



## **MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO**



**M. Isabel Martínez Zamora**

**Conservadora-Restauradora de Bienes Culturales**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.
2. CONTEXTO HISTÓRICO DE LA PIEZA
3. FICHA TÉCNICA
4. DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA
5. CRITERIOS DE INTERVENCIÓN
6. ESTADO DE CONSERVACIÓN.
7. MAPAS DE DAÑOS
8. PROPUESTA DE TRATAMIENTO
9. TRATAMIENTO REALIZADO
10. CONSERVACIÓN PREVENTIVA. RECOMENDACIONES DE EXPOSICIÓN ADECUADAS.
11. FOTOGRAFÍAS ANTES Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO.
12. BIBLIOGRAFÍA



## MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.

### 1. INTRODUCCIÓN

En la presente Memoria se detallan todos los datos relacionados con el estudio de la espada del ángel custodio de la Puerta de Bisagra de Toledo durante el proceso de intervención. A partir de un análisis organoléptico de la pieza, se detallará todo el proceso de restauración, partiendo de un estudio histórico- técnico de la pieza que nos ocupa, en el que se reflejarán aspectos en cuanto a tipología, fecha de producción, características formales de la espada, etc. A continuación, se detallarán una serie de criterios de intervención considerados imprescindibles a la hora de afrontar cualquier trabajo de restauración, descripción de la pieza y de su estado de conservación, propuesta de tratamiento, tratamiento realizado, conservación preventiva y recomendaciones de exposición adecuadas; se incluyen mapas de alteraciones y documentación fotográfica de todo el proceso, además de la bibliografía utilizada para dicha memoria.

### 2. CONTEXTO HISTÓRICO DE LA PIEZA

La espada responde a esquemas tipológicos de guarniciones y hojas comunes en la tercera y cuarta década del siglo XVI. Pero con una serie de connotaciones específicas, derivadas de su uso ornamental.

En primer lugar, se trata de una empuñadura de gavilanes rectos con aro guardamanos, eliminado, patillas y pitones. Elementos todos nacidos y destinados a proteger el dorso de la mano y sobre todo el dedo o dedos que avanzan a la zona inicial de la hoja carente de filos, denominada, recazo, y que permitía un mejor manejo de la esgrima de la espada. Estos elementos nacieron en el primer cuarto del siglo XVI y permanecieron hasta la primera mitad del siglo. Además, posee un escudete apuntado guía vainas, que permitía fijar y asegurar el brocal de la vaina. Posee así mismo elementos decorativos y un escudo nobiliario en la zona del escudete, que denota un cuidado y practicidad propia de una guarnición realizada para ser montada en una espada de la época.

La hoja es ancha, larga y recta con punta aguzada, de una tipología de carácter militar, frente a las espadas de ceñir o de diario que se portaban con el atuendo en el día a día. Su longitud la permite incluir dentro de las tipologías de espadas de armas o de a caballo, ya que su longitud permitía su uso a caballo. Aunque no se trata de un estoque de arzón más largos y de sección romboidal normalmente.

Los canales iniciales que presenta, junto a la existencia de un recazo, a juego con la empuñadura y necesario para que asiente el arriaz, responde a esquemas tipológicos de los tres primeros cuartos del siglo XVI. Y por lo tanto hay un cuidado en que ambos elementos encajasen y tuvieran un sentido.

La espiga en cambio se encuentra en estado de forja, es decir no ha recibido el tratamiento necesario para reducir su grosor y estrechar su extremo, para poder introducir un puño de madera fusiforme con virolas y un forrado con cuero o alambrado de torzal, que debería de ser el que portara. La explicación podría deberse a que en este estado encajaría más adecuadamente en el hueco de la escultura en el que estaba prevista su colocación. Así mismo se ha eliminado el aro guardamano que nacía de la parte superior de uno de los gavilanes de parada, por haber dificultado así mismo su colocación.

Por lo tanto, podemos pensar que se trata de una hoja y empuñaduras contemporáneas, en la que la hoja o bien se adquirió o bien se forjó expreso, sin terminar y poder colocar en su posición, utilizando una empuñadura existente de una cierta calidad. Así mismo los dibujos que poseen no se corresponden con los esquemas decorativos existentes en hojas contemporáneas, y parecen responder a las condiciones establecidas en el contrato de ejecución del ángel<sup>1</sup>, donde se señala la necesidad de colocar la Tau y el sello de Salomón, a cuyos dibujos esquemáticos parecen responder.

