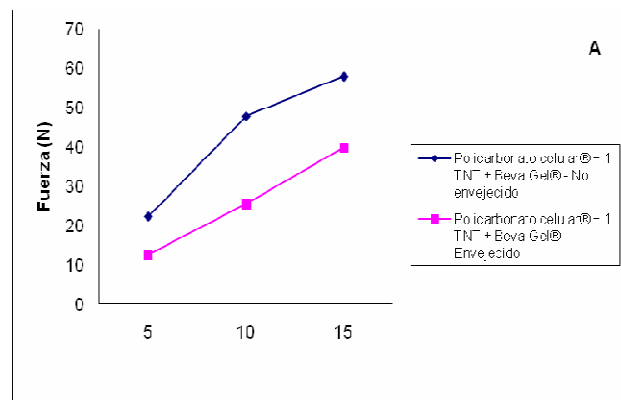
*Policarbonato celular® + 1  
Reemay® + Beva O.F. Gel®*

## 6.1. PRUEBAS DE RESISTENCIA AL DESPEGUE DE LOS MATERIALES DE REFUERZO TESTADOS.

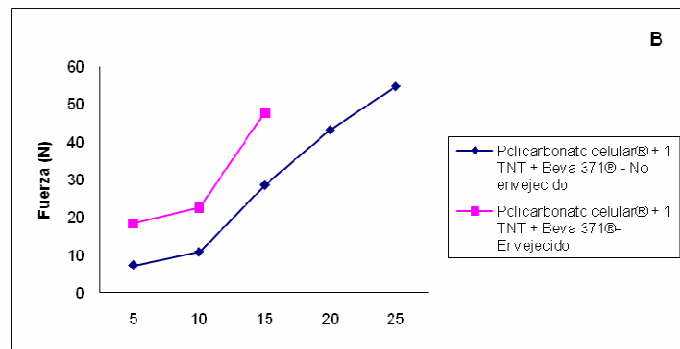
A continuación se muestran los gráficos de los resultados obtenidos en los ensayos.

En los gráficos se puede observar la comparación de esfuerzo necesario para realizar el despegue entre los refuerzos realizados. Estas mediciones se realizaron a intervalos de 5 segundos para poder describir la curva comparativa entre ambos refuerzos.

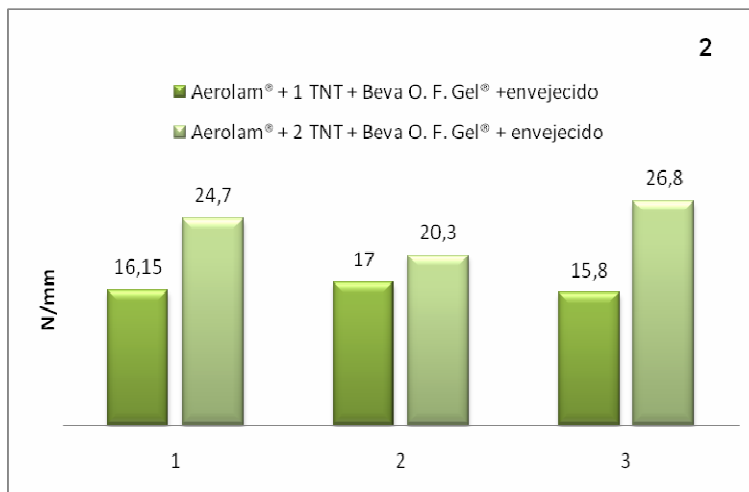
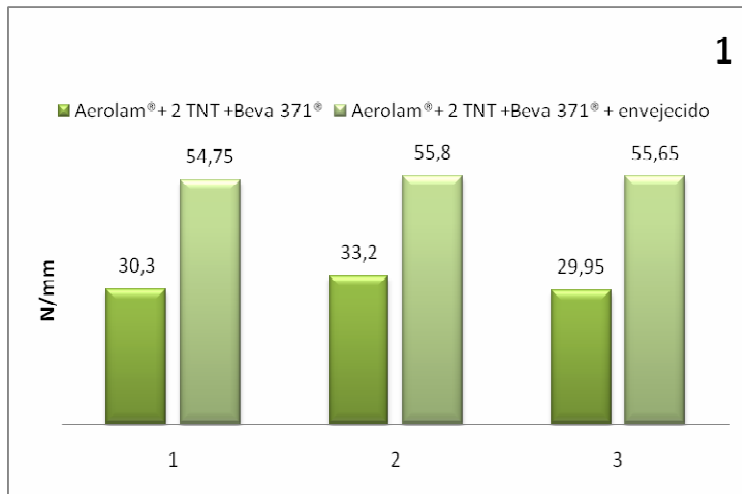
En este primer gráfico se compara el refuerzo realizado con Beva O. F. Gel® (sin envejecer) y Beva 371® (envejecida), sobre el mismo soporte de refuerzo. Se aprecia claramente como la Beva 371® necesita un menor esfuerzo para despegarse.



