

V Congrés d'Arqueologia medieval i moderna a Catalunya

ACTES. VOLUM II

INTERVENCIIONS ARQUEOLÒGIQUES 2010-2014: MÓN RURAL

PÒSTERS: MATÈRIA ORGÀNICA MANUFACTURADA (CORDES, FUSTA, PELL...)
EN CONTEXTOS ARQUEOLÒGICS

Barcelona, 22-25 de maig de 2014



**Ajuntament
de Barcelona**



LA PORTADORA DEL MOLÍ DEL CODINA DE TÀRREGA (SEGONA MEITAT DEL SEGLE XV - PRINCIPIS DEL SEGLE XVI)

Cati Aguer, Inés Banegas, Anna Colet, Pèir Cots, Oriol Saula

El jaciment del molí del Codina fou excavat en diferents campanyes, la primera i principal fou la de 1997 i 1998. Es reprengué l'excavació l'any 2004. L'adoberia és un complex preindustrial amb una cronologia de segle XV-XVII que reaprofitava un edifici anterior (BADIAS i SAULA 1999).

Durant la intervenció del 2004-05 es va excavar part d'un paviment enllosat que es conservava a la part sud de l'adoberia. Aquest paviment es va poder datar de principis de segle XVI a través de diverses ceràmiques, així com per material numismàtic, amb monedes de Ferran II.

Per sota d'aquest enllosat, un cop desmuntada una canalització, va aparèixer un pou. Aquesta estructura és de planta quadrangular i folrada amb pedra, amb una profunditat de 4 m. El pou es va amortitzar abans de la construcció del paviment enllosat, a finals de segle XV o principis del segle XVI. En contacte amb el fons del pou va aparèixer una portadora de fusta i ferro amarrada d'aigua, juntament amb altres elements orgànics. La galleda té una datació de segle XV (COTS 2005).

EXTRACCIÓ I TRASLLAT AL CENTRE D'ARQUEOLOGIA SUBAQUÀTICA DE CATALUNYA

Amb l'ajuda d'una bomba es va poder rebaixar el nivell d'aigua del pou per poder deixar a la vista la portadora. Es va fer una neteja superficial *in situ* per poder controlar l'estat de conservació de la peça abans de qualsevol intervenció. Es van eliminar doncs les restes de llot que es trobaven en superfície mitjançant espàtules, raspalls de dents i pulveritzadors d'aigua. La portadora, de forma cònica, està composta per llistons de fusta d'aproximadament 35 cm de llargada i 5 cm d'amplada units entre ells amb tres anelles de ferro, a més de dues nanses de ferro de forma arrodonida, in-

dicatiu que es tracta d'una portadora de raïm, hipòtesi reforçada per la troballa, tant a l'interior com a l'exterior, de llavors de raïm.

Presentava un aixafament generalitzat causat pel pes de la terra que l'ha cobert durant centenars d'anys i que li donava un aspecte ovalat i no circular. Les anelles de ferro es trobaven fragmentades i alguns d'aquests fragments desubicats del seu lloc original. Una vegada feta la neteja superficial es va poder veure a ull nu que l'estat de conservació de la fusta no era gaire dolent, en canvi sí que ho era l'estat de conservació del ferro.

Per poder extreure-la, es va excavar al màxim la peça per poder fer un motllo d'escuma de poliuretà expandit (protegint abans la peça amb film transparent) que abracés tota la galleda i que va servir per protegir-la i evitar d'aquesta manera trencaments i esquinçaments durant l'extracció i trasllat. Tant durant l'extracció com durant els seus trasllats, la galleda s'ha mantingut en un ambient al 100% d'humitat relativa per evitar-ne l'assecament incontrolat. L'aigua ha sigut imprescindible per a la conservació de la fusta gràcies a la seva presència a l'interior de les cavitats. L'evaporació d'aquesta aigua de forma incontrolada degradaria les cavitats cel·lulars buides i crearia deformacions, fissures i encongiments totalment irreversibles (AGUER 2006). D'altra banda, el ferro amarat d'aigua és igualment delicat davant un assecatge incontrolat; és molt important, per tant, que els objectes de ferro, els de ferro colat sobretot, mai es deixin assecar un cop excavats; s'han de mantenir humits, amb aigua (PEARSON 1987) (figura 1).