### 3. FICHA TÉCNICA



Fig. 1. Espada antes de su restauración

**Cronología:** siglo XVI (1530-1545 aproximadamente).

---

<sup>1</sup> Santos Vaquero, Ángel: PUNTUALIZACIONES SOBRE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO, en Anales toledanos Tomo 42 2006, pág. 147-165

«Este nuevo elemento decorativo se instaló posteriormente, obligándose a hacerlo Hernán González y Bartolomé de Gais. Debía ser de buena piedra labrada, de Menasalbas. Tendría un pedestal de 4 pies por la parte alta y 3 por la baja. El ángel debería tener 8 pies de alto y en la mano derecha portaría una espada de bronce y debajo de la mano izquierda una ciudad encima de un monte. En las espaldas o en cualquier otro sitio que indicara la ciudad, se pondría un TAU (símbolo misterioso) y si se creyera conveniente el signo de Salomón (símbolo mágico). Debían tenerlo terminado el día de Pascua Florida de 1562.»

**Tipología:** espada de guerra de patillas y pitones con hoja acanalada y guarnición recta acabada en dos botones estriados. Los pitones también acaban en sendos botones.

**Medidas:**

Longitud total: 111 cm.

Ancho máximo: 22 cm.

Grosor máximo de la hoja: 7 mm.

Anchura máxima de la hoja: 4,4 cm

Altura máxima (hasta los pitones): 3,5 cm

Peso: 956 gr.

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA

Se trata de una espada de armas o de a caballo, es decir de tipo militar, realizada en metal, probablemente en hierro acerado, a la cual le faltaría parte de la empuñadura, puño, virolas, aro guardamano y pomo. Su cronología data de la primera mitad del siglo XVI, podría encuadrarse entre los años 1530-1545, según la tipología de la hoja y de la empuñadura.

La hoja es larga, recta con recazo y dos filos corridos hasta la punta aguzada. La espiga está sin terminar, sin la preparación para montar el puño y el remate del pomo. La guarnición es de arriaz recto con patillas y pitones.

Anverso de la hoja:

La hoja presenta tres canales estrechos y profundos en el tercio fuerte, zona del recazo, siendo el central más largo (50 cm) penetrando hasta el tercio medio, y los dos laterales más cortos (6 cm cada uno) quedando a la altura de los pitones.



Fig. 2. Detalle de los 3 canales de la hoja

A simple vista pueden apreciarse varios dibujos en la superficie de la mesa en la zona central sobre el canal, repitiéndose este esquema en ambas caras.



Fig. 3, 4, y 5. Detalles de los dibujos de la hoja en distintos puntos.

Hacia la zona cercana a la punta, la hoja aparece deformada hacia arriba y con una serie de alteraciones y coloración diferentes al resto de la pieza. Parece ser que el extremo de la espada cuando estuvo ubicada en la Puerta de Bisagra y era portada por el ángel custodio, fue alcanzado por un rayo y de ahí la tipología de las alteraciones del metal en esta zona. Esto será explicado en el apartado de estado de conservación.

Los dibujos que aparecen en la hoja y que se repiten en cada cara, responden a dos dibujos esquemáticos que podrían representar el sello de Salomón y una Tau rodeada de medias lunas. En el primer caso cada vértice aparece rematado por tres incisiones circulares que forman una cruz.

Así mismo aparecen dos medias lunas terminadas en volutas, denominadas bigotes en la mitad de la hoja, siendo común su colocación en la superficie de la mesa en el nacimiento de los filos.



Fig. 6. Detalle de las medias lunas o bigotes

Reverso de la hoja:

Presenta la misma tipología del anverso y se repite el mismo patrón en cuanto a los dibujos.

Guarnición:

Como se ha dicho con anterioridad no conserva el puño de madera y sus correspondientes virolas y pomo, ni tampoco el guardamanos. En el primer caso por no haberse podido montar por la falta de preparación de la espiga, que está de forja. Mientras que el aro guardamanos, cuyo nacimiento se observa en uno de los gavilanes de parada, se eliminaría por impedir su colocación en la escultura.



**Fig. 7. Arranque del aro guardamanos que no se conserva**

El resto de la empuñadura está formada por un arriaz de gavilanes rectos en cuyo centro y remate aparecen elementos decorativos. Los de remate son semiesféricos estriados; mientras que los 2 motivos decorativos engrosan el metal en su mitad con una decoración geométrica a base de estrías.

En la parte central del arriaz, escudete apuntado o guía vainas, de la pieza puede observarse lo que parece un escudo en ambas caras.



**Fig. 8 y 9. Detalles de escudete y pitón respectivamente**

Los pitones también están rematados por dos elementos similares a los de los gavilanes.

Ambos elementos figuran en las condiciones que el ángel debía de poseer en su estructura. Los símbolos tienen un significado de protección y una fuerte influencia de religiones tanto judía como musulmana.

