



PHICARIA

VI ENCUENTROS INTERNACIONALES DEL MEDITERRÁNEO

NAVEGAR EL MEDITERRÁNEO



PHICARIA

PHICARIA

VI Encuentros Internacionales del Mediterráneo.
Navegar el Mediterráneo.

© de los textos y las imágenes:

Sus autores.

© de esta edición:

Universidad Popular de Mazarrón.
Concejalía de Cultura.

COORDINACIÓN EDITORIAL

José María López Ballesta.

EDICIÓN CIENTÍFICA

María Milagros Ros Sala.

PORTADA

Muher.

IMPRIME

I.G. Novoarte, S.L.

ISBN: 978-84-697-9948-2

Depósito Legal: MU-179-2018

Impreso en España / Printed in Spain

ÍNDICE

CONDICIONES Y CONOCIMIENTOS NAÚTICO-MARINOS EN LA ANTIGÜEDAD. Pere Izquierdo i Tugas	17
IL NAUFRAGIO DI SAN PAOLO A MALTA (<i>ATTI DEGLI APOSTOLI, 27</i>). TRA LA VITA E LA MORTE SUL MARE. Stefano Medas	37
EL MEDITERRÁNEO ARCAICO COMO ESCENARIO BÉLICO. Adolfo J. Domínguez Monedero	53
DE SIROS A KYRENIA: EMBARCACIONES EN EL MEDITERRÁNEO ORIENTAL HASTA EL FINAL DE LA ÉPOCA CLÁSICA. Jorge García Cardiel	81
COMERCIO FENICIO A TRAVÉS DE LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL YACIMIENTO SUBACUÁTICO DEL BAJO DE LA CAMPANA. ESTUDIO PRELIMINAR. Juan Pinedo Reyes	99
LA FUNCIÓN MECÁNICA DEL COSIDO EN LOS BARCOS GRIEGOS ARCAICOS. Xavier Nieto Prieto	117
UNA INTERPRETACIÓN NAÚTICA A LA ESTIBA DEL CARGAMENTO EN EL PECIO BOU FERRER. Carlos de Juan Fuertes	131
EL ESTUDIO DE LA NAVEGACIÓN ANTIGUA (S. II A.C. - S. VI D.C.) A TRAVÉS DEL PAISAJE COSTERO EN LAS COSTAS DE LA CARTAGINENSE. Felipe Cerezo Andreo	147
PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ASPECTOS RELIGIOSOS DE LOS LINGOTES CON FORMA DE PIEL DE TORO EN EL MEDITERRÁNEO DURANTE EL II MILENIO A.C. Álvaro Gómez Peña	163
LA NAVEGACIÓN EN LA CERDEÑA PREHISTÓRICA. Claudia Pau	183
ROMA Y LA PRIMERA GUERRA PÚNICA: UNA POTENCIA TERRESTRE ANTE LA GUERRA MARÍTIMA. Gerard Cabezas Guzmán	189
EL MONOPOLIO DEL COMERCIO MARÍTIMO ORIENTAL BAJO LA ÉLITE PUTEOLANA. Rebeca Arranz Santos, Clara Ramos Bullón y Carlos Díaz Sánchez	199
TOPONIMIA Y NAVEGACIÓN FENICIA EN EL EXTREMO OCCIDENTE EN LOS INICIOS DE LA COLONIZACIÓN. José Luis López Castro	217
MAGISTRADOS NAVALES EN LA REPÚBLICA: EL CASO DE LOS <i>DUOVIRI NAVALES</i> . Julián Espada Rodríguez	227
DELITOS MARÍTIMOS COMETIDOS TRAS UN NAUFRAGIO Y SU RESPONSABILIDAD PENAL DERIVADA. Teresa Encarnación Villalba Babiloni	235

**UNA INTERPRETACIÓN NÁUTICA A LA ESTIBA DEL
CARGAMENTO EN EL PECIO BOU FERRER**

CARLOS DE JUAN

UNA INTERPRETACIÓN NÁUTICA A LA ESTIBA DEL CARGAMENTO EN EL PECIO BOU FERRER

CARLOS DE JUAN

Resumen:

Tras las últimas campañas de excavación arqueológica subacuática en el pecio Bou Ferrer planteamos en el presente artículo algunas consideraciones sobre la estiba de su cargamento principal y secundario que van a permitir, según avancen las investigaciones, profundizar en el estudio del tonelaje de porte del navío romano

Palabras claves: Pecio, subacuático, estiba, navegación, arquitectura naval.

Abstract:

After the last campaigns of underwater archaeological excavation in the shipwreck Bou Ferrer we expose in this article some considerations about the stowage of its main and secondary cargo that will allow, as the investigations advance, to deepen the study of the tonnage of the Roman vessel.

Keywords: Shipwreck, underwater, stowage, sailing, naval architecture.

EL PECIO BOU FERRER

Hace ya más de una década que fue comunicado el descubrimiento del pecio romano Bou Ferrer a la administración competente por dos buceadores deportivos cuyos apellidos dieron nombre al yacimiento arqueológico subacuático (De Juan *et al.* 2008: 270). El pecio reposa a -25 m de profundidad frente a las playas de La Vila Joiosa, la antigua *Allon*, en la zona marítima situada al sur del Cap de la Nao, accidente geográfico divisor de las rutas marítimas en la Antigüedad y casi de la propia *Tarraconensis* en época alto imperial, con las zonas de influencia del puerto principal de *Tarraco*, al Norte, y de *Carthago Nova*, al Sur. En el momento de su descubrimiento tenía en su nivel superficial unas dimensiones de 24 x 8 m. La falta de atractivo para el buceo del tipo

de fondo en el que se localiza el Bou Ferrer, (aguas frías, sin fauna y poco transparentes), preservó intacto al pecio hasta que fue localizado.

El pecio Bou Ferrer debió de ser uno de esos grandes veleros mercantes de los que habla Estrabón cuando menciona que las naves más grandes y en mayor número que llegaban a los puertos de Roma eran las provenientes de la Turdetania (Strb. III, 2, 6), cargadas con todo tipo de productos. Tratándose de un yacimiento tan atípico en las costas españolas, no podemos más que plantear que el Bou Ferrer, o bien fue desplazado por un temporal de levante de su ruta por alta mar en la década de los sesenta del s. I d.C. (dirigiéndose de empopada a una costa conocida donde intentaría fondear para capear el oleaje) o bien que, tras una singladura no exenta de algún

tipo de problema, buscó el trayecto costero con asistencia en *Allon* antes de continuar su viaje hacia las Baleares, viéndose sorprendido por un temporal mientras estaba fondeado.

A razón de los datos que poseemos en la actualidad el Bou Ferrer es un gran mercante del periodo alto imperial romano con una eslora superior a los 27 metros (De Juan *et al.* 2014). Seguramente tuvo un porte de en torno a las 230 toneladas de ánforas del tipo Dr. 7-11, producidas en alfares como el de Villanueva de Puerto Real, en Cádiz (García Vargas, 2000). Este cargamento principal, quizás superior a las 2.500 ánforas, aparece estibado principalmente en tres pisos con un posible cuarto situado únicamente en la parte más central del navío, donde cada recipiente está encajado entre sarmientos de vid, con una precisa ordenación. En el contenido de las ánforas, estudio que desarrolla Piques (CNRS-Lattes), encontramos los restos de lo que fue una salsa de pescado muy bien elaborada, casi líquida, obtenida a través del filtrado de un producto que se elaboraba con una gran variedad de pequeños peces y otros de mayor tamaño. Salsas de pescado y sus derivados como el *garum*, la *muria*, el *liquamen* y el *hallec*, procedentes de la provincia romana de la Bética, eran mercancías apreciadas, algunas de gran valor, y constituían una base importante de la gastronomía romana. Los datos que conocemos hasta el presente nos indican que el Bou Ferrer debió de ser uno de aquellos grandes buques fletados por *negotiatori* itálicos y que abastecían a Roma, en ocasiones a cuenta de los programas imperiales de alimentos, con aceite, salazones, salsas de pescado, vino, metales (plomo y cobre) y productos manufacturados.

