

TRABAJO FIN DE GRADO

BALSITE COLOREADO

Aplicación en tratamientos de reintegraciones volumétricas y cromáticas de superficies doradas.

GRADO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES.

UNIVERSIDAD DE SEVILLA.

CURSO 2022/23.

AUTOR/A: MARÍA DE LA CRUZ GABARRO BANDO.

TUTOR/A: BEATRIZ PRADO-CAMPOS.

GRADO C+R



CONSERVACIÓN Y
RESTAURACIÓN DE
BIENES CULTURALES

TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN
DE BIENES CULTURALES.
UNIVERSIDAD DE SEVILLA.
CURSO 2022-23.

BALSITE COLOREADO.

Aplicación en tratamientos de reintegraciones volumétricas y cromáticas de superficies doradas.

TRABAJO TEORICO-PRÁCTICO.

AUTOR/A: María de la cruz Gabarro Bando.

TUTOR/A: Beatriz Prado-Campos.

ÍNDICE

1.-Introducción	5
1.1. Objetivos.....	6
1.2. Metodología.	7
1.3. Justificación.....	7
2.- La reintegración volumétrica.....	11
2.1. Criterios de reintegración volumétrica.....	15
2.2. Materiales de reintegración volumétrica.....	17
2.3. Técnicas de reintegración volumétrica.....	20
3.- La reintegración cromática.....	22
3.1. Criterios de reintegración cromática.....	23
3.2. Materiales de reintegración cromática.....	24
3.3. Técnicas de reintegración volumétrica.....	26
4.- Balsite.....	28
4.1. Historia de las resinas epoxi.....	28
4.2. Características, propiedades y usos del balsite.....	29
4.3. Metodología de aplicación del balsite.....	32
5.- Carta cromática de dorados en masilla de balsite.....	34
5.1. Objetivos y metodología.....	34
5.2 Preparación de las muestras: materiales y metodología.....	34
5.3. Preparación de reproducciones	34
5.4. Caso práctico. Retablo Virgen de la Antigua.....	46
5.5. Caso práctico. El pilar de madera de L´Assut.....	47
5.6. Conclusiones.....	49
6.- Bibliografía y documentación electrónica.....	50
Anexos.....	52

1.- INTRODUCCIÓN.

La necesidad de devolver la legibilidad y fisionomía original y propiedades estructurales originales a una bien cultural, ha conllevado la creación e investigación de nuevos materiales para este fin, es por eso, que el mundo de los materiales de restauración y conservación se encuentra en constante evolución, con el fin, de conseguir materiales óptimos, compatibles, reversibles y listos para su uso.

La conservación-restauración de esculturas y retablos realizados en madera, es una tarea compleja que requiere habilidad y conocimiento. Uno de los desafíos más importantes es encontrar materiales que sean seguros, efectivos y compatibles para la conservación de estas obras de arte. En este sentido, la resina epoxi se ha convertido en una opción notoria para la restauración de esculturas de madera debido a su capacidad para penetrar profundamente en la superficie y fortalecerla.

Esta resina, además de ser usada para pequeñas operaciones de aporte de materia como el sellado de grietas y relleno de oquedades, sirve para la reposición de piezas y reintegraciones volumétricas realizando piezas mediante modelado o molde. Este material es ligero, por lo que no supone un peso extra para la obra, y su composición química resulta compatible con soportes de origen celulósico.

El principal objetivo de este trabajo es la realización de una carta cromática realizada con Balsite coloreado para la realización reintegraciones volumétricas, centrándonos principalmente en la reintegración volumétrica en madera dorada, aplicada concretamente en retablos, valorando el color y el acabado superficial del dorado original.

Esta idea está basada en la práctica realizada en la asignatura de Intervención en Escultura impartida en tercer curso del Grado de conservación y restauración de bienes culturales, en la cual, se llevó a cabo la intervención del Retablo de la Virgen de la Antigua, Antequera. Uno de los tratamientos realizados en este proyecto, consistía en la reintegración volumétrica de lagunas a nivel de soporte mediante el modelado y realización de moldes por apretón usando la resina epoxi Balsite.

Es por eso, que, en el siguiente trabajo teórico-práctico, se propone un modelo de reintegración volumétrica aplicado en obra real. Para esta intervención se ha utilizado como material principal el Balsite®, añadiendo pigmentos de diversos colores semejantes al color oro. Previa a su aplicación sobre obra real, se ha realizado un ensayo, en el cual, se han obtenido una serie de resultados y de estos, conclusiones. Estos resultados y conclusiones han permitido la realización de la práctica de forma óptima y precisa.

1.1.- Objetivos.

Objetivos generales

- I. Poner en práctica mediante un trabajo teórico-práctico los conocimientos adquiridos, en el Grado de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.
- II. Realizar una investigación bibliográfica que me permita profundizar en el tema de estudio previa al inicio del trabajo sobre el tema a estudiar.
- III. Conocer la aplicación, usos y metodología de aplicación de la resina epoxi Balsite®.
- IV. Realizar una documentación gráfica y fotográfica propia para completa aquella documentación obtenida en la búsqueda bibliográfica.
- V. Poner en práctica el tratamiento propuesto en este trabajo.

Objetivos específicos

- I. Profundizar en el estudio de la resina epoxi Balsite como material de restauración y conservación de bienes culturales en soporte lıneeo.
- II. Generar información suficiente para llevar a cabo una práctica aplicando la teoría recogida en este trabajo.
- III. Diseñar una metodología de trabajo y plan de actuación sobre el caso teórico-práctico.
- IV. Definir el concepto de “reintegración volumétrica” mediante la recopilación de definiciones propuestas por diferentes autores.
- V. Desarrollar los objetivos fundamentales en el tratamiento de reintegración volumétrica propuestos por el proyecto COREMANS y otros autores.
- VI. Realizar una carta cromática realizada mediante pigmentos y Balsite que contenga el objetivo de la misma, una ficha de ensayo, una metodología de trabajo y análisis de resultados.
- VII. Aplicar el ensayo.
- VIII. Realizar conclusiones en las cuales se redactarán el resultado final del ensayo y del resultado final de la aplicación del material propuesto sobre obra real.

IX. Producir documentación gráfica y fotográfica del proceso realizado.

1.2.- Metodología.

La metodología llevada a cabo en este trabajo ha sido la siguiente:

1. Primera toma de contacto con la tutora y elección del tema.
2. Búsqueda bibliográfica sobre el material y posibles estudios relacionados.
3. Redacción de un trabajo teórico mediante la bibliografía obtenida relacionada con el tema, además de plasmar los conocimientos adquiridos por mi propia experiencia en el grado.
4. Ejemplificación del tema con casos prácticos reales.
5. Selección de materiales para la parte práctica.
 - i) Estudio del material.
 - ii) Elaboración de fichas técnicas del material principal.
 - iii) Elaboración de tablas añadiendo datos técnicos de cada uno de los pigmentos a utilizar.
6. Ejecución de una ficha de ensayo para una primera toma de contacto con la práctica.
7. Creación de pruebas de color y una carta cromática a partir de la ficha de ensayo.
8. Análisis de los resultados.
9. Aplicación de dichos resultados sobre obra real.
10. Análisis de resultados y conclusiones.

1.3.- Justificación.

Existen numerosos estudios y teorías de tratamientos de reintegración volumétrica y reintegración cromática, derivados de los avances en conservación y restauración aplicados a retablos dorados. Para conocer en profundidad dichos tratamientos aplicados sobre retablos, es necesario profundizar sobre las diferentes técnicas y acabados que presenta el dorado, con el objetivo de unir la reintegración volumétrica y la reintegración cromática en un único tratamiento. Este fin es destinado a optimizar el trabajo de conservador-restaurador reduciendo el tiempo de actuación sobre la obra y aumentando la productividad del restaurador. Es por eso, que ha sido necesario realizar un reconocimiento de las técnicas y acabados que presentan dichos dorados.

La técnica del dorado¹ es un proceso de decoración que consiste en la aplicación de láminas de pan de oro sobre una superficie ya preparada. En cuanto a su aplicación y resultado en su acabado, existen varias técnicas, algunas de las más comunes son las siguientes:

- Dorado pulido.

En esta técnica las láminas de oro son colocadas sobre el bol, previamente preparado, presentando una superficie completamente lisa y fina. Posteriormente, el artista mediante un trazo de lino o piedra de ágata bruñe la superficie antes de colocar las láminas de oro. A continuación, el bol es humedecido para que, posteriormente, fueran colocadas las láminas de oro mediante una espátula por presión. Por último, la superficie dorada es pulida, consiguiendo una superficie completamente lisa y brillante.

¹ B. Prado-Campos en su tesis doctoral habla sobre el proceso constructivo de la policromía, y por consiguiente de su ornamentación, en este caso el dorado, añadiendo también el plateado.



Ilustración 1 Proceso de dorado al agua. Imagen obtenida de la web de Pablo Nieto Parteluz.



Ilustración 2 Grafico de estratigrafía correspondiente a un retablo dorado al agua

- Dorado mate.

Este procedimiento, al contrario que el anterior, tiene un efecto óptico algo condicionado por la técnica de aplicación. Esta técnica consiste en la aplicación de mixtión o de otro mordiente sobre la superficie de la obra, en la cual, se encuentra el embolado, siendo este aplicado solo en aquellas zonas en las que se va a colocar una lámina de oro, permitiendo realizar formas de motivos ornamentales. El dorado realizado en esta técnica no puede ser bruñido y presenta un aspecto mate, presentando menor luminosidad y brillantez.



Ilustración 3 y 4 Proceso de dorado a la sisa o mixtión. Fuente: web de Guisto Manetti.



Ilustración 5 Gráfico de estratigrafía de un retablo dorado a la sisa.

- Dorado en polvo o molido.
 Realizado en detalles de pequeñas dimensiones, como en miniaturas. Esta técnica puede darse en esculturas de madera policromada, siendo esta aplicada en el pelo de la misma mediante pincel. El oro en polvo o molido se prepara mediante el molido de las láminas de pan de oro hasta que este quede como un polvo fino dorado, añadiendo a este, goma laca o goma arábica. La mezcla, es colada con una tela de lino y posteriormente colocada en un recipiente llamado escudilla² o concha.



Ilustración 7 Escultura de la Magdalena con el pelo dorado, Louvre. Fuente: wed de Historia arte, Cipiarn Canota



Ilustración 8 Gráfico de estratigrafía correspondiente a la escultura de la ilustración 7.

² Recipiente de pequeño tamaño, en forma de esfera o media esfera.

- Dorado corlado.

Se trata de una técnica decorativa que es aplicada sobre el dorado previamente aplicado y pulido. Consiste en dar color en veladuras a la zona deseada con el fin de resaltar los diferentes elementos ornamentales de un retablo o escultura.

En el caso de los retablos, podemos encontrar las corladuras en motivos ornamentales como hojas y frutas. La corladura normalmente es realizada mediante barnices a base de resinas y alcohol con pigmento, dejando una capa de color translúcida que, en unión con la superficie de oro bruñida, proporciona luminosidad y brillo.

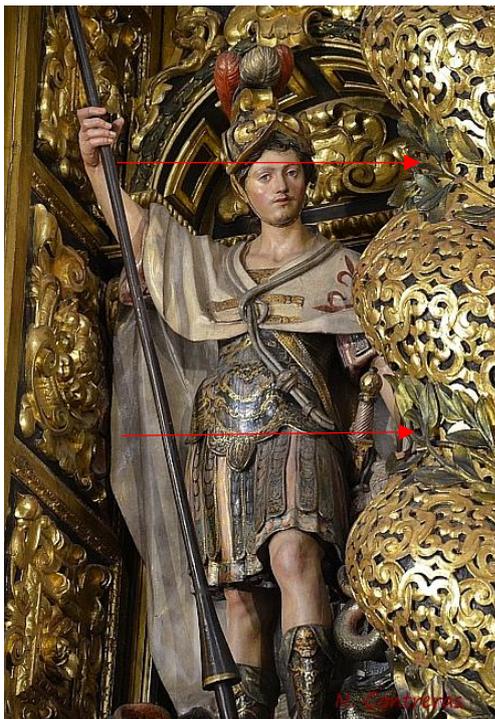


Ilustración 9 Retablo del Hospital de la Caridad. Corlas en la columna. Fuente: web de Nicolás Contreras.



Ilustración 10 Gráfico de estratigrafía correspondiente a un retablo dorado y corlado.

2.- LA REINTEGRACIÓN VOLUMÉTRICA

La reintegración volumétrica y cromática son tratamiento de conservación y restauración de bienes culturales. Para llegar a comprender estos tratamientos, y porqué son realizados, necesitamos saber que alteración debe estar presente en el bien, concretamente la laguna. El principal objetivo de ambos tratamientos es recuperar la integridad formal y matérica de una laguna presente en una obra dorada y/o policromada.

La rotura, la pérdida y la deformación de elementos o partes significativas de la escultura, son cuestiones que requieren de un examen profundo y una planificación cuidadosa de las soluciones estructurales y estéticas, entendiendo que forma/volumen y color son dos entidades inseparables.

En este TFG se define la reintegración volumétrica como un proceso esencial en la conservación y restauración de bienes culturales consistente en la incorporación de elementos tridimensionales que complementan y mejoran la funcionalidad de la obra, sin comprometer su integridad original. Este proceso requiere una comprensión profunda de la obra y su contexto histórico, así como una habilidad técnica excepcional para integrar los elementos de manera armoniosa. Para realizar una correcta comprensión sobre este tratamiento, es necesario conocer cuando y donde hay que realizarlo. Es por eso, que es necesario comenzar definiendo el termino de “laguna”.

