

COLOR RGB

Rojo: 210

Verde: 35

Azul: 42

# TFG

---

## HEBILLA DE CINTURÓN DE BRONCE VISIGODA

PROCESO DE RESTAURACIÓN

Presentado por Beatriz Olmo López

Tutor: Montserrat Lastras

Facultat de Belles Arts de Sant Carles

Grado en Bellas Artes

Curso 2015-2016



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES

## RESUMEN

El trabajo a presentar desarrolla la intervención de un proceso de restauración en una pieza arqueológica, de yacimiento desconocido, donde se han seguido todos los pasos pertinentes tanto bibliográficos como empíricos para su elaboración.

En este escrito se expone detalladamente todo el proceso de intervención en una hebilla de cinturón de bronce, cronológicamente situada en época visigoda (s. V – VIII d.C.); contextualizando en primer lugar el objeto a tratar, con su respectiva documentación fotográfica y análisis de estado de conservación previo a la actuación.

En resumen, recoge todos los puntos fundamentales y necesarios para la realización de una adecuada restauración y conservación en un bien arqueológico metálico de dichas características.

---

**Palabras clave:** Bien arqueológico metálico, bronce, restauración, visigodo, hebilla de cinturón.

## ABSTRACT

The present work develops the intervention of a restoration process on an archaeological piece of unknown site, where they have followed all appropriate steps both bibliographic and empirical for processing.

In this paper sets out in detail the whole process of intervention in a bronze belt buckle , chronologically located in Visigoth period ( s V - VIII A.D. . ) ; contextualizing first the object to be treated, with their respective photographic documentation and analysis of state intervention previous to conservation.

In summary, reflects the key points and necessary to carry out a proper restoration and conservation in a metal archaeological object of those characteristics.

---

**Key words:** Metallic archaeological object, bronze, restoration, Visigoth, belt buckle.

## **AGRADECIMIENTOS**

Amis padres, porque sin ellos esto no hubiera sido posible.

Agradecer a Montse, mi tutora y promotora del curso de bronce arqueológico, junto con Fran, el darme la oportunidad de desarrollar este trabajo a partir de una intervención real.

Y a todos aquellos que han tenido que sufrir mis desdenes en el transcurso de estos años, ellos saben quiénes son.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>6-7</b>
<b>4. CONTEXTUALIZACIÓN HISTÓRICA.....</b>	<b>7</b>
4.1. HISPANO VISIGODOS.....	7-8
4.2. LA ORFEBRERÍA.....	8-9
<b>5. DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA.....</b>	<b>10</b>
5.1. FOTOGRAFÍAS INICIALES.....	10
5.2. ANÁLISIS ICONOGRÁFICO.....	11
5.3. ANÁLISIS MORFOLÓGICO.....	12
5.4. FICHA TÉCNICA.....	13
5.5. DIBUJO TÉCNICO.....	13
<b>6. ESTADO DE CONSERVACIÓN.....</b>	<b>14-16</b>
6.1. MAPA DE DAÑOS.....	17
6.2. TIPO DE CORROSIÓN.....	18
6.3. PRODUCTOS DE CORROSIÓN.....	18
6.3.1. ÓXIDOS.....	19
6.3.2. CARBONATOS.....	19-20
<b>7. PROCESO DE INTERVENCIÓN.....</b>	<b>21</b>
7.1. LIMPIEZA.....	21
7.1.1. LIMPIEZA FÍSICO-MECÁNICA.....	22-23
7.1.2. LIMPIEZA QUÍMICA.....	23-25
7.2. DECLORURACIÓN.....	25-26
7.3. SECADO.....	26
7.4. INHIBICIÓN.....	26-27
7.5. PROTECCIÓN.....	27-29
<b>8. FOTOGRAFÍAS FINALES.....</b>	<b>29</b>
<b>9. CONSERVACIÓN PREVENTIVA.....</b>	<b>30-31</b>
9.1. PROPUESTA EXPOSITIVA.....	31-32
<b>10. CONCLUSIONES.....</b>	<b>32-33</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34-35</b>
<b>12. ÍNDICE DE IMÁGENES.....</b>	<b>37-39</b>
<b>13. ANEXO.....</b>	<b>40-41</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo acoge un estudio exhaustivo de una hebilla de cinturón de bronce de época visigoda, contextualizándolo histórica, iconográfica y morfológicamente; todas estas labores se realizaron a partir de la búsqueda bibliográfica, con el apoyo de análisis comparativo de piezas de una naturaleza muy similar. Una vez determinadas sus características físicas y técnicas, lo que nos ayuda a situarlo cronológicamente, se procedió a realizar la propuesta de intervención, con el previo estudio de su estado de conservación, para afrontar las distintas discrepancias que pudieran surgir y abordarlo, de una forma concreta, con los procesos más adecuados para el objeto a estudio.

El objeto a estudio pertenece a la colección *Legado Faustino*, desconociendo el yacimiento concreto de donde se extrajo, lo que impide documentar el mismo.

El tratamiento de restauración atendió a las necesidades de la misma, realizando en primer lugar una limpieza superficial, siendo después más meticulosa y en profundidad, empleando maquinaria cualificada, como el microtorno, y utilizando durante toda la ejecución lupa binocular, para un mayor control que evite el daño en la pieza y la posible salida del núcleo metálico, de excedernos en el proceso de limpieza. Seguidamente, se realizaron los demás pasos para concluir una restauración exitosa, con su respectiva decloración, secado, inhibición y protección.

Para completar el trabajo, se establecerán unas recomendaciones para su posterior conservación y posible exposición, aprovechando al máximo su potencial a nivel museístico.

Toda actuación realizada sobre el objeto arqueológico tuvo, como fin último, devolverle la máxima legibilidad en referencia a su forma primigenia, siempre trabajando bajo la prudencia y salvaguardando su estabilidad y, en última instancia, alargar su perdurabilidad en el tiempo lo máximo posible, bajo recomendaciones de conservación.

## 2. OBJETIVOS

Para el desarrollo del trabajo se definirán unos objetivos a seguir, diferenciados en generales y específicos.

-Objetivos generales:

- Contextualizar la pieza a estudio bajo sus características morfológicas.
- Determinar el estado de conservación en el que se encuentra.
- Desarrollar una restauración en referencia a las necesidades de la misma.

-Objetivos específicos:

- Recoger y analizar documentación bibliográfica, para realizar un estudio exhaustivo del objeto arqueológico.
- Identificar el estado de conservación y los productos de corrosión que presenta, tras realizar las pruebas pertinentes.
- Intervenir bajo el tratamiento adecuado, realizando una limpieza, estabilización y protección de la misma, favoreciendo así su posterior conservación.

## 3. METODOLOGÍA

Durante el proceso del mismo se pudieron desarrollar todas las pautas, con un orden establecido en la metodología indicada para una correcta intervención, desde la recogida de documentación histórica, basada en la búsqueda bibliográfica a partir de las diferentes fuentes existentes (primaria, secundaria y terciaria), hasta diferentes estudios arqueométricos sobre la pieza (documentación fotográfica, radiografías, ficha técnica, estado de conservación, etc.) y sus correspondientes actuaciones restauradoras, finalizando con una protección que garantice la estabilidad de la misma. A continuación, se enumeran los distintos pasos que se siguieron para posibilitar el desarrollo de este estudio:

1. Recogida de documentación bibliográfica, en las diferentes fuentes posibles.
2. Realización de fotografías generales / detalle / radiografía / ficha técnica.
3. Determinación del estado de conservación
  - 3.1. Examen organoléptico.
  - 3.2. Análisis bajo lupa binocular.
  - 3.3. Pruebas analíticas.

4. Limpieza.
5. Decloruración.
6. Secado.
7. Inhibición.
8. Protección.
9. Realización de fotografías finales.
10. Conservación preventiva.
11. Propuesta expositiva.

Hemos de señalar que se trató de un trabajo laborioso, respetando a la pieza bajo sus condiciones específicas y de unicidad.

## 4. CONTEXTUALIZACIÓN HISTÓRICA

### 4.1. HISPANOVISIGODOS

La época hispano visigoda oscila entre los siglos V-VIII d.C., denominada en la historiografía como Antigüedad Tardía. Se trata de una época compleja, en la que pueblos germánicos aprovechan el momento de gran debilidad, sufrido por la decadencia del Imperio Romano, para irrumpir tanto en la zona oriental como occidental de sus dominios. Todo esto se traduce en un periodo de transición, que conllevará incluso a una modificación geográfica, produciéndose una fuerte ruralización.

Procedentes de las costas del mar Báltico, el pueblo visigodo se instala en el sur de la Galia, actual Francia, y comienzan a penetrar por la zona norte de la Península. Otros pueblos germanos, como suevos y alanos, también realizarán incursiones sobre el territorio. Es por esto, que se crea cierta relación simbiótica entre romanos y visigodos, con el fin de repeler la entrada de otros pueblos bárbaros, obteniendo tierras del cada vez más débil Imperio a cambio de prestarles servicios militares, combatiendo unidos con el resto de frentes abiertos<sup>1</sup>.

Si bien se trata del pueblo germano más romanizado, fueron imponiéndose de tal manera que consiguieron asentarse como un reino unificado. Varias son las figuras relevantes que propulsaron este hecho.

El rey Atanagildo (555-567) proclamó Toledo como capital, suponiendo el comienzo del periodo de máximo esplendor del reino visigodo. Seguidamente, Leovigildo (568-586), expulsa a suevos y bizantinos de la Bética, consiguiendo independizar el territorio. Permite el matrimonio mixto entre romanos y godos, este mestizaje va insinuando una mayor alienación con la cultura romana, imperante hasta el momento de su invasión<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> GARCÍA, L. *Las claves de los pueblos Germánicos*.

<sup>2</sup> BANGO, I. *Alta Edad Media, de la tradición hispanogoda al románico*, p. 11.

