

# Análisis arqueométrico de elementos numismáticos argénteos en el nordeste peninsular

**ROSA MARÍA MERCADO GUIRADO**



INSTITUT CATALÀ  
D'ARQUEOLOGIA CLÀSSICA



**Análisis arqueométrico  
de elementos numismáticos argénteos  
en el nordeste peninsular**



# Análisis arqueométrico de elementos numismáticos argénteos en el nordeste peninsular

Rosa María Mercado Guirado

Editado por

M. Carme Belarte  
Ignacio Montero-Ruiz

Prólogo de

Núria Rafel Fontanals

INSTITUT CATALÀ D'ARQUEOLOGIA CLÀSSICA

Tarragona, 2021

Este libro está sujeto –a no ser que se indique lo contrario, en las imágenes u otras ilustraciones– a una licencia Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada 3.0 de Creative Commons (el texto completo de la cual se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/bync-nd/3.0/es/deed.ca>). Así pues, se autoriza al público en general a reproducir, distribuir y comunicar la obra, siempre que se reconozca la autoría y las entidades que la publican y no se haga un uso comercial, ni lucrativo, ni obra derivada.

### **Agradecimientos**

Queremos hacer patente nuestro agradecimiento a la familia y personas cercanas a Rosa María Mercado por su apoyo y colaboración en la elaboración de esta obra póstuma de la autora, y especialmente a Karen Fortuny y Laura Galán por impulsar el proyecto.

También a la Asociación de Jóvenes Investigadores en Arqueología de Tarragona, la empresa Iltirta Arqueología y el Departamento de Historia de la Universidad de Lleida, cuya aportación económica ha hecho posible esta edición.

© de la edición, Institut Català d'Arqueologia Clàssica (ICAC)

© del texto y el material gráfico, la autora, cuando no se indique otra autoría

Primera edición: enero de 2021

Coordinación editorial: Publicaciones del ICAC

Corrección: Pere Farrando

Diseño de la cubierta y maquetación: Pere Farrando

Impresión: InSitu Comunicació

Fotografía de la cubierta: Dracma localizada en Puig de Sant Andreu de finales del siglo III a. C. (Museu d'Arqueologia de Catalunya, Ullastret, n.º inv. MAC ULL-04817).

Depósito Legal: T 248-2021

ISBN: 978-84-949747-6-2

# Sumario

<b>Nota a la edición</b>	7
<b>Prólogo</b>	9
<b>Agradecimientos</b>	11
<b>1. Introducción</b>	13
<b>2. Caracterización del objeto de estudio</b>	15
2.1. Breve historiografía de los estudios arqueometalúrgicos	15
2.2. Arqueometalurgia de la plata	17
2.3. El sistema monetario	18
2.4. Problemática del objeto de estudio	21
<b>3. Metodología</b>	23
3.1. Análisis de fluorescencia de rayos X (XRF)	23
3.2. Análisis de isótopos de plomo	24
3.3. Base de datos	25
<b>4. Estudio arqueométrico de los materiales</b>	28
4.1. Empúries	28
4.2. Castellet de Banyoles	35
4.3. Mas Castellar	40
4.4. Puig de Sant Andreu	44
<b>5. Comparativa</b>	47
5.1. Isótopos de plomo	47
5.2. Monedas	52
<b>6. Discusión</b>	64
<b>7. Conclusiones</b>	69
<b>Bibliografía</b>	70
<b>Anexo: base de datos</b>	75



## Nota a la edición

El libro que el lector tiene entre sus manos, tal y como se menciona en el prólogo, es el resultado de un trabajo realizado por Rosa María Mercado en el marco de los estudios del Máster interuniversitario en Arqueología Clásica (Universidad Rovira i Virgili – Universidad Autónoma de Barcelona – Instituto Catalán de Arqueología Clásica), bajo la supervisión de los firmantes de esta nota. Desgraciadamente, su autora falleció poco después de haber defendido este trabajo de fin de máster. Bajo la iniciativa de amigos y compañeros de máster de Rosa, y con el soporte de la dirección del ICAC, los codirectores del trabajo impulsamos la publicación de este estudio, tanto por el interés científico de sus resultados como por la voluntad de rendir un homenaje a la autora. Lamentablemente, la muerte repentina de Rosa había sobrevenido sin darle tiempo a revisar o incorporar las observaciones realizadas por la comisión que evaluó su estudio. Esta tarea de revisión se ha realizado, pues, *a posteriori*, pero se ha optado por publicar el trabajo respetando la estructura y contenido que había elegido la autora, y aplicando tan solo las correcciones absolutamente imprescindibles.

Esta publicación no hubiera sido posible sin la colaboración de varias personas e instituciones, a quienes queremos expresar nuestro

agradecimiento. En primer lugar a sus compañeros y amigos, Joan Dols, Noemí Escayola, Hugo Feliu, Karen Fortuny y Laura Galán, por las gestiones para obtener los documentos originales, por la revisión de la documentación gráfica y por el esfuerzo por conseguir fuentes de financiación; a los investigadores Marta Campo, Mark Hunt-Ortiz, Arturo Pérez, Núria Rafel, Marta Santos, Elisa Hernández, Núria Molist y Enriqueta Pons, por sus aportaciones durante la revisión del trabajo. También a las instituciones que han patrocinado la publicación: el Departamento de Historia de la Universidad de Lleida, la empresa Iltirta Arqueologia, SL y la Asociación de Jóvenes Investigadores de Arqueología de Tarragona (AJIAT). Finalmente, al ICAC, y especialmente a su director, Josep Maria Palet, por creer en el proyecto y aceptar publicar este trabajo.

Guardamos el último lugar para expresar un agradecimiento especial a su familia, sobre todo a sus padres, Pepi Guirado y Pedro Mercado, y a su hermana, Laura Mercado, que han facilitado el acceso a la investigación de Rosa y han abierto las puertas de su casa. A su pareja, Eric Cugota, por ayudarnos a entrar en el mundo virtual de Rosa y apoyarnos en todo momento. Seguro que Rosa hubiera querido dedicarles esta publicación.

M. CARME BELARTE (ICREA e ICAC)  
IGNACIO MONTERO-RUIZ (CSIC)



# Prólogo

El aprovisionamiento y la procedencia del metal han suscitado tradicionalmente un vivo interés en la arqueología como un conocimiento capaz de contribuir a profundizar en aspectos relativos a la producción, la economía, el intercambio y el comercio; en definitiva, a la caracterización social de las comunidades prehistóricas. Sin embargo, no ha sido hasta fechas relativamente recientes en el desarrollo de la disciplina arqueológica que se ha adquirido los medios científico-técnicos necesarios para afrontar con éxito los complejos problemas que el aprovisionamiento de metal pone ante el investigador.

Sin duda la irrupción de la arqueometría y, en el caso del estudio que se presenta en este volumen, las técnicas analíticas basadas en los isótopos de plomo, ha supuesto en este sentido, junto con otros desarrollos, lo que algunos han calificado de «tercera revolución científica en la arqueología» (Kristiansen 2014).

Como explica sucintamente la autora de la obra que presentamos, la analítica de isótopos de plomo empieza a abrirse trabajosamente camino en la arqueología en la década de los años sesenta del siglo pasado y, después de diversas controversias, se halla hoy felizmente implantada en todo estudio arqueometalúrgico que pretenda ser completo. Después de ultimarse el estudio de Rosa Mercado, Ignacio Montero-Ruiz (2018) ha publicado un balance de la situación consolidada —aunque disimétrica territorialmente— de los estudios basados en análisis de isótopos de plomo en la península Ibérica que nos releva de entrar en ello en detalle. Sí nos gustaría significar que el terreno recorrido en pocos años —téngase en cuenta que los primeros análisis se realizan en España en 1985 y que no se empiezan a generalizar hasta el presente siglo— ha sido inmenso.

La analítica de isótopos de plomo sobre monedas se remonta a los inicios de la aplicación de la técnica; sin embargo, ha tenido en general, y más en concreto en España, un desarrollo más limitado vinculado al propio carácter de la disciplina numismática, a las características formales de su objeto, las monedas, y al hecho de que la analítica de isótopos es destructiva, aunque la muestra que se precisa es extremadamente pequeña.

Elaborado como trabajo de fin de máster, el estudio que se presenta a continuación examina desde esta perspectiva, la de la procedencia del metal, el monetario de plata del nordeste peninsular analizado isotópicamente hasta la fecha, y aporta como datos complementarios el estudio analítico de algunas piezas de plata de uso personal. Parte de dos trabajos previos (Montero-Ruiz Ruiz *et al.* 2008; Montero-Ruiz, Pérez y Rafel 2011) realizados en el marco de los proyectos Plata Prerromana en Catalunya (HUM2004-04861-C03-00) y Aprovechamiento de Recursos de Plomo y Plata en el Primer Milenio AC: Interacción Comercial y Cultural en el Mediterráneo Occidental (HUM2007-62725-C03-00), a los que suma otros datos aún inéditos.

Después de unos capítulos donde se presenta una breve historia de los estudios basados en analíticas de isótopos de plomo y la metodología utilizada, la autora afronta la base de su estudio, que se centra en cuatro yacimientos catalanes: *Emporion*, Castellet de Banyoles de Tivissa, Mas Castellar de Pontós y Puig de Sant Andreu de Ullastret. Todo ello suma un total de casi 40 ítems, la mayor parte monedas y cinco posibles cospeles, a los que se añaden ocho piezas arqueológicas de plata de distinta naturaleza —cuatro de ellas procedentes de *Emporion* y cuatro de Tivissa— que sirven como elemento comparativo. La autora desarrolla un detallado estudio arqueométrico, pieza a pieza, que incluye, desde luego, no solo los análisis de isótopos de plomo y su interpretación, sino también los de composición. En el capítulo 5 se lleva a cabo un ensayo de comparación de los resultados obtenidos en la muestra estudiada con distintos elementos de plata peninsulares que cuentan con analítica publicada. Por un lado, se incluyen objetos arqueológicos peninsulares diversos de distintos períodos y, por la otra, monetario, básicamente de las cecas de *Arse-Saguntum*, *Bolskan*, *Kese*, *Iltirta* y *Sekobirikes*. La comparativa se extiende a monetario de plata griego e israelí analizado y publicado hasta la fecha. Por tratarse de un estudio arqueométrico, está articulado a partir de los lugares de hallazgo, y no, como es usual en los estudios propiamente numismáticos, sobre la base de las correspondientes cecas.

Todo ello permite a la autora alcanzar conclusiones significativas, entre las cuales resultan relevantes la constatación de la frecuencia de mezclas de plata y el esfuerzo realizado para identificar posibles fuentes de dichas mezclas. El oro, la plata y el bronce son los medios de pago de transacciones usuales en las economías antiguas, si bien, entre los metales de más valor, es la plata la más frecuente. Junto con las dificultades de su obtención, ello hace que el valor de la plata sea muy alto, por lo que tiende siempre a reciclarse. Y el reciclado significa en la mayoría de los casos mezcla de materia prima de distintas procedencias, un hecho que presenta un reto al investigador en cuanto a la interpretación de los datos isotópicos, mucho más arduos de desentrañar que en el caso de metales no mezclados. En el período en el que se centra el presente estudio, la Edad del

Hierro, las mezclas de plata eran extremadamente usuales. Es por ello que resultan de gran importancia para la historia y la arqueología los avances que en el terreno de la identificación de mezclas realizados en los últimos años (Wood, Montero-Ruiz-Ruiz y Martín-Torres 2019), a los que viene a contribuir el presente estudio.