El término “laguna” es muy amplio, por ello, existe la necesidad de establecer su definición y por tanto su ámbito de aplicación.

La laguna en este TFG la hemos definido como la pérdida producida en la superficie de la obra o en el conjunto de la misma, produciendo un obstáculo entre la obra y el espectador. Esta definición viene descrita basándonos en a la definición de Brandi.

Para Brandi³ (1988), la laguna es una interrupción formal de la continuidad de la obra, que viene interpretada de forma indebida por el espectador como figura, pasando el original a un segundo plano; por ello es tan importante conseguir, con la reintegración cromática, reinvertir esta percepción. La laguna reintegrada debe integrarse en la obra de forma que el original adquiera el protagonismo y sea posible su percepción sin distorsión (Brandi, 1988:74)

En este caso Brandi, define la laguna como una falta de estrato policromo en la obra, aunque, esta definición también puede ser aplicada a una laguna a nivel de soporte ya que, cuando existe una falta de volumen en una obra, esta, como bien define Brandi, es interpretada de forma indebida por el espectador, ya que dificulta su lectura original. Este tipo de lagunas, además, pueden provocar problemas estructurales.

El concepto de “laguna”, también la encontramos definida por Giannini⁴ (2008), en la cual nos dice que la laguna es la pérdida de estratos y/o dimensiones significativas de

³ Cesare Brandi, historiador, crítico de arte, ensayista y especialista en la teoría de restauración de obras de arte, el cual, desarrolla el concepto de laguna. Esta definición podemos encontrarla en el libro *La restauración: teoría y aplicación práctica*, por Roig Picazo, P., González Tomel, P., & Basile, G. En este libro se hace una recopilación de textos escritos por Brandi, al igual que se añaden aportaciones de otros autores.

⁴ El *Diccionario de restauración y diagnosis* de Giannini recoge la definición de cada una de las técnicas realizadas en conservación y restauración de obras de arte, con una amplia recopilación de expresiones utilizadas por los profesionales de la conservación y restauración de bienes culturales

parte de una obra. En esta definición, describe, como la laguna puede afectar a la obra a distintos niveles, diferenciándose de la abrasión por el tamaño y profundidad de la misma.

“Pérdida de diferentes dimensiones e importantes estratos y técnicas de parte de una obra. En parte puede afectar a distintos niveles de la superficie cromática. Puede deberse a la mutilación de la tela o de la tabla, o la caída de la capa cromática o de preparación, se diferencia de las abrasiones por la extensión y la profundidad. La literatura sobre la restauración ha establecido una distinción entre laguna entendida como pérdida, y ausencia, en el sentido de que un objeto alterado está incompleto”.

La laguna se puede presentar de diversas formas, y para aplicar el tratamiento adecuado a cada una de ellas, es necesario reconocer e identificar el tipo de laguna. Principalmente nos centraremos en aquellas lagunas recurrentes en los retablos, se hará una descripción de las mismas, empezando por la laguna que se produce en la superficie hasta definir la laguna por pérdida de soporte.

En primer lugar, encontramos la laguna en la capa de dorado, esta laguna deja ver el color del bol, y puede estar producida por desgaste.

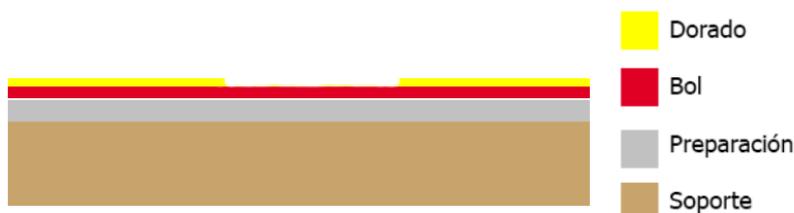


Ilustración 11 Gráfico de estratigrafía laguna en el dorado

También, podemos encontrar lagunas con pérdidas en la capa de dorado y en el bol, por lo que la capa de preparación queda en superficie.



Ilustración 12 Gráfico de estratigrafía de laguna en la capa de oro y bol.

Existen numerosos casos, en los que la laguna se da a nivel de preparación, dejando ver el soporte de la obra, en este caso de madera.



Ilustración 13 Gráfico de estratigrafía con laguna de dorado, bol y preparación.

Por último, encontramos la laguna del conjunto/pérdida de soporte, en el que tanto las capas nombradas anteriormente como el soporte se han perdido.

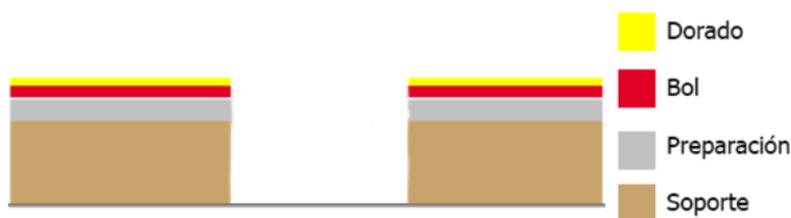


Ilustración 14 Gráfico de estratigrafía de pérdida a nivel de soporte.

En el ámbito de la conservación y restauración, los términos laguna y faltante también se utilizan para describir discrepancias. En este caso, la laguna se refiere a una parte del objeto que falta o ha sido dañada y necesita ser reconstruida o restaurada. Por otro lado, el faltante es cuando una pieza del objeto original no está presente. En cuanto al tratamiento aplicado al último tipo de laguna descrito anteriormente, nos centramos en el concepto de “reintegración volumétrica”.

Este concepto, se ve íntimamente relacionado con la definición aportada por Ana Calvo la definición de reintegración. Esta, incluye tanto la reintegración cromática como la reintegración volumétrica, destacando que la reintegración es la acción y efecto de reintegrar o restituir una parte perdida. Técnica de restauración que permite integrar estéticamente una obra completando sus pérdidas, ya sean de soporte, de decoración o policromía. (Ana Calvo, 2003:188).

Encontramos otras muchas aportaciones en la definición de “reintegración volumétrica” propuesta por diversos autores, como es el caso de Laborde Marqueze (2013) en Prado-Campos (2019)⁵ definen el tratamiento de restitución como la reintegración de volumen perdido cuyos objetivos sean mejorar la estabilidad de la obra, la funcionalidad o su reconocimiento formal.

⁵ Beatriz Prado Campos, Profesora de Conservación y Restauración de Bienes Culturales en la Facultad de Bellas Artes de Sevilla, aporta su definición junto con Laborde Marqueze, en su libro de Conservación y Restauración de materiales pétreos, publicado en 2019.

Francisco Javier Quirós Vicente⁶(2019), define el concepto de reintegración volumétrica, en la cual expone que:

“La reintegración volumétrica consiste en reconstruir el faltante sin alterar los datos históricos y estéticos”.

Beatriz Prado-Campos (2019), junto con ICOMOS-ISCS y Alonso, Ordaz y Esbert, propone dos definiciones diferentes de pérdida de materia según el elemento perdido:

- Faltante: Pérdida localizada y evidente de un fragmento o volumen significativo. Puede estar relacionado con agresiones antrópicas, intencionadas o involuntarias o defectos técnicos en la manufactura de la obra.
- Laguna: Pérdida puntual o generalizada del estrato polícromo o revestimiento de la superficie de la obra. Puede estar relacionado por defecto técnico, factores ambientales, etc.

La reintegración volumétrica es un proceso esencial en la conservación y restauración de bienes culturales. Consiste en la incorporación de elementos tridimensionales que complementan y mejoran la funcionalidad de la obra, sin comprometer su integridad original. Este proceso requiere una comprensión profunda de la obra y su contexto histórico, así como una habilidad técnica excepcional para integrar los elementos de manera armoniosa.

Si continuamos indagando sobre definiciones de reintegración volumétrica, encontramos en el Proyecto COREMANS una definición de reintegración y dos de sus objetivos fundamentales:

“En conservación y restauración, la reintegración es la intervención en la que, mediante la adición de material nuevo, se reconstituye la mermada integridad del objeto. Posiblemente es la parte más visible del trabajo, lo que en gran parte del público y sociedad entiende y espera como restauración, y por tanto la parte más demandada, sometida a crítica y analizada desde el punto de vista estético y filosófico.”

Encontramos en la publicación realizada por E. Baeza, S. Méndez y A. Rodrigo, en la cual, aparece una definición de reintegración volumétrica, realizando una comparación con la reintegración cromática. Esta nos dice que en la reintegración volumétrica es necesario el aporte de materia que reemplace el material perdido, hasta nivelar con el material original o bien, en una altura superior o inferior de la superficie original. (E. Baeza et. Al 2009:211)

A continuación, hace una medición a las faltas a nivel de soporte, actuando sobre esta en función de la materialidad de la obra, utilizando para soporte ligneo piezas de madera de las mismas características curadas y secas, madera de balsa, o resinas sintéticas.

⁶ Francisco Javier Quirós Vicente, Coordinador de la Licenciatura en Conservación y Restauración de Bienes Culturales Muebles, aporta su definición de “reintegración volumétrica” en la publicación *Conceptos contemporáneos aplicados a la restauración de bienes culturales mueble*.

2.1. Criterios de reintegración volumétrica.

En cuanto a los criterios a tener en cuenta, existen una serie de criterios que se deben adoptar a la hora de realizar una reintegración volumétrica que se comienzan a desarrollar de forma jurídica en 1931 con la Carta de Atenas. A partir de ahí, la creación de nuevas cartas y leyes han tomado como referente la Carta de Atenas⁷, aunque realizando actualizaciones ajustando la ley a la época, en cuanto a la evolución de la Conservación y Restauración de bienes culturales.

Son varios los autores que desarrollan una serie de criterios a la hora de realizar un tratamiento de reintegración volumétrica:

Beatriz Prado-Campos (2019:215), nos habla sobre la toma de decisiones a la hora de realizar operaciones de reintegración volumétrica sobre una obra, y a tener en cuenta diversos aspectos fundamentales previos a la intervención como son los siguientes:

- I. El grado de extensión de la actuación vendrá determinado por aquellos criterios establecidos previos a la intervención. Cada obra debe estudiarse de forma individualizada, teniendo en cuenta la distinta casuística de cada una de ellas.
- II. Es necesario conocer toda la información obtenida de la obra a reintegrar, con el fin de reponer el volumen faltante de la forma más precisa posible. También es necesario estudiar a fondo la iconografía de la obra y desarrollar un estudio estilístico previo.
- III. Es necesario conocer las características físico-químicas de la obra, para que, de esta forma, se pueda optar por una elección adecuada de materiales, teniendo en cuenta sus propiedades cromáticas, porosidad, resistencia mecánica, etc.
- IV. En algunos casos, podemos contar con la existencia de información física, o que esta información solo se presente en forma de gráficos o dibujos. El tipo de información obtenida, determinará el tipo de tratamiento y por consiguiente el modelo de actuación de la intervención, pudiendo realizar le mismo de dos formas diferentes: de forma tradicional o recurriendo a nuevas tecnologías.
- V. Las diversas actuaciones que van a realizarse sobre la obra, no deben poner en riesgo la integridad de la misma, ni durante el proceso de la intervención, ni en el futuro una vez realizada esta.
- VI. Los materiales utilizados en la intervención deben ser compatibles con la materialidad de la obra y por supuesto, estos deben ser discernibles.

El Proyecto COREMANS (2012)⁸, también recoge una serie de criterios a la hora de realizar una reintegración volumétrica y estos son los siguientes:

- I. “Mejorar la estabilidad y funcionalidad de la obra: cuando es necesario para la conservación de la escultura, o para su estabilidad física completa, o de

⁷ Art 4. Carta de Atenas, 1931. Deja por entendido que en la labor de conservación-restauración, y cuando los medios lo permitan, lo ideal sería que se devolvieran a su lugar aquellos elementos originales encontrados, primando la conservación a la restauración.

⁸ En el Proyecto COREMANS se trata de una iniciativa del IPCE, en 2012. En él, se establece el método de actuación y criterios que se debe seguir en la conservación y restauración de bienes culturales.

alguno de sus elementos. Este tipo de restitución no suele suscitar dilemas éticos, puesto que se comprende rápidamente dicha necesidad.

- II. Mejorar el aspecto o el reconocimiento formal de la obra: cuando es necesario ver completado un todo al que le faltan partes, entendiendo que la obra sólo está íntegra si contiene dichos elementos desaparecidos. La extensión de la restitución formal en escultura es siempre sometida a análisis y puede dar lugar a conflictos, derivados de las diferentes interpretaciones del concepto de integridad en los diferentes contextos sociales desde los que se solicita la restauración de una escultura.”

Dentro de este mismo proyecto, encontramos 3 niveles de adición aplicados a la reintegración volumétrica, definiéndose de la siguiente forma:

- I. No es propuesta la reintegración volumétrica, manteniendo el estado actual de la obra. Respeto máximo por la autenticidad de la obra, mostrando al espectador el paso del tiempo y su antigüedad
- II. Deben ser reintegrados voluméricamente aquellos motivos, los cuales, se encuentra constancia de su existencia, ya sea mediante dibujos o fotografías, o se encuentren repetidos en la pieza. Es un sistema adoptado por las Cartas y por Acuerdos Internacionales, proponiendo que la restauración debe detenerse allí donde comienzan las hipótesis, presente en el Art. 9 de la Carta de Venecia de 1964.