Las diferencias culturales todavía eran palpables, los hispanorromanos practicaban el catolicismo, a diferencia de los godos que seguían un cristianismo arriano. Fue con Recaredo (586-601), hijo de Leovigildo, con quien se instauró el catolicismo como religión oficial. La iglesia gozaba de un poder relevante, siendo San Isidro de Sevilla el principal representante de la cultura católica en la época visigoda, como combatiente hacia el arrianismo y promotor de la conversión al catolicismo. Se consigue así sacralizar la monarquía, dejando muestra de esto con espléndidos ejemplos como las cruces y coronas votivas que presidían los altares eclesiásticos, cargados de un gran valor simbólico<sup>3</sup>.

En el año 711 los musulmanes penetran en el reino de Toledo por Gibraltar, aprovechando la decadencia social y económica del momento. En tan solo 4 años los árabes consiguen instalarse y acabar con el dominio del pueblo visigodo<sup>4</sup>.

Tras este breve recorrido histórico, se puede afirmar que resulta obvio que el ámbito artístico esté influenciado con diversas corrientes en las obras que permanecen de la época, principalmente provenientes del grecorromano, con los que compartieron otros rasgos culturales además del artístico; pero también son numerosas las piezas que evidencian una similitud al arte oriental-bizantino. Si bien la documentación perteneciente a esta época es muy escasa, atribuyendo este hecho a la adaptación llevada a cabo durante la convivencia en la Península, que acabó alienándose con el medio cultural de su entorno. Sin embargo, la orfebrería está considerada una de las artes industriales que identifica en mayor medida a este pueblo, dejando un legado donde se traduce una laboriosa y detallista ejecución en el ámbito metalúrgico.

## 4.2. LA ORFEBRERÍA

El arte industrial de los metales resultó uno de los campos más relevantes de la cultura visigoda, en cuanto a producción artística se refiere. El interés respecto a esta técnica los convirtió en todo unos maestros en la materia.

Hemos de destacar una diferenciación entre las obras con sentido 'aúlico' y eclesiástico y los objetos de uso cotidiano.

En el primer caso, se empleaban materiales nobles, oro o bronce recubiertos de oro trabajados por fundición, a los que con gran destreza se les realizaba la técnica del *cloisonné*, incrustándoles cabujones con piedras preciosas; siendo también común las epigrafías (utilizando para ello el alfabeto romano) y los repujados. Muy característico de este ámbito son las cruces y coronas, con gran simbolismo votivo, que presidían los altares de las iglesias. Es obligado hacer referencia a piezas tan relevantes como las coronas provenientes del tesoro de *Guarrazar* (Fig. 1), trabajadas en los



Figura 1. Corona visigoda. Tesoro de Guarrazar. S. VII. Oro, gemas y vidrio. Museo Arqueológico Nacional. Madrid.

<sup>3</sup>*Ibid.*

<sup>4</sup>*Ibid.*, p. 12.

relevantes talleres de la Corte de Toledo. En ellas se muestra el claro ejemplo de la pericia técnica y el nivel artístico a los que estos maestros habían llegado en la producción de sus obras<sup>5</sup>.

Respecto a los objetos de uso cotidiano, son numerosas las piezas arqueológicas metálicas que se han hallado en yacimientos y necrópolis, que esclarece el tipo de ajuar habitual, en el que no pasan inadvertidos las fíbulas, hebillas de cinturón, broches y demás aderezos de joyería que decoraban la indumentaria usual. Escasean las piezas de oro respecto a las anteriores; siendo ahora más común las de bronce o hierro, aunque en algunos casos con recubrimientos de chapa en metales preciosos o algún damasquinado.

La pieza objeto del presente estudio en concreto es de bronce en su totalidad.

El bronce es una aleación intencionada de cobre como base y estaño en menor proporción (2-30%), pudiendo contener otros elementos como silicio, níquel y aluminio; el contenido del estaño será el responsable de las variaciones de color que adopte el metal. Se lleva produciendo desde el 3.500 a.C.<sup>6</sup>, siendo la primera aleación de importancia llevada a cabo por el hombre. Hemos de señalar que estas piezas estaban vinculadas con el rango social del sujeto que las poseyera, de ahí el patente interés por mostrar obras trabajadas a conciencia también con incrustaciones, repujados e incisiones, que marcan un atractivo detalle decorativo figurativo, vegetal o geométrico, siendo poco común encontrar epigrafías en estos elementos<sup>7</sup>.

El método empleado para la producción de estas pequeñas piezas parece ser realizado por moldes, a partir de la técnica de la cera perdida<sup>8</sup>; esta técnica milenaria consiste en realizar la pieza deseada en cera siendo después recubierta de arcilla donde se dejará un orificio de salida. Una vez seco el barro se someterá a altas temperaturas para provocar que la cera sea expulsada, introduciendo después el metal fundido que adoptará la forma del objeto de cera empleado previamente. El hecho de encontrar tantos ejemplos con una tipología similar confirma la tendencia del uso de moldes, para agilizar el fabricado de estos objetos tan sumamente extendidos y comunes en el ámbito social de esta determinada cultura.



Figura 2. Conjunto de hebillas visigodas. Provenientes del Boletín Informativo, *El Museo*. Obra cultural grupo de empresas PRASA, nº1, mayo 1998.

<sup>5</sup> MORENO, F. Hispania visigoda. Tesoro de Guarrazar.

<sup>6</sup> SELWYN, L. *Metals and Corrosion. A handbook for the Conservation Professional*, p. 55.

<sup>7</sup> VALLALTA, P. Dos objetos de bronce de época visigoda en el yacimiento de Begastri (Cehegín, Murcia). Estudio y restauración, p. 303 – 307.

<sup>8</sup> *Íbid.*, p. 305.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA

### 5.1. FOTOGRAFÍAS INICIALES

Previamente a describir la obra de forma detallada, presentamos unas fotografías que ponga en antecedentes sobre la materia que vamos a tratar, facilitando así la comprensión del tipo de pieza a intervenir.



Figura 3. Anverso de la hebilla previa a intervención.



Figura 4. Reverso de la hebilla previa a intervención.

## 5.2. ANÁLISIS ICONOGRÁFICO

Se trata de un complemento comúnmente extendido en la indumentaria visigoda (Fig. 5). La importancia de estos detalles ornamentales recae en ser un elemento de distinción dentro de la jerarquización social, que posiciona en la escala al individuo que la lleva; es por esto que encontramos desde hebillas con decoraciones incisas a punta de buril, hasta esmerados trabajos enriquecidos con repujados o disposición de placas de metales preciosos, para marcar la diferencia de clases a partir de la estética.

El estudio de estas piezas de uso cotidiano también demuestra la adaptación del pueblo godo a los gustos hispanorromanos. A la entrada en la Península poseían en sus vestimentas fíbulas, alfileres imperdibles de gran tamaño y con escasa decoración, para sostener capas y pieles que empleaban a modo de abrigo; a partir del siglo VI comienzan a fundirlos y emplear unas piezas más finas y ornamentadas, con tendencia a su desaparición de forma paulatina. Este hecho remarca la adaptación a la nueva sociedad y el acogimiento a la moda de esta, empleando la túnica que sería sujeta por cinturones con hebillas y broches, que también son ornamentos significativos de este pueblo<sup>9</sup>. Existe una definición en latín para hacer alusión a este complemento del propio atuendo: el *cingulum* (palabra derivada del latín, cinturón) aplicado por lo general para hacer referencia al objeto visigodo con gruesa hebilla<sup>10</sup>.

No obstante, y aun adquiriendo ciertas tendencias romanas como la vestimenta, la técnica orfebre marcará la gran diferencia y les aportará el carácter del pueblo visigótico, propio del que realmente provienen<sup>11</sup>.

Cabe destacar que los visigodos practicaban la 'inhumación vestida' (Fig. 6), este término sería más propio que hablar de ajueres funerarios, costumbre que fue desapareciendo paulatinamente hasta ser enterrados tan solo envueltos por un sudario, sin ningún tipo de aderezo, evolución marcada por las diferentes tendencias eclesiásticas<sup>12</sup>. Gracias a este método de enterramiento se han preservado numerosas piezas, como la presentada en este trabajo, pudiendo también confirmar que se trata de un elemento básico de la vestimenta visigótica.



Figura 5. Indumentaria típica visigótica.

Figura 6. Enterramiento visigodo por inhumación vestida, donde se pueden apreciar los detalles orfebres que han persistido.

<sup>9</sup> DE PALOL, P. *Arte hispánico de la época visigoda*, p. 202

<sup>10</sup> DE SOUSA, F. *Introducción a la historia de la indumentaria en España*, p. 452.

<sup>11</sup> BENDALA, M. *La antigüedad, de la prehistoria a los visigodos*, p. 248

<sup>12</sup> HIERRO, J. La utilización sepulcral de las cuevas en Época Visigoda: los casos de las Penas, La Garma y el Portillo del Arenal (Cantabria), p. 377 – 391.

### 5.3. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

La pieza a estudio se encuentra incompleta, sin embargo, los múltiples hallazgos arqueológicos, muy similares a esta, ejemplifican la apariencia que pudo tener en su estado original, quedando tan solo el extremo distal de donde se encontraría la charnela y el hebijón o la aguja de la hebilla. Este dato hipotético, pero bastante probable, diferencia su estructura de los de placa rígida (conformados por tan solo una pieza)<sup>13</sup> y puede determinarse su datación cronológica por el estudio a partir de su morfología y estilo, tal como se desarrolla a continuación.

El estudio a partir de la técnica radiográfica aporta importante información, esencial para realizar el análisis morfológico, pues, además de determinar el espesor de los estratos y su estado de conservación, señala otros datos de interés, como el método de fabricación y si consta de más de una pieza<sup>14</sup>, habiendo podido comprobarse que en este caso la pieza había sido fundida en un único fragmento.