El yacimiento arqueológico está siendo objeto de campañas de excavación subacuática promovidas por la Generalitat Valenciana junto con la Universidad de Alicante y el museo arqueológico municipal de La Vila Joiosa “Vilamuseu”. El proyecto científico está codirigido por Cibecchini y quien suscribe, junto con un nutrido grupo de especialistas de variadas procedencias. La cuestión que queremos tratar en el presente artículo relacionado con las jornadas *Phicaria* de Mazarrón (Murcia) a las que amablemente fuimos invitados, está entroncado con una de las cuestiones básicas y obligatorias en la interpretación de los pecios como es la estiba del cargamento, partiendo del caso del Bou Ferrer.

UNA INTRODUCCIÓN NÁUTICA

La estiba, es decir, el arte de colocar a bordo la carga dando estabilidad al buque, nunca ha sido una cuestión bala-

dí. Una mala disposición de los bienes transportados puede tener consecuencias graves para la navegación e integridad de la nave, llevando a esta a naufragar si la carga no se ha dispuesto con corrección.

Para dar una interpretación arqueológica a la estiba del cargamento en el pecio Bou Ferrer, debemos introducir previamente conceptos ajenos a la arqueología y propios de la náutica, como son: *centro de carena*, *centro de gravedad*, *metacentro* y estabilidad. Cuando un barco está en el agua hay dos fuerzas que actúan sobre él, el empuje o flotabilidad, dirigido como un vector vertical desde un punto central (*centro de carena*) hacia arriba y el peso del barco (*centro de gravedad*), dirigido verticalmente hacia abajo, fuerzas fáciles de comprender observando la sección transversal de un barco (Fig. 1). Pero la embarcación al navegar con viento y oleaje, sufre infinitas variaciones de la posición y valor del *centro de carena*, ya que la superficie de obra viva del casco en contacto con el agua está variando continuamente, sufriendo inercias, creando el mástil y el velamen hinchado nuevas fuerzas, nuevas variaciones de la altura del *centro de gravedad* que van a hacer escorar y adrizar el barco, desplazándose el *centro de carena* pendularmente básicamente hacia los costados.

El barco será estable cuando tienda a recobrar el equilibrio de manera natural, contrarrestando las influencias comunes de la navegación en el mar. El *metacentro transversal* es el punto de intersección de la fuerza del empuje a 0° de escora (recordemos, *centro de carena*) con la fuerza del empuje, pero cuando se ha escorado el barco unos grados, cuando el *centro de carena* se va desplazando pendularmente a los costados. Si las formas de la nave, junto con un *centro de gravedad* situado en un punto alto respecto al *metacentro transversal* del barco, se combinan con el desplazamiento acusado del *centro de carena* hacia un costado, pasado un valor X de escora, medido en grados y condicionado por la manga y líneas del fondo del barco, las fuerzas del *centro de carena* y *de gravedad*, quedan alineadas con el buque escorado, volcándose irremediabilmente.

El cargamento de un barco tiene que moverse dentro de una horquilla definida por su *desplazamiento*, que es el peso del volumen de agua desplazada por la parte sumergida del buque, es decir el peso del mismo y que varía en función de la carga que es el tonelaje de porte o bruto. El mínimo, será aquel que permitirá navegar con seguridad al barco, porque tiene el calado necesario para que el empuje debido al agua desplazada (*centro de carena*) sea la suficiente y el máximo que vendrá definido por la capacidad en m³ de la bodega del

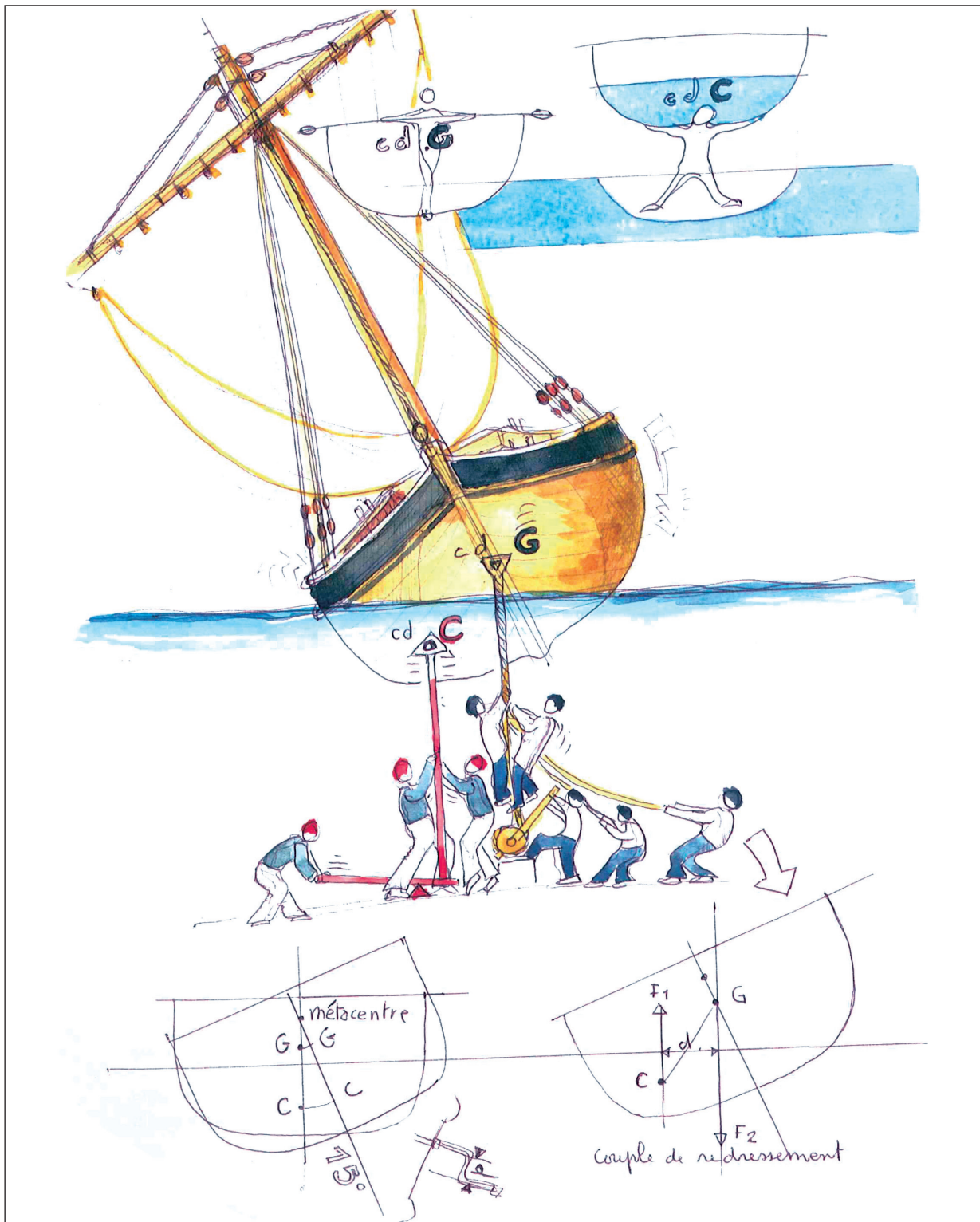


Figura 1. Esquema gráfico de las fuerzas del empuje (centro de carena C), el peso (centro de gravedad G) y la situación de corte de ambas fuerzas (metacentro) cuando el barco escora. (Gassend, Roman 2010:100).

barco, hasta donde no se comprometa, ni la estructura del navío, ni su navegabilidad por elevación acusada de la línea de flotación. Hemos definido las fuerzas que sufre el barco desde la perspectiva transversal (Fig. 1), pero el casco también sufre movimientos longitudinales al navegar, a la vez que torsiones dextrógiras y levógiras creadas por el arrufo y el quebranto¹ que desplazan el *centro de carena* también hacia proa y popa. Estos movimientos en el plano longitudinal son semejantes a los transversales salvo que, por las formas alargadas y fusiformes de un barco, el *metacentro longitudinal* se sitúa a una mayor altura respecto del transversal, por lo que el adrizamiento o vuelta a la posición de equilibrio tiene menos consecuencias en la estabilidad del barco.