Art. 9^o. *“La restauración es una operación que debe tener un carácter excepcional. Tiene como fin conservar y revelar los valores estéticos e históricos del monumento y se fundamenta en el respeto a la esencia antigua y a los documentos auténticos. Su límite está allí donde comienza la hipótesis: en el plano de las reconstrucciones basadas en conjeturas, todo trabajo de complemento reconocido con indispensable por razones estéticas o técnicas aflora de la composición arquitectónica y llevara la marca de nuestro tiempo. La restauración estará siempre precedida y acompañada de un estudio arqueológico e histórico del monumento.”*

A esto, se le suma el principio de “discernidad”, presente en la Ley de Patrimonio Histórico español, la cual, nos dice que “... Si se añadiesen materiales o partes indispensables para su estabilidad o mantenimiento, las adiciones deberán ser reconocibles y evitar las confusiones miméticas” Art. 39. Párrafo 2. Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE de 29 de junio de 1985)

Respecto a la autenticidad de la obra, solo se permite la reintegración volumétrica en aquellas partes de retablo o escultura que presenten elementos seriados y de aquellas artes sobre las que se tengan datos como documentación gráfica o fotográfica.

⁹ La Carta de Venecia se redactó en Venecia, Italia, por especialistas de la conservación y restauración de monumentos, arquitectos y técnicos de monumentos históricos, con el fin de marcar unos parámetros fundamentales, los cuales, deben estar presente en cualquier trabajo de restauración y conservación.

- III. Con el tratamiento de Reintegración, se debe devolver a la obra a su función figurativa, ya sea mediante una reconstrucción o total de aquellos elementos que han sido perdidos.

En cuanto a los criterios de intervención aplicados a la reintegración volumétrica, encontramos los criterios actitudinales que propone María José González (2020) en su libro, los siguientes criterios de intervención a la hora de realizar una reintegración volumétrica:

- I. Aplicar tratamientos justificados por el estado conservativo del bien.
- II. Los materiales utilizados deben estar testados, garantizados, ser compatibles con los materiales originales, no modificar su aspecto ni impedir tratamientos posteriores.
- III. En la intervención se deben seguir los criterios de discernibilidad, perdurabilidad, eliminalidad y retratabilidad.
- IV. La consolidación se realizará donde se precise con productos y métodos adecuados.
- V. Evitar las eliminaciones sistemáticas de adiciones históricas.
- VI. La adición de piezas se realizará cuando sea necesario devolverle la estabilidad a la obra, empleando para ello materiales y tratamientos adecuados para la obra.
- VII. La reintegración de laguna se abordará cuando, tras la limpieza estas dificulten la preparación y lectura de la obra.
- VIII. En todos los casos, se actuará conforme a las exigencias legales según los criterios establecidos a priori, evitando el falso histórico o la reinterpretación.

2.2. Materiales de reintegración volumétrica.

La restauración y conservación de bienes culturales es una tarea compleja que requiere el uso de materiales de alta calidad. Para la realización de reintegraciones volumétricas o injertos, se han llevado a cabo la realización de piezas en madera, con el fin de conseguir reponer la parte faltante en la obra, y de esta manera, devolverle su lectura original y/o consistencia estructural. Las técnicas y materiales de conservación-restauración han ido evolucionando, es por eso, que se ha llevado a cabo la creación de numerosos materiales compatibles con la materialidad de la obra, como son las resinas.

En este sentido, las resinas son un elemento clave en la protección y mantenimiento de piezas históricas. Sin embargo, no todas las resinas son iguales. Por un lado, tenemos las resinas manufacturadas, que se elaboran de forma artesanal y con ingredientes comunes. Por otro lado, están las resinas industriales, que se producen en grandes cantidades y con componentes sintéticos. Las principales resinas o masillas son las siguientes:

- Resinas industriales.

Las resinas industriales, como resinas epoxi, que se tratan de materiales contemporáneos, recogidos en el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS)¹⁰ encontramos el siguiente punto:

“13. Los materiales contemporáneos como las resinas epoxi, y las técnicas modernas como los refuerzos estructurales en acero deben ser escogidos y utilizados con la mayor prudencia, y solamente en los casos en que la perdurabilidad y el comportamiento estructural de los materiales y de las técnicas de construcción hayan sido probados satisfactoriamente durante un largo periodo de tiempo. Las instalaciones de servicios tales como la calefacción y los sistemas de detección y prevención de incendios, se llevarán a cabo de forma que respeten el significado histórico y estético de la estructura o el sitio.”

Como resinas industriales destacamos:

- La resina epoxi conocida como **Balsite**, se trata de un material bicomponente que presenta un color claro rosado. El Balsite es un material comercializado por la marca CTS, usado principalmente en prácticas de conservación y restauración de obras que presentan soporte ligneo, al igual que Araldite SV 427 o Araldite madera.
- El **Araldite madera** es una resina epoxi de dos componentes, especialmente diseñada para la restauración y conservación de bienes culturales fabricados con madera. Su fórmula única permite una alta resistencia a la humedad y una excelente adhesión a superficies porosas. Además, su capacidad de penetración en la madera, le permite consolidar estructuras dañadas y evitar futuros daños. Para su aplicación, se debe mezclar los dos componentes según las instrucciones del fabricante y aplicar sobre la superficie previamente preparada, estos componentes deben ser mezclados en una proporción precisa antes de su uso para garantizar una adecuada curación del producto y una adhesión al material fuerte y duradera. Es importante destacar que el tiempo de secado puede variar dependiendo de la temperatura y la humedad ambiental. Una vez seco, el Araldite Madera proporciona una capa protectora y duradera que ayuda a preservar el patrimonio cultural. Aunque esta es una definición general, existen diversos tipos de Araldite™. Araldite™ es el nombre comercial de una variada gama de productos adhesivos basado principalmente en resinas epoxi. Dentro de estos mismos, también encontramos una gran gama de adhesivo a base de metacrilatos y poliuretanos. En este caso, solo nos centraremos en aquellos que estén destinados a la conservación-restauración en madera.

¹⁰ En la 12ª Asamblea General en México, en octubre de 1999, en el que se contemplan los principios que deben regir la conservación de estructuras históricas en madera, encontramos en el apartado de Materiales y técnicas de construcción contemporánea, en el cual, se expone el uso de la resina epoxi como material de restauración contemporáneo en refuerzo de estructuras de acero.

Araldite™ AV1253, Araldite™ AY103, Araldite™ SV427 y Araldite™ madera, tienen una característica en común, y es que estos, pueden ser usados para la restauración de madera. Araldite™ madera y Araldite™ SV427, tienen las mismas características y pueden ser utilizados en los mismos tratamientos. Estos, comparten otra característica particular, y es que, pueden ser talladas y manipuladas con herramientas de corte y carpintería después de su curado.

La composición química de Araldite VS427 incluye resinas epoxi, endurecedores y otros aditivos especiales que le confieren sus propiedades.

Además de la resina epoxi y los endurecedores, Araldite SV427 presenta aditivos especiales que mejoran las propiedades adhesivas de este producto. Pueden contener agentes humectantes inhibidores de la corrosión y pigmentos.

Debido a su alta resistencia mecánica y química, Araldite™VS427 se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones industriales y comerciales. Algunos ejemplos comunes incluyen la unión de piezas de maquinaria, la reparación de estructuras de concreto y la fabricación de productos electrónicos.

La versatilidad de Araldite™VS427 se debe en gran parte a su capacidad para adherirse a una amplia variedad de superficies, incluidos metales, plásticos, cerámicas y vidrios. Además, su resistencia a altas temperaturas y productos químicos lo hace ideal para aplicaciones en entornos exigentes.

- Resinas manufacturadas.

Las resinas manufacturadas ofrecen una serie de ventajas frente a las industriales. En primer lugar, su proceso de elaboración permite obtener un producto más puro y de mayor calidad. Además, al utilizar ingredientes naturales, estas resinas son más respetuosas con el medio ambiente. Por último, su uso está más extendido en la restauración de bienes culturales debido a su capacidad para mimetizarse con los materiales originales y su durabilidad a largo plazo.

En cuanto a los tipos de resinas encontramos aquellas manufacturadas por el propio restaurador y las resinas industriales. Las masillas realizadas por el propio restaurador pueden ser aquellas llevadas a cabo mediante una proporción de acetato de polivinilo y otra proporción de virutas de madera, dependiendo de la dureza o textura que se le quiera dar a esta masilla, se añadirán diferentes proporciones de ambos materiales, normalmente esta mezcla de materiales es llamada “pasta de madera”.

- La **pasta de madera** es un material utilizado para la restauración y conservación de bienes culturales hechos de madera. Se trata de una mezcla de polvo de madera y resinas sintéticas que se aplica en las zonas dañadas del objeto a tratar. Esta técnica permite rellenar los huecos y grietas, así como reconstruir partes faltantes de la pieza original. Gracias a su capacidad de imitar la textura y el color de la madera.

La manufactura de la pasta de madera se realiza en primer lugar, tamizando el serrín para eliminar cualquier impureza que este pueda contener o para eliminar aquellas virutas de mayor tamaño que pueden entorpecer el uso de esta. Una vez realizado esto, se añade acetato de polivinilo en una cantidad proporcional al volumen de serrín utilizado. Esta pasta una vez puesta sobre la obra realiza un proceso llamado

polimerización, que no es más que la reacción química, generalmente llevada a cabo con catalizadores, calor o luz, en el cual dos o más moléculas relativamente sencillas (monómeros) de cadena o polímero. La reacción de polimerización puede ocurrir en la naturaleza espontáneamente o industrialmente. (Ana Calvo, 2003:177.)

Esta pasta de madera cuando seca cambia de color, se vuelve más oscura por lo que podemos evitar este color a la hora de aplicarlo sobre madera de color claro añadiendo un poco de carga como pigmento blanco, o si la madera presenta un color oscuro se puede añadir un pigmento que oscurezca un poco más esta pasta de madera.

- Madera.

Se usa para las técnicas de talla directa o bien para la manufactura de masillas de relleno. Existen diversos tipos de madera para poder realizar un tratamiento de reintegración volumétrica, aunque se debe tener en cuenta el tipo de madera con la que está realizada la obra. Para la correcta elección de esta madera debemos tener en cuenta la anisotropía¹¹ de la madera, la higroscopicidad, su dureza, elasticidad, flexibilidad, densidad, merma e hinchazón¹², retracción y turgencia, plasticidad y resistencia.

- Madera de pino.

Se utiliza principalmente para la realización de piezas

- Madera de balsa.
- Madera de cedro.
- Madera de nogal.

2.3. Técnicas de reintegración volumétrica.

Las técnicas de reintegración volumétrica se pueden clasificar en distintos tipos: talla, modelado directo, reproducciones mediante sistemas de molde y reproducciones mediante sistema escáner 3D. A continuación, se detallan:

- Talla:

La reintegración volumétrica puede llevarse a cabo mediante la talla, que se trata de una técnica de sustracción de materia principalmente en materiales como la madera. Esta se trabaja con una gran variedad de herramientas como gubias (curva, vértice, de cuchara, plana), formones, escofinas, limas, etc.

Podemos destacar los principales tipos de madera utilizados en conservación y restauración de obras en soporte ligneo, estas son las siguientes:

- Madera de balsa: madera muy ligera, presenta una densidad de entre 40 y 340 Kg/m³. Resulta fácil cortarla con cúter o bisturí.

Esta madera puede ser usada para la realización de chirtalas/chuletas, para unir piezas, relleno de fendas, etc.

¹¹ Desigualdad en el comportamiento de las distintas zonas de una misma madera, debido a las diferencias estructurales en los tejidos en los que la acción de fuerza o presiones externas a las que se someta una madera, determinan el grado de resistencia a las fracturas, dilataciones y contracciones.

¹² Concepto derivado de la higroscopicidad de la madera. Esta cambia dimensionalmente cuando cede y absorbe el agua.

- Madera de pino: se trata de una madera blanda y de textura gruesa, por lo que esta es muy popular a la hora de realizar una talla en madera.
- Madera de nogal: puede ser utilizado en la talla de detalles de peño tamaño y por consiguiente más delicados, ya que esta madera presenta una textura fina.
- Madera de cedro: madera aromática de fácil talla por su suave textura, ideal también, para la realización de chirratas/chuletas.

- Modelado directo:

Este sistema se suele emplear cuando las pérdidas son de un formato más o menos pequeño o abordable, y generalmente para elementos que son fácilmente reproducibles debido a que se repiten (decoraciones ornamentales en un retablo) o bien, porque la composición volumétrica de la obra marca las líneas de la forma con cierta claridad.

Mediante el modelado tradicional, se puede llevar a cabo la reintegración volumétrica, siempre y cuando la obra cuente con información suficiente para realizar este proceso. La reconstrucción de este volumen se realiza mediante modelado, dándole al material la forma deseada mediante la adición de materia.

Aquellos materiales que se utilizan en el modelado, pueden variar dependiendo del tipo de modelado que vaya a ser empleado, es por eso que se destacan los siguientes:

- Arcilla o barro: es un material maleable y económico, es necesario cocerlo después de secar para asegurar su resistencia y durabilidad.
- Resina: son polímeros, que en unión con un catalizador endurecen, presentan una gran resistencia a la humedad y durabilidad. En el caso de las reintegraciones de soportes de madera se emplean habitualmente las resinas epoxídicas, objeto de estudio de este TFG.