## **5. CRITERIOS DE INTERVENCIÓN**

Las labores de conservación-restauración están encaminadas a la conservación, preservación y transmisión de la información que ocultan y contienen, dado su carácter de documento. La conservación-restauración se basa en unos principios teóricos que se deben conocer y respetar. Cada material y su estado de conservación determinarán los criterios a seguir en la intervención. Básicamente podemos enunciar los siguientes puntos que nos servirán como pauta en un tratamiento de conservación-restauración:

1. Justificación de la intervención.
2. Interdisciplinariedad de la intervención
3. Documentación.
4. Estudios previos y simultáneos a la intervención.
5. Duración de la intervención.
6. Los tratamientos.
7. Los materiales y su compatibilidad.
8. Legibilidad de las intervenciones
9. Reversibilidad de los materiales
10. Programas de mantenimiento y conservación.

Deberemos tener en cuenta que la conservación de un bien cultural no acaba con un tratamiento de conservación. Es necesario tomar una serie de medidas que nos ayuden a mantener los materiales tratados en las condiciones más idóneas, para lo cual deberemos estudiar programas de mantenimiento que nos aseguran su perfecta conservación. Podemos resumir los conceptos de conservación-restauración en:

- **Interdisciplinariedad de la intervención:** deberemos considerar que la conservación es un trabajo compartido entre diferentes especialistas: historiadores, arqueólogos, arquitectos, fotógrafos, científicos, restauradores, artesanos, ...

- **Intervención mínima:** los motivos que nos llevan a una intervención mínima son diversos: Las intervenciones someten al bien a un gran estrés físico, son pocos los materiales que nos dan garantía de reversibilidad e inalterabilidad en el tiempo y que son compatibles con los materiales originales, garantizamos en cierta manera un respeto por las informaciones existentes.

- **La discernibilidad:** toda intervención tiene que ser reconocida. Toda parte añadida debe distinguirse de la original sin crear molestias a la correcta lectura de la obra.

- **La reversibilidad:** Cualquier intervención podrá ser eliminada sin causar daños al original.

- **La compatibilidad:** Los materiales empleados en la restauración no deben ocasionar daños (físicos, químicos, mecánicos) o cambios estéticos (modificar el aspecto del bien)

## 6. ESTADO DE CONSERVACIÓN

Los objetos metálicos sufren una serie de cambios provocados por la corrosión que transforman el metal en compuestos minerales como óxidos, sulfatos, carbonatos, cloruros, etc.

Podemos definir la **corrosión** como un conjunto de procesos fisicoquímicos entre el metal y el medio, que conduce al metal a un estado mineral termodinámicamente más estable. La composición de la corrosión es compleja, ya que puede sufrir modificaciones visibles o invisibles, formando depósitos minerales diferentes desde el punto de vista de su naturaleza química, su estructura o forma.

Estas capas de corrosión pueden tener propiedades protectoras por lo que su eliminación puede provocar la reactivación de un proceso de corrosión que se encontrase estabilizado.

Las distintas transformaciones del metal que conforma la espada son debidas a causas exógenas y endógenas.

Las **causas exógenas** son las que se producen a través del contacto de las piezas con los suelos arqueológicos, la atmósfera, el contacto con el agua o la humedad entre otras. En el caso que nos ocupa, las condiciones atmosféricas han influido de manera notable en la conservación de la pieza. La espada ha estado expuesta al exterior durante mucho tiempo. La erosión, la lluvia, las altas temperaturas, el viento, los agentes contaminantes generados por la polución del medio urbano etc., han sido los factores determinantes en su conservación. Todos estos agentes en contacto directo con el metal, cuyas propiedades dependen de su composición, pH, humedad, porosidad, granulometría, capilaridad, higroscopicidad, presencia de oxígeno, etc., han provocado una serie de cambios importantes en su estructura. La presencia de humedad y ciertos iones pueden provocar una corrosión estable y protectora o una corrosión deformante y destructiva. El componente más peligroso en este caso es el ión cloruro que provoca un tipo de corrosión electroquímica muy agresiva.

Las **causas endógenas** se refieren a las características de la aleación, los procesos metalúrgicos a los que haya sido sometida la pieza, la manufactura, etc.

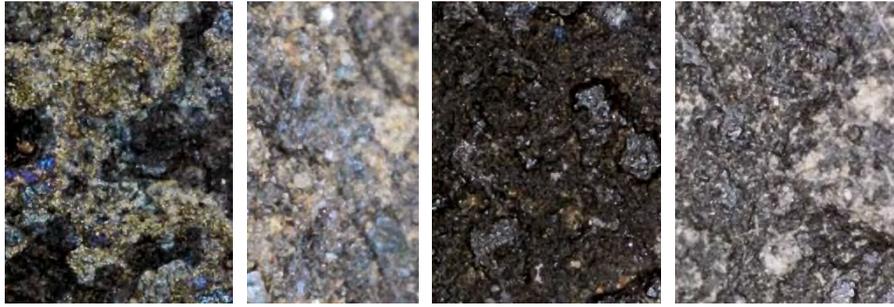


Fig. 10, 11, 12 y 13. Fotografías realizadas con microscopio en diferentes partes de la hoja

que muestran distintas texturas y granulometrías relacionadas con el estado de conservación del metal

Por lo tanto, los procesos de deterioro y envejecimiento dependen tanto de las características del medio como de la propia naturaleza del metal o aleación.