En esta segunda gráfica se comparan dos refuerzos iguales mediante adhesivo termoplástico para poder establecer comparativas entre el nuevo refuerzo y el envejecido, siendo este último el que necesita un mayor esfuerzo de despegado.



En las siguientes gráficas la comparativa se ha realizado con la máxima fuerza que ha soportado la muestra hasta su despegado del soporte rígido. Para ello se de cada refuerzo se testó tres veces obteniendo valores medios del ensayo, para descartar márgenes de error.



## 6.2. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN: ENSAYO DE PELADO.

A continuación se muestran las conclusiones a las que se llegó mediante esta fase de testado, estructuradas en función de los materiales empleados.

- **Estrato intermedio.**

- Comparando los ensayos realizados con *Policarbonato celular*®, fibra de vidrio y Beva 371® se observa que la fibra de vidrio oponía una gran resistencia al despegue en comparación a los estratos intermedios realizados con TNT ya que este necesitaba más esfuerzo para el despegue del refuerzo.
- Como se observa en el grafico 2 el refuerzo que tenía dos telas de TNT ejerce un esfuerzo mayor al despegue que el refuerzo con una sola tela.

- **Comportamiento de los adhesivos de contacto y adhesivos termoplásticos.**

- El adhesivo Beva 371® crea enlaces más fuertes al envejecer como se observa en el grafico 1 30,3 N/mm sin envejecer, frente a 50,65 N/mm una vez envejecida artificialmente.
- Refuerzos realizados con Beva O. F. Gel® dejan una gran cantidad de adhesivo en el soporte original, (30%) en comparación con los de Beva 371® de tan solo (10%).
- En los refuerzos realizados con Beva O. F. Gel® y estrato intermedio de TNT (ya sea aplicando una tela de TNT o dos) la unión con el soporte original es mucho más fuerte que la adhesión con el soporte inerte. Esto desde el punto de la reversibilidad no es positivo al existir gran cantidad de adhesivo en el original, suponiendo un estrés añadido para la obra el tener que eliminar de ésta la capa intermedia de TNT.

- Como se observa en el [grafico 1](#) la Beva O. F. Gel® necesita una mayor fuerza que la Beva 371® para despegar por lo que resulta un adhesivo menos apropiado para este tipo de refuerzos.
- **Resultados referentes a los soportes inertes: testados.**
  - Ambos materiales, el *Aerolam®* y el *Policarbonato Celular®* aceptan la aplicación de calor controlado (64º) para la realización de los refuerzos sin variar sus propiedades físico-mecánicas aunque si el calor y la presión aplicada al *Policarbonato celular®* es elevada éste se deforma pudiendo crear interferencia de textura en la superficie del lienzo original, por lo que es un dato a tener en cuenta.
  - Los soportes de *Aerolam®*, (sobretudo los sometidos a los ciclos de envejecimiento especificados), manifiestan pérdida de adhesión entre los paneles y el núcleo alveolar. Por el contrario el soporte compuesto mediante *Policarbonato celular®* no muestra ninguna variación de sus propiedades químicas, físicas y/o mecánicas, siendo su comportamiento más óptimo.