- Reproducciones mediante sistemas de moldes:

Este sistema de trabajo bebe un poco del anterior, ya que requiere de un modelado previo de la pieza sobre la obra cuando falta información del volumen perdido. Cuando se trata de reproducir un volumen existente, es importante la elección del material del molde ya que debe ser respetuoso con el de la obra. Se puede llevar a cabo la reintegración volumétrica mediante moldes, en el caso de que se parta desde un modelo original. Puede ocurrir, que la obra no presente información física y se tenga que recurrir a la información gráfica o fotográfica en el caso de que esta exista. El proceso de investigación sobre la obra debe ser mucho más riguroso y preciso si esta no cuenta con información suficiente para realizar el tratamiento.

Es por eso, que se debe realizar una propuesta de reproducción del volumen a reintegrar mediante un material sensible al proceso de fabricación de moldes como por ejemplo el barro. Siempre es necesario partir del positivo, ya sea de un modelo original o de la propuesta nombrada anteriormente, a partir de este punto podemos realizar un molde de la zona original o reproducida.

Materiales para la realización de moldes¹³ (B. Prado-Campos 2019:220):

- Látex.
- Silicona para moldes.
- Gelatinas sintéticas.
- Gelatinas orgánicas.
- Silicona selladora.

El material con el cual, va a ser rellenado el molde, condicionará la técnica de vertido sobre el mismo. Es por eso, que se destacan las siguientes técnicas:

- Colada: el material con el cual se va a realizar la reintegración, es vertido en el en el molde en forma líquida.
- Estampación: el material con el cual se va a realizar la reintegración, es aplicado mediante broca o pincel en forma líquida.
- Apretón: El material con el cual se va a realizar la reintegración se trata de una pasta, y esta se aplica en el molde mediante apretón.

- Reproducción 3D:

La reproducción de piezas en 3D se basa en la realización de réplicas de piezas tridimensionales mediante el escaneo de la mismas y su posterior impresión.

Sirve principalmente para la fabricación de piezas, realización de prototipos rápidos, creación de objetos personalizados y fabricación de piezas de índole industrial.

La pieza, la cual quiere ser reproducida es escaneada mediante un escáner 3D y es llevada a una base de datos. Estaba base de datos es conectada a la impresora 3D utilizando la técnica de fundido del material con el cual se realiza esta pieza. Existen diversos materiales especiales para la impresión de piezas en 3D, destacando los siguientes:

- Nailon.
- PLA.
- PVA.
- Fibra de carbono.
- Fibra de vidrio.
- Filamento de madera: material compuesto de un 30% de material lıneıo y 70% de PLA

3.- LA REINTEGRACIÓN CROMÁTICA

En cuanto al tratamiento de **reintegración cromática**, esta juega un papel importante a la hora de realizar una intervención de reintegración volumétrica, ya que, al realizar este tratamiento completamos la lectura original de la obra. Es posible encontrar obras en las cuales, el porcentaje de estrato policromo se ha perdido casi por completo, es por eso, que se opta por una integración del color mediante procedimientos pictóricos, de forma

¹³ B. Prado-Campos en su libro *Conservación y restauración de materiales pétreos*, habla en el punto 10 de este mismo libro sobre la metodología del sistema de moldeado tradicional, describiendo materiales y características de los mismos.

coherente el color, utilizando técnicas compatibles con el bien y aplicando los criterios adecuados en cada uno de los tratamientos a realizar.

La reintegración cromática se trata de un procedimiento destinado a la reintegración o restitución estética de una obra mediante el color, completando de esta forma su correcta lectura en aquellas zonas en las que encontramos una pérdida de policromía o en su caso de dorado. Este procedimiento pictórico debe cumplir unas premisas a la hora de su realización ya que este, debe ser ajustado al perímetro de la laguna existente.

Umberto Baldini y Orne Casazza¹⁴(1982), definen la reintegración cromática como, una operación mediante la cual se da por finalizada la restauración de la obra, permitiendo una restitución de la misma, de manera que esta no se ve integrada cromáticamente de forma arbitraria.

Las técnicas o métodos de reintegración cromáticas son diversas dependiendo del nivel de discernibilidad que se pretenda. Estas, sirven para completar cromáticamente la lectura de una obra imitando de esta forma su textura y color.

3.1. Criterios de reintegración cromática.

Los criterios de reintegración cromática se rigen por el estado en el que se encuentra la obra y por el propio criterio del restaurador, es por eso que se establecen una serie de criterios a la hora de realizar una reintegración cromática. Estos son los siguientes:

Condiciones metodológicas:

- I. Respeto por la integridad y autenticidad de la obra
- II. Utilización de materiales compatibles con el original.
- III. Conocimiento de la compatibilidad de técnicas y materiales usados en la restauración.
- IV. Es de vital importancia mantener el equilibrio cromático en la obra.
- V. Respeto por la pátina original.
- VI. Ceñirse al perímetro de la laguna.
- VII. Evitar la arbitrariedad y la interpretación.
- VIII. Discernibilidad.
- IX. Mínima intervención.
- X. El restaurador que realiza la reintegración cromática, debe tener conocimientos acerca de la teoría del color.
- XI. La intervención a realizar debe adecuarse a los principios de la conservación-restauración, así como al marco legal.
- XII. Optar por una conservación preventiva, siendo la restauración la última opción.
- XIII. Respeto al acabado primitivo de la obra.

¹⁴ Baldini define la reintegración cromática en su libro *Teoría del restauro e unità di metodologia*.

Ana Villarquide (2005:366)¹⁵ expone una serie de normas generales en cuanto al uso del color en la reintegración cromática:

- I. Prescindir del color blanco. La reintegración debe ser realizada mediante colores puros y luminosos, comenzando por los colores más claros mediante transparencia.
- II. El resultado de la reintegración es la unión de los colores utilizados en la misma.
- III. Los colores deben ser creados a partir de colores primarios, siempre y cuando sea posible. La unión de una amplia gama de colores puede producir una reintegración sucia e impura.
- IV. Se debe tener en cuenta el estado en el que se encuentra el color original, ya que estos pueden aparecer de distintas maneras según el tipo de alteración presente en él.

El Proyecto COREMANS (2012) establece una serie de criterios a la hora de realizar una reintegración cromática en retablo y escultura policromada, los cuales, se exponen a continuación:

- I. Los materiales deben ser reversibles y no perjudicar al original.
- II. La reintegración debe respetar la tonalidad de la obra, adaptando la reintegración a la tonalidad general de la misma.
- III. La reintegración debe ser distinguida de la tonalidad original de la obra.
- IV. La reintegración no debe ser invasiva y ceñirse exclusivamente al perímetro de la laguna.
- V. Se debe documentar en todo momento el proceso de reintegración cromática para fines de investigación y archivo.

3.2. Técnicas de reintegración cromática.

- Reintegración fragmentaria.
Esta técnica de reintegración cromática, suele utilizarse cuando la obra presenta un porcentaje de policromía original más bajo que el porcentaje de laguna. Esta se realiza cuando existe una laguna en la cual se puede apreciar el soporte, es por eso que se aplica el color en el soporte de la obra para empujar el impacto de la madera vista y de esta forma sobresalir la policromía original. Para conseguirlo, es necesario actuar en el soporte y en los perímetros/bordes de la laguna, cubriendo los bordes blancos de la preparación.
- Mimética.
Se basa en la reintegración cromática de lagunas no perceptibles a simple vista, de forma, que no existe la distinción entre la película pictórica o policromía original. Se recurre a ella, normalmente en casos de lagunas de pequeño formato.

¹⁵ Ana Villarquide trata en su libro los procesos y técnicas utilizados en la restauración de pintura sobre tela en particular. Trata temas como la identificación y análisis de las diferentes alteraciones presentes en la pintura sobre tela, y técnicas y procedimientos para su correcta intervención.

- Tinta plana.

La tinta plana tiene como antecedente la restauración arqueológica, consiste en la integración de color mediante un color neutro, este queda completamente integrado en la obra. Se usa a menudo como último recurso, cuando la zona afectada no presenta demasiados detalles y esta no es demasiado compleja, y en situaciones en las cuales la laguna no puede ser reconstruida o reemplazada. Normalmente se utilizan técnicas en las que la pintura sea cubriente y opaca como la témpera, y en general, el color es aplicado en un tono más bajo que los originales presentes en la obra “criterio de discernibilidad”. Este tipo de reintegración cromática, al igual que los mencionados anteriormente podemos encontrarlo tanto en obras escultóricas, en pintura de caballete y pintura mural.

Un ejemplo de reintegración cromática mediante tinta plana, es el caso del Retablo de la Virgen de la Antigua, (Iglesia de San Juan de la Palma, Sevilla), intervenido por Enrique Gutierrez Carrasquilla.

Una de las cornisas de la pilastra derecha del retablo, ha sido reintegrada volumétricamente con madera de pino para completar el faltante, aplicando posteriormente un tono ocre (tinta plana) para integrar y asemejarse al color presente en el retablo, pero manteniendo discernible el elemento añadido.

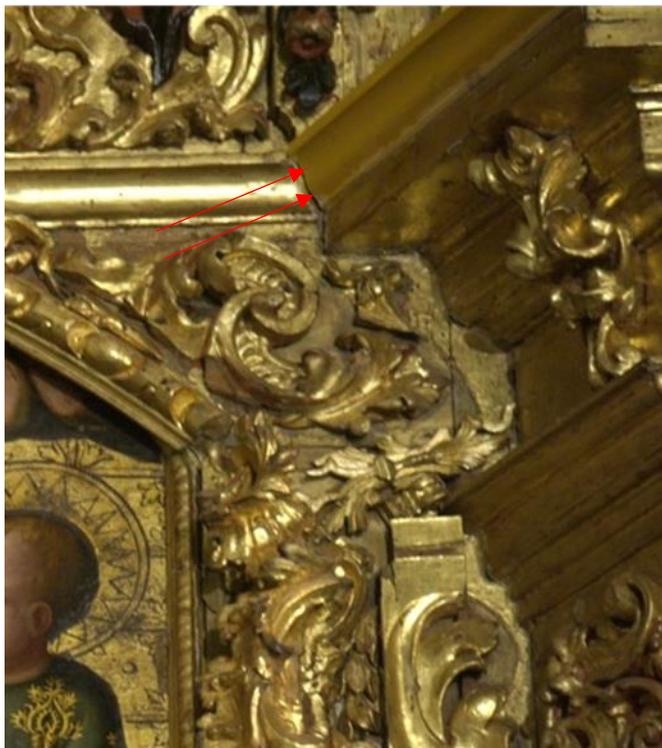


Ilustración 15 Reintegración volumétrica de cornisa realizada en madera y reintegrada en tinta plana.

- Trattegio.

Esta técnica está basada en la yuxtaposición de líneas dispuestas de forma normalmente horizontal, de diversos colores, de forma que estas se mezclan entre sí y forman un perímetro de color observable a simple vista, pero fundido con el

cromatismo de la obra. Normalmente los colores elegidos para la reintegración son los colores primarios, así, como los colores propios presentes en la obra a reintegrar.

- Puntillismo o puntinato.
Esta técnica se basa en la la yuxtaposición de puntos, al igual que en las técnicas de rigattino y tratteggio, esta técnica usa la transparencia para crear una unidad cromática acorde con la de la obra.
- Selección cromática.
Método de reintegración cromática el cual, se realiza por medio de un entramado de rayas verticales. Según la dirección de estas rayas y su disposición encontramos dos variantes (M^a J. González López (2020:219)):
 - Selección cromática: Reintegración cromática mediante el empleo de colores puros en trazos de corta longitud. Estos trazos van siguiendo la forma del volumen que va a ser reintegrado.
 - Abstracción cromática: Reintegración mediante líneas cortas y cruzadas, utilizando el rojo, el azul, el amarillo y en su caso el negro. Esta técnica se utiliza cuando la obra no posee información suficiente y mediante esta técnica se consigue la integración de la policromía original con la reintegración cromática sin realizar un falso histórico.

3.3.- Procedimientos técnicos de reintegración cromática.

El material utilizado para la realización de la reintegración cromática debe cumplir una serie de premisas en relación a la conservación de la obra que va a ser intervenida¹⁶. La reintegración cromática, aunque es un tratamiento que requiere de la pericia de la práctica pictórica, esta requiere el empleo de materiales donde prevalezca la conservación de los mismos. Por ello se emplean procedimientos en donde se ha comprobado su conservación en el tiempo. El material a utilizar debe ser resistente a la luz, no alterable con la mezcla de otros pigmentos, compatibles con la materialidad del original, etc.

Condiciones técnicas del material:

- Compatibilidad de técnicas y materiales.
- Uso de materiales de calidad para asegurar una larga perdurabilidad en el tiempo.
- Reversibilidad de materiales.
- Materiales de fácil eliminación.
- Tiempo de secado adecuado.
- El material utilizado debe permitir la aplicación de capas cubrientes y/o capas transparentes.

¹⁶ Técnicas y procedimiento de reintegración cromática obtenidos del libro de M^a José González López en *Conservación y restauración de carnaciones policromas*, punto 11.