Tras un examen visual exhaustivo con diferentes medios (lupa binocular), podemos determinar que el estado de conservación de la pieza es regular. A continuación, se detallarán las alteraciones más importantes de las diferentes zonas de la espada.

#### Estado de conservación del anverso de la hoja

El metal de la hoja en esta zona de la espada aparece bastante estabilizado. La pátina que se ha generado en la superficie (magnetita) ha creado una capa protectora y estable en el metal que hace que la pieza se conserve en condiciones aceptables. El núcleo metálico aparece bastante compacto y los problemas de corrosión no son tan graves como si se tratara de una pieza de origen arqueológico. Sin embargo, presenta erosiones generalizadas en toda la superficie generadas por la exposición de la pieza a la intemperie cuando se encontraba ubicada en la Puerta de Bisagra.

En algunas zonas de manera puntual y localizada presenta corrosión generalizada estable, pero en otras como en la parte de la espiga la corrosión está activa, al igual que en muchos focos puntuales localizados en la superficie del metal. La corrosión en esta zona de la espada se traduce en depósitos de óxidos e hidróxidos de hierro con diferentes grados de hidratación que generan una corrosión por picadura.



Fig. 14 y 15. Corrosión activa en la espiga y aspecto del metal por erosión medioambiental.

Se ha procedido a desmontar la guarnición con el fin de poder acceder mejor de cara al tratamiento de restauración; así se ha podido evaluar el estado de conservación en el interior de la pieza en la que va embutida la espiga. En esta zona hay focos de corrosión activa generalizados y muy abundantes.



**Fig. 16, 17 y 18. Desmontaje de la guarnición y detalle de corrosión activa**

En la hoja hay una serie de manchas blancas que parecen de pintura o yeso. Además, puede observarse suciedad generalizada en forma de polvo en la acanaladura central de la hoja.

Aparecen también pérdidas de material original concretamente en una zona del anverso de la hoja, hay una importante pérdida de material y una exfoliación del hierro en forma de lasca o lámina; esto hace que estructuralmente la zona se encuentre más debilitada. En este caso será necesario realizar un refuerzo estructural, con el fin de aportar una mayor estabilidad y seguridad en esta zona, en forma de reintegración material y cromática. Los filos también presentan pequeñas pérdidas de material.



**Fig. 19 y 20. Pérdidas de material que generan debilidad estructural del metal en esta zona**

En la zona de la punta de la hoja, el hierro aparece mucho más erosionado; la corrosión y el deterioro del metal en esta zona se hace más evidente. Parece ser, que en un momento dado de la historia de la pieza, ésta se vió afectada por el impacto de un rayo sobre la espada. A consecuencia de esto, la zona de la punta presenta unas alteraciones diferentes al resto del conjunto; el metal en esta zona aparece descarnado y con un aspecto, textura y color diferentes al resto de la pieza.



**Fig. 21. Detalle de zona descarnada por impacto de un rayo**

### **Estado de conservación del reverso de la hoja**

El estado de conservación de esta zona es malo. Aparecen una gran cantidad de focos de corrosión activos, en forma de picaduras generalizadas por toda la superficie. Este tipo de corrosión es de carácter electroquímico y se debe probablemente a un sistema expositivo poco adecuado de la pieza. Todo parece apuntar a que este tipo de corrosión tan especial se deba al contacto directo del hierro con otro metal. Al parecer la espada ha estado bastante tiempo en una vitrina y sobre una bandera decorada con hilos metálicos. Todo esto unido a unas condiciones de temperatura y humedad relativa variables y a un sistema expositivo poco adecuados, han derivado en un proceso de deterioro del metal importante.



**Fig. 22 y 23. Corrosiones por picadura generalizadas en el reverso**

### **Estado de conservación de la guarnición**

El estado de conservación de esta pieza es regular. Presenta los mismos problemas y signos de deterioro que en la hoja: corrosión por picadura, suciedad generalizada; sin embargo la alteración mas significativa es la exfoliación y levantamiento del metal en

una de las patillas generando una zona muy problemática desde el punto de vista estructural, que podría implicar el desprendimiento y consecuente rotura del material original en esta zona.

