

PROCÉS DE CONSERVACIÓ- RESTAURACIÓ D'UN UMBO IBÈRIC DE BRONZE DEL MUSEU D'ALCOI

CARME PRATS I DARDER*

INTRODUCCIÓ

Al maig de l'any 1992, va arribar, al Laboratori d'Arqueologia de la Universitat de Lleida, una peça excepcional procedent del Museu Arqueològic Municipal d'Alcoi, que necessitava ser sotmesa a un tractament de conservació-restauració, per poder ser exposada.

Aquesta peça, un *umbo* d'escut ibèric amb casquet central de bronze, està decorat amb franges incises concèntriques d'aspes i triangles i una banda exterior de 3 cm d'amplada, amb motius calats alternant esses enfrontades i motius de flor de lotus entre palmetes. També aquesta banda exterior té decoració incisa. Les seves mides principals són les següents:

- diàmetre total 24'5 cm
- diàmetre del casquet 11 cm
- gruix làmina de bronze 0'1 cm
- alçada del casquet 4 cm

Aquesta peça va ser una de les troballes més espectaculars, fetes durant la campanya d'excavació de l'any 1987 i va aparèixer, formant part del material extret al sepulcre

*Aquest article recull el treball de conservació i restauració, realitzat al Laboratori d'Arqueologia de la Universitat de Lleida, d'un umbo (del llatí *umbo*) d'escut ibèric, de bronze, que forma part de la col·lecció exposada al Museu d'Alcoi.*

Este artículo recoge el trabajo de conservación-restauración, realizado en el Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Lleida, sobre un umbo de escudo ibérico, que forma parte de la colección expuesta en el Museo de Alcoi.

The preservation and restoration of an iberian bronze umbo from the Alcoi Museum

This article is about the work of preservation and restoration, which was carried out at the Archaeological Laboratory of the University of Lleida, over one of the Iberian pieces shown at the Alcoi Museum: a bronze umbo from a shield.

número 11 de la necròpoli ibèrica de la Serreta. El desenvolupament d'aquesta campanya, ha estat ampliament exposat en un article publicat recentment (Cortell *et al.*, 1992: 83-116). En aquest article, la segona fotografia de la làmina II, recull l'estructura d'aquest enterrament i es clarament visible la situació de l'*umbo* d'escut, cobrint les restes de la cremació del sepulcre (restes òssies, cendres, etc...). Aquest sepulcre només tenia una potencia de 27 cm. fins arribar a la roca.

Després de la seva extracció, al laboratori del Museu Arqueològic Municipal d'Alcoi, es va netejar la peça superficialment de forma mecànica, eliminant part de la terra i algunes concrecions de la superfície, usant llapis de fibra de vidre. Així, va ser possible veure la seva decoració incisa i facilitar el seu dibuix i estudi (Fig. 1). També es varen enganxar alguns fragments trencats de la banda exterior calada, amb els adhesius comercials Araldit i Loctite.

ESTAT DE CONSERVACIÓ DE L'UMBO

L'*umbo*, com es pot veure a les làmines I i II, ha patit

* Laboratori d'Arqueologia de la Universitat de Lleida
Bisbe Messeguer, s/n
25003 LLEIDA