A continuación, se describen los procedimientos técnicos más utilizados en reintegración cromática:

- Acuarela.
Se trata de pigmento aglutinado con goma arábica y quizás sea la técnica más empleada en el tratamiento de reintegración cromática en bienes culturales. Se trata de una técnica estable, respetuosa con el original y reversible.
En cuanto a marcas de acuarela, la Winsor&Newton es la más utilizada en España y Portugal.
- Gouache o témpera.
Es el método más empleado a la hora de realizar una reintegración mediante tinta plana o selección cromática, ya que, ofrece una mayor opacidad y poder cubriente. Al igual que la acuarela, la tempera o gouache se encuentra aglutinado con goma arábica y este se diluye en agua.
Aunque el gouache o témpera presentan muchas ventajas, tiene un inconveniente principal, y es que cuando está seca, el tono puede variar.
- Pigmentos al barniz.
Se trata de pigmentos aglutinados con resina mastic de la isla de Chio. Son pigmentos muy utilizados a la hora de realizar un tratamiento de reintegración cromática o para la realización de veladuras a modo de capa final.
Estos pigmentos pueden ser diluidos con disolventes como xileno, tolueno, isopropanol, white spirit o esencia de trementina. Su principal inconveniente es el brillo que estos producen tras su secado e incluso existe la problemática del cambio cromático de los mismos, ya que, la resina cuando envejece se produce en ella un color amarillento.
- Resinas cetónicas.
Se tratan de pigmentos aglutinados con policiclohixanona disuelta en hidrocarburo, muy reversible y no amarillea. Las resinas cetónicas son reversibles en una amplia gama de disolventes que no presentan toxicidad.
- Resina ureo-aldehído.
Se trata de una resina Laporal A-81 que presenta alcoholes minerales y pigmentos resistentes a la radiación ultravioleta. Desde el año 2000, son comercializadas por la marca Gambling, presentando una amplia paleta de colores, concretamente 36 colores diferentes.
Con este material, se consiguen reintegraciones muy cubrientes y opacas, matizándose el color una vez haya secado. Tiene cierto parecido al gouache o témpera, ya que el acabado que conseguimos es el mismo, una reintegración cubriente, reversible y con colores estables, variando el tono en el proceso de secado.



Ilustración 16 Materiales utilizados en las técnicas de reintegración cromática Fuente: web CTS.

1. Acuarelas. 2. Témperas. 4. Pigmentos al barniz 5. resina cetónica 6. Resina ureo-aldehído

4. BALSITE.

La resina epoxi se ha convertido en un material indispensable en la restauración y conservación de esculturas. Su capacidad de adherirse a diferentes materiales, su resistencia al agua y a los rayos UV, y su durabilidad lo hacen ideal para su aplicación sobre diversos materiales, aunque presente unas características mecánicas semejantes a la madera.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la resina epoxi puede no ser adecuada para todas las situaciones. En algunos casos, puede alterar el color o la textura de la superficie de la obra, e incluso afectar a la estabilidad estructural de la obra. Por esta razón, es esencial que los profesionales encargados de la conservación y restauración de bienes culturales tengan un conocimiento profundo de los materiales y técnicas aplicables, y elijan cuidadosamente el método más adecuado para cada caso en particular.

4.1. Historia de las resinas epoxi.

Fue en 1927 (Luis Fernández 2019) cuando realizando diversas pruebas químicas se produjeron por primera vez las resinas epoxídicas, pasando por diferentes cambios y variaciones de composición química para llegar a la resina epoxídica que conocemos a

día de hoy. Esta se descubrió mediante avances científicos, que para su manufactura era necesaria la unión de moléculas, pero no la unión de cualquier molécula, sino, aquellas que en su estructura tuvieran grupos reactivos epoxi, que pudieran a su vez reaccionar a los hidrógenos activos de otras moléculas.

Podemos destacar dos patentes de resina epoxi:

- **Patente alemana** → En 1934, Pierre Castan trabajó con resina realizada a partir de bisfenol A, que se trata de una sustancia química industrial, utilizada para la realización de plásticos y resinas, sustancia que utilizaron en la compañía suiza “Ciba, LTD” comercializándola bajo el nombre de “Araldite”, llegando a convertirse en uno de los principales productores de resina epoxi.
- **Patente americana** → En 1938 se le otorgó la patente a S.O. Greenlee, quien trabajó para la compañía Devoe Reynolds¹⁷, mediante una fórmula de resina a base de Bisfelol A y epíclorohidrina.

4.2. Características, propiedades y usos del Balsite.

Son diversos los materiales utilizados para el relleno de oquedades, grietas o reintegración volumétrica en soporte ligneo, aunque, de estos materiales encontramos poca información sobre su creación e incluso su composición. La resina epoxídica se va introduciendo poco a poco en el mundo de la restauración o rehabilitación de escultura en soporte ligneo, su uso a día de hoy es cada vez más frecuente, aplicable a cualquier tipo de madera. Es por eso, que, es necesario conocer cada una de las características, ventajas y desventajas que presenta el material y la problemática que puede presentar la masilla al ser aplicada sobre distintos soportes ligneos, y sus efectos a largo plazo.

Hace algunos años CTS junto con los estucos clásicos realizados para madera, propone un estuco de tipo epoxídico bicomponente denominado Balsite® para uso como masilla de reintegración volumétrica.

Salvador Muñoz Viñas, Julia Osca Pons e Ignasi Gironés¹⁸ (2014) proponen la definición de Balsite, en el cual, lo definen como:

“Resina epoxi de dos componentes empleada para el masillado y pequeñas reparaciones de madera. Es ligera y sencilla de trabajar, aunque presenta cierta tendencia a la decantación de las cargas que se puedan mezclar con ella.”

Se trata de una resina epoxi de dos componentes (Balsite K + Endurecedor W25) empleado en la reintegración y reconstrucción de obras de madera, similar al EPO 127 pero más ligero, por lo que no aporta un peso excesivo a las estructuras. Se caracteriza principalmente por la posibilidad de diluirse en disolventes entre un rango del 7 al 15% en peso (Ciocchetti Ciocchetti y Chiara Munzi, 2007), no merma y presenta baja resistencia mecánica, lo que permite su trabajo y eliminación mecánicamente con bisturí, gubias y microtornos.

¹⁷ La compañía Devoe-Reynolds fue una de las más activas durante los primeros años de popularidad de las resinas epoxi; sin embargo, años más tarde se vendió a la empresa Shell Chemical.

¹⁸ Definición de Balsite, propuesta por los autores Salvador Muñoz Viñas, Julia Osca Pons e Ignasi Gironés en el Diccionario Técnico Akal de Materiales de restauración.

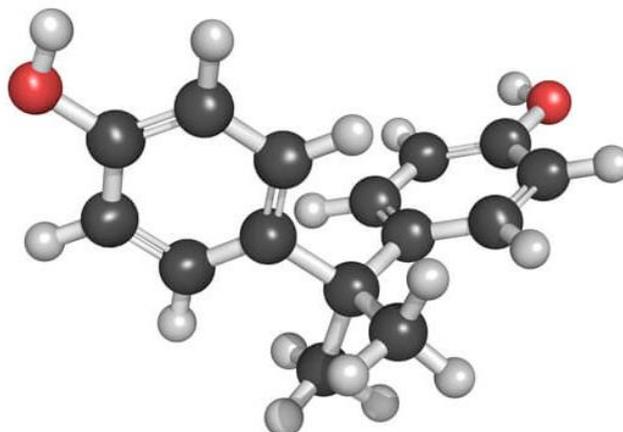


Ilustración 17 Estructura molecular de la resina epoxi balsite.

La empresa CTS describe el Balsite® como un estuco bicomponente realizado a base de resina epoxi, formulada para el estucado, integración, encolado y reconstrucción de manufacturas de madera en el ámbito de la conservación-restauración. Este, presenta un color marro-rosado, se consigue gracias a la unión de sus dos componentes lo que puede permitir agregar pigmentos o tintes para conseguir tonalidades diferentes a la original.

Para su uso, es necesario mezclar sus dos componentes en igual proporción y estos, deben permanecer completamente integrados el uno con el otro.

- **Balsite® W**: resina disponible en confecciones de 0,8 y 4 Kg.
- **Balsite® K**: endurecedor disponible en confecciones de 0,8 y 4 Kg.

El balsite presenta las siguientes características técnicas: es una pasta tixotrópica¹⁹, de color rosado claro. La importancia del color en este material es destacable ya que, el Balsite®, en su conjunto, se presenta en un color muy claro. Esta cualidad implica la posibilidad de teñir tanto en cuerpo, mediante aditivos como por ejemplo pigmentos, como en la superficie, con acuarelas o pinturas para restauración. Además, es posible aplicar capas preparatorias como soporte a la policromía o al dorado, o incluso pintar directamente en contacto.

Presenta una densidad de 0,55 g/cm³ y su tiempo de manipulación ronda entre 45-50 min, siempre y cuando la resina se encuentre a una temperatura igual o próxima a los 20°C.

Es un material utilizado en la restauración y conservación de bienes culturales, especialmente en la escultura y la arquitectura. Se trata de una mezcla de resina de poliéster y cargas minerales que se utiliza para rellenar grietas y fisuras en las piezas de

¹⁹ Propiedad que presentan determinados fluidos, como la gelatina o la miel, que tienden a licuarse cuando se agitan y a solidificarse en estado de reposo. Definición disponible [En línea]: <https://dle.rae.es/tixotrop%C3%ADa>

arte. Tiene una gran capacidad de adhesión y resistencia mecánica, lo que lo convierte en un material ideal para reparar daños estructurales en obras de arte.

Sin embargo, el uso del Balsite en restauración, también ha sido objeto de debate en cuanto a su impacto en la autenticidad de las obras de arte. Algunos expertos argumentan que el uso de materiales modernos como el balsite puede alterar la integridad histórica de las piezas, mientras que otros defienden que su uso es necesario para preservar y proteger los bienes culturales para futuras generaciones.

Los problemas de reintegración volumétrica, han estimulado la profundización y estudio para la aplicabilidad de un nuevo producto comercial, el Balsite, específicamente formulado para la restauración de soportes de madera y para mejorar las características de la ya conocida resina Araldite™ SV427, comúnmente utilizada en el sector de la restauración de madera.

Las características que debe tener una masilla para madera son la ausencia de retracción sustancial al secarse, fácil remoción del soporte sobre el que se aplica, baja resistencia mecánica y un porcentaje de elasticidad similar al de la madera.

El Balsite, fue diseñado específicamente para ser aplicado sobre un soporte ligneo. Este, contiene un porcentaje de cargas de naturaleza celulósica, dato confirmado por la observación al estereomicroscopio y al microscopio óptico en luz polarizada 60. La observación de las preparaciones de Balsite en portaobjetos de vidrio mostró la presencia de celulosa, especialmente de las fibras del floema. El uso de estos rellenos probablemente se puede atribuir a su mayor contaminación en comparación con el polvo de madera, que a menudo contiene extractivos, taninos y lignina (Ciocchetti Cristina y Chiara Munzi (2007)

Su uso en conservación-restauración es diverso, es por eso, que esta resina epoxi se emplea en tratamientos de conservación y restauración como estucado, reposición de volúmenes, sellado de grietas y fisuras, reproducciones volumétricas, en soportes de madera donde sea conveniente no añadir peso específico a la obra y no deba soportar una carga estructural. No es empleado como material artístico, y entre sus usos en C-R destacan los siguientes:

- Reposición y/o reconstrucción de volúmenes.
- Reproducciones de moldes.
- Sellado de grietas o fisuras.
- Relleno de oquedades. Se diluye la masilla en disolvente (White spirit) y es aplicada mediante inyección.
- Estucados.
- Integración y reconstrucción de objetos de madera de interés histórico-artístico.

Al igual que presenta ventajas, también presenta ciertos inconvenientes, y uno de esto es que, si se dejan restos en la superficie sobre el dorado o la policromía, resulta dificultosa su eliminación, ya que en el proceso de eliminación se pueden provocar daños en la superficie de la obra en la cual se encuentra depositada.

4.3. Metodología de aplicación del balsite.

En mayo de 1994 Enrique Morales Méndez²⁰ explica la aplicación de resina epoxi líquidas mediante inyección en las estructuras de madera afectadas por problemas estructurales de la misma, sirviendo esta como un material sustitutivo del material original deteriorado.

Varias investigaciones recientes muestran algunas de sus propiedades, con posibilidad de fluidificarla y aplicar la misma mediante inyección. Uno de estos estudios, ha sido propuesto por Cristina Ciocchetti²¹ y Chiara Munzi (2007), en el que han realizado un estudio comparativo del Balsite y Araldite, con el fin de evaluar este material para el uso de la restauración y reintegración volumétrica en soporte ligneo, realizando varias investigaciones en laboratorio a base de probetas con la finalidad de comparar entre estas dos masillas de relleno.

El balsite tiene propiedades adhesivas que la hacen ideal para la fijación y consolidación de elementos frágiles, como por ejemplo esculturas o pinturas sobre madera.

Este material puede ser aplicado de varias formas:

→ En fluido:

Para su aplicación, se debe realizar una mezcla con un solvente para poder ser aplicada con pincel o jeringuilla en el caso de que esta se encuentre fluida o con espátula si esta se encuentra sólida sobre la superficie a tratar. Es necesario tener en cuenta que esta técnica requiere de gran precisión y habilidad por parte de la persona que la manipula, ya que, puede ocurrir un error y esto podría poner en peligro a la obra de forma irreversible.

El balsite fluido se trata de una resina sintética que se usa para rellenar grietas y fisuras en objetos artísticos con soporte ligneo o soporte pétreo. Su consistencia líquida permite que penetre en grietas de pequeño tamaño y consigue una correcta adhesión a la superficie del objeto.