No quisiera terminar estas líneas sin agradecer a los que fueron tutores de la contribución que aquí se presenta, Ignacio Montero-Ruiz y Carme Belarte, que me hayan ofrecido la oportunidad de prologar este trabajo de una prometida y querida alumna mía, que lo escribió a la temprana edad de 24 años, muy poco antes de morir para formar parte de un pasado que solo podemos afrontar como un mar en el que descansa y se transforma lo que ha sido, convirtiendo así el dolor en homenaje.

NÚRIA RAFEL FONTANALS  
Universitat de Lleida

## Referencias

- KRISTIANSEN, K. 2014: «Towards a new paradigm? The third Science Revolution and its possible consequences in Archaeology», *Current Swedish Archaeology* 22, 11-71.
- MONTERO-RUIZ, I.; GENER, M.; HUNT-ORTIZ, M.; RENZI, M.; ROVIRA, S. 2008: «Caracterización analítica de la producción metalúrgica protohistórica de plata en Cataluña», *Revista d'Arqueologia de Ponent* 18, 292-316.
- MONTERO-RUIZ, I.; PÉREZ, A.; RAFEL, N. 2011: «Sobre la procedencia de los metales de las primeras monedas del nordeste ibérico. Aplicación de análisis de isótopos de plomo», *Anejos de Archivo Español de Arqueología* 1(58), 203-212.
- MONTERO-RUIZ RUIZ, I. 2018: «La procedencia del metal: consolidación de los estudios con isótopos de plomo en la península Ibérica», *Revista d'Arqueologia de Ponent* 28, 311-328.
- WOOD, J. R.; MONTERO-RUIZ, I.; MARTÍN-TORRES, M. 2019: «From Iberia to the Southern Levant: The movement of silver across the Mediterranean in the Early Iron Age», *Journal of World Prehistory* 32(1), 1-31, <<https://doi.org/10.1007/s10963-018-09128-3>>. [Consulta: 14 noviembre 2019].

# Agradecimientos

*«La frase más excitante que se puede oír en ciencia,  
la que anuncia nuevos descubrimientos,  
no es “¡Eureka!”, sino “Es extraño”.»*

ISAAC ASIMOV

El conocimiento tiende a ser poco egoísta: siempre hay alguien dispuesto a ayudar, colocado estratégicamente para hacer que cada día se aprenda algo nuevo y merezca la pena seguir en esta ciencia que es la arqueología. Detrás de este trabajo hay un esfuerzo, un tiempo, una dedicación y una paciencia que se han de reconocer a todos aquellos que de forma totalmente altruista han colaborado para llevarlo a buen fin.

Las primeras palabras de gratitud deberían ir dirigidas a mis tutores, Carme Belarte e Ignacio Montero-Ruiz, por acompañarme en la consecución de este trabajo, por la cantidad de horas dedicadas a su corrección, por los consejos, la paciencia con mi testarudez y la cesión de los datos, sin los cuales el trabajo estaría vacío en contenido. No existen palabras suficientes para agradecer que vuestras puertas siempre hayan estado abiertas, pues el rol de tutor nunca es fácil y la mayor parte de las veces tiende a no reconocerse.

Tengo que mostrar, también, mi gratitud a aquellas instituciones que me han permitido ver y estudiar los materiales arqueológicos, como son MAC-Barcelona, MAC-Girona, MAC-Ullastret, MAC-Empúries y Gabinet Numismàtic de Catalunya, en especial a sus técnicos, por la cordialidad y el interés mostrado.

Doy las gracias también a todos los que me han ayudado a llegar hasta este punto de mi vida académica y formativa, comprometidos con que aprendiese algo nuevo cada día y me enamorase, poco a poco, de la arqueología. Dentro de este grupo, una de las primeras personas a las que debo reconocer sería a Núria Rafel, por

haberme guiado hasta este tipo de estudios ya en la carrera, por haber sido una de las personas que hizo posible la obtención de estos datos y por haberme animado a ponerme en contacto con mis actuales tutores. También, a aquellas personas que, fuera del mundo académico, han complementado mi formación y me han permitido explorar vertientes de la ciencia que de otra forma me hubiesen sido del todo desconocidas. Entre estas destaca el papel que jugaron los integrantes del Servei d'Arqueologia i Paleontologia de la Generalitat y la empresa Iltirta Arqueologia, SL, los cuales me mostraron que no todo era o blanco o negro y que había de aprender algo a diario.

Además, agradezco a mis compañeras de máster Karen Fortuny y Laura Galán todos los momentos que hemos pasado juntas, demasiados para contarlos ni para que puedan ser contados, por mucho que lo intentemos entre risas. Sin vosotras estos dos años no hubiesen sido igual. No puedo recordar ningún momento de dicha en el que no estuviésemos o ninguno en el que únicamente quisiera ver arder el mundo en los que no me frenásemos y consolásemos, y consiguieseis que todo se viese menos lúgubre.

Por último, mi reconocimiento y amor hacia Eric: por estar a mi lado en todo momento, por intentar que todo fuese más fácil y por animarme a trabajar y trabajar y no abandonar nada de lo que me proponía por muy absurdo que pudiese parecer. También, y quizás lo más importante, por confiar en mí y recordarme junto a mis amigos y familia que a veces es necesario desconectar para poder seguir y volver con más fuerza.



# 1. Introducción

El nordeste peninsular durante la Edad del Hierro ha sido considerado tradicionalmente una de las zonas, dentro de la influencia o de los circuitos comerciales griegos y fenicios, que llevaron a la creación de las colonias de *Rhode* y *Emporion*, por parte de los primeros, y a una amplia proyección en las regiones de la desembocadura del Ebro, por parte de los segundos. El establecimiento de ambas civilizaciones en el territorio vino acompañado de la introducción del numerario. El proceso fue iniciado con los fraccionarios de plata y, posteriormente, las dracmas en los territorios bajo la órbita griega y los shekels en las regiones del sur peninsular colonizadas por parte de los fenicio-púnicos.

Uno de los factores que estimulaban el establecimiento de colonias y relaciones comerciales era la cercanía de posibles regiones de abastecimiento de metal. Desde esa perspectiva se consideró la zona del nordeste peninsular como un punto de interés para el estudio, al existir diversas zonas mineras que fueron explotadas durante la prehistoria reciente, como son los territorios de Girona, Vimbodí, los Pirineos orientales o la región de El Molar-Bellmunt-Falset (Priorat). Este territorio fue analizado en el marco del proyecto Plata Prerromana en Catalunya,<sup>1</sup> cuyo objetivo era el estudio de la extracción, producción y uso de la plata en el nordeste peninsular a partir de análisis de composición y de isótopos de plomo. Los resultados del proyecto fueron publicados en el año 2008 (Rafel, Montero-Ruiz y Castanyer 2008) y han servido de base para el desarrollo de este estudio.

La introducción del numerario griego tenía como finalidad el pago por las transacciones comerciales, conviviendo con el trueque, o de servicios en los que destaca el pago a mercenarios, hecho que explica el aumento de la moneda griega y de sus imitaciones indígenas durante el desarrollo de la II Guerra Púnica. El marco cronológico óptimo para el estudio de la evolución de procedencias y de composición de las monedas y de los objetos de plata bajo esta influencia se enmarca entre el siglo VI a. C., con la

aparición de las primeras divisas griegas, y los momentos ulteriores a la II Guerra Púnica (inicios del siglo II a. C.).

No obstante, el estudio tipológico de las monedas no aporta datos sobre la procedencia de la materia prima o sobre los procesos productivos empleados en su confección, lo cual hace imposible determinar, a partir del examen visual, si el grado tecnológico-compositivo de la pieza correspondería a los estándares helenos con una gran riqueza de plata (> 95 % Ag). El análisis elemental ha sido uno de los pilares de este trabajo, en el que se ha usado la espectrometría por fluorescencia de rayos X de energía dispersiva (XRF-EDS).

Por otro lado, la investigación se complementa con el estudio de procedencia de los materiales a partir de análisis de isótopos de plomo (LIA). Este análisis permite determinar la procedencia de la materia prima a partir de la comparación de las relaciones isotópicas del material arqueológico con los campos isotópicos definidos para las posibles regiones de procedencia. Así, se ha procedido a cotejar las piezas de estudio con las principales zonas de extracción del mineral de plata de la península Ibérica, también del sur de Francia, debido a la cercanía con las zonas de estudio, y, por último, con las principales regiones del beneficio para la producción de monedas en el Mediterráneo,<sup>2</sup> al considerarse la posibilidad de su importación.

Los materiales estudiados cubren diferentes tipos numismáticos que abarcan desde los primeros fraccionarios hasta monedas romanas, como denarios o victoriatos acuñados en el contexto de la II Guerra Púnica. La selección de estas monedas no es casual, ya que cubre con pocos ejemplares un amplio espectro cronológico, y se justifica su elección, a su vez, a partir del lugar de hallazgo: proceden de cuatro yacimientos, tres de los cuales (Empúries, Mas Castellar de Pontós y Puig de Sant Andreu de Ullastret) permiten cubrir tanto la colonia griega de Empúries como su hinterland; a ellos cabe añadir

1. Proyecto HUM2004-04861-C03-00, coordinado por los doctores Núria Rafel, Ignacio Montero-Ruiz y Pere Castanyer.

2. Laurion, Sifnos y montes Tauro.

un cuarto yacimiento, Castellet de Banyoles, en Tivissa (fig. 1).

La selección de Empúries se justifica por ser la primera y principal colonia griega emisora juntamente con *Rhode* y por tratarse de una ciudad comercial de escala entre el Mediterráneo oriental y el Mediterráneo occidental. Mas Castellar, un yacimiento indígena ubicado en el hinterland de las dos colonias griegas situadas en las costas catalanas, permite conocer la influencia monetaria en este tipo de poblaciones. Para tener la referencia de esta posible influencia griega en las poblaciones indígenas, se ha cogido como ejemplo Puig de Sant Andreu, ciudad ibérica de grandes dimensiones y cuya influencia y contactos con el mundo griego se refleja en aspectos como la cerámica y sus altos porcentajes de importaciones, igual que en el

caso de Mas Castellar. Finalmente, Castellet de Banyoles es una ciudad ibérica, aunque de menor entidad que Ullastret. Se sitúa en un área de influencia púnica, cercana a la región extractiva de El Molar-Bellmunt-Falset y su abandono se data a finales del siglo III a. C. Este conjunto de factores la alejan en espacio y tiempo de la órbita de Empúries y la sitúan en el contexto del debate sobre composición y procedencia de los elementos numismáticos.

El material estudiado también incluye objetos de plata que permiten una primera comparación dentro de cada yacimiento de las diferencias de composición, los lugares de abastecimiento y el reciclaje entre las monedas y el resto de piezas, la cual es complementada en un apartado final con la comparación entre distintos elementos de plata peninsulares.