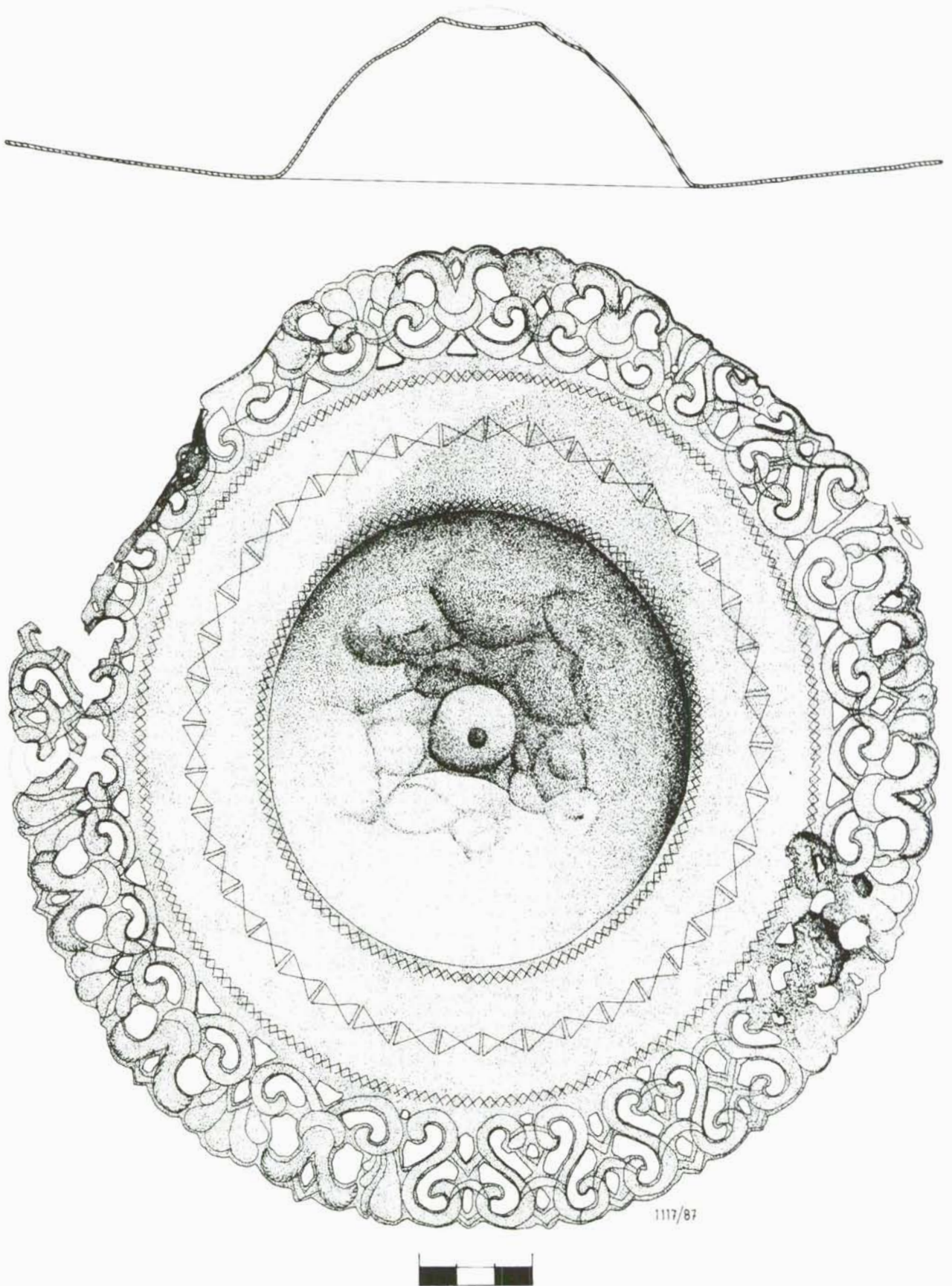
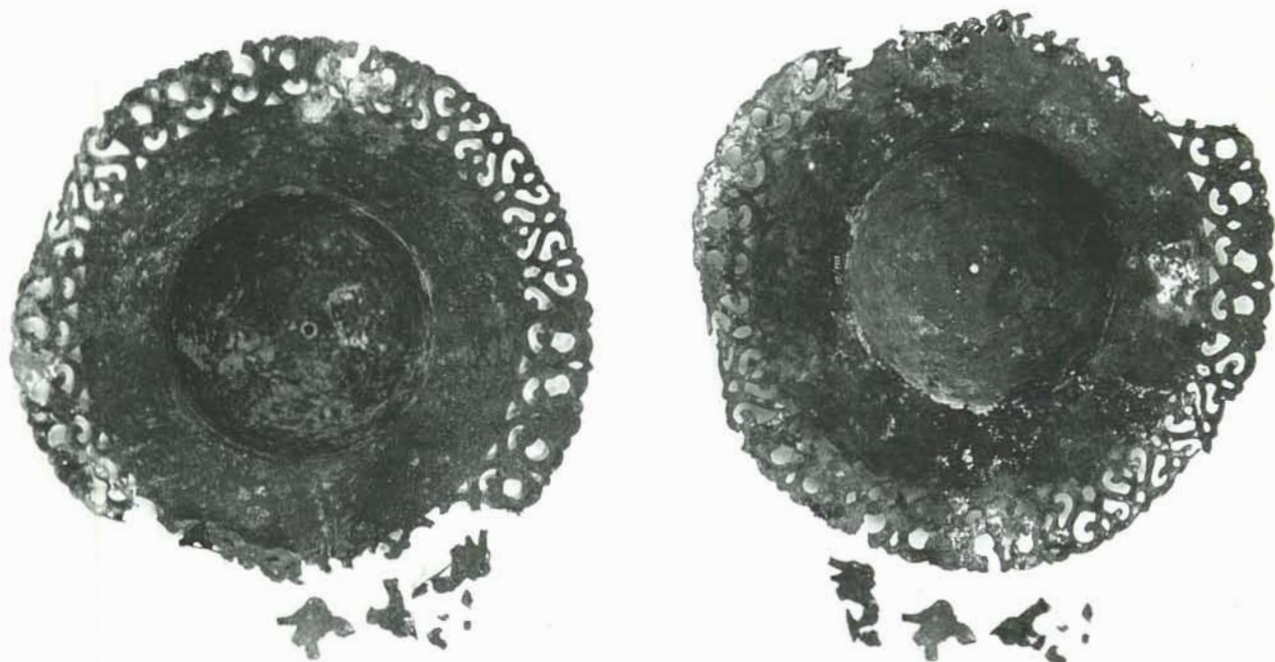