Una vegada extreta la portadora, es va col·locar en un recipient de polietilè d'alta densitat amb aigua a l'interior per crear un microclima del 100% d'humitat relativa. Aquest recipient era tancat, per evitar l'evaporació de l'aigua, cosa que garantia el 100% d'humitat relativa necessària per a la seva conservació, i opac,



Figura 1. Portadora en procés d'extracció

per eliminar la presència de llum. La il·luminació natural o artificial augmenta la sensibilitat dels materials a l'atac biològic, sobretot en condicions d'elevada humitat relativa (HR). De fet, qualsevol ambient amb una humitat relativa superior al 65% afavoreix el creixement de fongs i bacteris (CANEVA; NUGARI; SALVADORI 2003). Per impedir d'una manera més efectiva la proliferació de fongs hauria estat necessari mantenir la peça a una temperatura d'entre 4 i 5°C (AGUER 2006) ja que les elevades temperatures afavoreixen el desenvolupament de la major part dels microorganismes (la majoria dels organismes tenen el seu rang òptim de creixement entre els 25°C i els 35°C). Per tant, en condicions normals, la temperatura s'hauria de mantenir entre 16-20°C i mai per sobre dels 20°C, però en aquest cas, tenint en compte que tenim una HR del 100%, és preferible baixar el màxim sense arribar als 0°C sempre que sigui possible (CANEVA; NUGARI; SALVADORI 2003). En aquest cas, desafortunadament, va ser impossible mantenir aquesta temperatura donades les dimensions de la galleda. Per aquesta raó es va traslladar ràpidament al Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya (CASC) on s'havia de portar a terme la intervenció de conservació-restauració i on tenen les infraestructures necessàries per garantir-ne la conservació.

INTERVENCIÓ AL CENTRE D'ARQUEOLOGIA SUBAQUÀTICA DE CATALUNYA

Neteja i documentació

Una vegada al CASC es va retirar l'escuma de poliuretà i es van netejar en profunditat les restes de sediment per evitar la proliferació de fongs durant el tractament. La neteja es va fer amb aigua desionitzada

da i pinzells suaus, eines punxants d'acer inoxidable, bastonets de fusta, pinces i el llapis d'ultrasons per a les restes més dures. Normalment per fer adequadament la feina de neteja i els tractaments posteriors es desmunta la peça. En aquest cas, no es va desmuntar totalment perquè els fragments de les anelles de ferro que encara es conserven en la seva posició original mantenen units part dels llistons que conformen la galleda. Aquesta peça és un cas especial, atès que està composta per dos materials diferents, la fusta i el ferro, materials que necessiten rebre tractaments diferents i que són incompatibles entre si a l'hora de conservar-los i restaurar-los. En aquests casos, i si la peça ho permet, se separen els components dels dos materials diferents per fer els tractaments necessaris a cadascun d'ells i així garantir-ne la conservació en el temps. En alguns casos, com aquest, és preferible no separar-los perquè podria provocar l'empitjorament del seu estat de conservació. Així doncs, els fragments de ferro que ja s'han trobat separats de la galleda durant l'excavació han rebut un tractament específic per al ferro. En canvi, aquells que encara es trobaven en la seva ubicació original juntament amb la fusta han rebut el tractament específic de la fusta. En el tractament de material compost ferro-fusta, es prioritza la recuperació de la fusta perquè es considera el material més delicat.

Tot el procés de la intervenció queda documentat. La documentació inicial inclou la descripció de la peça, la descripció del seu estat de conservació, fotografies, dibuixos, presa de mostres per identificar el material i per calcular el seu estat de degradació. Es fan unes quantes pesades durant el procés d'intervenció: abans del pretractament, després del pretractament, durant l'assecatge, després de la liofilització i durant els dies posteriors per saber si la peça manté el seu pes o si contràriament torna a agafar humitat (AGUER 2006).