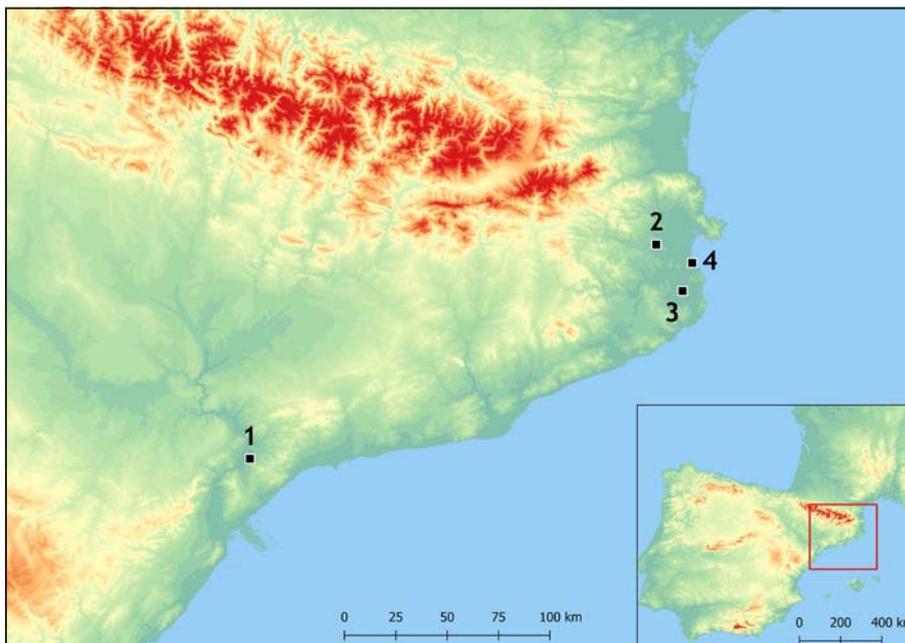


Figura 1. Yacimientos estudiados en el trabajo: 1. Castellet de Banyoles; 2. Mas Castellar; 3. Empúries; 4. Puig de Sant Andreu.

## 2. Caracterización del objeto de estudio

El material estudiado consiste en una selección de objetos con base de plata que abarcan desde el siglo VI a. C. hasta los inicios del II a. C., y está compuesto mayoritariamente por monedas. Los objetos de otras categorías se han añadido tanto por su composición como por la consideración social que se les otorga, ya que se trata de bienes de prestigio cuyo hallazgo no es habitual (fig. 2).

El número total de piezas estudiadas es 38; de ellas, 34 cuentan con análisis de isótopos de plomo y de otras 4 se aportan análisis de composición. La mayoría se sitúan en los siglos IV y III a. C., es decir, dentro del Ibérico Pleno, momento en el cual la sociedad ibérica debió de tener su auge, las rutas comerciales y los contactos con las diferentes civilizaciones mediterráneas estaban consolidados y se emitía moneda. La abundancia de ejemplares agrupados en esta cronología también se explica por ser los momentos precedentes y de desarrollo del conflicto entre Cartago y Roma, en los que tanto iberos como griegos colaboraron activamente. En cuanto a los primeros momentos de asentamiento y contacto con la aparición de la moneda en forma de fraccionario, y posteriormente la introducción del modelo de dracmas, se recogen aquí a partir del análisis de seis ítems fechados en los siglos VI y V a. C. La cronología más reciente está representada por dos monedas del siglo II a. C. que ya siguen los patrones romanos. Por último, se analizan cinco elementos enmarcados en el II Hierro cuya cronología exacta se desconoce, pero que pueden aportar mucha información al estudio por tratarse de posibles cospeles. La composición del objeto de estudio consta mayoritariamente de

monedas, las cuales representan el 78 % de la muestra. Del 22 % restante, casi un 12,5 % está constituido por objetos que pueden considerarse bienes de prestigio, mientras que el resto de elementos son recipientes y una barra de plata, contabilizada como objeto, al contrario que los cospeles, por no ser tan evidente su finalidad posterior.

Los objetos utilizados para la comparativa se enmarcan en el mismo horizonte cronológico que el de las monedas del nordeste. Estos se dividen entre un total de 101 monedas griegas y 43 objetos de distintos puntos peninsulares. Dentro del material de comparación de origen peninsular, se puede observar una selección con una tendencia inversa a la de los objetos de estudio, donde un 28 % son monedas y un 72 % son otros bienes, de los cuales el 49 % están constituidos por bienes de prestigio de uso personal.

### 2.1. Breve historiografía de los estudios arqueometalúrgicos

En el siglo XIX empiezan los primeros estudios sobre metales arqueológicos, el primero de los cuales fue llevado a cabo por M. H. Klaproth (1743-1817). Con ellos se iniciaba el interés tanto por los estudios físico-químicos de los vestigios del pasado como por sus tipologías. El estudio de Klaproth se centró en el análisis de la composición de un conjunto de monedas griegas y romanas, a la vez que seguía las corrientes científicas de su tiempo, cuyo enfoque dominante era la clasificación por tipologías (Montero-Ruiz Ruiz y Rovira Llorens 2010, 22). Este tipo de investigación tenía como objetivo el interés por la



Figura 2. Distribución del material de estudio (a) y del material de comparación (b).

materia prima que componía el objeto y sentó un precedente para estudios arqueométricos posteriores.

En el primer tercio del siglo XX los análisis radiográficos cobraron importancia y se aplicaron a la arqueometalurgia, en la detección de diferentes metales o rasgos no visibles a causa de la corrosión (Antelo *et al.* 2010). El desarrollo de las técnicas radiográficas vino acompañado de los análisis espectroscópicos, que permitían conocer los elementos que componían los diferentes objetos arqueológicos. El primero en aplicar este tipo de estudios fue el físico J. Winkler, quien en el año 1935 estudió la composición de los materiales y distinguió los elementos principales de los elementos traza (Mohen 1992, 23). El objetivo de este tipo de estudios era el conocimiento de los lugares de extracción de la materia prima, que llevó a la creación del Ancient Metal Objects Committee en 1939 (Pernicka 2014, 240). El principal problema al que se enfrentaba la aplicación de este tipo de análisis era que los procesos técnicos de manufactura y de fundición alteraban la composición de los metales y dificultaban el establecimiento de una procedencia del metal a partir de estos datos, ya que no era posible distinguir entre grandes áreas geográficas (Montero-Ruiz y Hunt-Ortiz 2006, 87).

Los primeros grupos de estudio que emplearon la espectrometría atómica de emisión se constituyeron en Halle de la mano de W. Witter y H. Otto, que estudiaron los objetos de metal existentes en Alemania desde el Neolítico hasta inicios de la Edad del Bronce. Paralelamente, surgió un movimiento en Viena centrado en el mismo interés, bajo la dirección de Richard Pittioni y Ernst Preuschen, que combinaban el análisis de este tipo de elementos con la búsqueda de antiguos depósitos mineros (Pernicka 2014).

El estudio a partir de estos análisis de composición o elementales se vio favorecido a partir de la década de 1950 con la aparición de nuevos métodos físicos de espectroscopia que permitían resultados más precisos mediante la activación neutrónica o protónica. Es en ese momento cuando surge el proyecto Studien zu den Anfängen der Metallurgie (SAM) llevado a cabo en el Landesmuseum de Stuttgart. En él se realizaron unos 22.000 análisis de composición de materiales europeos de base cobre por

espectrometría de emisión, publicados entre 1960 y 1974 (Pernicka 2014, 242).

Las principales críticas a este tipo de análisis eran la falta de representatividad y exactitud de los datos. También se reprochaba el método de análisis, demasiado complejo y diversificado según la composición de los elementos y la primacía de unos sobre otros. Por último, la comunidad científica no estaba de acuerdo en que los posibles cambios realizados durante el proceso de fabricación del metal no afectasen a la composición de las aleaciones, y tampoco en la afectación del marco cronológico dentro del proceso (Pernicka 2014, 244). Con el fin de resolver este tipo de problemas, empezaron a usarse los análisis de isótopos de plomo. Esta técnica, aunque no exenta de problemas para su interpretación, entre los que se puede destacar la mezcla o reciclaje, permite una aproximación más fiable a la procedencia del metal que los análisis de composición (Montero-Ruiz y Hunt-Ortiz 2006).

La aplicación de los isótopos de plomo en la investigación tiene lugar en la década de 1930, en estudios vinculados a la geología y la mineralogía. En la década de 1960, Robert H. Brill lo introduce en los análisis arqueológicos. Las primeras muestras sobre objetos de plomo se llevaron a cabo entre 1963 y 1965 en la Universidad de Brookhaven (EUA); entre otros se aplicaron a monedas de bronce y plata (Montero-Ruiz y Hunt-Ortiz 2006). Siguiendo esta línea de investigación aplicada a las monedas, desde finales de los años setenta se empezaron a estudiar los lugares de obtención de la plata y el plomo en el Egeo desde la Edad del Bronce (Stos-Gale y Gale 2009, 196). Posteriormente se ampliarían a los estudios de cobres y aleaciones de esta región, con el fin de determinar las interacciones en la distribución de este producto por el mar Mediterráneo derivadas del comercio o intercambio.

Los primeros estudios que combinarían los estudios traceológicos con los análisis de isótopos de plomo los realizó el Max-Planck-Institut für Kernphysik en Heidelberg (Pernicka 2014, 259), centrados principalmente en las monedas de plata antiguas. El auge de este tipo de estudios en la segunda mitad del siglo XX responde a la aparición y consolidación de la Nueva Arqueología y su énfasis en la metodología científica, que disminuyó en la década de 1980 por la aparición del postprocesualismo, que centraba sus

esfuerzos en los aspectos simbólicos. En los últimos años del siglo XX y principios del XXI se retoma el interés por dichos estudios, gracias a la generalización de los estudios arqueométricos, dentro de la investigación en arqueometalurgia y minería (Rehren y Pernicka 2008, 244; Montero-Ruiz y Hunt-Ortiz 2006, 88).

Los estudios de monedas de plata hasta finales del siglo XX en la península Ibérica se basaron casi exclusivamente en el estudio tipológico e iconográfico de las piezas y en los patrones métricos de estas. Estos estudios fueron complementados a partir del último cuarto del siglo XX —y se consolidarán en la primera década del siglo XXI— por los análisis de composición de las monedas de *Emporion* y *Rhode* llevados a cabo por Sejas (1993) y Pitarch y Queralt (2008; 2010). En ellos se buscaba la evolución dentro de la composición de las monedas de plata griega peninsular, al mismo tiempo que se desvinculaban los valores iconográficos de la riqueza compositiva de la pieza.