Fig. 1.- L'umbo d'escut abans del tractament. (Dibuix: E. Cortell Pérez).



Làmina I-II. L'*umbo* d'escut abans del tractament (Foto: Laurent Sansen)

agresions tan físiques com químiques abans, durant i després del seu enterrament. Físicament, ha patit cops i abonyegaments i, a la banda exterior calada, hi ha trencaments, esquerdes, zones doblegades i inclús s'han perdut alguns fragments. Tal com s'indica en l'article sobre l'excaució (Cortell *et al.*, 1992: 103), no sembla que cap d'aquestes agresions físiques, puguin ser degudes a cops produïts per armes tallants o aplastants i segurament la major part, varen ser provocades pel seu enterrament.

El metall obtingut artificialment, com el bronze i el ferro, són més inestables enfront del medi ambient que l'envolta, que els més purs, com la plata i l'or. Inclús des de la seva fabricació, aquests metalls menys purs ja comencen a degradar-se; però és durant el seu enterrament quan els processos físics i químics de la corrosió poden conduir a una transformació profunda del metall, que tendeix al seu estat originari mineral. Si la peça no s'equilibra amb l'entorn, pot arribar a desaparèixer.

Durant l'enterrament, la superfície de l'*umbo* es va anar cobrint de concrecions toves i dures dipositades pel terreny. De les concrecions dures blanquinoses, que presenta a algunes parts de la banda exterior calada (lâm. III), es varen pendre mostres i es varen analitzar al Servei de Raigs X de l'Institut de Ciències de la Terra (Jaume Almera), dependent del Consell Superior d'Investigacions Científiques, usant un equip de difracció de raigs X (SIEMENS D.500, amb tub de coure, monocromador de grafit i detector de centelleig). Segons aquestes anàlisis, les concrecions dures blanquinoses estaven formades, majoritàriament per



Làmina III. Detall de la concreció calcària (Foto: Hermínia Sirvent).

carbonat de calci (calcita, CaCO_3) i petites quantitats de diòxid de silici (quars, SiO_2).