En uno de los lados de la guarnición hay un elemento que ha desaparecido Se trata del aro guardamanos

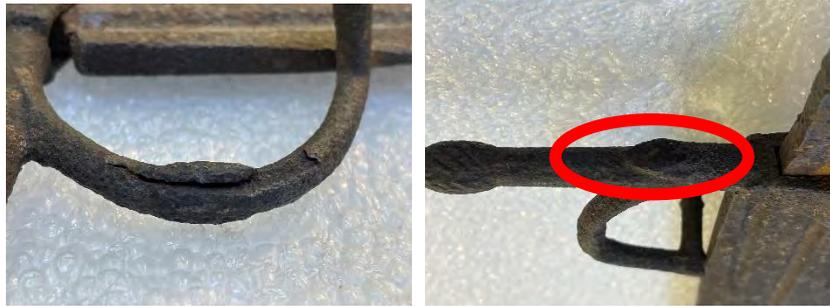


Fig. 24 y 25. Exfoliación y levantamiento del metal e impronta de la pieza desaparecida

## 7. MAPAS DE DAÑOS

A continuación, se muestran los mapas de alteraciones más importantes de la pieza, en los que se pueden apreciar las diferentes alteraciones. Asimismo, también se incluye al final una leyenda que se corresponde con los diferentes daños.

De esta manera quedará constancia en el presente informe la información gráfica más detallada en cuanto a las alteraciones más importantes de la pieza.

**MAPA DE ALTERACIONES 1. ANVERSO**



**EXFOLIACIONES Y PÉRDIDAS DE MATERIAL ORIGINAL**

**MAPA DE ALTERACIONES 2. REVERSO**



**FOCOS DE OXIHIDRÓXIDOS QUE DAN LUGAR A CORROSIÓN POR PICADURA DE  
CARÁCTER ELECTROQUÍMICO**



## 8. PROPUESTA DE TRATAMIENTO

A continuación, se enumerará la metodología de trabajo a seguir para la restauración de la pieza:

- Realización de un embalaje adecuado para su traslado al Museo del Ejército para su intervención.
- Limpieza mecánico-química.
- Inhibición fisicoquímica (estabilización).
- Reintegración material y cromática donde sea estructuralmente necesario.
- Consolidación y protección final.

## 9. TRATAMIENTO REALIZADO

### Embalaje de la espada.

Con el fin de facilitar su traslado desde el Archivo Municipal al Museo del Ejército con motivo de su restauración, se confecciona un embalaje a medida con materiales neutros e inertes. Para ello se emplean planchas de espuma de polietileno que se cajearan siguiendo la silueta de la espada con el fin de encajarla mediante un vaciado de la plancha.

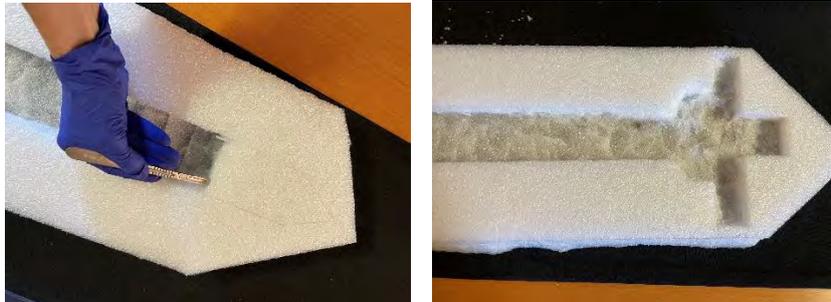


Fig. 26 y 27. Proceso de realización de cajeados para el embalaje de la pieza.

Una vez realizado el cajeados con la forma de la pieza se procede a embalarla con papel de polietileno y se deposita en el interior del embalaje. Una vez colocada la pieza, a modo de sándwich se colocan varias planchas en la parte superior que actuarán como tapas. Se adhieren a la plancha de abajo con cinta adhesiva de doble cara con el fin de poder levantarlas sin dificultad a la hora de poder extraer la pieza del interior. Estas tapas se aseguran con tiras de tela de algodón descrudado con el fin de sujetar de forma segura todo el embalaje.



Fig. 28, 29, 30 y 31. Encajado y protección de la espada. Embalaje de transporte.

### Limpieza mecánico-química de la pieza

En primer lugar, se realizan pruebas de limpieza con el fin de determinar la idoneidad de los métodos a utilizar, los procedimientos de aplicación y los rangos de trabajo. Al ser un proceso irreversible debe realizarse con todas la garantías posibles anteponiendo siempre los criterios dirigidos a la estabilización de la corrosión ante los estéticos.

Los métodos que se han utilizado en este procedimiento han sido medios mecánicos tales como raspado-picado con bisturí, lana de acero de gramaje fino, lijas de tela micromesh y microtorno con brocas de goma y brocas de cepillo de cerdas suaves.