En este sentido, el dossier *Plata prerromana en Catalunya. Explotación y circulación del plomo y la plata en el primer milenio a. n. e.*, publicado en el número 18 de *Revista d'Arqueologia de Ponent* en 2008 (Rafel, Montero-Ruiz y Castanyer 2008), incluyó un artículo en el que se caracterizaba mediante la composición química y los análisis de procedencia un gran conjunto de elementos de distintos yacimientos catalanes para dar una visión global del conjunto del territorio. Más recientemente, se han realizado estudios de procedencia mediante la aplicación de isótopos de plomo en monedas de plata de Catalunya a cargo fundamentalmente de Ignacio Montero-Ruiz en colaboración con otros autores (Montero-Ruiz *et al.* 2011; Montero-Ruiz, Pérez y Rafel 2011). Asimismo, cabe destacar el estudio de las monedas de *Baecula* (García-Bellido, Bellón y Montero-Ruiz 2015).

En el presente trabajo aplicamos estos métodos arqueométricos al estudio de las monedas de plata, aún relativamente novedosos en contextos peninsulares, pero que se empiezan a implantar de forma generalizada a nivel internacional.

### 2.2. Arqueometalurgia de la plata

La plata (Ag) es un metal escaso que tradicionalmente se ha empleado para elaborar objetos

de un alto valor, como monedas, bienes de prestigio o artículos de exaltación personal. Este material se caracteriza por su color blanco metálico fuertemente reflectante que se torna negro a causa de los sulfuros en los procesos de corrosión. Los primeros objetos de este metal se hallan en torno al IV milenio en distintas zonas del Próximo Oriente, como son la ciudad mesopotámica de Uruk-Warka, el yacimiento de Alişar Hüyük en Anatolia o Biblos en Líbano. Su utilización se asocia a un alto grado de complejidad alcanzado a partir de la metalurgia del cobre y de las primeras aleaciones (Giardino 2002). El principal proceso de obtención de la plata fue la copelación, que se desarrolló a partir del IV milenio a. C. en esos territorios y que posteriormente introdujeron en la península Ibérica griegos y fenicios.

Este metal puede obtenerse a partir de plata nativa o de cloruros de plata —aunque son minerales escasos en la naturaleza (Giardino 2002)— y de minerales más complejos. Los principales minerales de plata beneficiados en la Antigüedad son la clorargirita o cerargirita ( $\text{AgCl}$ ), la argentita ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ), la pirargirita ( $\text{Ag}_3\text{SbS}_3$ ), la proustita ( $\text{Ag}_3\text{AsS}_3$ ) y la estefanita ( $\text{Ag}_5\text{SbS}_4$ ). La obtención de la plata a partir de estos minerales se podía llevar a cabo a partir del refinado y fundición de forma directa sin necesidad de copelación. La existencia de este elemento de forma nativa llevó a su utilización en fases premetalúrgicas, en las cuales el objeto era trabajado sin los procesos de fundición gracias a su ductilidad (Eiroa *et al.* 1999). Siendo muy escasa en forma nativa, la plata suele extraerse de otros minerales complejos, entre los que destacan distintas variedades de minerales de plomo (carbonatos y sulfuros), los minerales de la familia de las jarositas y el electro. Este último está compuesto por la mezcla de oro (Au) y plata (Ag), y necesita de procesos de refinado para separar ambos metales. Los minerales plumbíferos incluyen el grupo conformado por la cerusita ( $\text{PbCO}_3$ ), la anglesita ( $\text{PbSO}_4$ ) y la galena (PbS), esta última la fuente más habitual de aprovisionamiento de plata.

Los minerales de las familias de la jarosita son abundantes en la zona de Río Tinto y en el suroeste peninsular, región en la que son explotados desde la prehistoria reciente. Se trata de la jarosita, la argentojarosita y la plumbojarosita. En el caso de la jarosita y la argentojarosita,

para conseguir la obtención de plata es necesaria la adición de plomo en su reducción y posteriormente la copelación de estos elementos (Hunt-Ortiz 2003). La extracción de la plata requería, por tanto, en las formas en las que se manifestaba más abundante el mineral, de procesos de elevado nivel tecnológico. En la mayor parte de los casos, la simple reducción del material era insuficiente.

Una vez obtenido el metal, los procesos que pueden emplearse generalmente son el cambio de estado (fundición), la deformación mecánica y los tratamientos térmicos (Rovira 1994). El primero da lugar a las fases metalúrgicas, que constituyen el proceso básico en la confección de los objetos, en el cual el metal, mediante la fundición, pasa de estado sólido a líquido y posteriormente es vertido en el interior de un molde, que proporciona formas determinadas. En el caso que nos ocupa daría lugar a los cospeles.

El segundo proceso que puede darse es la deformación mecánica, en la cual el orfebre o herrero busca el cambio de forma mediante la deformación manual, empleando métodos como el repujado o el martilleado, entre otros. Dentro de este proceso estarían los métodos de acuñación a que nos referiremos más adelante. El último de los procesos a aplicar era el tratamiento térmico, que consistía en volver a someter la pieza a una elevada temperatura con el fin de producir cambios estructurales en ella (Rovira 1994).

### 2.3. El sistema monetario

El sistema monetario es el conjunto de elementos, generalmente metálicos, con un valor propio y conocido (estandarizado) por el conjunto de la sociedad y que sirven para el intercambio. La utilización del metal como material preponderante en este sistema responde al valor intrínseco y asociado a estos elementos. Se utilizan el oro y la plata para funciones más valiosas y aleaciones de base cobre para las transacciones más cotidianas. Durante la protohistoria y la Antigüedad, este tipo de mecanismos estaba ligado a las formaciones estatales y era complementado con el trueque. El empleo de la moneda estaba asociado a pagos militares o a grandes transacciones comerciales.

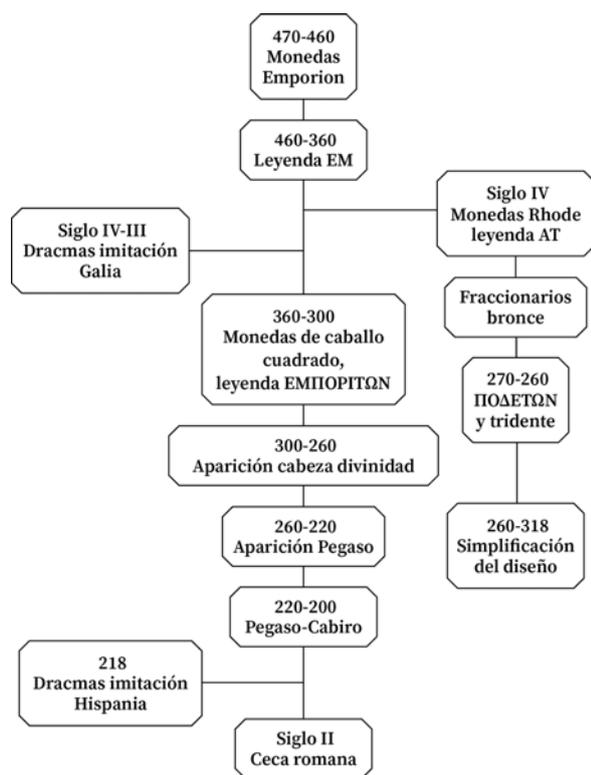
Para la fabricación del numerario (Gozalves y Ripollès 2003) se empleaba un cospel, disco metálico en el que se acuñaban los elementos característicos de cada ceca. La fabricación de estos se llevaba a cabo dentro del taller mediante el vertido del metal en moldes de piedra o arcilla o a partir de planchas o barras de metal cortadas para ese cometido.

Las primeras acuñaciones se caracterizaban por la elevada pureza del metal y por el empleo de la plata, tanto en la fabricación de la moneda principal como en la de los fraccionarios (Pitarch y Queralt 2008; Campo 2011). En fases más tardías y de influencia romana, este sistema monetario pasará a ser bimetálico, ya que se empleará el bronce en la fabricación de algunos elementos de fracción (García-Bellido 2000-2001, 553).

Una vez obtenido el soporte, se pasaba a su acuñación. Para ello primeramente se ponía el cospel en el cuño anverso, denominado *acmones* o *aomonicoi*. Este era fijo y se golpeaba sobre él con un martillo en el reverso, llamado *caracteres*, que era móvil (Gozalbes y Ripollès 2003). Este proceso permitía la creación de entre 7.000 y 20.000 monedas por cada acuño (Campo 2008). Posteriormente, una vez amortizado el cuño, las autoridades de la ciudad lo destruían o lo ofrendaban en los lugares sagrados. Según los cálculos de Villaronga (1997; 2000), hechos a partir de estimaciones, al no preservarse muchos de estos elementos, el número de cuños utilizados en la emisión de monedas de la misma tipología varió en el tiempo y según las necesidades de cada ciudad. La variabilidad y durabilidad de estos se ha asociado a la falta de expertos grabadores o al aumento de la demanda, que hizo que en algunos períodos se reparasen o se intentase alargar su vida útil (Campo 2008).

La primera constancia de fabricación de moneda en Catalunya se da en las ciudades griegas de *Rhode* y *Emporion* (Campo 2011; 2017) (fig. 3). Se llevaba a cabo en los *argyrokopeion*, talleres de acuñación o cecas (Campo 2008). En las monedas griegas, aunque algunas de ellas eran anepigráficas, era habitual la presencia del nombre de las cecas, de los grabadores o de los magistrados de la ciudad. Empúries empezará a acuñar moneda en el siglo V a. C. (Campo 2012b, 17). Estas primeras emisiones, fechadas entre el 470 y el 460 a. C., tendrían representada una

Figura 3. Aparición y evolución de las distintas cecas.



cabeza de cordero en el anverso y una cruz en el reverso y serían anepigráficas (Pitarch y Queralt 2008). El numerario de este periodo corresponde a imitaciones de *Massalia* y cuenta con fraccionario de entre 0,80 y 0,50 gramos (García-Bellido 2013).

Tras esta primera emisión, la ciudad hace una segunda emisión que tendrá una duración de un siglo (460-360 a. C.) (Pitarch y Queralt 2008); estos fraccionarios anteriores a las dracmas tendrán un peso de 0,90 gramos. Las primeras monedas de esta serie serán anepigráficas; no aparecerá la leyenda hasta comienzos del siglo IV a. C. Estas leyendas estarán influenciadas por las emisiones atenienses con inscripciones epigráficas ΑΘ; la inscripción utilizada por Empúries será EM (García-Bellido 2013, 123). La influencia ateniense dentro de las emisiones emporitanas corresponde al momento de auge del comercio y de la circulación monetaria de esta ciudad.

Figura 4. Dracma de *Emporion* localizada en el yacimiento de Puig de Sant Andreu, núm. inv. MAC ULL-04847.



Entre el 360 y el 300 a. C. se producen nuevas emisiones, esta vez con el nombre completo de la ciudad en las inscripciones, EMIOPITΩN. Es en estas emisiones donde empieza a aparecer la figura del caballo parado como forma iconográfica, que denota la influencia púnica existente en la zona (García-Bellido 2000-2001) y las posibles relaciones comerciales entre ambas culturas. El peso de estas emisiones, 4,75-4,70 gramos, corresponde a su vez al peso de la mitad de un shekel<sup>3</sup> y, por tanto, responde a un nuevo contexto en el cual se adoptará este peso como el correspondiente a una dracma, dentro del patrón foceo (Campo 2008). El caballo se mantendrá posteriormente en las emisiones llevadas a cabo entre 300 y 260 a. C., en las que se añadirá la cabeza femenina en el reverso (Pitarch y Queralt 2008). La cabeza femenina de las monedas se interpretaba como Aretusa, por la influencia siracusana, o como Artemis, a partir de los elementos iconográficos.