El seu estat de degradació el dona la concentració d'aigua a l'interior de la peça. S'agafa una petita mostra de la galleda humida, es pesa amb una balança de precisió de quatre dígits (pes inicial), després s'asseca a l'estufa d'aire forçat durant 1 hora i 30 minuts a 100°C i es tornen a pesar (pes final). La diferència entre el pes inicial i el pes final dividit pel pes final i multiplicat per 100, ens dona com a resultat un tant per cent que es compara amb els paràmetres de degradació establerts. En aquest cas, ens dona un tant per cent que ens indica un estat de degradació bastant alt (MICHEL i KLAUSENER 1999: 23).

Es determina també l'espècie a partir d'una mostra amb microscopi electrònic. Aquest punt és important, ja que conèixer el tipus d'arbre és primordial a l'hora

d'analitzar el resultat dels tractaments, perquè poden variar en funció del taxó. Les característiques anatòmiques observades permeten atribuir les restes de fusta al taxó *Juniperus Sp*¹.

Una vegada desmuntada i neta, es desolla amb banys d'aigua desionitzada, posteriorment es tracta amb una cera hidrosoluble per tal de consolidar les estructures cel·lulars malmeses i posteriorment fer una deshidratació per liofilització.

TRACTAMENT D'IMPREGNACIÓ PER IMMERSIÓ AMB POLIETILENGLICOL

Es comença la consolidació per impregnació amb diferents banys de polietilenglicol (PEG) de diferent massa molecular (de menys a més) i dissolt en aigua desionitzada en diferents concentracions. El PEG és un polièter que substitueix part de l'aigua que omple les cavitats cel·lulars de la fusta, dóna consistència i evita les deformacions i trencaments. Segons el seu pes molecular, el PEG pot funcionar com a crioprotector, com és el cas del PEG 400, i evitar la formació de cristalls de grans dimensions en el moment de col·locar-los al congelador que poden malmetre les estructures degradades (AMOIGNON 1983: 77), o bé com a consolidant, com és el cas del PEG 4000, ja que assegura una resistència mecànica a les estructures debilitades per la seva degradació (MICHEL i KLAUSENER 1999: 23). Aquest procés es fa a 50°C per afavorir la penetració del PEG en les estructures vegetals i evitar la proliferació de microorganismes (AGUER 2006). En aquest cas, atès que part del ferro no s'ha pogut separar de la fusta, s'afegeix als banys Hostacor, un inhibidor del ferro, a una concentració de l'1%.

Els principals agents que causen el deteriorament accelerat del ferro sota l'aigua, i en particular quan s'extreu a la superfície, són l'oxigen, l'aigua i els clorurs. Per tant, en períodes llargs d'emmagatzematge, desalatge i tractaments com el del PEG s'aconsella eliminar-los o controlar-los i això s'aconsegueix creant ambients alcalins. Aquests ambients alcalins impedeixen l'entrada d'oxigen, neutralitzen qualsevol acidesa a causa de la presència de clorurs, i també actuen com un inhibidor anòdic formant una pel·lícula de passivació sobre la superfície del metall (PEARSON 1987).

El primer bany es fa amb PEG de pes molecular 400, amb una concentració del 20% en aigua desionitzada

a una temperatura de 50-60°C durant un mes i deu dies. S'afegeix Hostacor a l'1% al bany que s'utilitza per evitar-ne la degradació durant el procés de consolidació de la fusta.

El segon bany es fa amb PEG 4000, amb una concentració del 30% en aigua desionitzada amb un 1% d'Hostacor i a una temperatura de 50-60°C i es deixa durant un mes i deu dies.

El tercer bany es fa amb PEG 4000, amb una concentració del 40% en aigua desionitzada, amb un 1% d'Hostacor i a una temperatura de 50-60°C durant un mes i deu dies.

Congelació i liofilització

Una vegada acabats els banys de consolidació per impregnació, s'extreuen els diferents fragments de la galleda, s'eliminen les restes de PEG més superficials amb l'ajut de paper absorbent i s'embalen dintre de bosses de polietilè fetes a mida tancades amb una termosegelladora. Posteriorment es posen al congelador i es congelen a -30°C. Una vegada congelats es liofilitzen.