Hacemos mención a todas estas cuestiones propias de la náutica para que sea fácil de comprender que el barco al navegar sufre numerosas fuerzas, marinas y aéreas, que afectan al cargamento en forma de inercias e incluso golpes, por lo que la colocación de la carga dentro de la bodega debe ser completamente firme, para que los vaivenes propios de la navegación en malas condiciones marítimas no produzcan corrimientos de la carga de consecuencias imprevisibles, que harían desplazarse el *centro de gravedad* a los costados o extremos de la nave, dejando al barco fuera del equilibrio necesario y expuesto al naufragio.

Cuando hablamos de que la carga ha de estar firmemente fijada en la bodega, para no sufrir desplazamientos que alterasen el *centro de gravedad* del barco, señalamos que un barco debe contabilizar en su *desplazamiento* una cantidad de agua embarcada propia de las filtraciones que pueden aparecer en el casco, incluyendo aquellas producidas por el agua que pueda embarcarse por la cubierta y tapa de escotilla que da acceso a la bodega, agua que circulará libremente por la sentina. Estas filtraciones de agua, intrínsecas a cualquier barco de madera que navegue, pueden convertirse en una causa de naufragio cuando su volumen incrementa el peso del conjunto del barco (*desplazamiento*) por encima del referido equilibrio con el empuje, definido por Arquímedes. Pero el agua embarcada también es un peligro si favorece la escora del barco en los movimientos pendulares propios de la navegación. Existen soluciones regionales al problema del movimiento transversal de las aguas en la sentina como



Figura 2. Bajo relieve pompeyano con el transporte de un ánfora atada por las asas (ca 79 d.C.) (Autor: desconocido).

es llenar las claras entre las cuadernas a la altura de la sentina de sarmientos de vid (p.e. Cap del Vol) para dejar circular el agua libremente por la sentina hasta la bomba de achique, pero no permitiéndoselo hacer con velocidad de costado a costado, ya que ello comprometería la estabilidad y seguridad de la nave. Esta agua filtrada que puede oscilar entre los 2000-3000 l en un barco de 20 m de eslora, se achicaba mediante bombas de rosario, que hacían ascender el agua desde la sentina a la cubierta para desaguarla por los imbornales.

LA ESTIBA DE LAS ÁNFORAS EN ÉPOCA ROMANA

La colocación o estiba de las ánforas en la bodega viene condicionada por las formas propias de este tipo de contenedor y las fusiformes del barco. Lo primero que queremos remarcar es que, el ánfora, como recipiente diseñado para el transporte marítimo, tiene unas características funcionales que le hacen ser muy resistente a las fuerzas en sentido vertical, concentrando todo su peso en el pivote, soportando las asas asociadas al borde, perfectamente la tracción en sentido vertical (Fig. 2). Pero sus formas en

¹ Los esfuerzos de arrufo y quebranto, son la combinación de tensiones mecánicas que sufren las naves en el medio marino. Se llama esfuerzo de arrufo al basado en la elevación simultánea de la proa y la popa frente al plano horizontal del barco provocando una fuerte curvatura de toda la nave y el esfuerzo de quebranto es justo el inverso, donde el oleaje tiende a elevar la parte central de la nave, dejando “colgadas” la proa y la popa, provocando una tensión longitudinal opuesta a la anterior. De ahí la importancia de la carpintería longitudinal. Cuando una nave navega entre las olas, sucesivamente atraviesa las crestas y los valles o senos de éstas por lo que las tensiones se alternan sucesivamente, creándose torsiones del casco con la suma de estas dos fuerzas cuando inciden de manera lateral, algo que no sucede en un espacio náutico fluvial, pero sí de manera poco acentuada en el lagunar.



Figura 3. Ánforas del pecio de Albenga, expuestas en el museo del municipio, donde se representan en cuatro pisos de carga de la nave (Autor: De Juan).

época romana, a parte de la referida propiedad, permiten el apilamiento en sucesivos pisos, aprovechando el espacio que queda entre conjuntos de tres o cuatro ánforas, para situar en él una perteneciente a un piso superior, es ello lo que motiva la particular forma de su cuerpo. La tipología y resistencia mecánica del ánfora, condiciona no solo los litros de producto contenido, sino un máximo peso apilable sobre su carena y por ende, de pisos de cargamento que puede soportar sobre sí.

Uno de los ejemplos arqueológicos de época romana que nos habla de este tipo de apilamiento lo tenemos en el pecio republicano de Albenga con un cargamento de vino envasado en Dr. 1B que se llegó a estimar en 10.000 uni-

dades, junto con un número reducido de ánforas adriáticas Lamboglia 2, cerámica campana A y C, común y siete cascos de bronce. Naufragado en la Liguria tuvo como destino probable la Galia. Con la excavación en 1950 se inició la primera etapa de la arqueología subacuática moderna, donde se consideraba al barco un mero depósito de materiales arqueológicos coetáneos. Excavado sin la participación de arqueólogos, las conclusiones y sobre todo las interpretaciones debemos ponerlas en duda desde estas líneas, tanto por lo que hace referencia al número de ánforas, pisos de apilamiento (cuatro o cinco²) y dimensiones del navío.

El pecio de Madrague de Giens quizás sea el máximo exponente de la época republicana para ilustrar el método

² Desde nuestra perspectiva y conocimiento de la tipología anfórica, plantearíamos como más plausible que las ánforas del referido pecio se dispusieran en tres pisos.

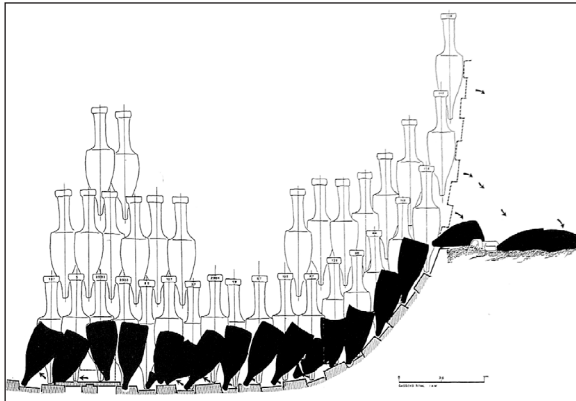


Figura 4. Sección del pecio de *Madrague de Giens* (76-60 a.C.) junto con la hipótesis de restitución del cargamento apilado, a partir de la disposición de las ánforas en el primer piso. (Pomey, Rieth 2005:95).

de estiba de un gran cargamento de vino envasado en ánforas Dr. 1B. Se descubrió en 1967 a 18-20 m de profundidad y a tan solo 350 m de la punta del Ermitage, en la península de Giens. Su excavación sistemática entre los años 1972 y 1982 realizada por Pomey y Tchernia constituye uno de los hitos de la arqueología subacuática, no solo francesa sino internacional, donde se desarrolló el método y las técnicas de excavación que continúan utilizándose, con algunas evoluciones, en la actualidad. El yacimiento se reabrió en 1993 para tomar una serie de muestras para realizarse un análisis dendrocronológico. Las cuatro primeras campañas, de 1972 a 1975 se realizaron en la parte central del pecio y a partir de 1976 las excavaciones se realizaron tanto en la proa como en la popa, con resultados importantes que justificaron las campañas hasta 1982 (Pomey 1982: 133).