A mediados del siglo III a. C., tras un breve parón en la ceca de Empúries, se modifica el sistema monetario: se impone el uso de dracmas y de sus correspondientes divisores, los *tritartemorion*, equivalentes a un octavo de dracma, y los *trihemitartemorion*, equivalentes a una dieciseisava parte (Campo 2003). Estas emisiones de dracmas, con un peso de 4,7 gramos, equivalían probablemente, tanto en moneda principal como en fraccionarias, de un peso menor, al sistema monetario foceo. La iconografía del numerario emporitano en estas cronologías correspondía al Pegaso, animal mitológico asociado al mar (fig. 4). En la década entre el 230 y el 220 a. C. se produce un cambio tipológico por el que la cabeza del pegaso se ve modificada y la producción aumenta (Campo 2007, 69).

3. Los shekels, transcripciones del fenicio *škl*, tenían diferentes valores y pesos, equivalentes a los de los shekels empleados en Gades, heredados de la tradición de la ciudad fenicia de Tiro, cuyo valor era de 9,4 gramos (García-Bellido 2000-2001, 255).

Es también en el siglo III a. C. cuando varios pueblos de la Galia empezarán a acuñar moneda de imitación de las ciudades de *Rhode*, *Emporion* y *Massalia* (Campo 2007, 68). La influencia de estas ciudades se hizo visible en dos zonas, el Languedoc-Rosellón y la zona de Poitou y el valle del Garona. Así, pueden apreciarse la representación de la rosa de *Rhode* o el rostro femenino y el pegaso de *Emporion* (Callegarin, Geneviève e Hiriart 2013). Este numerario en algunas ocasiones muestra la idea que tenían las diferentes culturas galas en relación con las monedas griegas, ya que se representan los rostros mirando en dirección incorrecta o faltan trazos en la epigrafía (Chevillon 2014).

Entre el 218 y el 200 a. C., en el contexto de la II Guerra Púnica, al convertirse la colonia griega en base militar al servicio de Roma, la producción de monedas aumenta. Es en este período cuando se popularizan las dracmas de Pegaso con cabeza modificada de tipo cabiro. El aumento del numerario responde a la necesidad del pago de tropas mercenarias, que se hacía mayoritariamente mediante plata. Durante la guerra, los pueblos iberos empiezan a realizar sus primeras acuñaciones (fig. 5). En períodos anteriores el numerario griego de *Emporion*

y *Rhode* ya había circulado en estas regiones y la plata era una forma de tesaurización, pero no es hasta este momento cuando se copian de forma generalizada las dracmas y los divisores emporitanos, y los óbolos massalios (Campo 2012b, 19).

Estas dracmas indígenas imitaban el motivo emporitano del pegaso modificado (Campo 2017). Se crearon tres tipos: las que copiaban los motivos pero eran anepigráficas, las que copiaban la leyenda con letras griegas correspondientes a EMΠOPITΩN pero con errores ortográficos, mala calidad estilística o ausencia de caracteres, y por último las que contaban con inscripciones de topónimos (Campo 2012a) (fig. 6). Estas monedas seguían los patrones metrológicos de las dracmas emporitanas, con un peso de 4,7 gramos. Posteriormente, se seguirá emitiendo moneda local o *nummus* con el mismo peso, conocida en la bibliografía como denario ibérico (García-Bellido 2000-2001, 563). Este tipo varía de peso respecto al emitido en la península Itálica, pero, al tener motivación recaudatoria, sería menos fluctuante.

La mayor parte de estas cecas, tanto en período de guerra como en los posteriores, se concentraba en el nordeste peninsular. Algunos de los

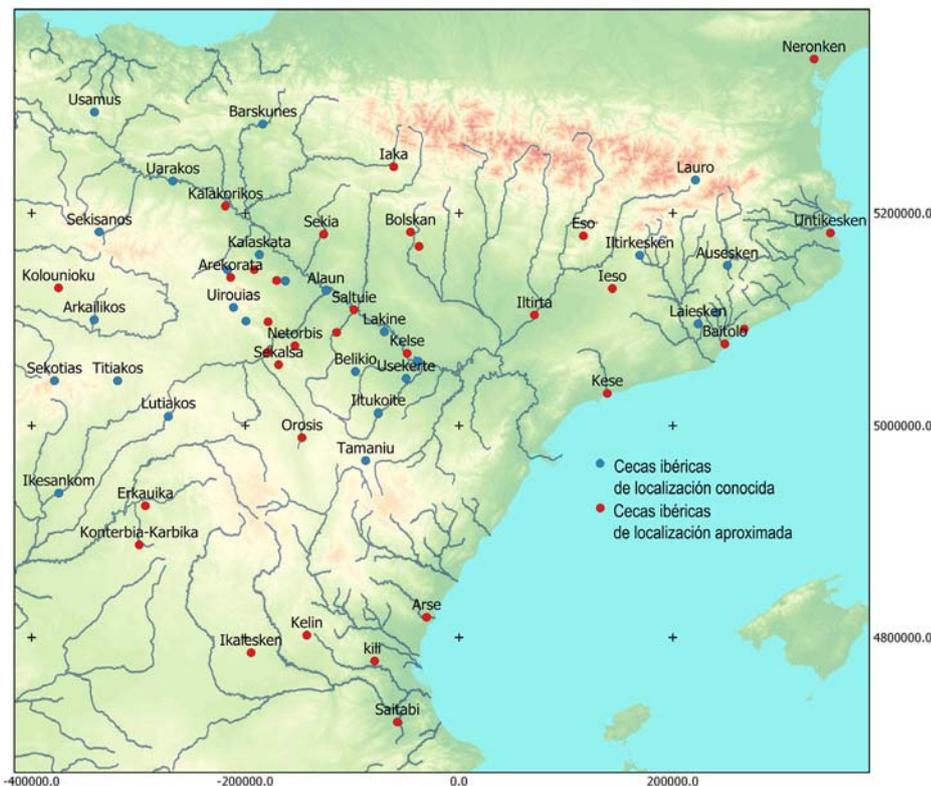


Figura 5. Mapa de cecas ibéricas (Campo 2012, 23, modificado).

Figura 6. Moneda indígena localizada en el yacimiento de Castellet de Banyoles, núm. inv. MAC BCN-47226.



talleres de emisión durante el conflicto fueron *Iltirta*, *Barkeno* y *Tarakon*. Fueron promocionados por parte de Roma los talleres de *Untikesken*, *Kese* e *Iltirta* una vez finalizada la guerra (Campo 2012b). Esta última ciudad sería una de las primeras en aplicar un sistema bimetálico, en base bronce y plata (García-Bellido 2000-2001, 563). Los motivos iconográficos de estas monedas, aunque parecidos a los de las producciones emporitanas, sustituirán en el anverso la cabeza de Artemis por una masculina, a pesar de mantener los delfines que acompañaban a la diosa en este período (García-Bellido 2000-2001). En el reverso, el pegaso es reemplazado por el jinete galopando y la leyenda con el taller en escritura ibérica (Campo 2012b). Las emisiones perduran hasta el siglo I a. C.

Durante la II Guerra Púnica, Roma acuña otra moneda con un peso y valor equivalente a la dracma emporitana, el victoriato, contemporáneo al denario. Este tipo de moneda se emite junto con dobles victoriatos, medios victoriatos y ases (García-Bellido 2000-2001). En este momento finaliza la emisión de moneda de *Rhode*, pequeño enclave comercial que había hecho circular moneda de *Emporion* y *Massalia* y de otras culturas como la púnica (Campo 2003, 323).

Las emisiones de *Rhode* no fueron muy abundantes; se inician a finales del siglo IV a. C. con la inscripción AT o ANT, influenciadas por las emisiones emporitanas y atenienses. Dicha abreviatura se ha interpretado como las iniciales del grabador o del gobernador de la ciudad (Campo 2003, 324). Estas primeras monedas tenían un peso de 4,8 gramos (García-Bellido 2013). Su iconografía se caracteriza por la aparición de la cabeza de una divinidad femenina, que podría corresponder a Aretusa o a Artemis, acompañada de la inscripción. El reverso se caracteriza por la estampación de la rosa, símbolo parlante de la ciudad (fig. 7). Las segundas emisiones de la ciudad adquieren el mismo patrón

Figura 7. Dracma de *Rhode* localizada en el yacimiento de Puig de Sant Andreu, núm. inv. MAC ULL-04237.



metroológico que las emporitanas: pasan a pesar 4,70 gramos y se emiten valores fraccionarios de 0,5 y 0,29 gramos (García-Bellido 2013). Dichas emisiones constaban de la cabeza femenina en el anverso y la rosa vista desde abajo en las de mayor valor y vista en perfil en las de menor. Conjuntamente con estas divisiones, aparecen fracciones de bronce (Campo 2003).

Entre los años 270 y 260 a. C. se acuñan dracmas de menor peso, devaluadas hasta los 4,57 gramos. Dichas emisiones, acompañadas por nuevas fracciones de bronce, se caracterizaban por la presencia de la divinidad, conjuntamente con el tridente y la inscripción  $\text{PO}\Delta\text{E}\text{T}\Omega\text{N}$  y el mantenimiento de la rosa en el reverso.

El último período de la ceca de la ciudad transcurre entre el 260 y el 218 a. C. Las monedas vuelven a adquirir el mismo patrón metroológico que las de *Emporion* y los circuitos monetarios. Conjuntamente al aumento de valor del numerario se produce una simplificación de la iconografía: se elimina el tridente —se mantienen únicamente divinidad y leyenda— y se simplifica el diseño de la rosa (Campo 2003, 325).

La ceca de *Rhode*, al contrario que la de *Emporion*, que se mantiene y transforma con la conquista romana, cesa su actividad con la llegada de la II Guerra Púnica. La contienda entre romanos y cartagineses coincide con la crisis de carácter industrial que está sufriendo la ciudad (Campo 2003). La no continuidad de la ceca responde, a su vez, al abandono del yacimiento y a su posterior conversión en enclave ibérico.

### 2.4. Problemática del objeto de estudio

El estudio de la plata tiene asociados una serie de problemas y debates propios, uno de los cuales es el rápido reciclaje. Esto se debe a la pronta amortización y al tipo de objetos creados con este material. La utilización de la plata para

la acuñación monetaria hizo que estos objetos fuesen refundidos y vueltos a acuñar en los mismos o nuevos tipos. El reciclaje conlleva que se puedan mezclar platas de distintas procedencias, lo que altera la signatura isotópica original y dificulta la identificación de su origen (Wood *et al.* 2017, 1). Esta mezcla o cambio de valores isotópicos no se produce si el material del reciclaje procede del mismo depósito mineral.

La dificultad a la hora de identificar el material reciclado está relacionada con los distintos campos isotópicos. El campo isotópico es el rango de variación isotópica que se da en un depósito mineral y que permite su identificación. En el proceso de reciclaje, si se lleva a cabo con elementos de distinta procedencia, la relación isotópica queda modificada y se sitúa más próxima a los materiales con mayor proporción en la muestra (Montero-Ruiz y Hunt-Ortiz 2006, 88).