La tipología a la que pertenece se denomina como *liriforme*, propia de la tendencia estilística mediterránea-bizantina muy característica de los siglos VII-VIII<sup>15</sup>. Ya se ha hecho referencia previamente a que este pueblo acogió diferentes tendencias y no se caracterizaba por mantener un estilo propio establecido, si no que estuvo expuesto a diferentes corrientes que inspiraron e incluso aprovecharon para el propio desarrollo de sus obras.

La pieza en sí presenta una forma arriñonada, de la que sobresalen unos pequeños apéndices, dos de ellos en cada lateral, según apreciamos por el segmento que queda y uno imperante en el extremo distal. Se muestra una decoración incisa con motivos geométricos; una mayor incisión bordea la zona externa, que acoge unas espirales y otras estructuras ovaladas a ambos lados de una silueta, con apariencia de rombo, en la que se percibe una forma cruciforme en el medio (aunque incompleta por la fragmentación de la pieza).

En el reverso de la misma se encuentra un pequeño enganche en la zona central; la funcionalidad de este segmento es obvia, servir de sujeción para la correa del cinturón.

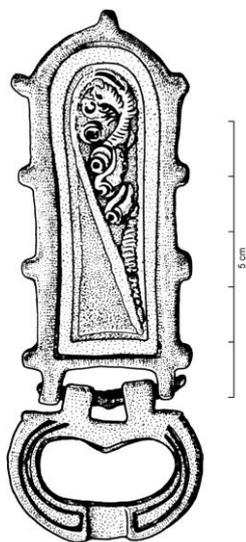


Figura 7. Broche de hebilla liriforme con una apariencia muy similar a la de estudio. Museo Episcopal de Vic (Catalunya).

Figura 8. Dibujo de hebilla que muestra como sería si estuviera completa. El Tesorillo (Málaga).

<sup>13</sup> LLINÀS, J. Pla de l'Horta (Sarrià de Ter, Girona). Una necrópolis con inhumaciones visigodas en la Tarraconense oriental, p. 293-295.

<sup>14</sup> DÍAZ, S. Técnicas metodológicas aplicadas a la conservación-restauración del patrimonio metálico, p.40.

<sup>15</sup> RIPOL, G. *La necrópolis visigoda de El Carpio de Tajo (Toledo)*, p.61.

### 5.4. FICHA TÉCNICA

<b>PROCEDENCIA</b> <i>Colección Legado Faustino</i>	<b>CRONOLOGÍA</b> Época visigoda
<b>OBJETO</b> Bronce arqueológico	<b>TIPOLOGÍA</b> Hebilla de cinturón
<b>MATERIAL</b> Bronce fundido	<b>TÉCNICA</b> Fundición por moldes a la cera perdida
<b>DIMENSIONES</b> 4 x 3,2 x 0,8 cm	<b>PESO</b> 11,8 g
<b>TÉCNICA DECORATIVA</b> Repujado	<b>DECORACIÓN</b> Motivos geométricos y cruciforme
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b> Aceptable	<b>INTERVENCIONES ANTERIORES</b> No
<b>FECHA INICIO DE LA RESTAURACIÓN</b> 9-4-2016	<b>FECHA FINAL DE LA RESTAURACIÓN</b> 12-6-2016

### 5.5. DIBUJO TÉCNICO

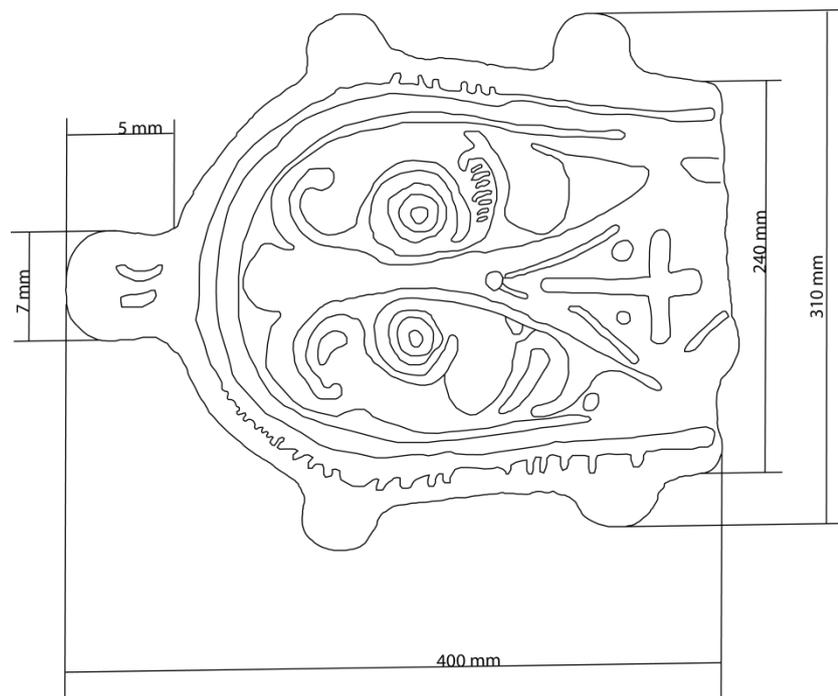


Figura 9. Tabla con los datos técnicos.

Figura 10. Dibujo técnico con medidas.

## 6. ESTADO DE CONSERVACIÓN

En primer lugar hay que señalar que, puesto que procede de una colección privada y yacimiento desconocido, no es posible emprender la búsqueda del fragmento faltante.

Tras el análisis organoléptico previo, podemos determinar que la pieza, en líneas generales, presenta un estado de conservación aceptable, siendo legible su morfología y decoración. No obstante, y aun siendo la aleación de bronce de las más resistentes frente a la corrosión, presenta una pátina general, principalmente visible en su anverso, proveniente de una capa de tenorita. En el proceso de corrosión, donde los metales tienden a reoxidarse para volver a su estado natural, se llega a crear una pátina natural en el que se acogen una serie de sustancias provenientes de diferentes medios que pueden llegar a funcionar como capa protectora del metal en el que aparece<sup>16</sup>, lo que replantea la cuestión de la no eliminación durante la intervención por su propia seguridad.

En el reverso, se percibe una dura capa de concreciones terrosas y calcáreas, al ser demostrado empíricamente tras realizar la prueba con ácido clorhídrico. Para ello, se extrajo una muestra de la concreción realizando un raspado mediante bisturí (Fig. 11), la cual se situó en un *porta* de cristal al que se le añadió unas gotas de ácido clorhídrico. Bajo lupa binocular se pudo confirmar la presencia de carbonatos al producirse una efervescencia por reacción con el ácido.



Figura 11. Proceso de extracción de muestra por raspado con bisturí para realizar prueba de carbonatos.

En general, todo depósito que observamos de manera externa sobre la superficie original de la pieza cumple una función de protección y pasividad en el proceso corrosivo. Sin embargo, los productos de corrosión internos tienen consecuencias más agresivas, siendo más activos; es el caso de los cloruros,

<sup>16</sup> GARCÍA, S. *Conservación y restauración de bienes arqueológicos*, p. 113

que al ser muy pulverulentos llegan a provocar desplazamientos y pérdidas en la superficie.

Tras pruebas radiográficas pudo observarse que permanece todavía el núcleo metálico en gran medida (fig. 12). Las zonas que se aprecian más oscuras; y por tanto donde este es más escaso, provienen de las incisiones decorativas, pero al someterla a la limpieza pertinente se pudo confirmar que no se trataba de perforaciones que traspasaran la pieza producidas de forma intencionada en el repujado. A continuación, se muestra la radiografía realizada, donde los detalles decorativos se pueden diferenciar respecto al resto de la pieza por su tonalidad más oscura.



Figura 12. Radiografía de la pieza.

En la hebilla, son escasas las secciones que quedan de superficie original, la fractura que presenta ayuda como indicador de los diferentes estratos analizando bajo ese corte tangencial. Es fundamental determinar donde se sitúa la superficie original, ya que será esta la que determine hasta donde puede realizarse el tratamiento de limpieza sin riesgo a excedernos en ella, evitando así la salida del núcleo metálico. A continuación, se desarrollará de forma concisa el tipo de corrosión y los productos producidos por esta que

determinarán el tratamiento para llevar a cabo la restauración más conveniente respecto al objeto concreto.