Fig. 32, 33 y 34. Limpieza mecánica con bisturí y microtorno

Los residuos generados se han eliminado mediante microaspirado, pinceles de cerda suave y solución de acetona-alcohol al 50% aplicado sobre la superficie con torundas de algodón.

Se realizan catas de limpieza en algunas zonas con el fin de determinar el nivel de intervención adecuado en este proceso.



**Fig 35 y 36. Catas de nivel de limpieza y proceso de media limpieza del anverso de la hoja**

Mediante este procedimiento se procederá a separar los productos de corrosión externos unidos por enlaces iónicos muy fuertes. Hay que tener en cuenta que el proceso de limpieza es irreversible y por ello es necesario controlar el nivel al que se debe llegar en este tipo de piezas con el fin de no dañarlas estructuralmente.

La limpieza se ha llevado a cabo siempre bajo lupa binocular con el fin de controlar este proceso de forma exhaustiva.

### **Inhibición fisicoquímica (estabilización)**

Mediante este proceso se ralentizan los procesos de corrosión; los inhibidores impiden en gran medida la interacción del metal con el medio, esto es, frenan las reacciones electroquímicas que pueden producirse en el metal.

Los inhibidores deben de cumplir una serie de requisitos básicos: mínima interacción con el aspecto estético del objeto, durabilidad y estabilidad, PH entre 2 y 8, reversibilidad, métodos sencillos de aplicación y baja toxicidad.

En primer lugar, se ha aplicado en las zonas más inestables estructuralmente, esto es, las zonas en las que hay exfoliaciones del metal y pérdidas de material, ácido tánico al agua en una proporción del 10% aplicándolo de manera puntual únicamente en estas zonas mediante impregnación con un pincel. De esta manera los procesos de oxidación se estabilizan creando un compuesto denominado tanato férrico.

A continuación, se ha aplicado en dos capas a toda la superficie del hierro BTA (benzotriazol) al 2,5% en alcohol. Entre capa y capa se ha dejado secar durante 24 h. Con esto se protege la superficie del metal creando una barrera que actúa frente a las

interacciones que pueden producirse entre el metal en contacto con el medio ambiente.



**Fig. 37, 38 y 39. Aplicación de ácido tánico de forma puntual y benzotriazol en toda la superficie**

### **Reintegración material y cromática**

La reintegración se realiza en los casos en los que se necesite recuperar la morfología o cohesión estructural de un objeto. Debe realizarse con materiales compatibles con el soporte, de naturaleza distinta al original, libres de sales y con porosidad, adherencia y resistencia adecuadas. El entonado se realiza normalmente con pigmentos preferiblemente naturales, químicamente estables y que no produzcan variaciones cromáticas a medio-largo plazo.

Se han reforzado las zonas más frágiles tales como grietas, fisuras y zonas fracturadas, mediante la aplicación de una resina epoxídica de dos componentes (Araldite) mezclada con pigmentos naturales en polvo que actuarán entonando la reintegración y aportando resistencia estructural a las zonas más debilitadas. La resina se ha ido aplicando en zonas con pérdidas de material importante.

Tras el secado de la resina se ha matizado el brillo de las reintegraciones mediante la aplicación de calor en la hoja del bisturí con el fin de dejar estas zonas con un aspecto más matizado y lijado de la superficie de reintegración con lana de acero fina.



**Fig. 40 y 41. Aplicación de la resina y matizado del brillo**



Fig. 42, 43, 44 y 45. Aspecto de las zonas con pérdidas tra la rentegración

### Consolidación y protección final

El objetivo de este paso es la reactivación de la cohesión mecánica, física y química, estructural y superficial del metal, buscando la máxima penetración del producto con el fin de crear una barrera protectora frente al medio.

Se ha realizado aplicando dos capas de Incral en Xileno en una proporción del 5%. Se ha hecho mediante la aplicación de esta resina por impregnación con brocha de pelo suave.



Fig.46 y 47. Aplicación de capas protectoras

## 10. CONSERVACIÓN PREVENTIVA

- No se deben exponer objetos de diferentes materiales en una misma vitrina, ya que se dificultaría el equilibrio de las condiciones ambientales favorables ocasionando problemas serios de conservación.
- La HR (humedad relativa) para metales no debería superar el 35%, lo que es poco viable para metales que se encuentren en vitrina junto con materiales de otra tipología.
- Es importante el uso de sistemas de T y HR para evitar fluctuaciones . La temperatura aconsejada sería entre 18 y 21°C.
- Se aconseja una iluminación entre los 150-200 luxes.
- La pieza se manipulará siempre con guantes no transpirables, evitándose siempre el contacto directo con las manos.