Sota d'aquesta concreció calcària i, per acció de les condicions ambientals del seu enterrament, el metall havia anat reaccionant i formant una capa de compostos estranya de color negrós. També se'n varen agafar mostres i es varen analitzar per difracció de raigs X. Segons els resultats, aquesta capa estava formada per cuprita (òxid de coure, Cu_2O) i un compost del ferro, la maghemita ($\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$), que procedeix de l'alteració de la magnetita (òxid ferrós i fèrric, Fe_3O_4), i que podria ser el que donés aquest to negre a la capa.

Com s'ha dit, durant l'enterrament, el metall tendeix a reaccionar amb el medi que l'envolta, mineralitzant-se. Però en el cas de l'*umbo*, l'equilibri amb l'entorn es va aconseguir fàcilment, conservant un bon nucli metàl·lic i transformant-se només, parcialment, en productes de corrosió.

Es va formar una capa de corrosió prima i força uniforme sobre tota la seva superfície, deguda a les reaccions electroquímiques que es varen generar sobre aquesta superfície del metall i que produïren compostos com la cuprita i la malaquita (carbonat bàsic de coure, CuCO_3 , Cu(OH)_2). La presència de malaquita dóna a la peça una bonica patina estable verd fosc, que en algun punt, sobretot a la seva part posterior, està força gastada.

També es va donar una corrosió localitzada, principalment a la banda exterior calada, formant-se cràters de cuprita, sota els que apareixien nantoquita (clorur de coure, CuCl) i atacamita (oxiclòrid de coure hidratat, $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$). La nantoquita es va formar per la presència d'anions clorur (Cl^-) en el terreny.

El clorur de coure és molt inestable i es descomposa per presència d'humitat i oxígen, provocant l'anomenada "malaltia del bronze", fàcilment identificable per la presència de focus de pols verd clar (atacamita i paratacamita). Aquest procés pot acabar destruint totalment la peça, sinó s'eliminen o estableixen els clorurs de coure; perquè aquests compostos provoquen un mecanisme cíclic de corrosió, que reacciona mentres existeix metall. En l'*umbo*, els clorurs també havien actuat en petits punts a tota la seva superfície, donant-li un aspecte picat, inclús en algun d'aquests punts, els clorurs han acabat foradant el metall.

PROCÉS DE CONSERVACIÓ-RESTAURACIÓ

L'estat de conservació de l'*umbo* presentava tres punts principals, a tenir en compte a l'hora de decidir els tractaments de conservació-restauració a aplicar: en primer lloc, era important per l'estudi i exposició de la peça, netejar-la de concrecions, per veure millor la seva decoració incisa, cobrint tota la seva superfície, i la banda exterior calada. En segon lloc, calia eliminar o estabilitzar els clorurs actius, per garantir l'aturament del procés de corrosió que patia el bronze i que posava en perill la seva conservació. I finalment, enganxar i reintegrar la banda exterior calada molt danyada físicament, per donar estabilitat mecànica a la peça.

Neteja i estabilització

El primer pas va ser eliminar mecànicament les restes de terra, concrecions calcàries i productes de corrosió del bronze, que tapaven moltes zones de la superfície decorada

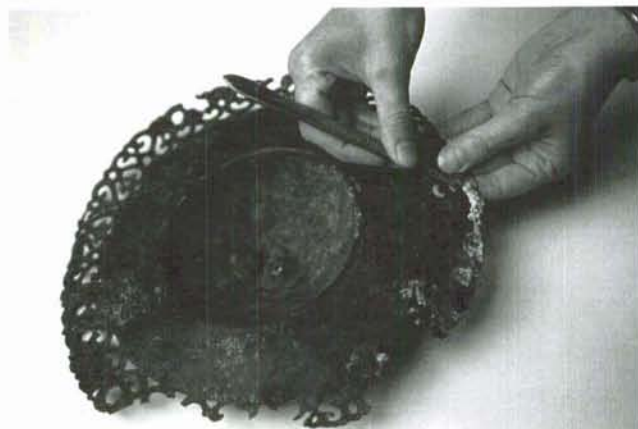
de l'*umbo*. Es van preferir els tractaments mecànics als químics, perquè aquests últims, en general, poden alterar la patina (que en aquest cas es volia conservar) i també, perquè sempre, necessiten una intensa i llarga neutralització després del tractament, per evitar possibles corrosions secundàries, provocades per les restes dels reactius químics, que poden quedar a l'interior del metall.