El pecio se encontraba intacto en el momento de su descubrimiento con un cargamento comprendido entre las 6000 y las 6500 ánforas vinarias Dr. 1B de cuatro tipos morfológicos diferentes, estibadas a tresbolillo en tres capas o pisos apilados y superpuestos, llevando muchas de ellas estampillas del taller de producción, siendo el más frecuente *Publius Veveius Papius* que permitió localizar la región de origen en Terracina (Hesnard 1977), al sur de Roma. Se presupone que las ánforas transportaban *cecui-*

bo, uno de los mejores vinos itálicos del periodo. Con el cargamento también viajaban cerámicas campanas y comunes, colocadas en cajas encima de las ánforas. En la popa del barco apareció vajilla de abordo perteneciente a la marinería del barco. Se trataba de piezas de cerámica común y campaniense³ A con grafitis, algunas lucernas, un *simpulum*, una balanza de bronce, tres lingotes de plomo, trigo y dos cascos. Durante la excavación aparecieron una serie de piedras con origen en la zona del naufragio, asociadas a butrones en el cargamento, así como en la zona de la bomba de achique, lo que indicaría que de antiguo, *urinatores*⁴ recuperaron parte del cargamento y de la dotación del barco. Arena volcánica presumiblemente de Campania ayudaba a la estiba junto con abarrote de ramas. El estudio del cargamento permitió datar el naufragio entre el 75 y el 60 a.C.

Lo que aporta la excavación de *Madrague de Giens* respecto a la cuestión de la estiba es comprender como el cargamento de ánforas dispuesto por pisos, reparte el peso del conjunto de manera uniforme por todo el casco de la nave, el cual descansa en todos los pivotes del primer piso del cargamento (Fig. 4), gracias a la retícula ordenada de tres pisos de ánforas, que de costado a costado y de mamparo de proa a mamparo de popa, deja inmóvil la carga al estar todos los huecos que quedaban posibles abarrotados por ramas y que son el seguro, en el caso de la rotura de ánforas aisladas, para que no se descomponga la carga. En el caso de *Madrague de Giens* fue en el espacio creado entre cuatro ánforas de un piso, que tienen tocándose las panzas entre sí, donde se coloca un ánfora del piso superior (Fig. 5).

Por lo que hace referencia al caso concreto del pecio *Bou Ferrer*, tras su naufragio este quedó depositado en un sustrato arenoso a -27 m de profundidad, colocado adrizado en posición de navegación, pero levemente escorado hacia uno de sus costados, coincidente con el Este, según hemos ido interpretando con el desarrollo de las campañas de excavación. La presencia de toda su carga desplazada hacia uno de los costados nos lleva a plantear la posibilidad del corrimiento de carga como causa del naufragio, si bien el proceso post-deposicional podría haber creado seme-

³ La cerámica campaniense se componía principalmente de formas con la pasta de arcilla clara, Lamboglia 1, 2, 3, 4, 5/7 y 11. En la zona de la bomba de achique se encontró platos grandes de la forma Lamboglia 5/7 de pasta gris, algunos todavía apilados, así como los fragmentos de tabillitas que constituían las cajas de embalaje de esta cerámica.

⁴ La estela del puerto de Ostia dedicada al emperador Antonino Pio del s. II d.C. revela la existencia de una corporación de buceadores especializados, dichos *urinatores*.

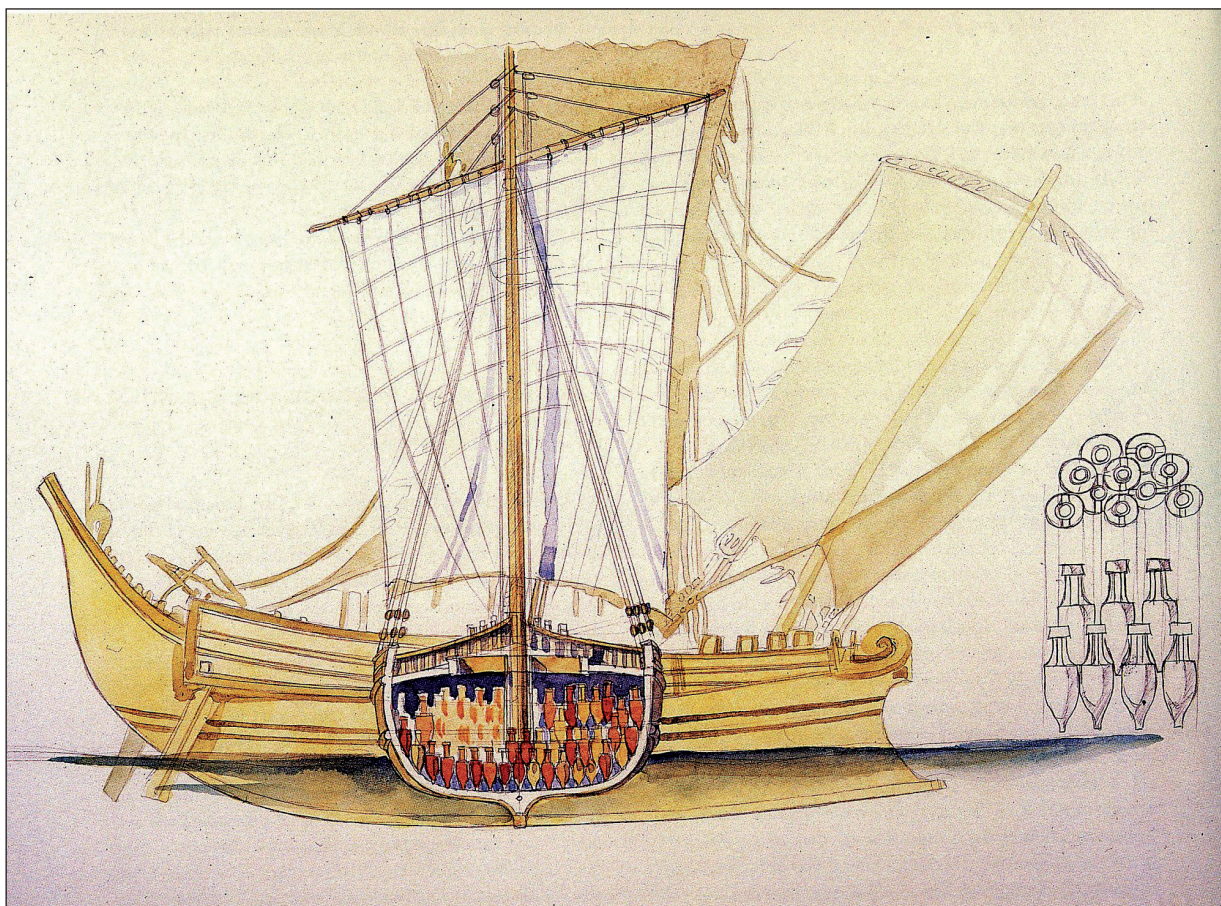


Figura 5. Vista frontal y sección idealizada del pecio Madrague de Giens a partir del mosaico de Themetra; Disposición de los pisos de ánforas aprovechando el hueco creado entre cada conjunto de cuatro ánforas con las panzas tocándose entre si. (Gassend, Roman 2010).

jante disposición del cargamento *a posteriori*. Pensamos que, durante un periodo de tiempo quizás elevado, la nave restó en posición adrizada y mantuvo su carga estibada sin excesivas alteraciones, a pesar del naufragio, simplemente sufriendo los vaivenes propios del mar, causados por las corrientes submarinas, que seguramente favorecieron que se fuera enterrando en el sustrato. Este vaivén causó que se produjesen erosiones por fricción entre las ánforas del cargamento, hasta incluso perforarlas. La fauna y flora submarina, fueron colonizando calcáreamente la superficie de las ánforas, salvo los puntos de contacto entre ellas, a la vez que una deposición lenta pero continuada en el tiempo de sedimentos finos fangosos, iba poco a poco colmatando el pecio. Con seguridad, una vez la estructura en madera de la nave fue frágil y comenzó a quebrarse y a desaparecer, se produjo una gran caída de la carga hacia el sector Este del yacimiento, rompiéndose el casco a la altura del

pantoque, al menos en la zona de manga máxima, conservándose afortunadamente en las ánforas, las mencionadas improntas de contacto, sin concreciones calcáreas y que ya en ese momento, muy enterradas en sedimento fangoso propició que no se alterasen. Ello ha permitido que un número elevado de ánforas conserven las improntas de los puntos de contacto de su posición original en la estiba. Éstas se sitúan en la mayoría de los casos en la carena superior, justo donde comienza la panza y en el tercio inferior de ésta (Fig. 6). Todas las ánforas revisadas presentan como máximo, conjuntos de tres improntas superiores y tres inferiores, lo que permite asegurar que la ordenación de la estiba estaba realizada mediante una retícula de ánforas, que aprovecha el hueco que queda libre entre cada tres ánforas de un mismo piso, para situar un ánfora del piso superior.