### 6.1. MAPA DE DAÑOS

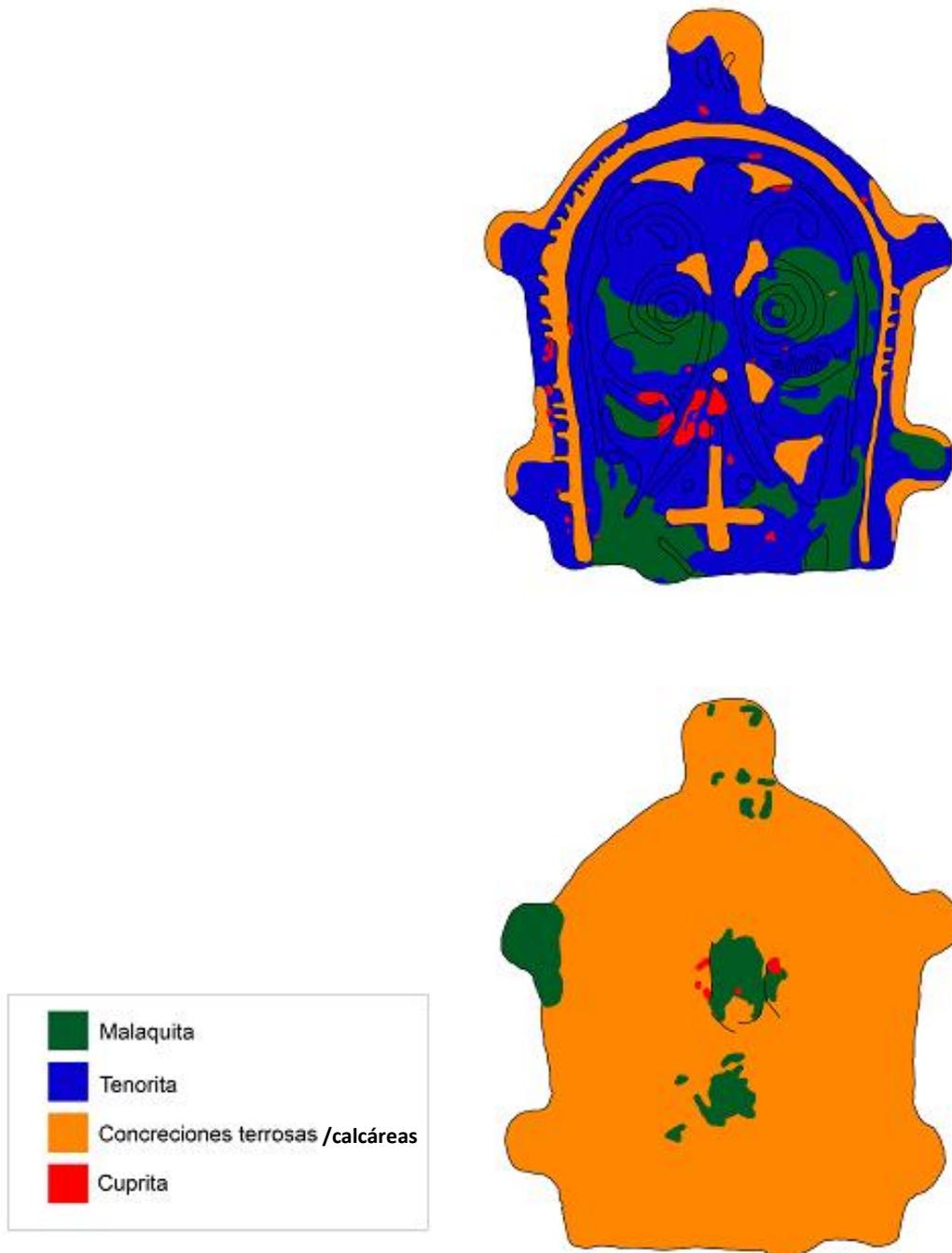


Figura 13. Mapa de daños anverso y reverso.

## 6.2. TIPO DE CORROSIÓN

La pieza presenta una corrosión de tipo uniforme venida por un fenómeno electroquímico, extendiéndose básicamente por toda la superficie del objeto.

Este tipo de corrosión viene dada por una serie de reacciones oxidación-reducción, producidas por el contacto del metal con dos agentes predominantes para que el proceso *redox* se lleve a cabo, el oxígeno y la humedad provenientes del subsuelo<sup>17</sup>. Si bien, se identificará con las alteraciones propias del medio en el que ha estado dispuesto previamente a su excavación, que dependerá también, además de los anteriormente nombrados, de la conductividad del terreno y la composición química de este<sup>18</sup>. En definitiva, el metal se ve sometido por efectos del ambiente en el que se encuentra, dando lugar a una oxidación homogeneizada en toda el área metálica<sup>19</sup>.

La corrosión uniforme es la menos dañina, suele provenir de un proceso de corrosión lento y paulatino en contacto con el medio al que se ve sometido. En este caso, el terreno donde tuvo lugar el enterramiento, juega un papel fundamental, su porosidad supone una mayor o menor entrada de oxígeno y humedad que interferirán de forma inevitable en la velocidad de la corrosión; siendo también relevante el pH del mismo y su contenido en sales, esta tipología de corrosión es característica de suelos neutros y básicos concretamente.

## 6.3. PRODUCTOS DE CORROSIÓN

Para determinar los productos de corrosión fue necesario el análisis bajo lupa binocular, confirmando la presencia de diferentes compuestos propios en la alteración de dicha aleación. Hemos de señalar que algunos de dichos depósitos pueden ser orientativos; ya que, bajo estos se crean otros que pueden seguir activos, llegando a afectar a la pieza si no son eliminados.

Toda la información que se presenta a continuación sobre las características de dichos productos ha sido adquirida de la publicación *Técnicas metodológicas aplicadas a la conservación-restauración del patrimonio metálico*, desarrollado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte – España<sup>20</sup>.

---

<sup>17</sup> DOMÉNECH, M. *Principios físico-químicos de los materiales integrantes de los bienes culturales*, p. 411.

<sup>18</sup> GARCÍA, S. *Conservación y restauración de bienes arqueológicos*, p.112-113

<sup>19</sup> *Ibid*, p. 109

<sup>20</sup> DÍAZ, S. *Técnicas metodológicas aplicadas a la conservación-restauración del patrimonio metálico*, p. 14 – 24.

### 6.3.1. Óxidos

- CUPRITA:  $\text{Cu}_2\text{O}$  (Óxido de cobre).

Suele ser el primer producto de corrosión que se crea de forma inmediata sobre la superficie original, creando una capa protectora. Lo identificamos bajo lupa binocular por su característica presentación en forma de cristales y de una coloración rojiza. En el caso a estudio, encontramos una latente sección aproximada a la zona central del anverso y puntos aislados en el reverso.

- TENORITA:  $\text{CuO}$  (Óxido cúprico)

Se presenta sobre la superficie con una coloración oscura grisácea con forma prismática. Normalmente aparece junto a la cuprita, pero su presencia es muy poco habitual en pátinas naturales ya que la primera causa de su formación es por elevadas temperaturas y un pH básico del medio en el que se encuentra; por lo que indica que la pieza pudo sufrir un incendio, o en el caso de ajuares funerarios que se hubiera visto sometido a una cremación. Sin embargo, de forma natural pero en muy escasas ocasiones puede desarrollarse al encontrarse en un entorno muy oxidante y con un pH elevado. Se reseña también que los tratamientos con BTA producen una variación cromática en otros productos de corrosión como malaquita o cuprita, virando a un color muy similar al de la tenorita, pudiendo identificarla como tal de forma errónea bajo examen organoléptico. En la hebilla, se encuentra extendida en gran medida por el anverso.

### 6.3.2. Carbonatos

- MALAQUITA:  $\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$  (Hidroxicarbonato de cobre (II)).

Se forma a partir de la cuprita, siendo también un producto de corrosión muy común en las piezas arqueológicas con base de cobre al haber estado expuestas a enterramiento. Lo encontramos como un estrato de coloración verde oscura, fácilmente identificable bajo lupa binocular. En el anverso de la hebilla aparece de forma más extendida sobre la decoración; sin embargo, en el reverso también se señalan depósitos sobre la zona del enganche y otros puntuales repartidos por la superficie de la misma. Estos carbonatos, junto con la azurita, generan las apreciadas pátinas verdosas presentes en los objetos arqueológicos de bronce.



Figura 14. Macrofotografía del anverso, donde puede apreciarse depósitos de cuprita y concreciones.



Figura 15. Macrofotografía del reverso, donde puede apreciarse depósitos de malaquita junto a algunos puntos de cuprita.

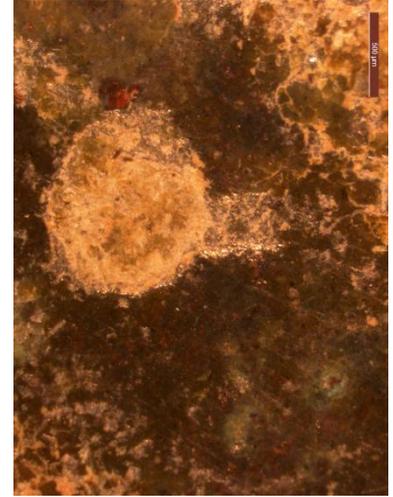


Figura 16. Macrofotografía del anverso, se aprecia un punto de concentración de concreción terrosa / calcárea equivalente al orificio del detalle del repujado.

Figura 17. Detalle del anverso bajo lupa binocular.



## 7. PROCESO DE INTERVENCIÓN

La actuación del restaurador en la medida que intervenga sobre la pieza realizará una serie de cambios inevitables, y en cierta medida irreversibles, como ocurre en el caso de una limpieza, que le obligan a seguir un meticuloso proyecto de intervención. Es por esto, que previamente habrá que realizar una propuesta que asegure un resultado exitoso y seguro, basándose siempre en la mínima intervención.

### 7.1. LIMPIEZA

Se trata de un proceso que requiere una especial cautela por su condición de irreversibilidad, pudiendo producir cambios tanto a nivel estético como en cuanto a composición se refiere. Por ello, es fundamental hacer hincapié en la importancia de que el restaurador establezca un método que se ciña a la eliminación de lo estrictamente necesario o deseado a eliminar. Existen casos en los que la corrosión ha producido tal deformación en la pieza que dificulta la capacidad de delimitación en el proceso de limpieza<sup>21</sup>; sin embargo, en el objeto a estudio no se ha llegado a tal punto y todavía puede percibirse la morfología de este a simple vista. No obstante, es imprescindible definir la situación de la superficie original para no excedernos en la eliminación de los estratos superiores a esta.

Otro aspecto a tener en cuenta es la posibilidad de no eliminar toda alteración que contenga la pieza; esta capa puede estar cumpliendo una función como barrera protectora, que una vez eliminada aceleraría el proceso de corrosión, propiciando daños mayores en cuanto a la conservación se refiere. Además, en ocasiones existen adheridos al material metálico elementos de otra naturaleza que aportan información arqueológica de interés, como restos vegetales, textiles, etc...siendo otro caso en el que se deberá omitir la eliminación de los mismos<sup>22</sup>.

El proceso de limpieza seguirá unas pautas lógicas, eliminando en primer lugar materiales exógenos como son las concreciones terrosas y calcáreas y empezando por los métodos menos agresivos, que normalmente se refieren a métodos físico-mecánicos, siendo la limpieza química la que se emplea en última instancia.

A continuación, se detallarán los materiales y métodos escogidos para la realización de la limpieza en esta intervención concretamente.

---

<sup>21</sup>*Ibid.*, p. 47.

<sup>22</sup>*Ibid.*, p.49.