**7. ESTUDIO DE UN CASO  
PRÁCTICO: INTERVENCIÓN EN LAS  
PINTURAS SOBRE LIENZO DEL  
PATIO DE BUTACAS TEATRO LEAL  
(TENERIFE).**



## **7. ESTUDIO DE UN CASO PRÁCTICO: INTERVENCIÓN EN LAS PINTURAS SOBRE LIENZO DEL PATIO DE BUTACAS TEATRO LEAL (TENERIFE).**

Las pinturas murales del anfiteatro del patio de butacas del Teatro Leal de Tenerife, son un claro ejemplo del arte de principios del siglo XX en Canarias. Realizadas con una técnica al óleo sobre lienzo.

A inicios del siglo XX hay una interesante afluencia de artistas foráneos que, entre otras tendencias, desarrollan la regional, "*haciendo hincapié en aspectos que simbolizan la vida e historia de las islas*", como nos dice don Miguel Galván. Estos pintores representarán temáticas regionales de la isla, momentos de la vida de estas como las obras del vallisoletano Manuel Cossío y Martínez Fortín (1890- 1960), en las Casas Consistoriales de las Palmas de Gran Canaria.

Las obras pictóricas se encuadran dentro del estilo modernista que se desarrolla en Europa a principios de siglo XX, a pesar de que sólo la temática y detalles de estas nos harían enclavarlas en el estilo. Las obras pictóricas que nos ocupan son ocho lienzos encolados al muro, realizados por Manuel Verdugo.

### **7.1. APROXIMACIÓN HISTÓRICA Y COMPOSITIVA: ESTUDIO TÉCNICO.**

Estas pinturas debieron realizarse en la primera mitad de la década de 1910, pues podemos pensar que para la inauguración del teatro en 1915 estaban ya en su lugar, aunque, a pesar de todo no sabemos con exactitud la fecha de realización.

El grupo de pinturas necesitaron ser arrancadas de su ubicación original pues el soporte mural había sufrido importantes filtraciones afectando seriamente la integridad de las obras. Las obras fueron intervenidas en las instalaciones del Instituto de Restauración de la Universidad Politécnica de Valencia entre los meses de Enero y Febrero de 2008.



A continuación se muestran las 8 obras de Manuel Verdugo.





## 7.2. ESTUDIO TÉCNICO Y PATOLOGÍAS DE LOS MATERIALES.

A continuación se detalla el estado de conservación que éstas presentaban, tras haber permanecido ocultas por madera contrachapada durante la década que el teatro permaneció cerrado al público:

- Desconsolidación alarmante de la película pictórica, que se muestra totalmente descohesionada del soporte textil. Debido en gran parte a las patologías transmitidas por el muro al que se encontraban adheridas, y a la acumulación excesiva de humedad y temperatura constante.
- Acumulación de sales que han atravesado el muro y se muestran sobre la película pictórica.
- Fuerte ataque de microorganismos de tipo *aspergillus*, debido a la humedad transmitida a la obra por filtración y condensación del muro.
- Debido a anteriores restauración las pinturas se encuentran muy erosionadas y con numerosos retoques estéticos poco académicos, localizados en su mayoría en las zonas del fondo de las escenas.
- Barniz oscurecido por procesos de foto-oxidación y suciedad superficial.

### 7.3. PROCESO DE INTERVENCIÓN LLEVA A CABO EN EL SANEAMIENTO DEL SOPORTE TEXTIL.

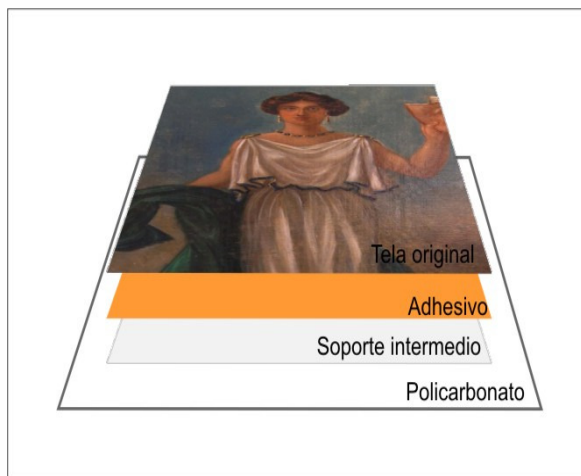
Tras realizar *in-situ* en el Teatro Leal una protección de las obras tipo *cartonage* con papel libre de ácidos y resina termoplástica, se procedió a la separación del muro al que se encontraban parcialmente adheridas, para poder realizar el proceso de intervención.