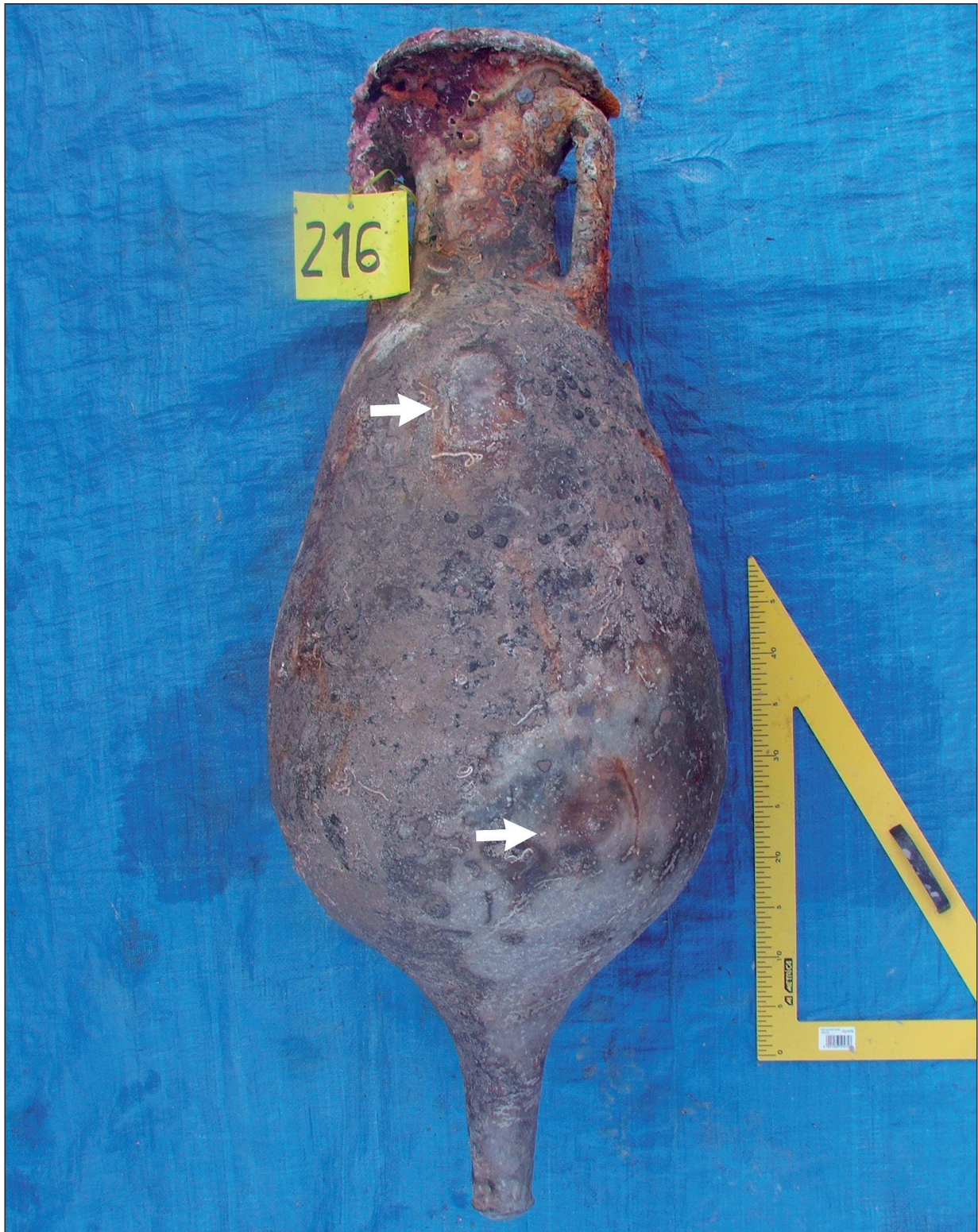


Figura 6. Ejemplo de una de las ánforas que presenta las marcas de contacto. (Autor: G. Lo Bue).

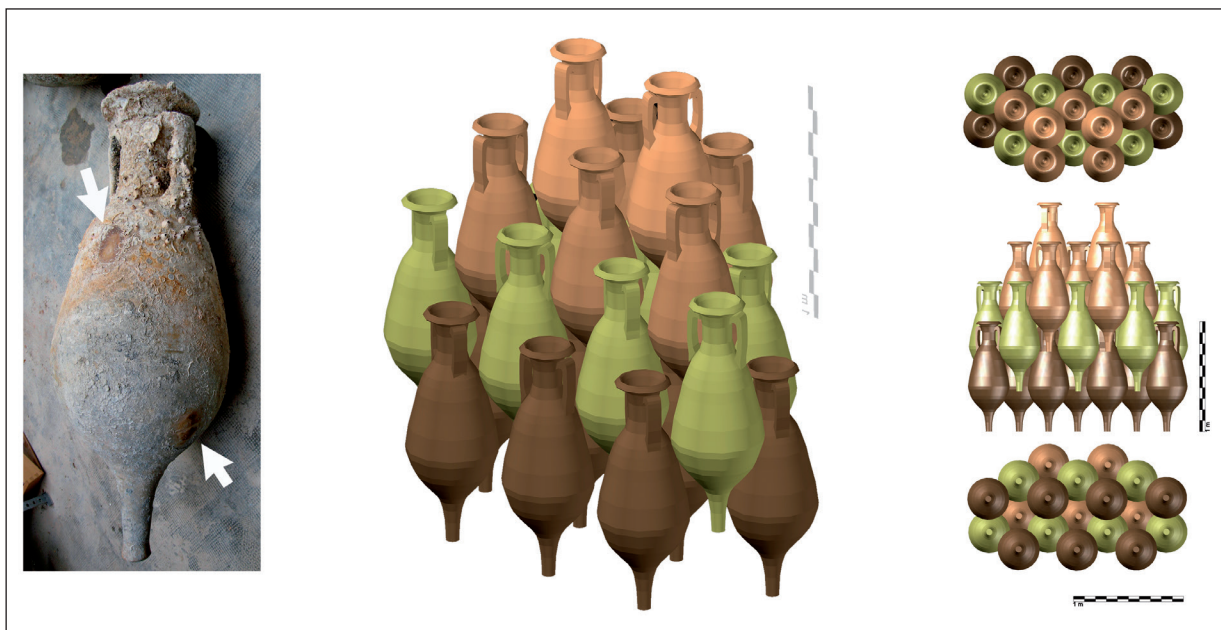


Figura 7. Ánfora con las marcas de contacto sin concreciones calcáreas y modelos digitales teóricos sobre la posible estiba del pecio Bou Ferrer. (Autor: De Juan).

No parece que exista correlación entre los cuatro tipos anfóricos documentados (De Juan, Cibechinni 2014) y el piso de ánforas en el que han sido localizados, si bien a grandes rasgos, las ánforas más voluminosas y pesadas se encuentran en los pisos inferiores y las más ligeras en los superiores, apareciendo algunos ejemplares aislados que rompen esta tendencia.