### 7.1.1. Limpieza físico-mecánica

La limpieza comenzó a realizarse por el reverso; ya que esta sección presenta una mayor capa de concreciones. Previamente se realizó una serie de catas con diferentes disolventes: agua, alcohol, acetona, y la mezcla de estos dos últimos.

En primer lugar, se impregnó un hisopo en una mezcla de alcohol y acetona al 50% (A2), reblandeciendo la costra para eliminarla seguidamente con ayuda de bisturí (Fig. 20 – 21). Otra técnica que se llevó a cabo fue sumergir la pieza en un bote con alcohol, manteniendo un tiempo de espera suficiente con el mismo fin de reblandecer y extraer después con el bisturí, con cuchilla del nº15, escogida a conciencia en referencia a la que mejor se adapta según la morfología de la superficie. Hemos de señalar que en todo momento se trabajó bajo lupa binocular (Fig. 18) para garantizar un control exhaustivo, evitando así daños superficiales como arañazos y la salida del núcleo metálico.

Los depósitos terrosos eran eliminados con éxito, viendo el efecto incluso en el algodón del hisopo, que mostraba como estaba saliendo la suciedad superficial. Sin embargo, los carbonatos también presentes requerían una actuación más agresiva debido a su dureza. Para ello, se hizo uso del microtorno (Fig. 19), con cepillo de cerda de plástico y con una potencia controlada entre 6-6'5; este tipo de herramientas son muy útiles cuando la capa a eliminar es más resistente, dando unos resultados favorables. Si bien, no fue suficiente para la eliminación total, teniendo que optar por una limpieza química que será descrita en el siguiente punto.

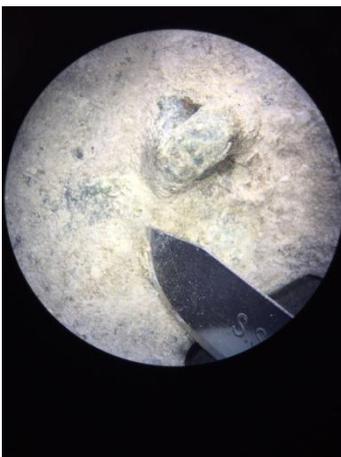


Figura 18. Detalle de limpieza del reverso con bisturí bajo lupa binocular.



Figura 19. Limpieza del reverso con microtorno, con cepillo de cerda de plástico.

Para el anverso se siguió un modelo similar, aunque se trata de un área más delicada puesto que no hay concreciones tan densas y es además donde se presenta la decoración, este hecho supone que el trabajo bajo lupa binocular

sea aún más necesario. El método escogido fue la humectación con alcohol de la zona y la eliminación posterior con bisturí, tanto del nº 11 como nº 15.

Al igual que en el reverso, ciertas secciones presentaban una mayor dureza, teniendo que hacer uso también del microtorno (Fig. 22). La potencia escogida fue la misma pero en este caso se cambió la fresa del aparato por una punta de diamante, pudiendo seguir así mejor los motivos decorativos y facilitando el acceso a las zonas incisas producidas por el repujado. Durante este proceso de limpieza se observó la salida de una pulverulencia de tonos anaranjados, propia de la corrosión del hierro; este dato es interesante puesto que denota que hubo proximidad con algún tipo de material férreo durante el enterramiento.

Aun habiendo seguido estos procesos durante varias sesiones, no fue suficiente y hubo que hacer uso de una limpieza química.



Figura 20. Limpieza con hisopo impregnado en mezcla de alcohol y acetona al 50%.

Figura 21. Limpieza con bisturí tras reblandecimiento de la costra con disolvente.



Figura 22. Limpieza del anverso de la pieza a partir de microtorno, con punta de diamante.

### 7.1.2. Limpieza química

Tanto el anverso como reverso seguía manteniendo restos a eliminar. Este tipo de limpieza se basa en la elección de productos de naturaleza química que eliminen la sustancia deseada; para este caso concreto donde se pretende

extraer productos de corrosión se hará empleo de un agente quelante, como es el EDTA<sup>23</sup>.

Los agentes complejantes o quelantes resultan de gran utilidad en el campo del tratamiento de las piezas metálicas. Su procedimiento se basa en la formación de interacciones electrostáticas, creando moléculas polidentadas que retienen la materia a eliminar; además, su naturaleza polar los hace solubles al agua a partir de la creación de puentes de hidrógeno<sup>24</sup>.

Concretamente, el EDTA es una sal tetrasódica derivada del ácido etilendiaminotetraacético muy indicada para la limpieza del cobre debido a un conveniente pH y al obtener favorables resultados en la eliminación de costras producidas por depósitos calcáreos y la sustracción de otros productos de corrosión insertados en el objeto metálico. No obstante, su empleo requiere cierta cautela ya que puede afectar a las pátinas presentes en la misma<sup>25</sup>.

La forma de aplicación escogida fue mayoritariamente por inmersión de baños en EDTA al 5% en agua desionizada, durante 10 minutos (Fig. 23). Una vez finalizado el baño, se procedió al cepillado de la pieza (Fig. 24) para la remoción de sustancias residuales que hayan podido quedar y una neutralización final, sumergiéndola en agua durante unos minutos. Seguidamente, se realizó otro baño, esta vez con la conjugación de alcohol y acetona al 50% en un transcurso de tiempo de otros 2 minutos, donde se realizó otro cepillado junto con estos disolventes, siempre con la intención de eliminar la máxima cantidad de materia exógena posible pero de una forma controlada.

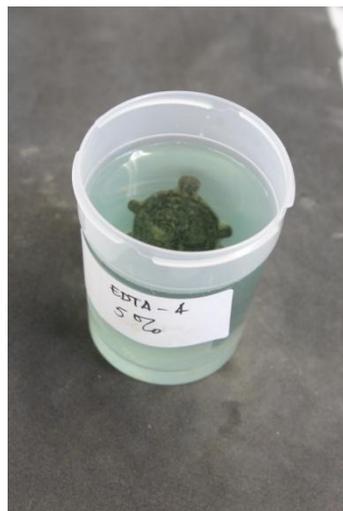


Figura 23. Limpieza química a partir de baño en EDTA al 5%.

Figura 24. Cepillado posterior al tratamiento con EDTA.

<sup>23</sup> MARTÍNEZ, I. *Estudios integrados de procesos analíticos y conservativos de bronce arqueológico. Aplicación a un casco montefortino y otros materiales afines*, p. 56.

<sup>24</sup> DOMÉNECH, M. *Principios físico-químicos de los materiales integrantes de los bienes culturales*, p. 166 – 169.

<sup>25</sup> MARTÍNEZ, I. *Estudios integrados de procesos analíticos y conservativos de bronce arqueológico. Aplicación a un casco montefortino y otros materiales afines*, p. 57.

Puesto que no resultó suficiente, se realizó en otra sesión una inmersión en EDTA al 5% durante un periodo más prolongado, pretendiendo así aumentar la efectividad del proceso de limpieza. En este caso, la pieza se mantuvo inmersa durante 45 minutos, siguiendo el mismo procedimiento de cepillado posterior y su respectiva neutralización en agua destilada.

Aunque el método de aplicación escogido fue por baño, hemos de señalar que también se pueden realizar geles a partir del EDTA combinado con un espesante (*agar-agar*)<sup>26</sup>, que eliminará la suciedad superficial y además podrá provocar el ablandamiento de alguna concreción. La ventaja de la aplicación en gel viene dada por su capacidad de un mayor control de los estratos a eliminar.

## 7.2. DECLORURACIÓN

Este paso es fundamental para la conservación del objeto; ya que, si no se eliminan los cloruros que pudieran existir en la pieza cabe la posibilidad de que esta acabe desintegrándose en un escaso intervalo de tiempo. En definitiva, este proceso es un requisito indispensable para conseguir la estabilización del objeto metálico y obtener una conservación posterior adecuada.

El primer paso es determinar la presencia de los cloruros activos y su ubicación concreta. Se encuentran bajo otros productos de corrosión, siendo fácilmente identificables una vez tratados al salir al exterior como un compuesto de una tonalidad de un intenso azul claro<sup>27</sup>.

Durante la intervención, se empleó un método físico-químico para llevar a cabo este tratamiento a base de sesquicarbonato de sodio. Este compuesto consta de una solución en proporción al 5% de carbonato de sodio junto con bicarbonato de sodio y agua desionizada.

La pieza fue sometida a una inmersión en este durante una semana. Transcurrido el tiempo requerido, se sacó del baño y se procedió a un cepillado con brocha y agua. Después se sumergió en agua desionizada durante media hora para producir su neutralización. Se observó que no habían cloruros activos ya que no hubo precipitación sobre la superficie del metal; sin embargo, el tratamiento con sesquicarbonato produjo un ablandamiento de carbonatos y otros productos de corrosión, favoreciendo así la eliminación de estos.

No obstante, se pudo realizar el proceso a modo empírico en otra pieza (Fig. 25) en la que si resurgieron estos cloruros, pudiendo realizar el proceso de forma completa para su eliminación. Para ello, se extrajeron estos focos activos visibles por su característica coloración y textura con instrumental quirúrgico con una fina punta bajo lupa binocular.

<sup>26</sup> La proporción para EDTA al 5% es: 3g de agar-agar / 100ml agua destilada.

<sup>27</sup> MARTÍNEZ, I. *Estudios integrados de procesos analíticos y conservativos de bronce arqueológico. Aplicación a un casco montefortino y otros materiales afines*, p. 62.

Seguidamente, se procedió al sellado de los mismos por el denominado método Organ<sup>28</sup>, donde se mezcla óxido de plata con unas gotas de etanol, creando una pasta que se aplicó a pincel (Fig. 26), rellenando así la cavidad extraída. Para finalizar, la pieza se introdujo en cámara de humedad durante 48h, con este proceso se comprobó si habían sido todos los cloruros extraídos; ya que en caso de que la decloruración no haya finalizado con éxito otros puntos activos saldrían a superficie al haber absorbido la humedad con un aumento de volumen.