## RECOMENDACIONES DE EXPOSICIÓN ADECUADOS. SISTEMAS EXPOSITIVOS

Es importante considerar cuáles son las condiciones más idóneas para la pieza que se pretende exponer dentro de una vitrina. Así, factores como las posibles fluctuaciones de HR, iluminación, penetración de contaminantes atmosféricos, posible emanación de contaminantes que puedan generarse por los materiales constitutivos de la propia vitrina, vibraciones que puedan generarse por diversos motivos y cualquier otro factor de riesgo que pueda poner en peligro la integridad de la pieza, son factores a tener en cuenta ya que pueden originar que se pongan en marcha diversos procesos de deterioro.

### Funcionalidad

Siempre y cuando fuera posible, puede contemplarse la posibilidad de diseñar una vitrina idónea para esta pieza. Hay que tener en cuenta tal y como se ha dicho anteriormente las condiciones ambientales y la estabilidad fisicoquímica de la pieza.

Quizás el sistema expositivo más adecuado sería una **vitrina tipo mesa**, que permitiera una visualización total de la espada y una apertura y acceso a la pieza fácil y seguro con materiales física y químicamente estables e inertes a las condiciones ambientales capaces de mantener una HR determinada.

La vitrina debería tener una fácil apertura y manejo con acceso seguro a la pieza que se pretende exponer. Por ejemplo, en el caso de una mesa vitrina, se podría colocar un sistema de apertura frontal que pueda abatirse hacia abajo y un sistema de extracción tipo planero con rieles en el que se pueda encajar la estructura móvil, de modo que

permitiera una fácil extracción de la pieza sin necesidad de tener que manipularla ni moverla.

A continuación, se muestran en imágenes un par de ejemplos de este tipo de vitrina que podrían adecuarse y personalizarse según las necesidades de la pieza.



Fig. 48 y 49. Ejemplos de vitrinas adecuadas para el sistema expositivo de la pieza

### Materiales de la vitrina

Las vitrinas deben estar confeccionadas con materiales estables e inertes. A continuación, se citan algunos de **los materiales más adecuados** para la construcción de vitrinas:

- Vidrio de seguridad.
- Aluminio anodizado.
- Acero inoxidable.
- Policarbonato compacto, celular o film (PC).
- Polimetacrilato (PMMA).
- Poliestireno (PS).
- Polietileno (PE).
- Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).
- Plástico reforzado con fibra de vidrio (PRVF o GFRP o GRP).

**Los materiales que hay que evitar** en la elaboración de vitrinas serían los siguientes que se muestran a continuación:

- Madera y derivados: tableros laminados, contrachapados, aglomerados (DM), con adhesivos o recubrimientos de melamina-formaldehído, etc.
- Selladores de silicona. En el caso de usarse, han de ser neutros y respetar los tiempos de secado.
- Plásticos: poliuretano, policloruro de vinilo, caucho vulcanizado, neopreno.
- Tejidos (celulósicos y proteicos), especialmente aquellos que posean un PH inferior a 7.
- Papel con PH inferior a 6.

- Pinturas, barnices y adhesivos. Si han de usarse, serán pinturas en polvo o al agua y se respetarán los tiempos de secado.

#### Condiciones favorables de la vitrina

Como se ha comentado anteriormente, las vitrinas son el mejor recurso para la exhibición del objeto que requiere en este caso necesidades de conservación específicas. En ella se deberían poder controlar todas las variables ambientales, además de servir como protección contra el robo, la manipulación, acumulación de polvo, etc.

En cuanto a la iluminación hay que evitar que se produzca calor en el interior de esta.

En el interior de la vitrina debe haber un sistema de control de la HR y la calidad del aire. Para ello han de colocarse en el interior de la vitrina materiales absorbentes de humedad y de compuestos químicos volátiles.

La vitrina debe disponer de “compartimentos de servicio” generalmente ubicados en la parte inferior de la misma, estancos, en relación con el exterior, pero comunicados con la zona expositiva mediante ranuras u orificios que permitan la circulación del aire.

El acceso al compartimento de servicio debe ser independiente y su manipulación no debe producir vibraciones.

El producto amortiguador de humedad, generalmente gel de sílice o alguno de sus derivados comerciales (Art Sorb, Pro Sorb,) o similares, debe estar accesible para su reposición cuando sea necesario. Antes de ser introducido en la vitrina debe estar pre-acondicionado para el valor concreto de HR que se desea mantener. La cantidad de producto necesario ha de ser proporcional al volumen interior de la vitrina utilizando una proporción aproximada de 2Kg/metro cúbico.