Realizamos en el final de la campaña de 2007 una modelización 3d, únicamente orientativa tras poner en práctica un ejercicio real con varias ánforas depositadas en el Vilamuseu. Tomamos los tipos anfóricos del yacimiento (BF1 y BF2), constatando que para poder situar un ánfora “del piso superior” en el hueco existente entre tres, dado que son tres las marcas de contacto en cada ánfora a la altura de la carena y el tercio inferior, ha de existir una separación regular entre ellas. Lógicamente para poder estibar las ánforas del primer piso, colocadas a tresbolillo con una equidistancia entre panzas de 15-20 cm o unos 30 cm entre pivote y pivote (el *pes* romano tiene 29,57 cm), debe entrar en juego el abarrote de sarmientos, constatado en la excavación, que debió de sostener verticales las ánforas del primer piso, de costado a costado y de mamparo a mamparo, hasta que las ánforas del segundo piso empezaron a hacer firme con su peso la retícula creada. A su vez, todos los espacios libres, debieron de seguir siendo abarrotados con

sarmientos y así sucesivamente hasta completar los pisos de cargamento de ánforas.

Una de las cuestiones propias de la investigación en el Bou Ferrer es dilucidar cuantos pisos transportaba, ya que la implicación económica del transporte y las características del barco varían enormemente. En estos momentos de la investigación parece que sin duda al menos eran tres a lo largo y ancho de toda la bodega, pudiéndose elevar esta cifra hasta cuatro, pensamos únicamente en la zona central del navío, la que se corresponde con la trinchera central de excavación, a juzgar por numerosas ánforas rotas en el nivel superficial que se han documentado, incluso en ocasiones tipos anfóricos que pertenecen al grupo de las Dr. 7-11 pero de dimensiones más reducidas. Sin embargo, valoramos desde la prudencia este dato, ya que la constatación de enganches de redes de trasmallo en épocas históricas, hasta las modernas acciones de expoliadores puede haber modificado el nivel superficial del pecio, llevándonos a la confusión. La observación del corte arqueológico de la trinchera en su cara Norte junto con el gran derrumbe de ánforas, muchas de ellas bocabajo, situado en el extremo Este de la trinchera de excavación, aparentemente caídas de un cuarto piso no preservado, sostendría arqueológicamente el argumento de un cuarto piso de ánforas en la zona central del buque.

Gracias a un modelo digital realizado en 2007 (Fig. 7) pudimos comprobar que altura teórica que podría alcanzar un conjunto de hasta cuatro pisos de ánforas, está comprendida entre 2-2,10 m dato de gran interés para compararlo con las medidas de puntal máximo del barco, que se vislumbra como de importantes dimensiones. En el caso de moverse el valor del puntal máximo entre los 3 y 4 m, la estiba de las ánforas realizada de la manera expuesta hace descender el *centro de gravedad* (vid. *supra*) de la nave y por ello mejora su seguridad en malas condiciones marítimas.

SOBRE LA LA ESTIBA DE LOS LINGOTES DE PLOMO

El estudio que están realizando los profesores Christian Rico y Claude Domergue (Universidad de Toulouse Le Mirail) sobre el cargamento de plomo que transportaba el pecio Bou Ferrer en su último viaje está siendo fundamental para la correcta interpretación del yacimiento y la operación de comercio de la que formaba parte este transporte marítimo. Tras la campaña de 2017, todavía no estamos en disposición de valorar el número de lingotes que pudo transportar el mercante y serán las futuras excavaciones las que determinarán ese valor. Hemos propuesto, desde la prudencia, que podrían alcanzar la cincuentena, siempre que su disposición continúe siendo la conocida hasta ahora, es decir dos hiladas paralelas a cada lado de la carlinga del mástil (Fig. 8), lo que nos haría movernos entre las 3,5 y las 5 t de peso, dada la colocación a veces por pares de lingotes en una misma hilada.

Pecios comparables por el tipo de comercio, (productos béticos derivados del pescado, junto a metales como el plomo y el cobre) como es el caso del Sud Lavezzi 2 naufragado en el Estrecho de Bonifacio en Córcega (Liou, Domergue 1991), plantea otro tipo de disposición para el cargamento de plomo, mediante sucesivas hiladas paralelas de lingotes, distribuidas longitudinalmente por el piso de la bodega (Fig. 9), siendo el caso del Sud Perduto 2, también naufragado en el Estrecho de Bonifacio (Bernard, Domergue 1991) diferente al Bou Ferrer y Sud Lavezzi 2, ya que en este caso se colocaron dos apilamientos de lingotes justo tras la base del mástil, sobre la carlinga, en la vertical del centro de carena de la nave donde menos movimientos e inercias hay, “proa-popa” y “babor-estribor”. Más dudosa es la colocación de los lingotes en el Cabrera 5, pecio situado en el archipiélago mallorquín que le da su nombre (Colls, Domer-

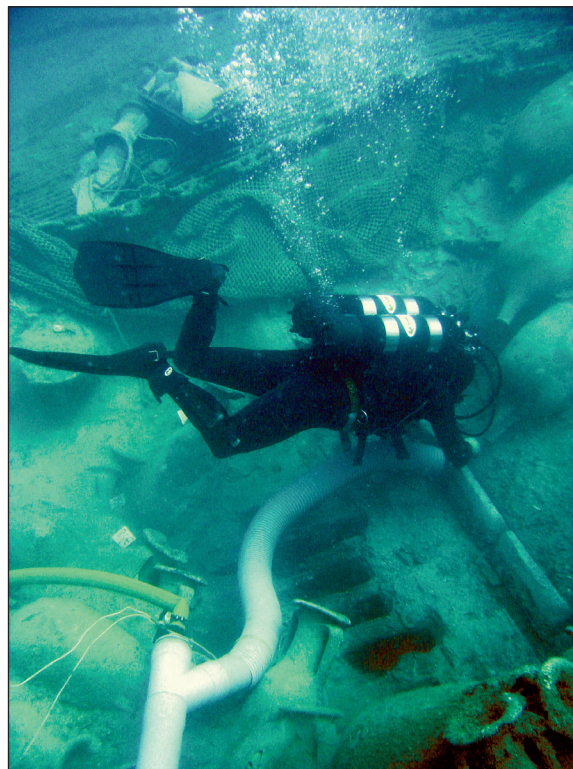


Figura 8. Vista del eje axial del pecio Bou Ferrer, sector en excavación en el año 2012, donde se observa una hilada de lingotes al Oeste de la carlinga (Autor: De Juan).



Figura 9. Distribución por hiladas paralelas de lingotes colocados de proa a popa en el pecio Sud Lavezzi 2 (Liou, Domergue 1991:27).