Figura 25. Ejemplo donde se muestra la salida de los cloruros activos sobre la superficie del metal.



Figura 26. Aplicación de óxido de plata con etanol a pincel para taponar cavidades.

### 7.3. SECADO

Antes de concluir el tratamiento se llevó a cabo un secado para garantizar que la pieza esté exenta de cualquier resto de producto que pudiera haber quedado retenida en su interior.

Para ello, se realizó en primer lugar un cepillado con alcohol y en segunda instancia se sumergió el objeto en un baño de acetona durante 15 minutos, que tras haberlo sacado de este se envolvió con *film* transparente, retrasando así la evaporación del disolvente y aumentando su capacidad de actuación.

### 7.4. INHIBICIÓN

Este proceso es fundamental para la estabilización de la pieza. Su procedimiento se basa en aplicar unas sustancias, denominadas inhibidores, que en pequeñas proporciones crean unas finas capas que evitan y ralentizan la corrosión progresiva de la pieza, realizando además una función de barrera protectora respecto a agentes ambientales.

<sup>28</sup>*Ibid.*, p.63.

Existen una serie de requisitos básicos establecidos para la elección de los inhibidores de la corrosión, desarrollados por el *Método COREMANS*, iniciativa propiciada en el año 2012 por el Instituto de Patrimonio Cultural de España, haciendo alusión a los siguientes puntos:

- La estética de la pieza no debe verse modificada.
- Deben ser duraderos y estables.
- Reversibilidad.
- Deben ser absorbidos o quedar unidos químicamente al sustrato.
- El Ph del inhibidor oscilará entre 2 y 8.
- Fácil aplicación y reposición.
- Baja toxicidad medioambiental y para el profesional restaurador que esté haciendo uso de él.



Figura 27. Pieza una vez fuera del baño esperando el secado una vez aplicada la mezcla de inhibición.

Es recomendable emplear una mezcla entre varios inhibidores; siendo para el tratamiento del bronce en concreto muy común el uso del Benzotriazol (BTA)<sup>29</sup>. Este inhibidor orgánico reacciona con iones cúpricos creando un compuesto insoluble, impidiendo así que se produzca la corrosión por la actuación de cloruros activos.

Para llevar a cabo la inhibición de la hebilla se realizó una sucesión de inmersiones (ya que la pieza lo permitía, si no se hubiera aplicado a pincel) en un recipiente que contenía una mezcla a base de Benzotriazol al 3% junto con AMT<sup>30</sup> al 1% y solución hidro-alcohólica en proporción 1:1 (Fig. 27). El baño se repitió en 3 ocasiones, sacando la pieza y esperando el tiempo pertinente para que se secase al aire entre cada una de estas inmersiones.

## 7.5. PROTECCIÓN

Para finalizar la intervención y como proceso complementario a la inhibición, se realizó una protección que garantice el aislamiento del objeto metálico frente a agentes externos agresivos, siendo principalmente el oxígeno y la humedad, evitando así su desestabilización y una posible reactivación de la corrosión.

Normalmente se usa una resina acrílica, como el Paraloid®, cumpliendo favorablemente su cometido como película protectora de aislamiento, siendo considerado el B-44 como uno de los más estables<sup>31</sup>; no obstante, hay que tener en cuenta otros aspectos como su transparencia, para no modificar la estética original, además de tener la capacidad de obturación de poros y grietas que puedan encontrarse en la superficie. El inconveniente del empleo de este tipo de resinas es su problema inevitable de envejecimiento,

<sup>29</sup> DÍAZ, S. Proyecto COREMANS. Criterios de intervención en materiales metálicos, p. 37.

<sup>30</sup> AMT: 2-amino-5-mercapto-1,3,4-triadiazol.

<sup>31</sup> DÍAZ, S. Proyecto COREMANS: Criterios de intervención en materiales metálicos, p.42.

amarilleando y perdiendo su elasticidad superficial. Para evitar esto, se desarrolló un compuesto conocido como Inctalac® o Inctal 44®, donde a esta resina se le añade BTA y otros aditivos antioxidantes con disolventes orgánicos<sup>32</sup>, que además de ser un eficaz inhibidor ayuda a evitar dicho problema al actuar como filtro de las radiaciones UV, una de las causas principales del deterioro de las resinas acrílicas.

En este caso se realizó una solución a base de Paraloid® B-44 al 8%, con BTA al 3% y acetona y alcohol en proporción 9:1 respectivamente. Es conveniente incluir disolventes que diluyan la sustancia y faciliten el manejo a la hora de aplicarlos<sup>33</sup>.

Esta mezcla protectora fue aplicada a pincel (Fig. 28), cuidadosamente para realizar una penetración adecuada por todos los orificios que conlleva la decoración de la superficie. Seguidamente, se tamponó débilmente con un hisopo impregnado en acetona (Fig. 29) para rebajar el brillo que queda tras la superposición de esta película, siempre intentando que el objeto no se vea estéticamente alterado por la adicción de estos productos durante su tratamiento. Fue este el método escogido como protección final, aunque hemos de señalar que es habitual dar una segunda protección a base de cera microcristalina.



Figura 28. Protección aplicada a pincel a base de Paraloid® B-44 al 8% + BTA al 3% + acetona y alcohol en proporción 9:1.

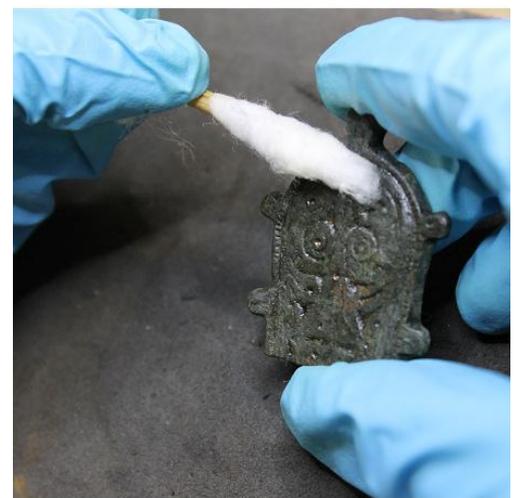


Figura 29. Reducción de brillo tras la protección a partir de hisopo impregnado en acetona.

<sup>32</sup> Catálogo online CTS. <http://www.ctseurope.com/es/scheda-prodotto.php?id=265>.

<sup>33</sup> DÍAZ, S. Técnicas metodológicas aplicadas a la conservación-restauración del patrimonio metálico, p. 58.

## 8. FOTOGRAFÍAS FINALES

A continuación, se muestran las fotografías finales de la pieza tras concluir todo el proceso de intervención.



Figura 30. Anverso de la hebilla tras intervención.



Figura 31. Reverso de la hebilla tras intervención.

## 9. CONSERVACIÓN PREVENTIVA

La labor del restaurador no se ve limitada a la mera intervención directa de la restauración; si no que todo bien cultural requiere un seguimiento posterior y unas pautas que garanticen su conservación a lo largo del tiempo. La conservación preventiva se identifica como una acción indirecta pero esencial, y esta, junto con los trabajos de restauración, dotan de un sentido completo al trabajo realizado por los profesionales de este ámbito.

Si se hace referencia a los objetos arqueológicos es importante recalcar que estas precauciones con fines conservativos deben estar presentes desde el momento de la extracción en el propio yacimiento. Para ello, se recomienda embalar la pieza con papel de seda libre de ácido, y para su transporte es ideal hacerlo en cajas con superficies modeladas con espuma de poliuretano que se correspondan al tamaño y forma de la pieza, pudiendo encajarlas y realizando una función amortiguadora de cualquier movimiento o golpe<sup>34</sup>.

A nivel museístico hay que tener en cuenta numerosas consideraciones independientemente de si el objeto va a ser expuesto o almacenado en los fondos del museo. Los principales parámetros de alteración que favorecen la degradación de forma general en una colección de un museo son la luz, la temperatura, la humedad y contaminantes atmosféricos como SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO y compuestos orgánicos volátiles<sup>35</sup>.

La ubicación del propio edificio que contenga dichas colecciones será determinante en cuanto a estas consideraciones, el hecho de que se encuentre en un entorno un tanto aislado, donde no haya fábricas o mucho tránsito de transporte, supondrá unos niveles más bajos de contaminantes que ayudarán a reducir estos problemas de gases atmosféricos que contribuyen en el deterioro. El suelo donde se encuentra dispuesta la estructura será determinante para los niveles de humedad obtenidos en el interior de las salas; es imprescindible determinar si existe cierto riesgo en cuanto a esta cuestión, ya que podría verse afectada por problemas de esta tipología venidos por humedad por capilaridad, filtración o condensación<sup>36</sup>; que dependerá también de los materiales empleados en la construcción del edificio. A su vez, unos altos niveles de humedad crean un ambiente favorable para el crecimiento microbiano por lo que colateralmente puede ocasionar un daño por infestaciones microbiológicas y bacterianas donde las piezas de diferente naturaleza podrían verse afectadas.

---

<sup>34</sup> PORTO, Y. Medidas urgentes de conservación en intervenciones arqueológicas, p. 18.

<sup>35</sup> LAFUENTE, D. Conservación preventiva del patrimonio cultural metálico en museos. Estudio de la presencia de ácidos orgánicos mediante captadores pasivos: la aplicación de técnicas de análisis.

<sup>36</sup> PORTO, Y. Medidas urgentes de conservación en intervenciones arqueológicas, p. 26.

En cuanto a las salas hay que tener en cuenta factores como la orientación, ventilación e iluminación. Puesto que la luz también se debe controlar, es conveniente que las ventanas estén situadas en zonas que no incidan directamente a los objetos expuestos, incluso que estén tapadas, o prescindir de ellas en el caso de que fuera un edificio de nueva construcción o hubiera posibilidad de realizar esta reforma<sup>37</sup>.