## 11. FOTOGRAFÍAS ANTES Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO.

### ANVERSO DE LA PIEZA



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**





**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



REVERSO DE LA PIEZA



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. VV. AA (2015). *“Proyecto Coremans. Criterios de Intervención en materiales metálicos”*. (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015).
2. PRATS, C. (2008). *“La conservación y restauración de material arqueológico metálico en laboratorio de arqueología de la universidad de Lleida”*. (Metal España 08. Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico. 10, 11, 12 de abril de 2008. Cantoblanco. UAM. Madrid).
3. GARCÍA-PATRÓN SANTOS, N. (2015). *“Conservación y Restauración de un lote de 94 piezas pertenecientes al Departamento de Antigüedades Medievales del Museo Arqueológico Nacional”*. (Boletín del MAN 33/2015. Pag 157-172).
4. DÍAZ, S Y GARCÍA, E (2011). *“Técnicas metodológicas aplicadas a la conservación y restauración del Patrimonio Metálico”*. Ediciones del Ministerio de Cultura. Madrid 2011.
5. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, J. (1984). *Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión*. Madrid: CSIC. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas.
6. GÓMEZ, M. (2000). *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte (2ª ed.)*. Ed. Cátedra. Col. Cuadernos de Arte Cátedra.7
7. FELIU, S., & MORCILLO, M. (1982). *“Corrosión y protección de los metales en la atmósfera”*. Barcelona: CSIC. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Ed. Bellaterra.
8. CALVO, A. (1997). *“Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z”*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
9. VV. AA: *“Manual de seguimiento y análisis de condiciones ambientales. Plan Nacional de Conservación Preventiva”*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Catálogo de publicaciones del Ministerio: [www.mecd.gob.es](http://www.mecd.gob.es) Catálogo general de publicaciones oficiales: [publicacionesoficiales.boe.es](http://publicacionesoficiales.boe.es)
10. HERRÁEZ J.A Y RODRÍGUEZ LORITE, M.A: *Manual para el uso de aparatos y toma de datos de las condiciones ambientales en museos*. Ministerio de Cultura, Madrid 2004.
11. MOYANO, N. (2011): *La climatización e iluminación de la sala durante las exposiciones de obras de arte*. Gijón: Ediciones Trea.
12. TAPOL, B. DE (2005): «El diálogo entre el conservador y el arquitecto sobre las exigencias climáticas de las colecciones y la aplicación de consignas», *Museos.es*, n.º 1, pp. 66-79.

13. CULUBRET WORMS, B. y VÁZQUEZ ÁLVAREZ, D. (2015). *Controlar la humedad relativa y la temperatura en un museo de gran tamaño: un reto*. Boletín del Museo Arqueológico Nacional 33/2015. Pag 355-366.
14. HERNÁNDEZ SANZ, J (HT Exposiciones y Museos).” *Condiciones ambientales exposiciones”*.
15. ANGELUCCI, A. - [Ant] - *Catalogo della Armeria Reale. Torino 1890*  
*Catálogo de la Armería Real de Turin*
16. BOCCIA COELHO *Armi Bianchi Italiana. Bramante Editrice. Milano, 1975*
17. BOCCIA, L. G.; GODOY, J.M. *Il Museo Poldi-Pezzoli. Catálogo de la Armería. Electra Editrice Milan 1985 Museo Poldi Pezzoli Armeria Espadas s. XV-XVIII*
18. BRUHN DE HOFFEMEYER, Ada: *From Mediaeval Sword to Renaissance Rapier, en "Gladius" II CSIC 1963*
19. BRUHN DE HOFFEMEYER, Ada: *Arms and armour in Spain en " Gladius (nº extraordinario) Madrid CSIC 1972*
20. DEAN, BASHFORD *Catalogue of European Court Swords and Hunting Swords Including the De Dino, Riggs, and Reubell Collections (1929)*
21. GRANCSAY, ST. V. - [Ant] - *Arms and Armor Galleries, Metropolitan Museum of Art. New York 1956*
22. MANN, J. G. - [Ant] - *Wallace Collection Catalogues, European Arms and Armour. 2 Bde. London 1962*
23. OAKESHOTT R. EWART - [Ant] - *The Archaeology of Weapons: Arms and Armour from Prehistory to the Age of Chivalry, 1996*
24. STONE, G. C. - [Ant] - *A Glossary of the construction, decoration and use of Arms and Armor in all countries and all times. New York 1934*
25. NORMAN, A.V.B.: *The rapier and small sword 1460-1820 Arms and Armour Press London 1980*
26. GELLI, Jacopo: *Guida del raccoglitore e dell´amatore di Armi Antiche Milan 1968*
27. LEGUINA, Enrique de: *La Espada: Apuntes para su historia en España. Madrid 1908*
28. DUEÑAS BERAIZ GERMÁN: *Introducción al estudio tipológico de las espadas españolas: siglos XVI-XVII Gladius XXIV, 2004, pp. 209-260*



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**



**MEMORIA DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN DE LA ESPADA DEL ANGEL  
CUSTODIO DE LA PUERTA DE BISAGRA DE TOLEDO.**