Tras el tratamiento de limpieza del reverso y tratamiento del ataque fúngico, se aplicó una capa de resina termoplástica mediante rodillo en el reverso de las obras, ya que la fuerte degradación que presentaban las fibras textiles, desgarradas y sin consistencia hacía que no pudiesen soportar el peso de los estratos pictóricos.



Aplicación de Beva-371 por el reverso

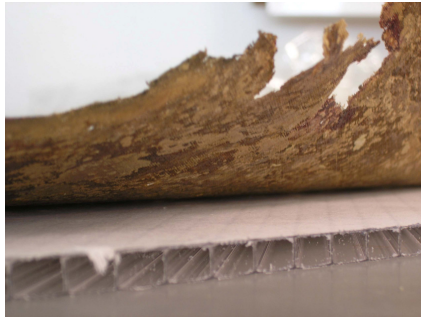
Finalizado el proceso de consolidación del soporte textil y estratos pictóricos, mediante calor y presión controlada en la mesa caliente y de vacío, se procedió a la preparación de los nuevos soportes inertes donde se ubicarían las pinturas, con el fin de estabilizarlas dimensionalmente.



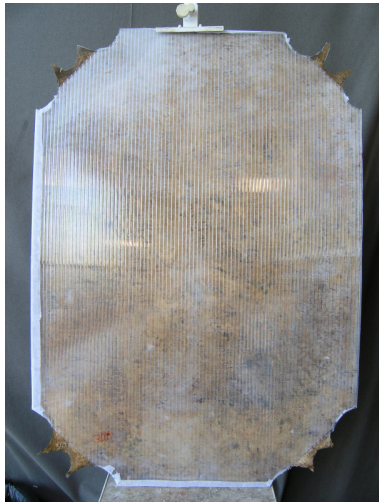
Esquema del tipo de refuerzo aplicado en los soportes de las pinturas

En este caso, tras realizar un testado de diferentes tipos de soportes rígidos, y teniendo en cuenta cual sería el lugar de ubicación final, se optó por adherirlas a un soporte de *policarbonato celular*® de 1cm de grosor.

Se adhirió un estrato intermedio de *tissu non tissé* entre las obras y el nuevo soporte, con el fin de potenciar su reversibilidad en caso de ser necesario. El empleo de este tipo de tejidos, evita la transferencia de texturas entre los estratos de refuerzo y la obra. La adhesión se realizó bajo vacío y con calor controlado hasta alcanzar el punto de fusión del adhesivo de termosellado empleado.