Genéricamente, las temperaturas para una conservación adecuada tanto en exposición en sala como en fondos de almacenaje oscilan entre los 15-25 C°, siendo ideal una temperatura de 18 C°. En cuanto a la humedad relativa, sí que se establece cierta diferencia según la naturaleza del material, orgánica o inorgánica. En el caso de los metales necesitan un ambiente más seco que los otros para evitar procesos de oxidación y corrosión, por lo que los niveles no deben exceder el 35% de humedad<sup>38</sup>, controlándolo a partir de gel de sílice. Habitualmente todo museo hace uso de maquinaria, como termómetros e hidrógrafos, que vaya registrando estos valores para regirse a las consideraciones recomendadas.

Las vitrinas de exposición deben ser estancas, que no permitan el paso de suciedad, contaminantes u otras agresiones externas como insectos. Respecto a la iluminación artificial, hemos de señalar que los metales corresponden al grupo de los menos fotosensibles, pudiendo someterlos a una intensidad incluso de 300 lux<sup>39</sup>.

Haciendo referencia a los objetos que vayan a ser almacenados hay que controlar principalmente la humedad (empleando de gel de sílice) y la temperatura. Además, construir recipientes y contenedores que se ajusten a las condiciones de la pieza, debidamente ordenados y documentados con su correspondiente ficha técnica, colocándola en una zona con cierta accesibilidad visual para facilitar su búsqueda en el caso de que fuera necesario.

## 9.1. PROPUESTA EXPOSITIVA

A la hora de plantear la idea de que la pieza sea expuesta es indispensable no obviar que la seguridad del bien cultural prevalece sobre la estética; haciendo referencia a la mínima intervención, aunque esto suponga que como resultado sea menos llamativa y lustrosa hacia el público.

Obviamente estaría preservada en una vitrina bajo las condiciones y parámetros determinados en el punto anterior. En este apartado se propondrán unas variantes para presentar una pieza de dichas características de la manera más atractiva posible.

---

<sup>37</sup> GARCÍA, S. *Conservación y restauración de bienes arqueológicos*, p. 200-201.

<sup>38</sup> *Íbid.*, p. 200.

<sup>39</sup> *Íbid.*, p. 202.

La pieza es de pequeñas dimensiones, además se encuentra incompleta. Sin desmerecer su importancia, son numerosos los hallazgos similares a esta; por tanto, sería lógico presentarla como una colección junto a otros objetos que compartan cronología y similitud en cuanto a su tipología. Esta manera de presentación también ayudaría a entender la pieza como un todo bajo comparativa con el resto, facilitando así la aprehensión visual del espectador.

En el caso de que no se disponga de ejemplos para desarrollar esta propuesta que sería la más rápida y simple, se podría hacer uso de otros procedimientos que los museos ya ponen en práctica para hacer más dinámicas las visitas. Dicha pieza podría presentarse junto a un dibujo técnico que la completara, siempre bajo un exhaustivo estudio previo que asegure que existe una asonancia con lo que se está mostrando.

Los recursos multimedia, como videos y fotografías, también son muy empleados, favoreciendo una actividad educativa más elaborada. Para referenciar la hebilla, podría presentarse junto a imágenes de indumentaria visigótica, pudiendo incluso realizar un montaje con dicha pieza bajo programas informáticos.

En definitiva, la función del museo ya no se reduce a la mera exhibición de obras, si no que pretenden también confeccionar espacios atrayentes donde se facilite la transmisión de conocimientos.

## 10. CONCLUSIONES

El trabajo final de grado desarrollado ha ayudado tanto al conocimiento teórico de la materia impartida como a la aproximación práctica de una intervención real; por lo que se puede considerar que se ha realizado una labor completa y enriquecedora como futuro profesional en el ámbito de la restauración y conservación en Bienes Culturales.

El hecho de haber podido ejecutar empíricamente la propuesta de intervención establecida ayuda a esclarecer los procedimientos y posibles problemas que pueden presentarse durante el proceso de restauración. Si bien, precisa previamente de una detallada y concienciada toma de decisiones, entendiendo cada objeto arqueológico como único y otorgándole debidamente la importancia que se merece para salvaguardarlo a lo largo del tiempo; sin olvidar las pautas de conservación preventiva que el restaurador debe dejar latentes en todo momento al particular o institución que los acoja finalmente.

Los resultados obtenidos sobre la hebilla visigoda de cobre de la que ha tratado todo el escrito pueden considerarse exitosos. Visualmente es evidente el acercamiento a lo que debió ser su apariencia original tras haber concluido la limpieza, pudiendo también eliminar una espesa capa de concreciones de diferente naturaleza y atacar en cierta medida a productos de corrosión

nocivos. Dentro de las acciones de limpieza, el microtorno fue de gran utilidad para combatir la dura capa que presentaba, requiriendo de una gran delicadeza en su manejo para no dañar la superficie a tratar. Aunque la limpieza sea una de las acciones más efectistas, es complementaria a todas las demás; la decoloración, inhibición y protección aportan una importante función al evitar el proceso de corrosión en la pieza, impidiendo la degradación sucesiva de la misma que puede llegar incluso a desaparecer cuando el núcleo metálico se ve afectado por un avanzado deterioro.

Recae aquí la importancia absoluta de nuestra labor, no sólo devolviendo unos valores estéticos de los que pueda disfrutar el público en general; si no la relevancia que conllevan estas acciones, prolongando su permanencia, consiguiendo así la existencia de un legado artístico y patrimonial, de bienes tanto muebles como inmuebles, que permiten que la historia siga viva en el espacio-tiempo para generaciones venideras.

## BIBLIOGRAFÍA

- BANGO TORVISO, I. *Alta Edad Media, de la tradición hispanogoda al románico*. Madrid: Silex, 1999.
- BENDALA GALÁN, M. *La antigüedad: de la prehistoria a los visigodos*. Madrid: Sílex, 1990.
- CTS. *Catálogo online CTS*. [consulta: 2016-07-12]. Disponible en: <[https://poliformat.upv.es/access/content/group/GRA\\_13680\\_2015/3\\_2\\_resum.pdf](https://poliformat.upv.es/access/content/group/GRA_13680_2015/3_2_resum.pdf)>
- DE PALOL, P. *Arte hispánico de la época visigoda*. Barcelona: Ediciones Polígrafa S.A, 1968.
- DE SOUSA CONGOSTO, F. *Introducción a la historia de la indumentaria en España*. Madrid: Istmo, 2007.
- DIAZ MARTINEZ, S.; GARCÍA ALONSO, E. Técnicas metodológicas aplicadas a la conservación-restauración del patrimonio metálico. En: *Publicaciones electrónicas de la Secretaría de Estado y Cultura*. España: Secretaría General Técnica [consulta: 2016-07-10]. Disponible en: <<http://es.calameo.com/read/000075335c184bd7c7b68>>
- DIAZ MARTINEZ, S.; GARCÍA ALONSO, E. Proyecto COREMANS: Criterios de intervención en materiales metálicos. En: *Publicaciones electrónicas de la Secretaría de Estado y Cultura*. España: Secretaría General Técnica. [consulta: 2016-07-12]. Disponible en: <<http://es.calameo.com/read/000075335016ff07df07c>>
- DOMÉNECH CARBÓ, M. *Principios físico-químicos de los materiales integrantes de los bienes culturales*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València, 2013.
- GARCÍA FORTES, S.; FLOS TRAVIESO, N. *Conservación y restauración de bienes arqueológicos*. Madrid: Síntesis, 2008.
- GARCÍA MORENO, L. *Las claves de los pueblos germánicos*. Barcelona: Planeta, 1992.

- HIERRO GARATE, J.A. La utilización sepulcral de las cuevas en Época Visigoda: los casos de Las Penas, La Garma y el Portillo del Arenal (Cantabria). En: *MunibeAntropologia-Arkeologia*. San Sebastián: Sociedad de Ciencias Aranzadi, 2011, num. 62, ISSN: 1132-2217. [consulta: 2016-06-23]. Disponible en: <<http://www.aranzadi.eus/fileadmin/docs/Munibe/2011351402AA.pdf>>
- LAFUENTE FERNÁNDEZ, D. Conservación preventiva del patrimonio cultural metálico en museos. Estudio de la presencia de ácidos orgánicos mediante captadores pasivos. En: *EstratCrític Rev. Arq.* Barcelona: Estrat Jove. Collectiud'estudiantsd'arqueologia. Universitat de Barcelona, 2011, num. 5. 3. 2011, ISSN: 1887-8687. [consulta: 2016-07-15]. Disponible en: <[http://ddd.uab.cat/pub/estcri/estcri\\_a2011v5n3/estcri\\_a2011v5n3p69.pdf](http://ddd.uab.cat/pub/estcri/estcri_a2011v5n3/estcri_a2011v5n3p69.pdf)>
- LLINÀS POL, J.; TARRÉS FARRÉS, A.; MONTALBÁN MARTÍNEZ, C.; FRIGOLA TRIOLA, J.; MERINO SERRA, J.; AGUSTÍ FARJAS B. Pla de l'Horta (Sarrià de Ter, Girona). Una necrópolis con inhumaciones visigodas en la Tarraconense oriental. En: *Archivo Español de Arqueología*. Girona: Archivo Español de Arqueología, 2008, num. 81, ISSN:0066-6742. [consulta: 2016-06-20]. Disponible en: <<http://aespa.revistas.csic.es/index.php/aespa/article/viewFile/53/53>>
- MARTÍNEZ LÁZARO, I. *Estudios integrados de procesos analíticos y conservativos de bronce arqueológico. Aplicación a un casco montefortino y otros materiales afines* [tesis doctoral]. Valencia: Universitat Politecnica de Valencia, 2016.
- MORENO, F. Hispania visigoda.Tesoro de Guarrazar. En: *Museo Arqueológico Nacional*. Madrid: Ministerio de Cultura, 2009. [consulta: 2016-06-15]. Disponible en:<<http://www.man.es/man/dms/man/actividades/pieza-del-mes/historico/2009-tesoro-a-tesoro-II/9-Diciembre--2-/MAN-Pieza-mes-2009-12-Coronas-Guarrazar.pdf>>
- PORTO TENREIRO, Y. *Medidas urgentes de conservación en intervenciones arqueológicas*. Santiago de Compostela: Laboratorio de Arqueología e Formas Culturais IIT, 2000.
- RIPOLL LÓPEZ, G. *La necrópolis visigoda de el Carpio del Tajo (Toledo)*. Madrid: Ministerio de Cultura. Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Subdirección General de Arqueología y Etnografía , 1985.