La liofilització consisteix en l'aplicació del principi físic de la sublimació, que consisteix en el pas d'una substància en estat sòlid a l'estat de vapor sense passar per la fase líquida. En aquest cas l'aigua continguda en les fustes es congela i per liofilització s'elimina. S'evita així l'expulsió de l'aigua en fase líquida que provoca la ruptura de les estructures cel·lulars per fenòmens de tensió superficial. L'aplicació d'aquesta tècnica requereix un liofilitzador que consta d'una bomba de buit, un compressor frigorífic i un condensador associats a una cambra on es fa el tractament. En la cambra del liofilitzador on es col·loquen els objectes, es genera un buit de l'ordre dels 10⁻³ Torr que fa que els materials dins de la cambra mantinguin la temperatura de congelació i que, al mateix temps, s'iniciï la sublimació de l'aigua en forma de gel que a mida que s'elimina queda retinguda en el condensador que manté la baixa temperatura gràcies al grup de fred. Es fixen les condicions de treball de l'equip en funció de les fustes a tractar. Se'n controla la temperatura amb sondes termomètriques i s'acaba el procés quan la temperatura ha assolit uns 12 °C (en les condicions del Lio 60 de què disposa el Centre). Les fustes així tractades són més lleugeres que quan es van trobar, mantenen la forma i el color, es poden

1. Mètode realitzat per Raquel Piqué, professora de la Universitat Autònoma de Barcelona.



Figura 2. Procés de liofilització de la portadora



Figura 3. Portadora liofilitzada, comprovació de l'estat de la fusta

manipular i són objectes museïtzables (AGUER 2006) (figura 2).

Un cop els diferents fragments de la galleda surten del liofilitzador es comproven les possibles retraccions i esquerdes que pot haver sofert en l'assecatge dins del recinte del liofilitzador, i es compara amb els dibuixos que es van fer abans del tractament (figura 3).

Restauració

Es neteja l'excés de PEG amb un pinzell suau, raspallats i puntualment amb el LEISTER (aire calent).

Es consolida la fusta amb una resina acrílica: Mowilith 60 al 30% diluït en una barreja al 50% d'aigua i alcohol.

Es munten els diferents fragments de la galleda que s'enganxen amb Araldit Fusta. Es reintegren petites llacunes que poden fer perillar l'estabilitat de la peça també amb Araldit Fusta (resina epoxy de dos components: Araldit HV 427 i Araldit SV 427) que posteriorment es reintegren cromàticament (AGUER 2006) (figura 4).



Figura 4. El procés de muntatge i restauració de la portadora

Tractament del ferro

El dessalatge dels fragments de ferro que es van trobar separats de la galleda es fa amb un tractament específic per al ferro. El dessalatge es porta a terme mitjançant banys d'aigua desionitzada amb una concentració del 2% d'hidròxid de sodi per crear un pH alcalí que n'impedeix la degradació mentre es dessala. El primer bany té una durada de 3 mesos, el segon de 6 mesos

i el tercer de 9 mesos. Acabat l'últim bany s'introdueix en aigua desionitzada (banys) per eliminar l'excés d'hidròxid de sodi fins que el pH sigui lleugerament alcalí o neutre. En aquest punt es mesura la conductivitat, que hauria de ser aproximadament de 20µS, per garantir un òptim dessalatge. Posteriorment s'assequen els fragments a l'estufa d'aire forçat.

Es fan anàlisis dels fragments de ferro que ens indiquen que no queda pràcticament nucli metàl·lic.² Tots els fragments de ferro de la galleda presenten una capa de concrecions calcàries que ha mantingut la forma de les anelles com si es tractés d'un motlle. Per tant, es decideix fer només una lleugera reducció de la capa de concrecions calcàries que s'han format en la superfície dels fragments mitjançant la projecció d'àrids per treure una mica de volum. Els fragments que s'han desenganxat de la galleda es tornen a enganxar amb una resina epoxi.

CONDICIONS DE MANTENIMENT

Finalitzada la conservació curativa s'ha de fer una conservació preventiva, la qual cosa farà possible la no alteració posterior d'aquestes peces.

S'ha de tenir en compte que es tracta d'una peça composta de fusta i ferro, dos materials que necessiten condicions ambientals contràries per conservar-se; per tant, s'ha d'arribar a un compromís entre els dos materials.