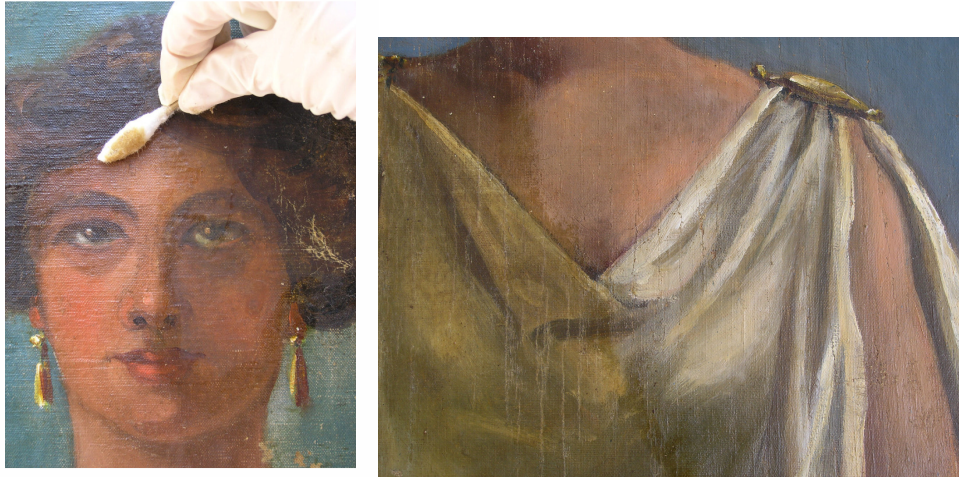


Proceso de realización del refuerzo



Diferentes imágenes de las obras una vez finalizadas

Tras finalizar el resto de procedimientos restaurativos de limpieza físico-química del color, estucado y reintegración cromática de lagunas y barnizado final, las obras se volvieron a reubicar en su espacio de origen, quedando protegidas en su reverso de los posibles deterioros que en un futuro el muro les pueda volver a ocasionar.



Proceso de limpieza del estrato pictórico



Ubicación de las obras en su espacio arquitectónico definitivo tras la intervención

## 8. CONCLUSIONES FINALES DE LA INTERVENCIÓN.



## 8. CONCLUSIONES FINALES DE LA INTERVENCIÓN.

### Resultados de las uniones adhesivas.

- La adhesión mediante Beva O.F. Gel® aporta cierto grosor (1mm al soporte original independientemente del tipo de estrato intermedio utilizado. También debe destacarse que necesita un mayor esfuerzo (40,75 N/mm) para la eliminación del refuerzo quedando la película pictórica muy dañada por lo que no resultó un buen adhesivo para el refuerzo.
- El refuerzo de Beva 371® aporta un grosor mínimo al soporte original. Éste se elimina fácilmente quedando el estrato intermedio totalmente adherido al soporte rígido (y no a la tela original), sin aportar excesivos residuos en el lienzo. (10%).
- En el ensayo de pelado Beva 371® manifiesta menor esfuerzo para su eliminación dejando menos adhesivo en el lienzo original, que las adhesiones mediante Beva O.F. Gel®.

### Resultados del testado referente al soporte inerte:

- El Policarbonato Celular resultó en la práctica un soporte más apropiado que el *Aerolam®* por su ligereza, coste y facilidad de manipulación.
- Debido a sus paneles internos de aluminio y su superficie con fibra de vidrio, *Aerolam®* exige una forma de trabajo con protección de manos y rostro, debido a las virutas que aparecen al ser cortado. Lo cual es un punto negativo a ser tenido en cuenta por el restaurador.

### Conclusiones del testado de los estratos intermedios (*sándwich*):

- De los ensayos realizados, el *TNT* aparece como el material más apropiado para ser empleado como estrato intermedio. Al tratarse de un tejido sin tejer no transfiere ningún tipo de trama al soporte original y aporta menor grosor que la fibra de vidrio.



- Desde el punto de vista de la reversibilidad los *TNT* no aportan una traumática separación de la tela original del sustrato inerte en el caso de ser necesario. Siendo una alternativa muy positiva frente a otros tejidos que muestran una resistencia mayor, (ver probeta nº1) fibra de vidrio + *Policarbonato celular*®.
- Como se observa en la *grafica 2* el refuerzo realizado con dos *TNT* realizó un mayor esfuerzo, por lo que se optó por la utilización de un *TNT* en los refuerzos definitivos de las obras de M. Verdugo, objeto de la investigación.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