Este, puede ser utilizado para ser aplicado en agujeros producidos por insecto xilófagos, devolviéndole el cuerpo y estructura original a la obra. Por otro lado, también puede ser aplicado en aquellas lagunas que no presentan una pérdida de soporte por completo y que esta se encuentre en plano.

²⁰ Doctor en arquitectura, publica en la Revista de Edificación *Las resinas epoxídicas y las técnicas actuales de la restauración de edificios de madera.*

²¹ Información obtenida del estudio realizado por Cristina Ciocchetti y Chiara Munzi *“La Balsita: un nuovo materiale per il risanamento dei supporti lignei e per la realizzazione di parti mancanti”*



Ilustración 18 Gráfico estratigráfico correspondiente a laguna sin pérdida total del soporte.



Ilustración 19 Gráfico estratigráfico de laguna sin pérdida total de soporte rellena con balsite fluido.

Además de su uso en conservación y restauración de Bienes Culturales, el balsite fluido se usa para la creación de replicas a través de un molde. Se realiza un molde de la escultura u objeto a reproducir y una vez realizado este molde, se vierte sobre él el balsite fluido, se espera a que este solidifique y se retira el molde. Una vez sacada la reproducción del molde, esta puede ser manipulada y tratada con herramientas de corte utilizadas en la talla en madera como gubias.

Para hacer fluido el balsite, es necesario utilizar un disolvente, en este caso, el disolvente funciona como ablandador de la resina epoxi. Es importante la elección del disolvente a la hora de fluir el balsite, ya que se pueden utilizar diversos tipos de disolventes dependiendo de la naturaleza del balsite.

Los disolventes más comunes para realizar este proceso son:

- **Alcohol etílico:** Forma líquida, incolora e inflamable de olor característico. Este alcohol se activa con ciertos solventes derivados de la celulosa. Su composición química es H_3C-CH_2-OH .
- **Acetato de etilo:** Éster etílico del ácido acético.
- **Tolueno:** Disolvente derivado del benceno. Se trata de un hidrocarburo líquido.

Cada uno de ellos tienen propiedades específicas que lo hacen adecuados para realizar el proceso de fluido del balsite y que lo hacen adecuado para su uso en diversas situaciones.

El balsite fluido comienza a secar por evaporación, dejando una capa protectora y resistente al paso del tiempo.

El proceso de secado del balsite fluido es lento y cuidadoso, ya que cualquier error en la aplicación o en el secado puede afectar la calidad del resultado final. Es necesario controlar la temperatura y la humedad del ambiente para asegurar que el secado sea uniforme y completo. Además, es importante proteger la superficie tratada de la luz solar directa y de la lluvia durante el proceso de secado.

➔ Presión mediante espátula o bisturí:

El balsite, al resultar un material versátil, también nos permite su aplicación mediante espátula, de hecho, este método es el más utilizado para la aplicación del material. Con la aplicación mediante espátula, se debe conseguir una superficie completamente lisa y este

debe ser aplicado de forma uniforme, evitando dejar irregularidades en la superficie de la obra.

Antes de su aplicación es necesario que la superficie se encuentre completamente limpia y libre de cualquier material ajeno a la obra. Normalmente es usado para el relleno de grietas o agujeros, aunque, también puede ser utilizado para la reproducción de piezas o motivos ornamentales mediante modelado o mediante un molde previamente realizado añadiendo la resina por apretón.

En relación a las indicaciones de seguridad y almacenamiento, es necesario tener en cuenta una serie de precauciones, ya que este material puede provocar irritación cutánea y reacciones alérgicas, es por eso que se recomienda el uso de bata y guantes de látex o nitrilo a la hora de su manipulación. Este material, puede permanecer conservado en perfectas condiciones hasta doce meses si este se encuentra en su recipiente original o similar a una temperatura de entre 15-30°C, alejado de la luz solar directa. En caso de vertido accidental, proceder inmediatamente a su completa eliminación si es posible. No se permite su vertido en alcantarillas o cursos de agua y resulta tóxico y nocivo para organismos acuáticos.

5.- CARTA CROMÁTICA DE DORADO EN MASILLA DE BALSITE

5.1. Objetivos y metodología.

Objetivo.

El objetivo principal de esta carta cromática, realizada con balsite y pigmentos, es conseguir mediante pruebas de ensayo colores similares al dorado, así como conocer el comportamiento de la resina epoxídica al añadir una carga que la coloree. Los resultados obtenidos facilitarían la realización de reintegraciones volumétricas y cromáticas en un mismo tratamiento, aplicados a los dorados de los retablos. Esta propuesta de tratamiento simplificaría la consecución de procesos, concretamente la reintegración volumétrica, estucado y reintegración cromática, obteniendo un resultado similar en un único paso.

Metodología de trabajo.

La metodología de trabajo seguida en esta parte práctica ha sido la siguiente:

1. Selección de pigmentos de acuerdo con su semejanza cromática con los dorados.
2. Realización de una ficha de ensayo con cada uno de los datos.
3. Realización de veintidós pruebas
4. Análisis y selección de resultados de las pruebas obtenidas.
5. Elección y realización de cinco muestras para reproducir un motivo ornamental mediante molde.
6. Análisis de resultados de dichas reproducciones.

5.2. Preparación de las muestras: materiales y métodos.

Para el desarrollo de la preparación de las muestras, se han empleado diversos materiales y métodos que a continuación se describen.

Materiales.

- Balsite: resina epoxídica bicomponente (véase apartado 4).
- Pigmentos: los pigmentos empelados son amarillo de cadmio (tabla 1), amarillo claro (tabla 2), amarillo limón (tabla 3), ocre amarillo (tabla 4), siena natural (tabla 5), siena tostado (tabla 6), verde vejiga (tabla 7), amarillo cadmio naranja (tabla 8), mica fría (tabla 9) y mica cálida (tabla 10).

AMARILLO DE CADMIO		
COMPOSICIÓN	Cds → Sulfuro de cadmio.	
COLOR	Varia del amarillo limón al anaranjado, dependiendo del procedimiento de elaboración.	
ESTABILIDAD	Estable y permanente a otros agentes atmosféricos.	
COMPATIBILIDAD	Compatible con otros pigmentos excepto con aquellos que en su composición química presenten plomo o cobre.	

Tabla 1: pigmento amarillo de cadmio

AMARILLO CLARO		
COMPOSICIÓN	$K_3Co(NO_2)_6 \cdot H_2O$ · Sulfuro de cadmio mezclado con un 60% de sulfato de bario.	
COLOR	Amarillo dorado y brillante.	
ESTABILIDAD	Estable a luz y al aire. Los ácidos lo descomponen.	
COMPATIBILIDAD	Mezclado con pigmentos orgánicos, suele disolverse y volverse de un tono marrón.	

Tabla 2: Pigmento amarillo claro.

AMARILLO LIMÓN		
COMPOSICIÓN	-	
COLOR	Amarillo pálido.	
ESTABILIDAD	Estable a la luz y al aire.	
COMPATIBILIDAD	Buena compatibilidad.	

Tabla 3: pigmento amarillo limón.

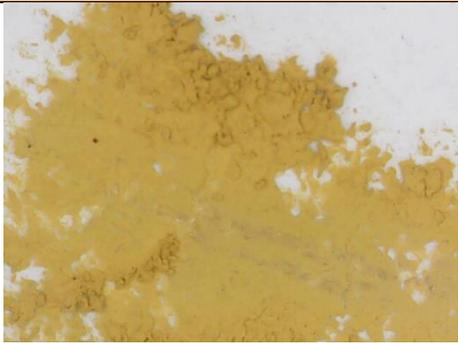
OCRE AMARILLO		
COMPOSICIÓN	Tierras naturales que contienen sílice y sílico-aluminatos y que deben su color a los óxidos de hierro hidratados de que se componen. $Fe_2O_3 \cdot H_2O$	
COLOR	Amarillo opaco, dependiendo de la composición y el origen.	
ESTABILIDAD	Estable frente a todos los agentes.	
COMPATIBILIDAD	-	

Tabla 4: pigmento ocre amarillo.

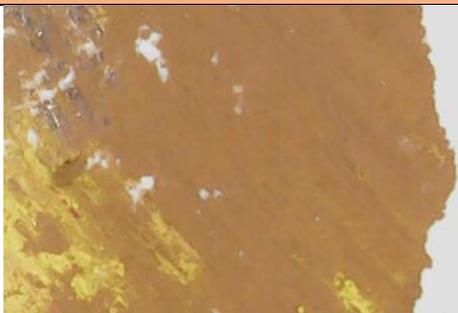
TIERRA SIENA TOSTADA		
COMPOSICIÓN	Óxidos de manganeso y de hierro	
COLOR	Marrón claro.	
ESTABILIDAD	Estable químicamente bajo las condiciones indicadas de almacenamiento. Es estable a la luz y al aire.	
COMPATIBILIDAD	-	

Tabla 5: pigmento tierra siena tostada.

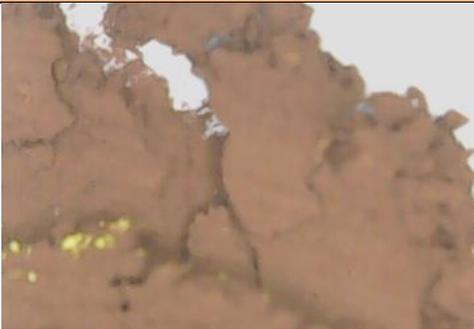
TIERRA SIENA NATURAL		
COMPOSICIÓN	Óxido de hierro hidratado, ácido silícico y óxido de manganeso.	
COLOR	Marrón oscuro.	
ESTABILIDAD	Extremadamente estable. Estable a los rayos UV.	
COMPATIBILIDAD	Compatible con todas las técnicas pictóricas.	

Tabla 6: pigmento siena natural

VERDE VEJIGA		
COMPOSICIÓN	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$.	
COLOR	Ligero verde oscuro.	
ESTABILIDAD	Inestable a la luz y a los rayos UV. Se decolora.	
COMPATIBILIDAD	Compatible con otros pigmentos.	

Tabla 7: pigmento verde vejiga

AMARILLO DE CADMIO NARANJA		
COMPOSICIÓN	$\text{CdS} + \text{CdSe}$	
COLOR	Naranja.	
ESTABILIDAD	Resistente a la luz, a la temperatura y a los rayos UV.	
COMPATIBILIDAD	Compatible con otros pigmentos y técnicas pictóricas.	

Tabla 8: pigmento amarillo de cadmio naranja

MICA FRÍA		
COMPOSICIÓN	Mica natural y óxido metálico.	
COLOR	Oro frío	
ESTABILIDAD	Estable químicamente y estable a la luz.	
COMPATIBILIDAD	Compatible con pigmentos orgánicos e inorgánicos.	

Tabla 9: pigmento mica fría

MICA CÁLIDA		
COMPOSICIÓN	Mica natural y óxido metálico.	
COLOR	Oro cálido.	
ESTABILIDAD	Estable químicamente y estable a la luz.	
COMPATIBILIDAD	Compatible con pigmentos orgánicos e inorgánicos.	

Tabla 10: pigmento mica cálida

Método de preparación de muestras.

El proceso de preparación de las muestras ha requerido el empleo de los materiales descritos anteriormente. El molde elegido es flexible de silicona, cuenta con un total de trece cavidades en forma semiesférica. Se han tomado las medidas pertinentes en la elaboración de las muestras, mediante la utilización de equipos de protección individual como guantes de nitrilo y bata.

En cuanto a la preparación de las muestras, el procedimiento ha sido el mismo en cada una de ellas, aunque, cambiando la proporción y el tipo de pigmento en cada caso. En primer lugar, la resina ha sido pesada en proporciones iguales, por lo que cada una de las muestras pesa un total de 8g, ya que se ha añadido Balsite® K 4g + Balsite® W 4g. Ambos componentes son integrados de forma homogénea entre sí, para posteriormente añadir los pigmentos. Tanto la integración de ambos componentes de Balsite como la integración de pigmentos se ha realizado con la ayuda de una espátula metálica, la cual, ha sido también usada para la colocación de la masilla en el molde, llevándose a cabo un total de 25 pruebas. Este proceso se ha llevado a cabo en cada una de las pruebas realizadas.

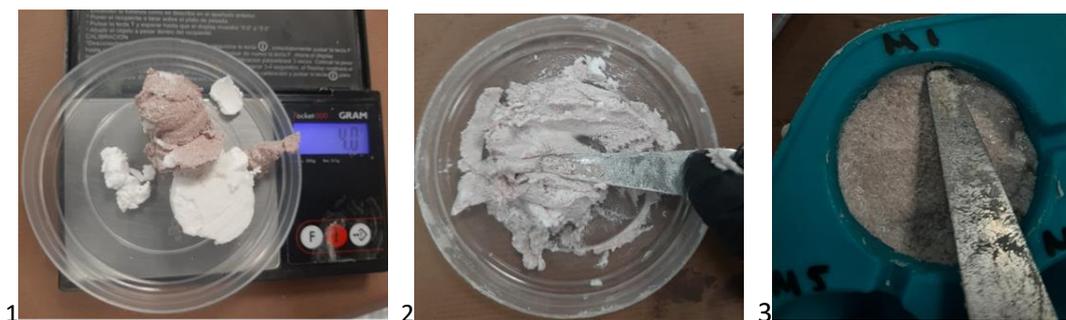


Ilustración 20 Proceso de preparación de muestras

1. pesado de los dos componentes. 2. Integración de componentes.
3. Colocación de la mezcla en el molde



Ilustración 21. 1 y 2. Aplicación de mica en polvo en el molde

3. Vista general de la colocación de las muestras en el molde

- Pigmentos puros

En primer lugar, se han utilizado 7 pigmentos puros (1 gr), añadiéndolo en cada una de las muestras, con el fin de observar el tipo de coloración que da en la masilla. Los pigmentos usados han sido: amarillo limón, amarillo claro, amarillo de cadmio, ocre amarillo, mica fría y mica cálida.