SELWYN, L. *Metals and Corrosion. A handbook for the Conservation Professional*. Canada: Minister of Public Works and Government Services, 2004.

VALLALTA MARTÍNEZ, P. Dos objetos de bronce de época visigoda en el yacimiento de Begastri (Cehegín, Murcia). Estudio y restauración. En: *Antigüedad y cristianismo: Monografías históricas sobre la Antigüedad tardía*. Murcia: Universidad de Murcia, 1988, num. 5, ISSN 0214-7165. [consulta: 2016-06-17]. Disponible en:  
< <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/17037/1/126400.pdf> >

## ÍNDICE DE IMÁGENES

- Figura 1. Corona visigoda. Tesoro de Guarrazar. S. VII. Oro, gemas y vidrio. Museo Arqueológico Nacional. Madrid. *Imagen extraída de <<http://www.man.es/man/coleccion/catalogo-cronologico/edad-media/guarrazar.html>>*.....8
- Figura 2. Conjunto de hebillas visigodas. Provenientes del Boletín Informativo, *El Museo*. Obra cultural grupo de empresas PRASA, nº1, mayo 1998. *Imagen extraída de <[http://sibulquez.blogspot.com.es/2014\\_01\\_01\\_archive.html](http://sibulquez.blogspot.com.es/2014_01_01_archive.html)>*....9
- Figura 3. Anverso de la hebilla previa a intervención. *Propiedad del autor*.....10
- Figura 4. Reverso de la hebilla previa a intervención. *Propiedad del autor*.....10
- Figura 5. Indumentaria típica visigótica. *Imagen extraída de <<http://latierradesconocida.blogspot.com.es/>>*.....11
- Figura 6. Enterramiento visigodo por inhumación vestida, donde se pueden apreciar los detalles orfebres que han persistido. *Imagen extraída de <<http://investigadores1eso.blogspot.com.es/2015/02/interesante-web-sobre-losvisigodos.html>>*.....11
- Figura 7. Broche de hebilla liriforme con una apariencia muy similar a la de estudio. Museo Episcopal de Vic (Catalunya). *Imagen extraída de <<http://artefacts.mom.fr/es/result.php?id=PLB5554&find=PLB&pagenum=2&affmode=vign>>*.....12
- Figura 8. Dibujo de hebilla que muestra como sería si estuviera completa. El Tesorillo (Málaga). *Imagen extraída de <<http://www.raco.cat/index.php/Pyrenae/article/viewFile/270992/358510>>*...12
- Figura 9. Tabla con los datos técnicos. *Propiedad del autor*.....13
- Figura 10. Dibujo técnico con medidas. *Propiedad del autor*.....13
- Figura 11. Proceso de extracción de muestra por raspado con bisturí para realizar prueba de carbonatos. *Propiedad del autor*.....14
- Figura 12. Radiografía de la pieza. *Propiedad del autor*.....15
- Figura 13. Mapa de daños anverso y reverso. *Propiedad del autor*.....17

- Figura 14. Macrofotografía del anverso, donde puede apreciarse depósitos de cuprita y concreciones. *Propiedad del autor*.....20
- Figura 15. Macrofotografía del reverso, donde puede apreciarse depósitos de malaquita junto a algunos puntos de cuprita. *Propiedad del autor*.....20
- Figura 16. Macrofotografía del anverso, se aprecia un punto de concentración de concreción terrosa / calcárea equivalente al orificio del detalle del repujado. *Propiedad del autor*.....20
- Figura 17. Detalle del anverso bajo lupa binocular. *Propiedad del autor*.....20
- Figura 18. Detalle de limpieza del reverso con bisturí bajo lupa binocular. *Propiedad del autor*.....22
- Figura 19. Limpieza del reverso con microtorno, con cepillo de cerda de plástico. *Propiedad del autor*.....22
- Figura 20. Limpieza con hisopo impregnado en mezcla de alcohol y acetona al 50%. *Propiedad del autor*.....23
- Figura 21. Limpieza con bisturí tras reblandecimiento de la costra con disolvente. *Propiedad del autor*.....23
- Figura 22. Limpieza del anverso de la pieza a partir de microtorno, con punta de diamante. *Propiedad del autor*.....23
- Figura 23. Limpieza química a partir de baño en EDTA al 5%. *Propiedad del autor*.....24
- Figura 24. Cepillado posterior al tratamiento con EDTA. *Propiedad del autor*..24
- Figura 25. Ejemplo donde se muestra la salida de los cloruros activos sobre la superficie del metal. *Propiedad del autor*.....26
- Figura 26. Aplicación de óxido de plata con etanol a pincel para taponar cavidades. *Propiedad del autor*.....26
- Figura 27. Pieza una vez fuera del baño esperando el secado una vez aplicada la mezcla de inhibición. *Propiedad del autor*.....27
- Figura 28. Protección aplicada a pincel a base de Paraloid® B-44 al 8% + BTA al 3% + acetona y alcohol en proporción 9:1. *Propiedad del autor*.....28
- Figura 29. Reducción de brillo tras la protección a partir de hisopo impregnado en acetona. *Propiedad del autor*.....28

Figura 30. Anverso de la hebilla tras intervención. *Propiedad del autor*.....29

Figura 31. Reverso de la hebilla tras intervención. *Propiedad del autor*.....29

Figura 32. Mapa que muestra las invasiones de los diferentes pueblos germánicos. *Imagen extraída de*  
<[http://iris.cnice.mec.es/kairos/mediateca/cartoteca/pagsmapas/pueblos\\_germanos.html](http://iris.cnice.mec.es/kairos/mediateca/cartoteca/pagsmapas/pueblos_germanos.html).....40

Figura 33. Fotografía con luz rasante previa a restauración. *Propiedad del autor*.....41

Figura 34. Fotografía detalle de anverso tras la restauración. *Propiedad del autor*.....41

Figura 35. Fotografía final con luz rasante. *Propiedad del autor*.....41

## ANEXO

Movimientos de los pueblos germanos

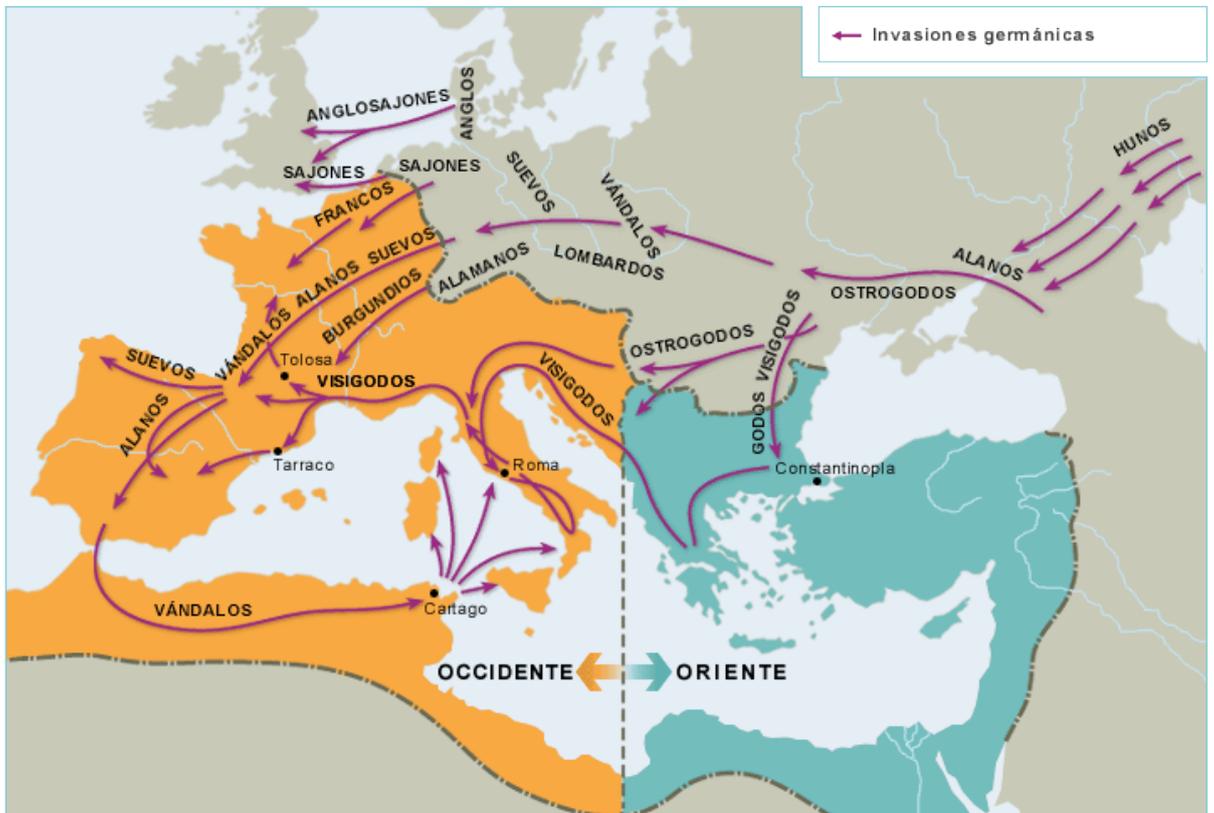


Figura 32. Mapa que muestra las invasiones de los diferentes pueblos germánicos.



Figura 33. Fotografía con luz rasante previa a restauración.

Figura 34. Fotografía detalle de anverso tras la restauración.

Figura 35. Fotografía final con luz rasante.