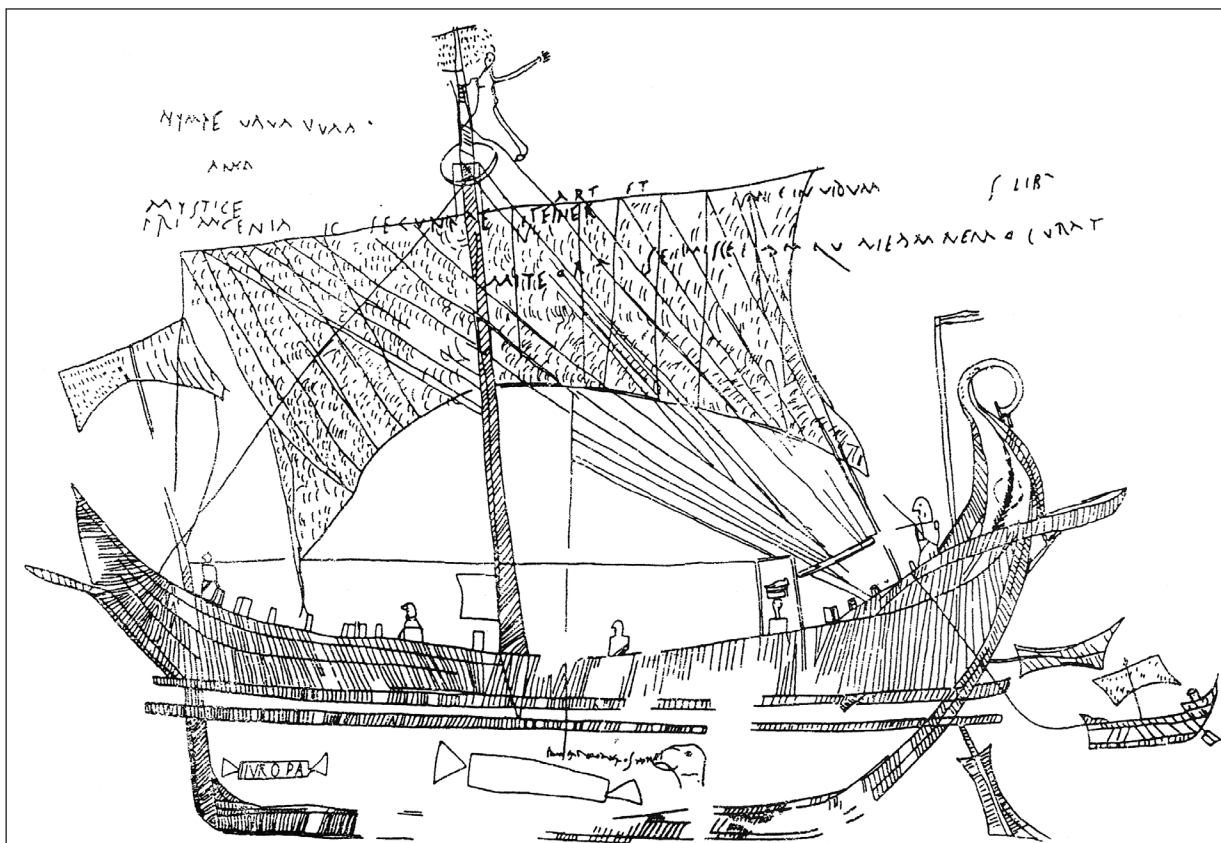


Figura 10. Grafito de la nave Europa (Pompeya), gran velero de comercio Altoimperial donde se pueden observar con cierto realismo, partes estructurales del barco, así como sus dimensiones gracias a una escala humana que parece en sintonía. (Pomey, Rieth 2005).

gue, Guerrero 1986), con un cargamento de salazones muy similar al Sud Perduto 2, ya que aparentemente colocados en un apilamiento, según los informes existentes podría tratarse de un acopio hecho por explotadores⁵.

Algunos de los lingotes del pecio Bou Ferrer extraídos en el año 2012, se observan en un estado de conservación precario y erosionados⁶ que abrieron la puerta a propuestas sobre si podían ser galápagos viejos reutilizados, pertenecientes pues a un lastre estructural y fijo en la nave, quizás observando a los mercantes del periodo romano como si compartieran las líneas de agua con las naves del s. XVIII. Desde la perspectiva de la arqueología naval y desde la óptica del estudio del comercio marítimo romano, el referido

argumento parece muy poco probable, como vamos a tratar de argumentar.

Un lastre es aquel peso con el que se carga una embarcación para que ésta se sumerja hasta un calado conveniente. Se trata de que el barco en el agua tenga el peso suficiente y que únicamente la carena, mástil y aparejos por si mismos no permiten. Para que se cumpla el teorema de Arquímedes y se puedan combinar en equilibrio el peso del barco (entendido en conjunto) y la fuerza del empuje (flotabilidad) por el agua desplazada (es decir el *centro de gravedad* y *centro de carena*, *vid. supra*) hace falta una carga mínima, así el barco podrá navegar sin riesgo a volcar. Cuando la carga no tiene valor económico, comúnmente la denominamos lastre.

⁵ Faltaría por dilucidar si estaban inspirados en lo que vieron previamente a su acción. Por otra parte, tal y como se observan los lingotes dispuestos en la fotografía de la época, sin una base rígida embragada y por el peso del conjunto, no es posible su recuperación directa a superficie.

⁶ Sin poder dar todavía una explicación al porqué del estado de los lingotes del Bou Ferrer, sugerimos que quizás, dado su peso medio cercano a los 70 kg, sufrieron mucho en los sucesivos transportes desde las minas de Linares-La Carolina, las más alejadas geográficamente, hasta el puerto de Gades.

La antropología cultural marítima nos enseña que hacer viajar un barco mercante únicamente cargado con lastre es la última de las posibilidades a valorar por un armador (*navicularius*) o comerciante (sea *negotiator* o *mercator*) ya que implica un viaje marítimo, con todos sus gastos y riesgos, carente de beneficio económico. Si ello ha de realizarse por una causa de fuerza mayor, el lastre acostumbra a ser de piedras, arenas o gravas, fáciles de acopiar en el puerto y sin valor económico inmovilizado alguno, según nos muestran los escasos ejemplos arqueológicos conocidos con lastre como parte de la carga, como es el caso del pecio de Cavalière (Charlin, Gassend, Lequément 1978) con una carga de cerdo doméstico, ánforas y lastre, relacionados con un comercio regional de menor porte. Puede darse una casuística enorme en la que se convine una carga con valor económico complementada con lastre, incluso hasta una estiba definitiva en un puerto de partida, pero claramente el pecio Bou Ferrer, mercante de gran tonelaje, está fuera de este modelo de comercio.

El tipo arquitectónico del pecio Bou Ferrer, pensamos en estas alturas de la investigación, podría tener su referente más próximo en el pecio de La Bourse de Marsella (Gassend, Coumo 1982), por lo que se refiere a la arquitectura naval y a las formas muy fusiformes de amplia anchura, lo que lleva a una ratio de proporciones entre la eslora y la manga de 2,66, por lo que puede parecer una gran plataforma propulsada a vela. La representación iconográfica de un gran velero mercante cronológicamente coincidente con el pecio Bou Ferrer las encontramos ambas en Pompeya, en el bajo relieve de la tumba de *Naevolia Tyché* (ca. 50 d.C.) y en el grafito de la nave Europa (79 d.C.) (Fig. 10), una arquitectura naval cuya proa no coincide con los tipos catalogados en el mosaico de Althiburus (Casson 1971: fig. 136), pero sí con otras muestras iconográficas como son el sarcófago de Sidon (fin del s. I o inicios del II d.C.) expuesto en el museo de Beirut o los grafiti de la Iglesia del Santo Sepulcro de Jerusalem (Basch 1987: 463-464). Queremos remarcar con ello, que según los datos preliminares sobre las formas y dimensiones del pecio Bou Ferrer, debemos catalogar el pecio en el grupo de grandes mercantes, quizás con formas semejantes a los representados en la iconografía del periodo. Por ello, en ningún caso una carga de plomo de 3,5 t o 5 t podría cumplir el cometido de lastre por sí mismo, ya que no lograría equilibrar el peso del conjunto (*centro de gravedad*) con la fuerza del empuje (*centro de carena*). A la vez la situación tan elevada del *centro de gravedad* respecto al *metacentro* que daría como resultado, no aportaría seguridad a la navegación.

Lógicamente para una carga de lingotes de plomo, muy pesados en relación a su volumen, los estibadores romanos aplicaron la lógica aprendida por la praxis: los objetos de menor volumen y más pesados deben de ir centrados y en el fondo de la bodega, para paulatinamente ir estibando la carga, hasta dejar aquellos objetos más voluminosos y menos pesados en las partes más altas de la bodega. Por ello colocaron los lingotes de plomo, para no entorpecer la estabilidad de la nave en navegación, centrados y en punto más bajo posible de la carena, para de esa manera hacer bajar al máximo el centro de gravedad del barco para favorecer el momento de adrizamiento, la vuelta al equilibrio, siendo en el caso que nos ocupa, mediante dos hiladas paralelas dispuestas a cada lado de la carlinga, a lo largo del eje axial de la nave. De la misma manera, observamos sin que ello sea una regla matemática, que las ánforas más pesadas se sitúan en los primeros pisos de carga y las más menudas y ligeras en los pisos superiores.