La neteja mecànica es va fer combinant un tractament manual abrasiu, usant el bisturí (Làrn. IV) i el llapis de fibra de vidre, juntament amb un tractament mitjançant vibracions, amb un aparell d'ultrasons amb petites espàtules de la marca PIEZON, que permet actuar de forma molt puntual i localitzada, sobre les concrecions més denses i dures.

Gràcies a la neteja de la superfície i a l'aixecament dels cràters de cuprita, es varen deixar al descobert els compostos de coure (nantoquita i atacamita), que donen inestabilitat a la peça. Amb això, es facilitava el pas següent, que és l'estabilització del bronze. Aquest tractament és essencial per assegurar la conservació de l'objecte i es fa per mitjà de procediments químics, que poden actuar: o bé, eliminant els clorurs del metall i de les capes de productes de corrosió, o bé, transformant-los en compostos estables.

Primer, es va procedir a extreure els clorurs de coure inestables, sobretot els existents sota els cràters de cuprita, amb el mètode Rosenberg: s'envolta la peça amb agar-agar i un full d'alumini i s'estableix una pila entre l'alumini i l'objecte per efecte d'una humitat relativa propera al 100%, reduint-se els clorurs de coure i dissolent-se l'alumini.

Però el repartiment dels clorurs per tota la superfície en petits punts, feia preferible un mètode més generalitzat, per immersió de la peça. Es va començar amb banys de sesquicarbonat sòdic al 5% en aigua destil·lada (Làrn. V), que afavoreix la dissolució dels clorurs de coure, al hidrolitzar-se en un medi alcalí (Angelucci et al., 1978, 155). Però aquest procés és molt lent i es va optar per canviar els banys i usar 2-amino-5-mercapto-1,3,4-tiadiazole al 0'01 M en aigua destil·lada per eliminar els clorurs. Els últims



Làrnica IV. Neteja mecànica amb bisturí (Foto: Hermínia Sirvent).

banys es van portar a terme dins d'una campana, on es va fer el buit, per afavorir la penetració del producte a tots els microporus de la peça. Segons un estudi del mètode (Ganorkar *et al.*, 1988: 98), aquest producte també actua com un inhibidor de la corrosió del bronze, perquè forma una fina capa d'un compost polimèric sobre la superfície del metall, que el protegeix dels agents exteriors.

Després es va completar l'aïllament dels clorurs, tractant la peça amb el mètode B70, que transforma els clorurs inestables en estables. Consta de dos banys: el primer, amb amoníac al 10% en metanol, elimina l'atacamita i disol la nantoquita i el segon, amb aigua oxigenada al 10% en metanol, provoca la formació d'un òxid de coure hidratat, que es transformarà ràpidament en carbonat de coure estable (CuCO_3), sota l'acció del gas carbònic de l'aire (Bertholon i Relier, 1990: 216 i 217).

Es va neutralitzar la peça, entre procés i procés i al final, amb banys a l'agitador d'aigua destil·lada, a una temperatura entre els 70 i 80 °C durant el dia i refredament a temperatura ambient, durant la nit, per fer obrir i tancar els microporus del metall. En la neutralització final, es van repetir els banys, fins que l'aigua del rentat, donava uns valors de conductivitat entre el 5 i el 7 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Després d'assecar la peça a l'estufa d'aire forçat, es va provar si encara hi havien clorurs de coure, deixant-la vint-i-quatre hores en campana d'humitat (recipient hermètic amb aigua, on la humitat relativa és pròxima al 100%). En alguns punts, on semblava que encara sorgien focus d'atacamita, es va aplicar de forma puntual el mètode Organ: es posa òxid de plata sobre la zona amb un pinzell humit d'alcohol, aquest òxid de plata obtura els focus de clorur de coure inestable, per precipitació de clorur d'argent estable.