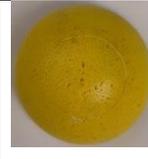
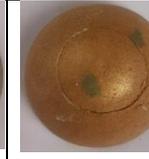
PALETA BÁSICA: PIGMENTOS ÚNICOS						
Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7
Pigmento añadido: Ninguno.	Pigmento añadido: Amarillo limón 1g	Pigmento añadido: Amarillo claro 1g	Pigmento añadido: Amarillo de cadmio 1g	Pigmento añadido: Ocre amarillo 1g	Pigmento añadido: Mica cálida 1g	Pigmento añadido: Mica fría 1g
						

Tabla 10: Paleta básica.

- Mezcla de pigmentos

A partir de los resultados obtenidos en las masillas de pigmentos puros se han llevado a cabo nuevas muestras con mezclas de los pigmentos puros, realizando un total de dieciocho pruebas, mezcladas en tres líneas de trabajo: mezclas de dos pigmentos

obteniendo un total de diez muestras, mezclas de tres pigmentos obteniendo un total de seis y tres mezclas con cuatro pigmentos obteniendo un total de dos muestras. Las combinaciones se muestran a continuación en la siguiente tabla:

MEZCLA DE PIGMENTOS		
Dos pigmentos		
M20 Amarillo limón 0,5g + Mica fría 0,2g	M14 Amarillo limón 1g + Ocre amarillo 0,5	M12 Amarillo claro 0,9 g + Siena natural 0,1g
M23 Amarillo limón 0,7 + Ocre amarillo 0,3g	M21 Amarillo claro 0,5g + Mica fría 0,5	M9 Amarillo cadmio 1g + Amarillo limón 1g
M19 Amarillo limón 0,9 g + Mica fría 0,1g	M18 Amarillo claro 0,8g + Mica fría 0,2g	
M17 Amarillo limón 1g + Tierra siena tostada 0,1 g	M10 Amarillo claro 0,8 + Tierra siena tostada 0,2g	
Tres pigmentos		
M22 Amarillo limón 0,7 + Ocre amarillo 0,1 + Mica fría en molde.	M15 Amarillo claro 0,2 + Amarillo limón 0,6 + Tierra siena tostada 0,1	M24 Amarillo claro 0,7g + Amarillo cadmio naranja 0,3g + Verde vejiga 0,1g
M13 Amarillo limón 0,7g + Amarillo cadmio 0,2g + Tierra siena tostada 0,1g	M11 Amarillo claro 0,4 + Amarillo limón 0,4 + Tierra siena natural 0,2	M8 Amarillo cadmio 0,3g + Ocre amarillo 0,1g + Mica cálida en molde
Cuatro pigmentos		
M16 Amarillo claro 0,3g + Amarillo ocre 0,2 + Mica fría 0,1 g + Amarillo cadmio naranja 0,1	M25 Amarillo claro 0,7g + Amarillo cadmio naranja 0,3g + Verde vejiga 0,1g + ½ mica fría ½ mica cálida en el molde	

Tabla 11: mezcla de pigmentos muestras

Se ha buscado ir de forma progresiva desde una tonalidad con colores más claros como el amarillo limón, siguiendo con el amarillo claro, amarillo de cadmio y ocre, hacia colores más oscuros, añadiendo menor cantidad de pigmento en cada muestra, como son el siena tostado, siena natural, verde vejiga, amarillo naranja y la mica. En base a este criterio, se han realizado nuevas mezclas, con el fin de realizar una aproximación al color oro. A continuación, se muestran los resultados en la siguiente tabla:

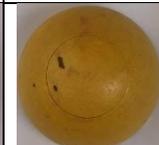
PALETA DE MEZCLAS 1						
Muestra 8 Pigmento añadido: Amarillo claro, ocre amarillo y mica cálida en molde	Muestra 9 Pigmento añadido: Amarillo cadmio y amarillo limón	Muestra 10 Pigmento añadido: Amarillo claro y siena tostada	Muestra 11 Pigmento añadido: Amarillo claro, amarillo limón y siena natural	Muestra 12 Pigmento añadido: Amarillo claro y siena natural	Muestra 13 Pigmento añadido: Amarillo limón, amarillo cadmio, siena tostada	Muestra 14 Pigmento añadido: Amarillo limón y ocre amarillo
						

Tabla 12: paleta de mezclas 1

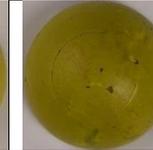
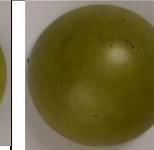
PALETA DE MEZCLAS 2						
Muestra 15 Pigmento añadido: Amarillo claro, amarillo limón y siena tostada	Muestra 16 Pigmento añadido: Amarillo claro, amarillo ocre, mica fría y amarillo cadmio naranja	Muestra 17 Pigmento añadido: Amarillo limón y siena tostada	Muestra 18 Pigmento añadido: Amarillo claro y mica fría	Muestra 19 Pigmento añadido: Amarillo limón y mica fría	Muestra 20 Pigmento añadido: Amarillo limón y mica fría	Muestra 21 Pigmento añadido: Amarillo claro y mica fría
						

Tabla 13: paleta de mezclas 13

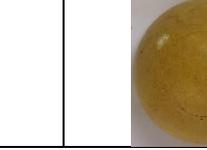
PALETA MEZCLAS 3			
Muestra 22 Pigmento añadido: Amarillo limón, ocre amarillo y mica fría en molde	Muestra 23 Pigmento añadido: Amarillo limón y ocre amarillo	Muestra 24 Pigmento añadido: Amarillo claro, amarillo cadmio naranja y verde vejiga	Muestra 25 Pigmento añadido: Amarillo claro, amarillo cadmio naranja, verde vejiga y ½ mica fría ½ mica cálida en el molde
			

Tabla 14: paleta de mezclas 14

5.3. Preparación de reproducciones.

Una vez obtenidos los resultados de las muestras, se han seleccionado cinco de ellas que presentan las características físicas similares al dorado, para la realización de reproducciones en forma de motivos ornamentales de un retablo mediante un molde realizado con silicona y maicena, el cual presenta unas dimensiones de 13,5 cm de largo x 11,5 cm de ancho.

Tres de estas reproducciones presentan colores neutros con acabado mate y otras dos han sido realizadas también con colores neutros y previa a la colocación de la mezcla en el molde, se ha aplicado mediante un pincel de un grosor medio mica en polvo, con el fin de proporcionar un acabado brillante a la reproducción.

El proceso de realización de estas reproducciones parte de un molde reutilizado, el cual, fue usado en la asignatura de Intervención en Escultura, realizado con silicona y maicena en partes iguales. En este se aplica el Balsite coloreado mediante apretón. Una vez curada la mezcla, resulta sencillo desmoldear la pieza reproducida, ya que este molde es bastante flexible. La mezcla ha sido realizada añadiendo 30g de balsite K + 30g de balsite W, integrando estos dos componentes de forma homogénea. Posteriormente se añaden los pigmentos correspondientes a las muestras elegidas ajustando la cantidad de pigmento al volumen de balsite.

La realización de estas pruebas se ha llevado a cabo mediante la muestra 16, muestra 17, muestra 22, muestra 23 y muestra 25.



Ilustración 22: Proceso de ejecución de las reproducciones

1. Integración de los componentes de la masilla. 2. Adhición de pigmentos. 3. Integración del pigmento en la masilla

4. Elección del molde. 5. Colocación de la masilla en el molde pro apretón. 6. Curado de la masilla.

7. Resultado.



Ilustración 23: Proceso de ejecución de la reproducción 5.

- 1. Aplicación de mica en polvo en molde. 2. Resultado de la aplicación. 3. Preparación de la masilla.*
- 4. Aplicación de la masilla en el molde mediante apretón. 5. Curado de la masilla.*
- 6. Resultado final de la reproducción 5 (izquierda) junto al modelo de referencia (derecha).*

MEZCLAS DE REPRODUCCIONES.	
Reproducción 1	
M16 Amarillo claro 2,8g + Amarillo limón 4,2g + Tierra siena natural 0,5g	
Reproducción 2	
M17 Amarillo limón 4,2g + Siena tostada 0,7g	
Reproducción 3	
M23 Amarillo limón 4,7 g + Ocre amarillo 2,1g	
Reproducción 4	
M22 Amarillo limón 2,1g + Ocre amarillo 0,7g + Mica fría en molde	
Reproducción 5	
M25 Amarillo claro 3,5g + Amarillo cadmio naranja 0,9g + Verde vejiga 0,3g + ½ mica fría ½ mica cálida en el molde	

Tabla 15: mezclas de reproducciones

PALETA DE MEZCLAS: REPRODUCCIONES				
Reproducción 1 Pigmento añadido: Amarillo claro, amarillo limón y siena natural.	Reproducción 2 Pigmento añadido: Amarillo claro, amarillo limón y siena tostada.	Reproducción 3 Pigmento añadido: Amarillo limón y sienta tostada.	Reproducción 4 Pigmento añadido: Amarillo limón, ocre amarillo y mica fría en molde.	Reproducción 5 Pigmento añadido: Amarillo claro, amarillo cadmio naranja, verde vejiga y ½ mica fría ½ mica cálida en el molde
				

Tabla 16: paleta de mezclas: reproducciones

5.4. Caso práctico. Retablo de la Virgen de la Antigua.

Se exponen dos casos concretos de estudio en los que se ha llevado a cabo reintegraciones volumétricas y cromáticas de soportes en madera.

Otro ejemplo en el cual, se ha utilizado la resina epoxi para realizar un tratamiento de reintegración volumétrica, es la intervención realizada en el Retablo de la Virgen de la Antigua de Antequera, datado en el siglo XVIII de estilo barroco.

Este retablo fue intervenido por los alumnos de tercer curso del Grado de Conservación y Restauración de Bienes Culturales y dirigido por la profesora Dra. Dña. Beatriz Prado-Campos, en el Anexo de la Facultad de Bellas Artes de Sevilla, en la asignatura cursada en tercer curso Intervención en Escultura.



Ilustración 42 Estado en el que se encontraba en retablo de la Virgen de la Antigua, Antequera.

Este, presentaba numerosas alteraciones, entre ellas, lagunas de diversos tamaños a nivel de soporte que fueron intervenidas mediante el tratamiento de reintegración volumétrica, y para ello, se utilizó la resina epoxi Balsite®.

Esta resina epoxi, fue utilizada para el relleno de agujeros producidos por el ataque de insectos xilófagos y para completar motivos ornamentales, los cuales, presentaban lagunas a nivel de soporte de gran tamaño.

Algunos de estos motivos ornamentales fueron reintegrados mediante la aplicación de la resina con una espátula o, directamente modelada con las manos, siguiendo siempre la misma metodología de actuación, excepto en una de las pilastras del retablo, concretamente la pilastra situada a la derecha.

Esta pilastra presentaba una pérdida de volumen importante, ya que, faltaba un motivo ornamental correspondiente a unas hojas y una fruta. La reintegración volumétrica de este motivo se realizó mediante un molde realizado con maicena. Este tratamiento fue posible

gracias a que la pilastra de la izquierda se encontraba en perfecto estado y esta, era simétrica a la pilastra situada a la derecha.

La resina epoxi elegida para la reintegración volumétrica fue el balsite, completamente compatible con la materialidad de la obra.



Ilustración 43 Reintegración volumétrica mediante modelado.

5.5. Caso práctico. Pilar de fusta de L'Assut.

El pilar de madera de L'Assut, se trata una viga arqueológica encontrada en el yacimiento de L'Assut, en Tarragona fue intervenida por el grupo de tercer curso de conservación y restauración de Arqueología de la ESCRBCC en 2011. Esta se encontraba calcinada casi por completo y es que, este yacimiento sufrió un incendio provocando una degradación en la madera presente en él.

Presentaba alteraciones como pérdida de cohesión interna, fracturas, grietas y carbonización, además de la presencia de galerías por el ataque de insectos xilófagos.



Ilustración 44 Estado inicial del pilar de madera

El proceso de conservación y restauración de este pilar, consistió en un desengrasado de la pieza, montaje de una caja abarcando todo el perímetro del pilar con el fin de reforzar el mismo. Posterior a esto se realizó un proceso de consolidación en tres fases, una pre-consolidación del pilar

mediante Ciclododecano²² aplicado en spray, una consolidación mediante paraloid B-72 en acetona, Eporai^{®23} e Imedio por inyección. Por último, se realizó una consolidación final con Eporaid[®] en acetona por aspersión.



Ilustración 45 Consolidación por inyección.



Ilustración 46 Pruebas realizadas mediante carbón, balsite[®] y eporai[®].

Para el tratamiento de reintegración volumétrica utilizaron Balsite[®] y Eporai[®] realizando 9 pruebas previas con el material, con el fin de dotar a la pieza de la dureza, color y resistencia necesarios.