Pel que fa a la fusta, el fet d'haver-li introduït el PEG com a consolidant fa que les condicions ambientals de permanència hagin d'estar controlades. Es recomana una temperatura d'entre 16-20°C, i una humitat relativa que estigui entre el 45 i el 55%. Per sobre del 55% provocaria una migració del PEG cap a l'exterior i crearia així una capa blanca i viscosa a la superfície de les fustes conservades. En canvi, per al ferro es recomana una temperatura de 16-20°C i una humitat relativa inferior al 40%. En aquests casos es prioritza la conservació de la fusta, que es considera un material més delicat que el ferro. Per tant, cal aproximar-se tant com es pugui a una humitat relativa entorn del 45%, que es troba dintre del rang mínim de la conservació de la fusta, però no gaire lluny del rang màxim del ferro.

S'ha d'evitar l'acumulació de pols i la llum directa. La font de llum no ha de passar en cap cas dels 200 lux; s'han d'eliminar les emissions d'infrarojos (IR) i limitar les de llum ultraviolada (UV) a 75 µW/1m com a màxim (MICHEL i KLAUSENER 1999: 23).

Tenint en compte les condicions de manteniment, una vegada restaurats, s'introdueix cada un dels catúfols en contenidors de polietilè d'alta densitat i opacs, amb un bon tancament per facilitar l'aïllament amb l'ambient exterior. S'introdueix també Art Sorb condicionat al 45% d'humitat relativa per garantir l'estabilitat ambiental dintre del recipient. L'Art Sorb és un tipus de gel de sílice indicat per al control de l'HR en un microclima estanc. És un material de sílice sensible a la humitat, que l'absorbeix o la deixa anar i compensa així les variacions d'humitat relativa³.

AGRAÏMENTS

La conservació i restauració d'aquesta galleda ha sigut possible gràcies a les ajudes rebudes del Servei d'Arqueologia i del Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya (CASC). El Servei d'Arqueologia de la Generalitat de Catalunya va donar una subvenció per poder fer la intervenció i el CASC ens va deixar les seves infraestructures i el materials de forma desinteressada.

BIBLIOGRAFIA

- AGUER SUBIRÓS, C. (2006). «Tractament de conservació per liofilització de les eines del jaciment neolític de La Draga de Banyoles». *Monografies del CASC, n°6: Els objectes de fusta en el poblat neolític de La Draga. Excavacions 1995-2005*. Museu d'Arqueologia de Catalunya-Barcelona. Girona, p. 163-166
- AMOIGNON, J. (1983). «Technique La Lyophilisation». *Archeologia* n° 182, Septembre.
- BADIAS, J.; SAULA, O. (1999). «Les Excavacions arqueològiques del jaciment del molí del Codina de Tàrraga». *Tamid 2*, Barcelona, p. 161-190.

2. Anàlisis realitzades per CETEC PATRIMONI: *Estudi químic-mineralògic i radiogràfic de les nanses metàl·liques d'una galleda de l'adoberia de Molí del Codina*. Novembre de 2010.

3. CTS, Fitxa tècnica de l'Art Sorb.

CANEVA, G., NUGARI, M.P., SALVADORI, O. (2003). «La Biologia nel Restauro». *Collana Arte e Restauro*. Nardini Editore, Firenze.

CETEC PATRIMONI: *Estudi químic-mineralògic i radiogràfic de les nanses metàliques d'una galleda de l'adoberia de Molídel Codina*.

COTS, P. (2005). *Memòria de l'actuació arqueològica (excavació i consolidació) desenvolupada entre els mesos de novembre del 2004 i gener del 2005 al molí del Codina (Tàrrrega, l'Urgell)*. Inèdita.

MICHEL, CLAUDE; KLAUSENER, MAX (1999). *Conservation et restauration de deux embarcations gallo-romaines mise au jour à Yverdon-les-Bains (canton de Vaud, Suisse) Traitement au polyéthylène glycol (PEG) des bois gorges d'eau*. Document du Musée cantonal d'archéologie et d'histoire de Lausanne. Lausanne, décembre.

PEARSON, COLIN (1987). *Conservation of Marine Archaeological Objects*. Ed. Butterworths, London, p. 105-116