Després, es va posar l'*umbo*, en un bany d'inhibició amb furfural al 1% en etanol de 96°. La funció dels inhibidors, com el furfural, és ralentir o impedir les reaccions electroquímiques de la corrosió dels metalls: per una banda, evitant un atac ràpid dels agents de corrosió exterior i, per l'altra, limitant l'absorció d'aigua i d'oxigen per

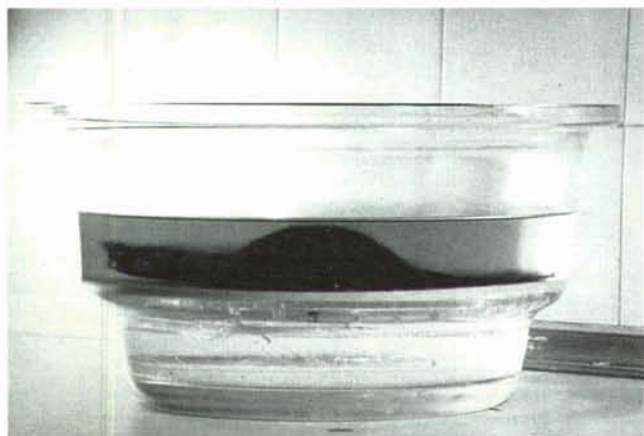
part de la superfície del metall.

Reconstrucció i consolidació

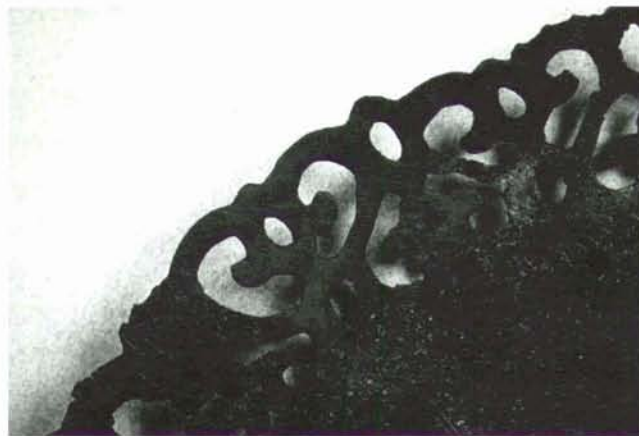
Com s'ha dit, l'*umbo* presentava alguns abonyegaments i la banda exterior calada molt doblegada. S'ha donat molt en la restauració d'objectes metàl·lics amb aquest problema, la restitució de la seva forma original, escalfant i fent pressions mecàniques sobre les zones alterades. Però aquest tractament no es aconsellable, perquè cal considerar als objectes arqueològics, no només pel seu aspecte estètic, sinó també, valorar-los com a documents de la història i de la tecnologia antiga i aquest procés de restitució de la forma, comporta el falsejament o la pèrdua de dades interessants. Primer, perquè l'escalfament intens al que caldria sotmetre la peça, per retornar-la a la forma original, podria fer perdre informació sobre la seva estructura metal·logràfica i, per tant, sobre el mètode d'elaboració del metall i de l'objecte, doncs el calor pot canviar l'estructura del metall i la composició química dels seus productes de corrosió. I també cal tenir en compte, que és difícil saber quins cops i quines deformacions es van produir durant l'enterrament i quines formen part i donen informació sobre la "vida històrica de l'objecte" (Bertholon i Relier, 1990: 209).

Per aquestes raons, es va decidir redreçar només la banda exterior calada i no retornar la forma als abonyegaments de la resta de l'*umbo*. Es va usar un aparell LEISTER LABOR d'aire calent, a una temperatura baixa, rondant els 90 °C, perquè els canvis estructurals en els aliatges de coure, es donen a temperatures d'escalfament superiors als 100°C. Es va anar restituint la forma amb el calor i l'ajut d'unes pinces amb les puntes protegides amb cotò, per no malmetre la superfície de bronze. Es va treballar sense forçar massa el metall i buscant tan sols retornar a lloc els fragments més torçats, per poder enganxar-los i completar el diàmetre exterior de l'*umbo*.