Las grietas internas fueron rellenadas con Eporai[®] ya que este material presenta una mayor fluidez y penetración combinándose con carbones de grano fino aplicados a pincel para proporcionar textura. La reintegración volumétrica de la viga trasera, la cual sufría de un problema de descohesión, utilizó Balsite[®]. Al igual que Eporai[®], el Balsite[®] también fue mezclado con carbón de varios tonos, utilizándose como adhesivo en aquellos fragmentos que aparecían sueltos y descohesionados.



Ilustración 47 Grieta rellena con Balsite[®].

²² Fijativo, consolidante temporal, impermeabilizante.

²³ Masilla epoxi bicomponente. Funciona como adhesivo o sellador, válido para la mayoría de las superficies.

5.6. Conclusiones.

El presente trabajo ha permitido conocer el comportamiento de la masilla Balsite ante la pigmentación de la misma a la hora de realizar reproducciones de motivos ornamentales, con el fin de llevar a cabo mediante esta, reintegraciones volumétricas ya coloreadas, así como conocer los usos y metodología de aplicación de esta masilla empleada cada vez más por los conservadores-restauradores en intervenciones realizadas en obras de escultura policromada y/o dorada ejecutadas en soporte lıneo, ya que estas presentan un gran compatibilidad con la madera, así como capacidad suficiente para adherirse a la misma.

Resulta de gran importancia la investigación sobre nuevos materiales utilizado en el ámbito de la Conservación y Restauración de Bienes Culturales, ya que se debe tener en cuenta, que el nuevo material añadido va a pasar a formar parte de la obra. Es por eso que se debe conocer su comportamiento al interactuar con ciertos materiales añadidos, verificando de esta forma su compatibilidad. El campo de la conservación-restauración se encuentra en constante evolución, al igual que los materiales empleados para este fin, es por eso, que debemos conocer el desarrollo de nuevas técnicas e investigaciones, la cuales abrirán paso a una mejora en el proceso de la intervención y por tanto de los resultados.

Por tanto, se considera que la investigación realizada sobre la masilla Balsite propuesta en este trabajo, es apta para su uso en Conservación y Restauración de Bienes Culturales, considerando que la reproducción 5, cumple con las características físicas de la pieza tomada como modelo de referencia. Esta presenta un color similar al modelo, así como un acabado superficial brillante característico del dorado, gracias a la aplicación 50:50 de mica en polvo en el molde, previa a la colocación de la masilla realizada con los pigmentos presentes en la muestra 25.



Ilustración 48 Montaje de las muestras y reproducciones

6.- BIBLIOGRAFÍA

- Baeza, E. Menéndez. S & Rodrigo, A. (2009). *La reintegración en materiales paleontológicos. Criterios utilizados. Justificación y propuestas de intervención en el museo geominero*. IGME. Madrid. Disponible [en línea]: https://ge-iic.com/files/IVcongreso/20_eleuterio_baeza3.pdf
- Baldini. (1983). *Teoría del restauro e unità di metodologia* (2a ed.). Nardini.
- Brandi, Roig Picazo, P., González Tomel, P., & Basile, G. (2008). *La restauración: teoría y aplicación práctica*. Editorial de la UPV.
- Brandi. (2000). *Teoría de la restauración*. Alianza.
- Bañegil Colado, R. & Sainz de Robles, F. (2022) *Investigación de materiales para impresión 3D de tejidos*. TFM. Universidad politécnica de Madrid. Disponible [en línea]: https://oa.upm.es/71120/3/TFM_RAQUEL_BANEGIL_COLLADO.pdf
- Caballero Guillemot, S, et all. (2011-2012). (2011-2012). *El pilar de madera de L'Assut. Conservación y restauración de una viga de madera arqueológica de origen terrestre*. Especialidad en conservación y restauración de arqueología. Tarragona. Disponible [en línea]: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/283151-Text%20de%20l'article-389450-1-10-20141119.pdf>
- Calvo, M. (1997). *Conservación y restauración: materiales, técnicas y procedimientos: de la A a la Z*. Serbal.
- Carrassón López de Letona, A. *Preparaciones, dorado y policromía de los retablos en madera*. Instituto del Patrimonio Histórico Español. Disponible [en línea]: https://ge-iic.com/files/RetablosValencia/AnaC_Policromia.pdf
- Ciocchetti C., Munzi C. (2007) “*La Balsita: un nuovo materiale per il risanamento dei supporti lignei e per la realizzazione di parti mancanti*” Bollettino ICR n.15, Luglio.
- Domínguez Gómez, B. (2020). “*Factores de alteración del retablo en madera policromada; una propuesta de terminología y clasificación*.” GeConservación
- ERASMUS3D+. (2017) *Guía técnica de impresión 3D -RESUMÉN-*. Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union. Disponible [en línea]: <https://www.e3dplusvet.eu/wp-content/docs/O1A1-ES-RES.pdf>
- Ficha técnica Balsite CTS. Disponible [en línea]: https://shop-espana.ctseurope.com/documentacioncts/fichastecnicasweb2018/1.1.2resinaepoxidica2016/balsiteesp_17.pdf
- Ficha de seguridad Balsite CTS. Disponible [en línea]: <https://shop-espana.ctseurope.com/documentacioncts/fichasdeseguridadweb2018/1.1.2resinasepoxidicas%202017esp/balsitefds.pdf>
- Giannini, Roani, R., Lanterna, G., Picollo, M., Bonsanti, G., & Viñas, A. (2008). *Diccionario de restauración y diagnóstico*. Nerea.

- González López. (2020). *Conservación y restauración de encarnaciones policromas praxis ejecutiva e intervención en escultura policromada en madera*. Editorial Síntesis.
- Hiscox, & Hopkins, A. A. (1997). *Recetario industrial: enciclopedia de fórmulas, secretos, recetas, prácticas de taller, ...* (2a ed. notablemente amp., 16a tirada). Gustavo Gili.
- Hiscox, & Hopkins, A. A. (2007). *Recetario industrial: libro de consulta para todos los oficios, artes e industrias: Enciclopedia de fórmulas, secretos, recetas prácticas de taller, ...* (3a ed.). Gustavo Gili.
- ICOMOS (1999). *Principios que deben regir la conservación de las estructuras históricas en madera*. Adoptados por ICOMOS en la 12ª Asamblea General en México, en octubre de 1999.
- Kate Fulcher (2014) *The diverse use of AJK dough in conservation*, Journal of the Institute of Conservation, 37:1, 32-42, DOI: 10.1080/19455224.2013.873726
- Matteni, M., Moles, A., Bruno, E., et Lain, G. (2008). “*La química en la restauración: Los materiales del arte pictórico*” (2a ed.). Nerea.
- Martínez Hurtado, S. *El dorado, técnicas, procedimiento y materiales*. Disponible [en línea]: <https://www.uv.es/dep230/revista/PDF188.pdf>
- Mercado Hervás, M. (2001). *La reintegración cromática*. Disponible [En línea]: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/98981/Mercado%20Herv%C3%A1s%2C%20Marina%20La%20reintegraci%C3%B3n%20crom%C3%A1tica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz Viñas, Osca Pons, J., & Gironés Sarrió, I. (2014). *Diccionario de materiales de restauración*. Akal.
- Parrilla Bou, M^a A. (2009). *El arte de los pigmentos. Análisis histórico-artístico de su evolución a partir de los tratados españoles de Francisco Pacheco y Antonio Palomino*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. Disponible [en línea]: <https://core.ac.uk/download/pdf/70999821.pdf>
- Prado Campos, B. (2011). *Estudio comparativo de la policromía aplicada a la escultura exenta en madera de los siglos XV al XVIII en Antequera, Málaga: motivos ornamentales y técnicas de ejecución*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- Prado Campos, B. (2019). *Conservación y restauración de materiales pétreos*. Síntesis.
- Proyecto COREMANS. (2017) *Criterios de intervención en retablos y escultura policromada*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Tonnini, & Perusini, G. (2015). *La scultura lignea, tecniche e restauro: manuale per allievi restauratori / Francesca Tonini; prefazione di Giuseppina Perusini*. il prato.
- Villarquide Jevenois. (2005). *La pintura sobre tela II: alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*. Nerea.

ANEXO.

FICHA TÉCNICA. BALSITE.

Balsite®	
Descripción	Estuco bicomponente realizado a base de resina epoxídica, formulado para el estucado, integración, el encolado y la reconstrucción de manufacturas de madera en el ámbito de la conservación-restauración.
Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> · Presión mediante espátula o bisturí. · Inyección mediante jeringuilla.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> · Muy ligera (0,55 Kg/lt) · Impermeable y poco reactiva a los cambios termohigrómetros. · Permite su eliminación mecánicamente mediante bisturí, gubias y microtomos, una vez haya endurecido. · Buen poder adhesivo. · Baja toxicidad. · Posibilidad de ser coloreado. · De fácil uso y elevada maleabilidad. · Baja rigidez y modulo elástico cercano al de la madera.
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> · Baja resistencia mecánica, · Su capacidad de consolidación estructural es más débil que el Paraloid, no recomendándose para soportes que deban soportar una carga de tipo estructural. · Si se dejan restos sobre policromía/dorado, se eliminación se ve dificultosa, ya que se procede a su eliminación puede dañar la superficie sobre la que se encuentra. Para ello, se debe utilizar dimetilsulfóxido y dejar actuar para su reblandecimiento. ·
Modalidad de preparación	Se mezclan los dos componentes en proporciones iguales con espátula.
Uso en C-R	<p>Se emplea en tratamientos de C+R como estucado, reposición de volúmenes, sellado de grietas y fisuras, reproducciones volumétricas, en soportes de madera donde sea conveniente no añadir peso específico a la obra y no deba soportar una carga estructural. No es empleado como material artístico, y entre sus usos en C-R destacan los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reposición y/o reconstrucción de volúmenes. - Reproducciones de moldes. - Sellado de grietas o fisuras. - Relleno de oquedades. Se diluye la masilla en disolvente (White spirit) y es aplicada mediante inyección. - Estucados. - Integración y reconstrucción de objetos de madera de interés histórico-artístico.
Reversibilidad	Presenta una buena reversibilidad, ya que presenta una baja resistencia mecánica mediante herramientas de corte. También se puede conseguir su reversibilidad utilizando disolventes polares mediante un hinchamiento gradual de la materia.
Características técnicas del producto	<ul style="list-style-type: none"> · Aspecto: Pasta tixotrópica. · Color: Marrón/rosado claro. · Densidad aparente: 0,55 g/cm³. · Tiempo de trabajo: 45`-50` a 20°C. · Tiempo de toma: 24 h a 20°C. · T° de transición vidriosa: 65°C ca. · Adherencia sobre la madera: 8N/mm² ca
Precauciones de uso	La resina epoxídica puede provocar irritación cutánea y reacciones alérgicas, es por ello que se recomienda utilizar una crema protectora y manipular el producto con guantes de látex o nitrilo.
Confecciones	<p>Balsite ® W: resina disponible en confecciones de 0,8 y 4 Kg.</p> <p>Balsite ® K: endurecedor disponible en confecciones de 0,8 y 4 Kg.</p>

Almacenamiento	Puede permanecer conservado hasta 12 meses en recipientes originales herméticamente cerrados, a una temperatura de entre 15-30°C. Se debe mantener alejado de la luz solar directa y de los materiales incompatibles, como ácidos y oxidantes.
-----------------------	---

FICHA DE SEGURIDAD. BALSITE.

Composición química	está compuesta de diglicidiléter de bisfenol A (DGEBA) y el endurecedor es una amina alifática o cicloalifática. Pueden añadirse otros aditivos para mejorar las propiedades mecánicas, térmicas o estéticas del material.
Peligros para el ser humano	<ul style="list-style-type: none"> · Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves. · Puede provocar una reacción alérgica en la piel. · Se sospecha que provoca defectos genéticos. · Dosis letal: 50%.
Manipulación y almacenaje.	Almacenar según la legislación local y observar las indicaciones en las etiquetas. Almacenar en envases de igual característica al original o en el envase original entre los 5 y 35°C. Cumplir con la legislación sobre seguridad e higiene en el trabajo.
Primeros auxilios.	<ul style="list-style-type: none"> · En caso de inhalación: Solicitar atención médica. No administrar analgésicos por vía oral si la persona se encuentra inconsciente. · En caso de contacto con los ojos: Lavar la zona con agua abundante y limpia durante aproximadamente 10 minutos, buscar asistencia médica. · En caso de contacto con la piel: Quitar la ropa contaminada. Lavar la piel con agua y jabón, NUNCA lavar la piel con disolventes o diluyentes. · En caso de ingestión: Buscar atención médica y mantenerse en reposo. NUNCA provocar el vómito.
Propiedades físico/química.	<ul style="list-style-type: none"> · Color: Marrón claro. · Olor: Leve a expósito. · Aspecto: Pasta de color y olor característico. · Punto de inflamación: > 100°C · Punto/intervalo de ebullición: > 200°C. · Densidad relativa: 0,490 g/cm3.
En caso de vertido accidental.	Proceder inmediatamente a su completa o parcial eliminación si es posible. No se permite su vertido en alcantarillas o cursos de agua. Tóxico y nocivo para organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
Medios de protección individual	<ul style="list-style-type: none"> · Guantes no desechables de protección contra productos químicos. · Gafas de protección individual. · Ropa de protección contra productos químicos. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>
Pictograma.	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">     </div>