**9. BIBLIOGRAFÍA.**

- “Application to the new support” (1983). Conservation of wall paintings. London (Butterworth's) p. 252-281.
- “Posibilidades y conveniencias en la sustitución de soportes originales” (1981). Cuadernos de arquitectura y conservación del patrimonio artístico. El arte y la técnica para salvar el arte. Serie de ensayos nº 13. Secretaria de educación pública instituto nacional de Bellas Artes, México,
- “Working with Polyethylene Foam and Fluted Plastic Sheet” (1976) Canadian Heritage, Canadian Conservation Institute, Technical Bulletin 14.
- Almirante, J. / Chuliá, I. / Garcia, G. (2008) Uso de “MYLAR” y de “AEROLAM” como soportes inertes adicionales, necesarios para la conservación de algunas pinturas sobre lienzo” 17<sup>th</sup> International Meeting on Heritage Conservation. Castellon.
- Answers.com.(en línea) (13-10-08) Copyright © 2008 [Http://www.answers.com/](http://www.answers.com/)
- Barré, S. / Rochais, D. / Tallaron, C. / Jurion, M. / Goyénèche, M. (2007). “Comportment Thermomécanique de composites texturés en environnements extrêmes” Chocs nº 34, Revue Scientifique et Technique de la Direction des Applications Militaires.
- Beloto, C “Novo suporte para mosaico”
- Boissonnas, P (1974). “Comparisons of Dimensional Stability Between Woven Glass Fibre Fabric & Conventional Linen Canvas as Lining Supports for Paintings” National Maritime Museum.
- Boissonnas, Pierre B. / Westby Percival-Prescott (1984) “Some alternatives to lining” ICOM COMMITTEE FOR CONSERVATION. COPENHAGEN. 7<sup>th</sup> Triennial Meeting.
- Brough, J and Dunkerton, J “The Construcción of panel Trays for Two Paintings by the Master of Cappenberg”.

- Características del policarbonato celular. (C)2006 GlassMetal - Ironlux (29/11/08) <http://www.ironlux.es/>
- Carretero Marco, C. "Restauración en el s. XIX, materiales, técnicas y criterios" (en línea) (9/10/08) <http://ge-iic.com>
- Chapter 14. "Testing of foam plastics" (2007) Handbook of Plastics Testing Technology. Second Edition. ISBN 0-471-1802-8
- Conservation Restoration des Bienes Culturels, Araafu, Paris, nº 10 (1997), 1157-688X (ISSN). "Trois étapes du remontage des peintures murales romanes déposées, 1920, 1960 et 1995, au Musée national d'art de Catalogne".
- Del Pino Díaz, C. (2004) Pintura mural. Conservación y Restauración. ISBN: 84-89656-88-6
- Down, J. L. / MacDonald, M. A. / Tétreault, J. y Williams, R. S. (1996) "Pruebas de adhesivos en el Canadian Conservaion Institute- una evaluación de una selección de adhesivos acrílicos y de acetato de polivinilo" Cuadernos sobre conservación 41 nº 1. p. 12-21.
- El policarbonato celular. Envolvente matizada alternativa al cerramiento de vidrio. (en línea) (9/10/08) <Http://www.rafaelescola-fun.org>
- Fernández García, G. / Peinado Fernández, J. / Santos Ramos, J. (1990) "La aplicación de soportes rígidos a pintura sobre lienzo" VIII Congreso Valencia.
- Fernández, G. "Los soporte inertes en la pintura mural" Entorno a la pintura. p. 55-61.
- Fuchs, M. / Glauser, A. R. Avec la collaboration de Verena Fischbacher. "Chambre peinte du Ille siècle après J. -C. á Avenches Etude et restauration.
- García, LL. (2008) "Eliminación del "marouflage" en la obra de Joan Ribalta San Antonio de Padua y restitución por un entelado "NAP-BOND SYSTEM" 17<sup>th</sup> International Meeting on Heritage Conservation. Castellon.