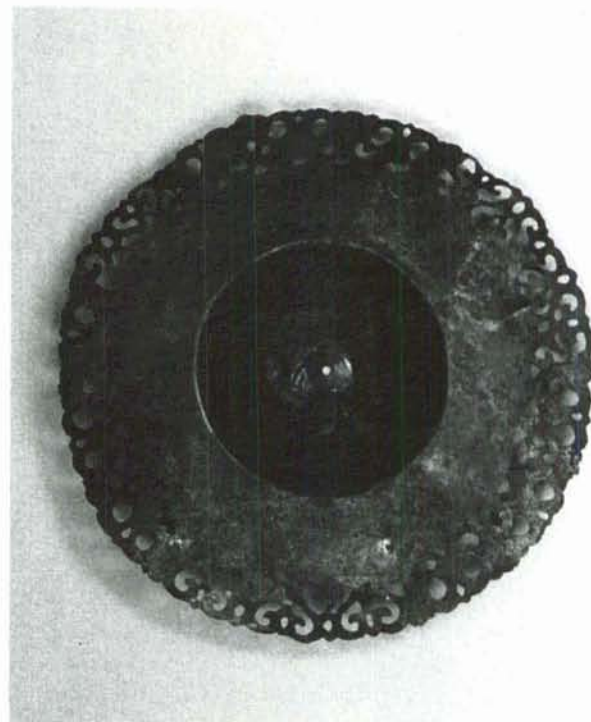
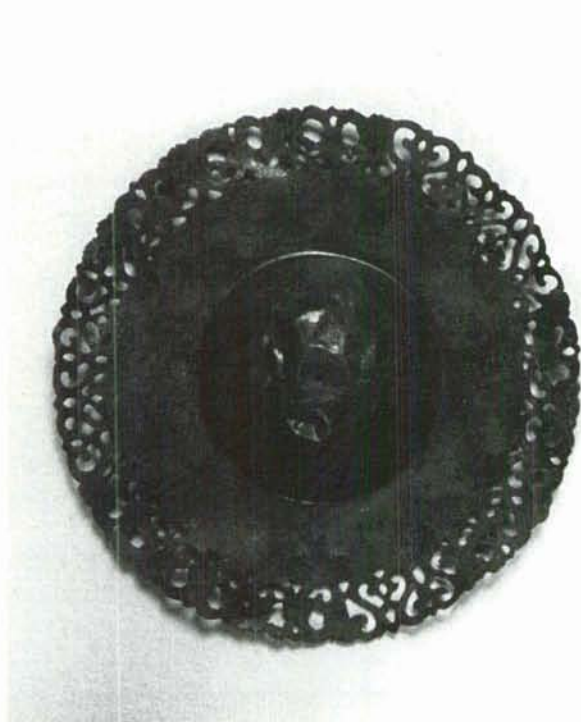
Després, es varen enganxar els trossos trencats de la



Làmina V. L'*umbo* d'escut submergit en el bany de sesquicarbonat sòdic al 5%.



Làmina VI. Detall d'una part reconstruïda (Foto: Laurent Sansen).



Làmina VII-VIII. L'*umbo* d'escut després del tractament (Foto: Laurent Sansen).

banda calada. Els fragments que encaixaven bé, es varen unir amb adhesiu cianocrilat (Cianoceys) i en els altres trossos, on les unions tenien llacunes, es va usar una resina epoxi (Araldit Standard, és a dir, Araldit AW-106 amb l'enduridor HV-253 U), ja que al ser un producte més dens, omplia les juntures irregulars. També es varen enganxar amb resina epoxi, les parts que necessitaven un adhesiu resistent.

Un cop restablerta tota la forma conservada i després de pulir lleument la superfície amb un raspallet metàl·lic, muntat al torn de dentista, es va consolidar i aïllar del medi ambient amb una capa de resina reversible de tipus vinílic: un acetat de polivinil, el Mowilith-30, dissolt al 5% en acetona i aplicat amb pinzell. Aquesta capa reforçarà l'acció dels inhibidors que protegeixen el metall.