Para la determinación de estos campos isotópicos, tal como se expondrá más adelante, se requiere la identificación y la confirmación del periodo de explotación de la zona minera de la cual se han extraído los minerales. Ello supone la búsqueda y caracterización de estos depósitos y la gestión de los datos isotópicos de estos en paralelo a la realización de los análisis de isótopos de plomo del material arqueológico. Las signaturas isotópicas de los distintos materiales pueden ser muy parecidas, por lo que se han de comparar con toda la información geológica de

referencia disponible y requieren de un análisis exhaustivo (Stos-Gale y Gale 2009, 202). Este estudio cuidadoso puede revelar variaciones dentro de la misma zona o depósitos con campos isotópicos muy amplios. Los primeros pueden significar la existencia de minas de uso específico (Wood *et al.* 2017, 3).

El análisis de composición de la plata permite que algunos elementos puedan ser usados también para discriminar procedencias, como podría ser el caso del iridio (Ir). La presencia de este elemento, conjuntamente con el oro, en materiales procedentes principalmente del Egeo y el Próximo Oriente, podría asociarse a la procedencia de esta zona (Wood *et al.* 2017). Pernicka relaciona la continuidad de estos elementos en las monedas de esta zona desde el período arcaico hasta la Edad Media con el posible reciclaje del metal y con la posibilidad de su fabricación a partir de minerales que no provengan de galena (Pernicka 2017).

Otro de los debates sobre la fiabilidad de las interpretaciones de los análisis de isótopos de plomo es el fraccionamiento de isótopos en los procesos metalúrgicos. Esta cuestión, que surgió al principio de la aplicación de estos análisis, actualmente está superada, al haberse probado que no se produce dicho fraccionamiento de modo que pueda alterar las proporciones entre los distintos isótopos (Stos-Gale y Gale 2009).

## 3. Metodología

### 3.1. Análisis de fluorescencia de rayos X (XRF)

Los análisis de fluorescencia de rayos X constituyen una técnica empleada en el estudio compositivo de los elementos metálicos. Se trata de un método cualitativo, puesto que permite precisar los elementos químicos que componen el objeto, al mismo tiempo que cuantitativo, porque permite calcular el porcentaje o proporción de dichos materiales. Este método también es aplicable a otros materiales como la cerámica o el vidrio, entre otros (Tykot 2016).

El estudio compositivo es importante para discriminar los elementos que componen el objeto intencionadamente de aquellos restos o residuos de la materia prima original que no pudieron ser eliminados a causa del limitado nivel tecnológico de las sociedades que los fabricaron. Los materiales de estudio están compuestos de un elemento principal o elemento base, que presenta un mayor porcentaje dentro del análisis, y un conjunto de elementos secundarios. Entre estos últimos están los añadidos intencionadamente, que reciben el término de *elementos aleados*; generalmente cuentan con una presencia de más del 1% y alteran las características del objeto (le dan mayor dureza, ductilidad, resistencia a la corrosión, etc.). Por otra parte, en los metales se detectan también *elementos minoritarios*, con un porcentaje entre un 1 y un 0,1%, y *elementos traza*, inferiores a un 0,1%. Un ejemplo lo encontramos en el bronce, donde el cobre (Cu) es la base o elemento principal, al que se ha añadido o aleado estaño (Sn) para dotarlo de mayor dureza, y también pueden detectarse elementos minoritarios o traza como el arsénico (As) o plomo (Pb). En el caso de que el plomo tuviese valores más elevados, pasaría a ser considerado parte de la aleación, y el bronce pasaría a ser ternario.

El principio en el que se basa la espectrometría por fluorescencia de rayos X es la excitación de la materia con energía. El átomo de un elemento químico tiene un número igual de electrones y protones, mientras que el número de neutrones es variable. Los electrones están situados alrededor del núcleo y cuentan con una energía determinada, que depende de la capa en la que se sitúa y del elemento. Es mayor en las

capas externas y menor en las internas. La fluorescencia de rayos X excita el átomo para arrancar uno de los electrones de las capas internas. Este lugar es ocupado por un electrón de una capa externa, con desprendimiento de la energía sobrante durante el proceso, igual a la diferencia entre los dos niveles, en forma de rayos X. Los rayos X desprendidos son calculados y asociados a un elemento concreto, al ser el nivel de energía desprendido característico de cada uno (Karydas 2007, 420; Campaña 2012, 219).

La fluorescencia de rayos X es una técnica de análisis superficial. La aplicación de forma directa sobre el objeto condiciona los resultados obtenidos, ya que el análisis se altera por el estado de corrosión, lo que provoca que algunos valores incrementen su presencia en detrimento de otros. Por este motivo, dichos análisis solo sirven de forma cualitativa. Indican los elementos presentes en el objeto sin que sea posible calcular las proporciones reales, a causa de la alteración indicada (Pitarch y Queralt 2010, 1682). La limpieza de la zona a analizar es, pues, necesaria para evitar la posible alteración tanto por la corrosión mencionada como por los materiales utilizados en la conservación, que pueden también afectar a los resultados (Tykot 2016). La limpieza de una pequeña región es suficiente para obtener unos resultados cuantitativos fiables.

La utilización de esta técnica de análisis en estudios numismáticos permite distinguir las falsificaciones de los originales en los objetos sin contexto arqueológico claro (Karydas 2007). Pueden ser identificadas detectando aleaciones modernas y la falta de elementos secundarios, indicativos ambos de la falsedad de la pieza. Una vez comprobada la autenticidad de la pieza, la fluorescencia de rayos X se torna útil para determinar el contexto histórico y tecnológico de su producción, a partir de las aleaciones y de los elementos minoritarios y traza (Pitarch y Queralt 2008). En el presente estudio se ha aplicado este método mayoritariamente en objetos en los que se ha eliminado la corrosión, de tal forma que se han sacado datos tanto cuantitativos como cualitativos.

Para la obtención de los datos de este estudio se han utilizado dos espectrómetros distintos.

Para aquellos datos cuya serie empieza por PA10000 se ha empleado el espectrómetro Metorex X-MET 920, dotado de un cabezal en el que se alojan las fuentes radiactivas y el detector, la unidad de espectrometría y la unidad de control (Montero-Ruiz *et al.* 2008, 293). El cabezal dispone de dos fuentes encapsuladas de excitación primaria por rayos gamma: Cd-109 y Am-241, cada una con una intensidad de 20 mCi. La fuente de Cd-109 (cadmio) se usa para excitar elementos químicos de baja energía, desde 3,69 keV (Ca k-alfa) hasta 20 keV. La fuente de Am-241 (americio) se usa para excitar la parte del espectro de alta energía, desde 20 hasta 40 keV. El flujo de las fuentes incide sobre el plano de la muestra a analizar con un ángulo de 45 grados. El detector de la fluorescencia de rayos X es de tipo Si(Li), de estado sólido, refrigerado con nitrógeno líquido, con una resolución de 170 eV en la línea Mn K-alfa (Montero-Ruiz *et al.* 2008, 293). El equipo está calibrado a partir de un conjunto de patrones disponibles. Se estableció una rutina de análisis de 150 segundos, y unos límites de detección de 0,02 % para todos los elementos, salvo plata y antimonio, que pueden detectarse hasta el nivel del 0,001 % o 10 ppm (Montero-Ruiz *et al.* 2008).

La serie de análisis PA20000 se ha efectuado a partir de un espectrómetro portátil de tipo pistola, de la firma Innov-X System Inc. El aparato va equipado con tubo de rayos X y ánodo de plata, y emplea un voltaje de 35 kV y corriente de 20  $\mu$ A con un filtro de aluminio de 2 milímetros. El ánodo de plata condiciona la lectura de los elementos con rangos energéticos superiores a 20 keV, especialmente la propia plata y el antimonio, cuyos límites de detección se sitúan en el 0,15 % (1.500 ppm) (Montero-Ruiz *et al.* 2008). Para la realización de estas mediciones se calibró el equipo a partir de un conjunto de patrones disponibles, con una rutina de análisis de 40 segundos que se ampliaba a 60 cuando la presencia de elementos cercanos al límite de detección lo aconsejaba para su correcta cuantificación, especialmente el Bi (bismuto) y el Au (oro) en objetos de plata (Montero-Ruiz *et al.* 2008).

### 3.2. Análisis de isótopos de plomo

La utilización de esta técnica en los estudios arqueológicos posee varias vertientes. La primera

es el estudio directo para conocer la procedencia de las materias primas que conforman los objetos. La segunda se da de forma indirecta al permitir la elaboración y confirmación de hipótesis sobre procesos comerciales relacionados con la circulación del metal y sobre las formas de abastecimiento, dado que determina si se trata de recursos locales o exógenos. Por último, su utilización en los estudios sobre paisaje y explotaciones mineras permite argumentar sobre las cronologías del beneficio de estos depósitos.

Este tipo de estudios se fundamenta en dos premisas. Por un lado, los distintos depósitos tienen composiciones isotópicas diferentes y, por tanto, es posible distinguirlos, estudiarlos y categorizarlos (Hunt-Ortiz 1998). Por otro lado, no se produce un cambio o alteración de la signatura isotópica durante el proceso de manufactura del metal (Stos-Gale y Gale 2009).

La técnica de los análisis de isótopos de plomo se fundamenta en la proporción isotópica del plomo presente en el metal: se analizan cuatro isótopos estables de plomo, cuyas proporciones varían en cada depósito mineral, lo que permite definir el campo isotópico de cada mineralización. El plomo está constituido por el isótopo  $^{204}\text{Pb}$ , que se encontraba de forma primigenia en la formación de la tierra; los isótopos generados por descomposición radioactiva del uranio son  $^{206}\text{Pb}$  y  $^{207}\text{Pb}$ , mientras que el isótopo final de la serie del torio es  $^{208}\text{Pb}$  (Hunt-Ortiz 1998). La proporción entre unos y otros es identificativa del depósito del mineral y varía, en primer lugar, a causa de la edad geológica de formación del depósito, ya que el tiempo de transformación de los tres isótopos provocados por la descomposición radioactiva es diferente. Este hecho no interfiere en la aplicación de la técnica, debido a que este proceso se da de forma tan prolongada en el tiempo que no es posible su modificación en el corto intervalo en el que se llevan produciendo las extracciones. El segundo factor que hace que la composición se altere es la cantidad originaria de los elementos radioactivos que dieron lugar a los isótopos estables de plomo (Montero-Ruiz y Hunt-Ortiz 2006). Este método, por tanto, se puede emplear en cualquier metal o mineral que contenga muestras nanométricas de este elemento (Stos-Gale y Gale 2009) y en otros materiales, como son el cobre, el oro o la plata.