- Grattan, D. W. (1991) "Conservation of Paintings on Delaminated Plywood Supports" Proceedings of a Conference Symposium '91-Saving the Twentieth Century Ottawa, Canada 15 to 20 September. Canadian Conservation Institute, Communications Canada.
- Guilly, R. / M. Sotton et M. Chevalier (1981) "Etude des proprietes de doublages experimentaux a la colle synthetique" ICOM Committee for Conservation. 6th Trienal Meeting Ottawa.
- Heredia Mundet, M. "Los productos. Aproximación a los materiales sintéticos en los talleres de conservación y restauración. Las películas delgadas como adhesivo" R&R. Restauración & Rehabilitación internacional del Patrimonio Histórico. Nº 24
- Josep, F. / Vasquez-Urzua, J."Sauvetage restauration des enduits peints sur torchis de Karadong", en études de cas. p. 27-32.
- LUCERNARIOS Y OTROS (29/11/08) Panel Sandwich © 2007 (en línea) <http://www.panelsandwich.com/>
- Llumá, J. (2008) asignatura .Tecnología de materiales cerámicos y compuestos. Ingeniería Técnica Industrial especializada en Mecánica. Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona" (EUETIB) UPC.
- Martín Rey, S, (2004) "Aplicabilidad de entelados transparentes en pintura sobre lienzo: propiedades físicas y morfológicas de este tipo de refuerzos" Tesis doctoral. Dir. Castell Agustí M. Universidad Politécnica Valencia.
- Martín Rey, S. / Martín Martínez, J. M. (2007) Adhesión y Adhesivos en intervención de pintura sobre lienzo. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Universidad Politécnica de Valencia, Editorial.
- Mecklenburg, M. and Webster, E., (1977) "Aluminium honeycomb supports: their fabrication and use in painting conservation" Studies in Conservation, 22, p.177-189.

- Monni, G. (1999) "Étude d'une nouvelle solution pour le montage des photographies contemporaines" 12<sup>th</sup> Triennial Meeting Lyon. Vol II. ISBN. 1873936923.
- Philipot, P. (1990) "Le probleme de l'integration des lacunes dans la restauration des peintures" Pénétrer l'art Restaurer l'oeuvre. Une vision humaniste. Hommage en forme de florilège. Edité par C. Périer-D'leteren. p. 413-439.
- Productos de Conservación, S.A. (20/11/08)  
<http://www.productosdeconservacion.com/>
- Rees, S. / Cummings, A. and Hedley, G. (1975). "Relining materials and techniques: summary of replies to a questionnaire" ICOM 4<sup>th</sup> Triennial Meeting Venice,
- Remba, A. (1996) "El empleo de Beva 371 y Adam Eva como adhesivos de entelado: un estudio de la fuerza de adhesión y la calidad del entelado" XI Congreso de Conservación y Restauración de BBCC, Castellón. p. 603-614.
- Rodríguez I. (1994), "Nuevos soportes rígidos con fines artísticos", Tesis Doctoral. Dir. Huertas Torrejón, M., PhD dissertation, Universidad Complutense de Madrid.
- Rodriguez, I. (1995) "Fabricación de los soportes para reforzar y trasladar pinturas. Algunos ejemplos (Primera parte)" Patina, número 7.
- Sánchez, A. "Problemas derivados de intervenciones incorrectas en pintura sobre lienzo pertenecientes al coleccionismo privado. Revisión de criterios" Universidad Complutense de Madrid.
- Sánchez, Y. (1999) "Diseño de soportes en los Bienes Culturales" AKOBE Restauración y Conservación de Bienes Culturales. nº 0.
- Shields, J. "Adhesive Selection" Adhesive Handbook. Chapter 3. London, Butterworths. p. 21-27

- Soriano, P. / Sánchez, M. / Roig, P. “Conservació i Restauració de pintura mural: arrancaments, traspas a nous suports i reintegració”. *Renaixença y futur. Monografies de la Universitat Politècnica de València.*
- Stem. Servicios técnicos y equipamientos para museos ( en línea) (16-08-08) <http://www.stem-museos.com/>
- Stouls, El especialista del arte y la conservación. (en línea) © Stouls (16-08-08) <http://www.stouls.com/>
- Topper, T. H. /. Sherbourne, A. N/ Saari, V. (1978) “Bending of glass fibre-reinforced plastic (GFRP) plates on elastic supports. Part1: Material Characteristics”. *Matériaux et constructions materials and structures.* Vol. 11 – nº 62.
- Torraca, G. “I Dipinti Mural”
- Villarquide, A. (2005) “La pintura sobre tela II. Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración”. *Arte y restauración. NEREA.* p. 241-248