Finalment, per millorar la llegibilitat de l'objecte i el seu aspecte estètic i, també, per assegurar la seva estabilitat mecànica, es varen reconstruir les parts perdudes de la banda calada. Es va fer amb resina epoxi ("Araldit fusta": resina SV-427 i enduridor HV-427 a parts iguals i un 1% de HY-956). Es va escollir aquest material perquè es contrau poc al reaccionar i perquè, un cop endurit, es pot treballar amb facilitat; a més, la seva aparença opaca i compacta s'adiu molt amb l'aspecte del metall.

L'acabat final dels trossos refets, es va realitzar pintant la resina epoxi amb colors acrílics, buscant igualar el seu to al conjunt i donar a l'objecte una presentació unitària,

però diferenciant clarament, per la tonalitat i la textura, les parts reconstruïdes de les originals (Làrn. VI, VII i VIII).

CONCLUSIÓ

Gràcies a l'estat força bo del bronze (presència de nucli metàl·lic i poca degradació en productes de corrosió), l'*umbo* d'escut del Museu Arqueològic Municipal d'Alcoi, s'ha pogut tractar sense grans problemes. Ha estat possible la neteja i eliminació dels clorurs, que podrien provocar posteriors processos corrosius, garantint una estabilitat força important de la peça. Tot i així, cal tenir en compte que unes condicions atmosfèriques de l'entorn molt variables o extremes, podrien comportar un nou procés d'adaptació del metall al medi i, per tant, un nou desenvolupament de degradació del metall. Això, difícilment es produirà donades les condicions ambientals del museu força estables durant l'any (Segura i Miró, 1992: 98), però caldrà tenir en compte, el control dels nivells d'humitat a l'interior de la vitrina.

El punt més problemàtic, pot ser donat per la banda exterior calada. Aquesta part de la peça és molt delicada perquè està reconstruïda i enganxada per nombrosos punts i s'haurà de tenir present al moment de manipular l'objecte.

BIBLIOGRAFIA.

- ALTIERI, Juan. (1986). La "tumba 25" de Los Villares, *Pátina*, 1, 4-7.
- ANGELUCCI, S. *et al.* (1978). Pitting corrosion in copper and copper alloys: comparative treatment test, *Studies in Conservation*, 23, 147-156.
- BERTHOLON, Regis i RELIER, Caroline (1990). Les métaux archéologiques, dins: *La conservation en archéologie. Méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques*, París, 163-221.
- CORTELL PÉREZ, E. *et al.* (1992). La necròpolis ibèrica de La Serreta: resumen de la campaña de 1987. *En Estudios de Arqueología Ibérica y Romana. Homenaje a Enrique Pla Ballester*, Serie de trabajos varios del SIP, 89: 83-116. València.
- GANORKAR, M.C. *et al.* (1988). A novel method for conservation of copper-based artifacts, *Studies in Conservation*, 33: 97-101.
- JEDRZEJEWSKA, Hanna (1964). The conservation of ancient bronzes, *Studies in Conservation*, 9: 23-31.
- MOUREY, William (1987). *La conservation des antiquités métalliques, de la fouille au musée*, Draguignan.
- ODDY, W.A. i HUGHES, M.J. (1970). The stabilization of "active" bronze and iron antiquities by the use of sodium sesquicarbonate, *Studies in Conservation*, 15: 183-189.
- ORGAN, R.M. (1963). Aspects of bronze patina and its treatment, *Studies in Conservation*, 8: 1-9.
- SEGURA, Josep M. i MIRO, Josep H. (1992). Procés de conservació dels ploms amb inscripcions ibèriques del Museu d'Alcoi, *Recerques del Museu d'Alcoi*, 1: 95-98.
- S.O.C.I.R.A. (1990). La conservación y restauración del bronce, dins: *Los bronzes romanos en España*, Madrid, 153-161.