CONCLUSIONES

Para interpretar correctamente los naufragios de época romana por lo que hace referencia a sus cargamentos y su disposición, es absolutamente necesario conocer ciertas particularidades de los barcos cuando están navegando, leyes de la física que se cumplen irremediabilmente en el medio marino. La estiba de los cargamentos en los barcos no fue, ni es una cuestión menor. Una mala disposición del cargamento puede provocar que éste se desplace dentro de la bodega por motivo de un movimiento acusado del barco a causa del mal clima marítimo. Las formas particulares de las ánforas hacen que sean recipientes poco funcionales en el uso diario dado que son contenedores que están pensados para el transporte, fundamentalmente el marítimo. Soportan muy bien el peso y la tracción en sentido vertical, por lo que sus formas fueron evolucionando a lo largo de la antigüedad para permitir el apilamiento de ánforas en la bodega como desde principios del s. V a.C. atestigua el pecio de Grand Ribaud F (Pomey, Rieth 2005). Los cargamentos envasados en ánforas parece que mayoritariamente se disponen en tres pisos principales según atestiguan pecios como la Madrague de Giens o el Bou Ferrer, si bien en este último parece constatarse un pequeño cuarto nivel en la zona central del buque. Hemos prestado atención en el presente trabajo a la pregunta recurrente sobre la importancia económica de los lingotes de plomo transportados en el pecio Bou Ferrer, puesto que podrían ser interpretados como un lastre estructural del navío. Como hemos tratado de demostrar, incluyendo por ello un

epígrafe específico sobre la náutica, el cargamento de lingotes de plomo por sí mismo es ínfimo de cara a lograr el peso suficiente del conjunto del barco y lastre para que el empuje lo mantenga a flote y adrizado, teniéndose que considerar el referido cargamento de lingotes de plomo como un producto valioso transportado con fines comerciales. La lógica del reparto de pesos en el interior de la bodega del barco lleva a situar esta particular carga alineada con el eje de crujía de la nave en la parte más baja de esta.

BIBLIOGRAFÍA

- ARANEGUI, C., DE JUAN, C., y FERNÁNDEZ, A. (2004): “*Saguntum* como puerto principal, una aproximación náutica”, en Zevi A.G., Turchetti R. (eds), a *Méditerranée occidentale antique: les échanges*, Actas del III seminario ANSER. 75-100. Cosenza.
- BERNARD, H.; DOMERGUE, C. (1991): Les lingots de plom de l'épave romaine de Sud Perduto 2 (Bouches-de-Bonifacio, Corse). *Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de la Corse* 659. 41-95. Bastia.
- CASSON, L. (1971): *Ships and seamanship in the Ancient World*. Princeton.
- CHARLIN, G.; GASSEND, J.- M.; LEQUÉMENT, R. et alli (1978): L'épave antique de la baie de la Cavaliere, *Archaeonautica* 2. 9-93. Paris.
- CIBECCHINI F., DE JUAN, C. y VENTO E. (2006): “Il Bou-Ferrer: protezione e studio di un relitto affondato nel I secolo nelle acque di Villajoyosa (Alicante – Spagna)”, *Archaeologia Maritima Mediterranea, An International Journal on Underwater Archaeology*, 3/2006. 43-56.
- CIBECCHINI, F. (2009): «Les amphores espagnoles. Les trois produits-clés de l'Espagne romaine: sauce de poissons, huile et vin», *César. Le Rhône pour mémoire. 20 ans de fouilles archéologiques dans le fleuve* (L. Long y P. Picard eds.), Arles, 252-262.
- CIBECCHINI, F., DE JUAN, C., VENTO, E. (2006): «Il Bou-Ferrer: protezione e studio di un relitto affondato nel I secolo nelle acque di Villajoyosa (Alicante-Spagna)», *Archaeologia Maritima Mediterranea, An International Journal on Underwater Archaeology* 3, Roma, 43-56.
- COLLS, D.; DOMERGUE, C; GUERRERO, V. (1986) Les lingots de plomb de l'épave Cabrera 5 (île de Cabrera, Baléares). *Archaeonautica*, 6. 31-80. Paris.
- DE JUAN, C., CIBECCHINI F. y MIRALLES, J.S. (2014): “El pecio Bou Ferrer (La Vila Joiosa-Alicante). Nuevos datos sobre su cargamento y primeras evidencias de la arquitectura naval” en Nieto *et al.* (éd.) *Actas I Congreso de Arqueología Náutica y Subacuática Española* Cartagena, 14, 15 y 16 de marzo de 2013. Vol. 1, 2014, págs.113-124.
- DE JUAN, C., CIBECCHINI F. y VENTO E. (2008): «Intervención arqueológica subacuática en el pecio Bou-Ferrer (Alicante, España): resultados preliminares de la campaña 2006», *V Jornadas Internacionales de Arqueología Subacuática, Comercio, redistribución y fondeaderos: la navegación a vela en el Mediterráneo*, Universitat Internacional de Gandia, Universitat de Valencia, Valencia, 269-277.
- DOMERGUE, C. (1998): «A view of Baetica's external commerce in the 1st c. A.D. based on its trade in metals», en *The Archaeology of Early Roman Baetica*, (S. Keay éd.), *Journal of Roman Archaeology, Supplementary Series Number 29*, Portsmouth, Rhode-Island, pp. 201-215.
- DOMERGUE, C., QUARATI, P., NESTA, A., OVEJERO, G., y TRINCHERINI, P.R. (2012): «Les isotopes du plomb et l'identification des lingots de plomb romains deuz mines de Sierra Morena. Questions de méthode : l'exemple des ligots de l'épave Cabrera 4», *Pallas*, 90, pp. 243-256.
- GARCÍA VARGAS, E. (1998): *La Producción de ánforas en la bahía de Cádiz en época romana* (s. II a.C. – IV d. C.), Écija.
- GARCÍA VARGAS, E. (2000): “La producción de ánforas romanas en el sur de Hispania. República y Alto Imperio”, *Congreso Internacional ex baetica amphorae, Conservas, aceite y vino de la Bética en el Imperio Romano*, Sevilla – Écija 1998, Vol. 1. 57-174.
- GARCÍA VARGAS, E.; BERNAL D. (2008): *Ánforas de la Bética, Cerámicas hispanorromanas, un estado de la cuestión*, (D. Bernal Casasola, A. Ribera i Lacomba, eds.), Cádiz. 662-687.
- GASSEND, J-M.; CUOMO, J-P. (1982): La construcción alternée des navires antiques et l'épave de la Bourse à Marseille, *R.A.N.* XV, 263-272. Narbona.

GASSEND, J-M.; ROMAN, R. (2010): Carnet d'architecture navale antique. *Cahiers d'Archéologie Subaquatique* 18. 69-114. Fréjus.

LIU, B. (1990): «Le commerce de la Bétique au Ier siècle de notre ère. Notes sur l'épave Lavezzi 1 (Bonifaccio, Corse du Sud)», *Archaeonautica* 10. 125-155. Paris.

LIU, B. (2000): «Las ánforas béticas en el mar. Les épaves en Méditerranée à cargaison d'amphores de Bétique», *Congreso Internacional Ex Baetica Amphorae. Conservas, aceite y vino de la Bética en el Imperio Romano (Écija y Sevilla, 17 al 20 de diciembre de 1998)*, Écija, 1061-1110.

LIU, B.; DOMERGUE, C. (1990): «Le commerce de la Bétique au Ier siècle de notre ère. L'épave Sud Lavezzi 2 (Bonifaccio, Corse du Sud)», *Archaeonautica* 10, 11-123. Paris.

POMEY, P.; RIETH E. (2005): *L'archéologie navale*, Paris.

REMESAL, J. (1995): «El sistema annonario como base de la evolución económica del Imperio Romano». *PACT* 27. 335-337. Barcelona.

POMEY, P. (1982): Le Navire Romain de la Madrague de Giens. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres* 126 (1), 133–154. Paris.

BASCH, L. (1987): *Le Musée imaginaire de la marine antique*. Atenas.