El análisis de isótopos de plomo es una prueba parcialmente destructiva, ya que requiere de la adquisición de una pequeña muestra del metal que compone el objeto. Esta se calienta a una alta temperatura para conseguir la ionización de los vapores generados en el proceso, que son acelerados dentro del espectrómetro de masas y colimados, lo cual genera un haz de luz que entra en el campo magnético generado por un electroimán. El campo magnético desvía los iones, menos los isótopos más pesados que los de menor masa. Estos haces de iones separados de su trayectoria son analizados por colectores conectados a una red electrónica de medición (Hunt-Ortiz 1998). El empleo de esta técnica se puede hacer mediante TIMS (*thermal ionization mass spectrometry*), siguiendo este proceso, o mediante ICP-MS (*inductively coupled plasma mass spectrometry*), al incluir una fuente de plasma acoplada inductivamente al espectrómetro de masas para aumentar la precisión de las lecturas (Stos-Gale y Gale 2009).

Los análisis de isótopos de plomo se han efectuado con dos equipos diferentes en el Servicio de Geocronología y Geoquímica Isotópica de la UPV-EHU. El primero es un espectrómetro de masas de ionización térmica (TIMS) Finnigan Mat 262 con 8 cajas de Faraday y un SEM. Las muestras fueron extraídas de las piezas mediante un taladro de 1 mm, diferente para cada muestra para evitar contaminación. La separación química del plomo se realizó en columnas de intercambio iónico con resina Dowex 1-X-8. Las muestras han sido medidas de modo «estático» en cuatro cajas de Faraday, una para cada isótopo de plomo (Montero-Ruiz *et al.* 2008, 293). El segundo es un espectrómetro de masas de alta resolución y multicolección con fuente de plasma acoplado inductivamente (MC-ICP-MS Neptune). Esta técnica permite analizar muestras más pequeñas y corregir satisfactoriamente el fraccionamiento instrumental mediante la adición de Tl. Los protocolos de tratamiento y procesado seguidos en el laboratorio son los descritos en Chernyshev, Chugaev y Shatagin (2007).

Además, algunas piezas se han analizado en el Institut für Geologie de la Universidad de Berna (Suiza) con un equipo de espectrometría de masas con fuente de plasma acoplado (ICP-MS Multicolector), en las que se realizó la separación en microcolumnas con resina Eichrom SrSpec (Montero-Ruiz *et al.* 2008, 293).

La identificación de procedencias cuenta con limitaciones, la primera de las cuales es que la interpretación está condicionada por el conocimiento de los campos isotópicos geológicos de las diferentes regiones (Montero-Ruiz y Hunt-Ortiz 2006). Esto hace que no se pueda establecer una procedencia concreta si no se conocen datos de un depósito mineral. En consecuencia, es necesario que paralelamente al estudio de los materiales se haya hecho una búsqueda de las principales zonas mineras a partir de la prospección y del muestreo analítico. El análisis de diferentes minas de una misma región y la comparativa de los resultados analíticos de las muestras minerales permiten establecer la signatura isotópica o campo isotópico de una zona minera (Stos-Gale y Gale 2009), donde a mayor número de individuos analizados mayor fiabilidad en el establecimiento de las características isotópicas de la región. Ello es debido a que dentro de una misma zona minera puede haber desviaciones en función de la mina y se puede llegar a indicar minas de uso específico (Wood *et al.* 2017). La segunda limitación tiene que ver con la existencia de depósitos con campos isotópicos amplios que pueden dificultar la interpretación (Montero-Ruiz y Hunt-Ortiz 2006).

El uso de los isótopos de plomo en este estudio busca la posible determinación de la procedencia de la materia prima con la que se confeccionaron los objetos y los distintos tipos de numerario estudiados. También se quiere determinar los materiales que podrían haber sido fruto del reciclaje y discernir las posibles procedencias o mezclas, ya que, precisamente, las monedas son objetos que tienden a una rápida reutilización.

### 3.3. Base de datos

La información de cada una de las piezas se ha gestionado en una base de datos mediante el programa FileMaker, con el fin de poder buscar rápidamente datos en distintos campos y realizar una rápida comparativa por yacimientos, cronologías o tipologías (fig. 8 y anexo).

La base de datos se divide en los tres apartados siguientes:

*Datos de identificación.* Se incluyen los datos básicos de la pieza, entre los que destaca el

Figura 8. Modelo de ficha utilizada en la base de datos.

<b>Datos Identificación</b>											
Nº análisis	<input type="text"/>	Nº inventario	<input type="text"/>	Ubicación	<input type="text"/>						
Yacimiento	<input type="text"/>	Municipio	<input type="text"/>	Comarca y Provincia	<input type="text"/>						
<b>Datos pieza</b>											
Tipología	<input type="text"/>	Conservación	<input type="text"/>								
Descripción	<input type="text"/>										
Epigrafa	<input type="text"/>										
Lugar de procedencia materia prima	<input type="text"/>										
Lugar del hallazgo	<input type="text"/>										
Cronología	<input type="text"/>										
Ceca	<input type="text"/>										
Observaciones	<input type="text"/>										
Bibliografía	<input type="text"/>										
<b>Datos análisis arqueométrico</b>											
Análisis XRF	<input type="text"/>										
Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Notas	<input type="text"/>										
LIA	<input type="text"/>										
208/206	207/206	206/204	208/204	207/204							
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>							
<b>Imagen 1</b>			<b>Imagen 2</b>								
<input type="text"/>			<input type="text"/>								

número de inventario, la ubicación y el yacimiento. También se indica el número de análisis, según la identificación que se dio al objeto al analizarlo mediante fluorescencia de rayos X.

*Datos de la pieza.* Se trata la descripción formal del objeto, donde se tiene en cuenta su tipología (que corresponde mayoritariamente a distintos tipos de numerarios de plata), su conservación, la descripción iconográfica, el peso y la epigrafía del objeto. También se incluyen informaciones como el lugar del hallazgo, la ceca en el caso de las monedas, posibles observaciones y bibliografía en la cual se referencia. Por último, se tienen en cuenta factores interpretativos

como la cronología, deducible a partir del contexto arqueológico y de la iconografía de la pieza, y el lugar de procedencia propuesto de la materia prima, resultado del análisis de isótopos de plomo.

*Datos del análisis arqueométrico.* Se incluyen los datos procedentes de análisis de fluorescencia de rayos X (XRF) y de isótopos de plomo (LIA). En el primero de ellos se especifica si se ha realizado o no y los componentes en caso afirmativo. En el segundo, el primer campo está dedicado a especificar el tipo de dispositivo empleado, que indicaría el grado de precisión y los valores isotópicos.

## 4. Estudio arqueométrico de los materiales

Los datos arqueométricos que se manejan en este trabajo son una combinación de datos publicados e inéditos (tabla 1), los primeros de los cuales son reinterpretados a la luz de la nueva información geológica disponible. Los nuevos datos arqueológicos y su comparativa permiten hacer una reinterpretación de las piezas en algunos casos.

La información geológica empleada para la península Ibérica y el Mediterráneo occidental procede de la base de datos de isótopos del proyecto Arqueometalurgia de la Península Ibérica, cedida por Ignacio Montero (CSIC), que en el caso de la Península recopila los análisis publicados y datos inéditos obtenidos en los proyectos de investigación. La descripción detallada de cada una de las referencias puede encontrarse en la publicación de síntesis (Montero-Ruiz 2018).

La distribución general de los resultados muestra una gran dispersión isotópica, tal como puede observarse en la figura 9, lo que sugiere una gran variabilidad dentro de las posibles regiones de origen, algunas de ellas sin vinculación a depósitos minerales conocidos en la península Ibérica. La gran cantidad de piezas y su complejidad han llevado a realizar su estudio por separado comparando los datos por yacimientos.

### 4.1. Empúries

El yacimiento de Empúries se sitúa en el municipio de L'Escala, en la comarca del Alt Empordà. Se trata de un enclave comercial griego fundado en el siglo VI a. C., convertido en municipio romano tras la II Guerra Púnica. La polis

En esta página y la siguiente:

Tabla 1. Materiales analizados con isótopos de plomo, publicados e inéditos.

N.º inv.	N.º análisis	Yacimiento	Tipología	Publicada	Bibliografía
MAC BCN-021689	PA12264	Castellet de Banyoles	Recipiente	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC BCN-021689	PA12266	Castellet de Banyoles	Recipiente	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC BCN-021689	PA12268	Castellet de Banyoles	Lámina-brazalete	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC BCN-021689	PA13409	Castellet de Banyoles	Fragmento barra	No	–
MAC BCN-47225	PA22808	Castellet de Banyoles	Imitación dracma	No	–
MAC BCN-47224	PA22809	Castellet de Banyoles	Imitación dracma	No	–
MAC BCN-47224	PA22809b	Castellet de Banyoles	Imitación dracma	No	–
MAC BCN-47226	PA22810	Castellet de Banyoles	Imitación dracma	No	–
MAC EMP-05130	PA12291	Empúries	Fraccionario	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC EMP-05827	–	Empúries	Óbolo	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC EMP-06181	PA12290	Empúries	Fraccionario	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC MP-02226	PA12292	Empúries	Anillo	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC GIR-23023	PA12524	Empúries	Cinturón	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC EMP-05832	PA12406	Empúries	Dracma	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC BCN-27794	PA12404	Empúries	Dracma	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC BCN-36460	–	Empúries	Fraccionario	No	–
MAC BCN-36461	–	Empúries	Fraccionario	No	–
MAC EMP-05374	–	Empúries	Fraccionario	No	–
MAC EMP-05917	–	Empúries	Fraccionario	No	–
MAC EMP-02901	–	Empúries	Dracma	No	–
MAC EMP-02168	–	Empúries	Fraccionario	No	–

N.º inv.	N.º análisis	Yacimiento	Tipología	Publicada	Bibliografía
MAC EMP-05757	–	Empúries	Fraccionario	No	–
GNC 76082	–	Empúries	Fraccionario	No	–
GNC 76054	–	Empúries	Fraccionario	No	–
MAC EMP-02168	–	Empúries	Fragmento fíbula	No	–
MAC GIR-41327	PA11009	Mas Castellar	Cospel	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC GIR-41328	PA11010	Mas Castellar	Cospel	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC GIR-41329	PA11011	Mas Castellar	Cospel	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC GIR-41330	PA11012	Mas Castellar	Cospel	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC GIR-41331	PA11013	Mas Castellar	Cospel	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MCR 5.1	–	Mas Castellar	Fraccionario	No	–
MAC ULL-04817	–	Puig de Sant Andreu	Dracma	No	–
MAC ULL-04237	–	Puig de Sant Andreu	Dracma	Sí	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
MAC ULL-04847	PA13737	Puig de Sant Andreu	Dracma	No	–

griega se fundó siguiendo los modelos coloniales helenos: primero se establecieron en una isla frente a la costa (conocida como *palaiópolis*) y posteriormente construyeron la neápolis, en la costa ampurdanesa. La ciudad cuenta con la típica planta hipodámica y con diversos edificios públicos de planta griega como la *stoa*, la muralla o el templo (Ruiz de Arbulo 1992). Los trabajos de excavación han documentado distintos tipos de producciones metalúrgicas, así como la existencia de una ceca, emisora de gran parte de las monedas estudiadas (Ruiz de Arbulo 1989).

#### 4.1.1. Análisis de fluorescencia de rayos X

Algunos de los análisis realizados sobre objetos de Empúries son cualitativos, debido a que los resultados obtenidos no eran fiables para una cuantificación. Estos análisis (tabla 2) detectan la presencia de los elementos (indicado como «Det.»), aunque no se establece en qué proporción se encuentran.

En este yacimiento, al igual que en Castellet de Banyoles, se dispone de datos que no se refieren únicamente al numerario. Entre los objetos destaca en primer lugar el anillo, PA12292, por su alto porcentaje de plata, que con un 99,9 % de este elemento da el valor más elevado de todo el conjunto de objetos analizados. De ello se desprende el alto conocimiento de la tecnología de la copelación, que permitió esta elevada pureza, en la que no quedan elementos traza ni minoritarios, e implica que en su realización había una clara intencionalidad de conseguir la pureza, por lo que se aplicó numerosas veces la técnica de la copelación. La aplicación repetida de este proceso eleva el grado de pureza, y sabemos que este proceso técnico se producía en las monedas, del cual resultaban valores de una gran riqueza de plata, superiores al 95 %.

Un segundo objeto a destacar es el cinturón, PA12524, en el cual los dos únicos elementos detectados corresponden a la plata y el plomo. La falta de datos numéricos solo nos permite

N.º inv.	N.º análisis	Tipología	Cu	Ag	Au	Pb
MAC EMP-05130	PA12291	Fraccionario	–	74,7	19,3	5,99
MAC EMP-06181	PA12290	Fraccionario	18,5	78,6	1,87	1,06
MAC EMP-02226	PA12292	Anillo	–	99,9	–	–
MAC GIR-23023	PA12524	Cinturón	–	Det.	–	Det.
MAC EMP-05832	PA12406	Dracma	Det.	Det.	–	Det.
MAC BCN-27794	PA12404	Dracma	Det.	Det.	Det.	Det.

Tabla 2. Composición química de los objetos de Empúries según los análisis de fluorescencia de rayos X (valores expresados en % de peso).

afirmar que en él se empleó esta técnica de copelación.

En contraste con los procesos técnicos de los objetos en los que se buscaba la pureza de la plata, se encuentran los fraccionarios, en los que se aprecia la aleación intencionada de plata con otros elementos. Los valores del fraccionario PA12291 muestran una aleación intencionada con oro, ya que un porcentaje de 19,3 % no se corresponde con los valores fruto de la aleación natural que suele producirse entre oro y plata. Este valor sugiere la adición de este material a la mezcla, la cual se produjo en un porcentaje mayor que en el resto de yacimientos e hizo que la moneda fuese más costosa, aunque también es posible que se tratara de una

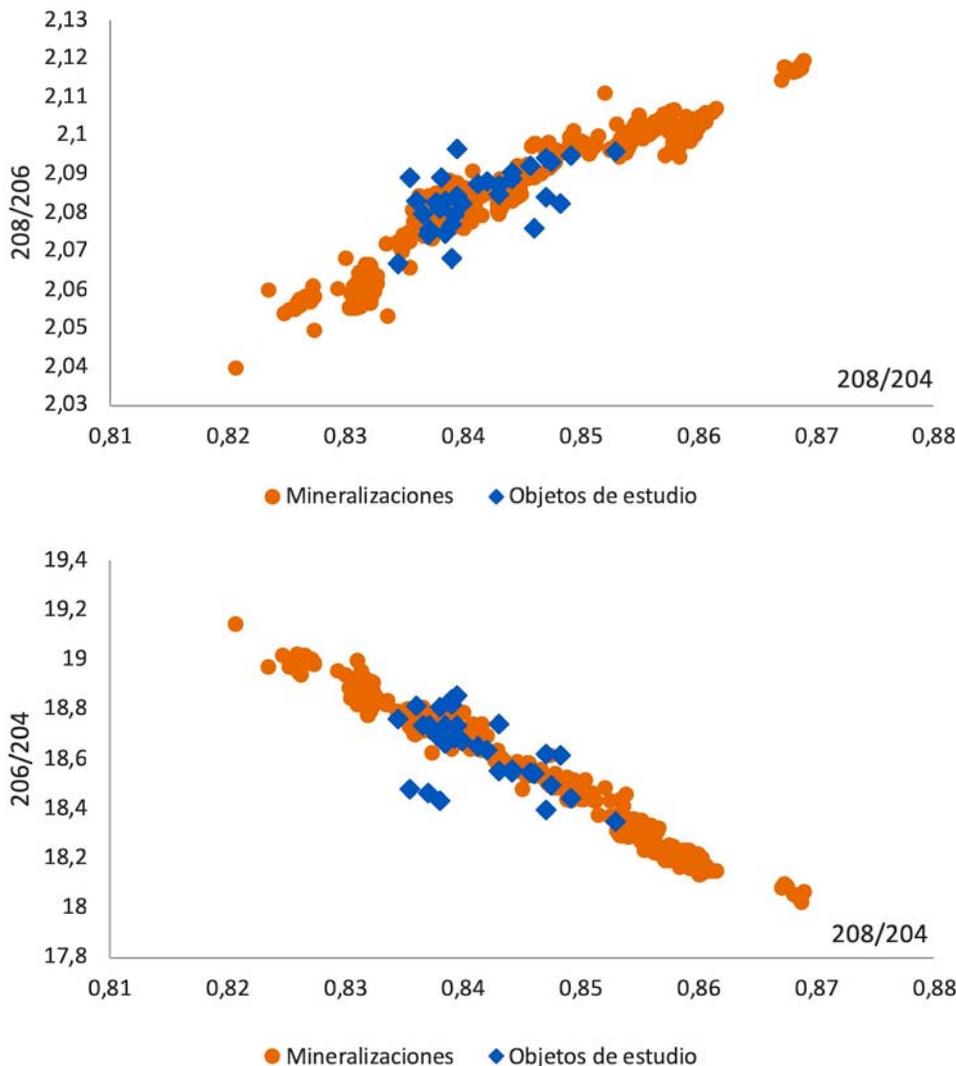
mezcla accidental en el taller durante un proceso de fundición de metal en un crisol previamente usado con oro, ya que no existe ningún otro caso identificado en las monedas analizadas por Pitarch y Queralt (2008) con contenidos tan elevados de oro.

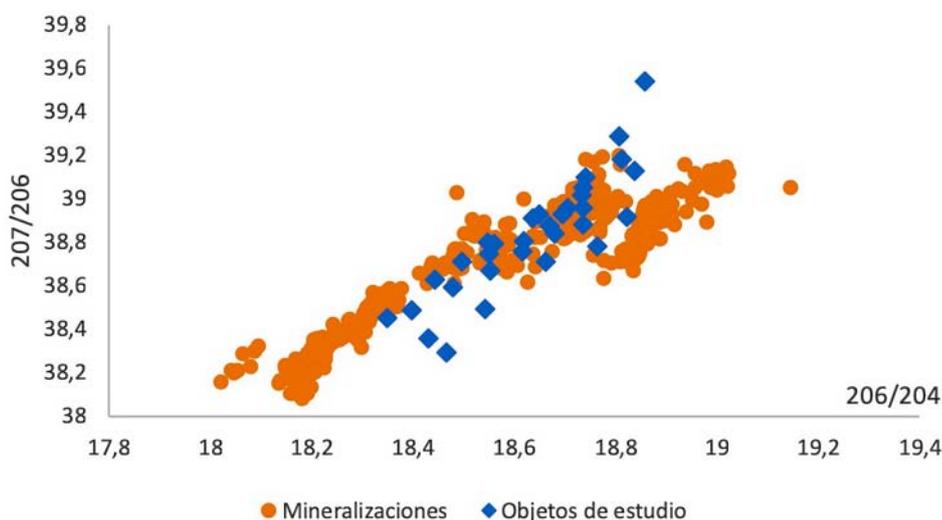
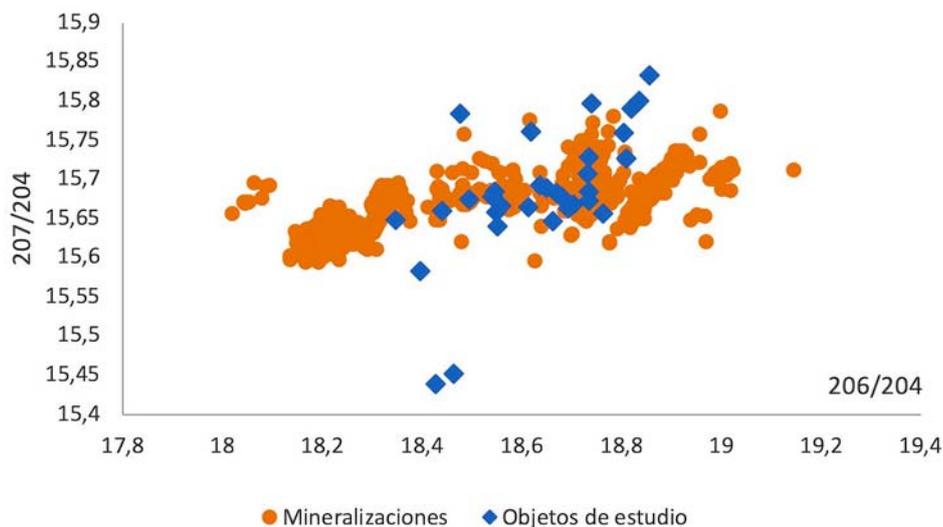
Por el contrario, el fraccionario PA12290 resulta de una aleación de plata y cobre en la que la moneda debió de ganar dureza, pero también devaluarse, al contener un elevado porcentaje de cobre (18,5 %). Al mismo tiempo, contiene restos de oro con valores más habituales en comparación con los otros yacimientos, así como restos de plomo.

Respecto a las dracmas, al no disponer de datos numéricos, solo se puede indicar la detec-

En esta página y en la siguiente:

Figura 9. Distribución general de los objetos analizados en relación con las muestras minerales de la península Ibérica y de las regiones de Laurion, Sifnos y montes Tauro.





ción de plata como elemento principal. Suponiendo que sigan las medias indicadas por los análisis de Pitarch y Queralt para este tipo de monedas en el siglo II a. C., tuvieron probablemente una composición rica en plata, de más de un 95 % (Pitarch y Queralt 2008), mientras que los elementos de cobre, plomo y oro detectados debieron de ser minoritarios o trazas.

#### 4.1.2. Análisis de isótopos de plomo

El yacimiento de Empúries cuenta con un gran número de elementos analizados a partir de la técnica de isótopos de plomo (tabla 3). Esto hace que se pueda comparar la procedencia de una gran cantidad de piezas de cronologías diferentes, con las cuales se pueden empezar a discernir los cambios en las tendencias de abastecimiento. Al mismo tiempo, la cuantía de las

muestras entraña una dificultad añadida debido a la tipología de los elementos, que al tratarse de numerario tienen más posibilidades de ser fruto del reciclaje de anteriores emisiones o del reaprovechamiento de los objetos (fig. 10).

Entre las piezas del yacimiento que destacan por su composición se encuentra el anillo PA12292, que, como se ha dicho, contenía una alta pureza de plata. Según los análisis, puede determinarse que procede de la zona minera de El Molar-Bellmunt-Falset, cercana a las muestras de la mina Linda Mariquita y a la zona de Ballcoll. Es un hecho remarkable, ya que los minerales de galena tienen poca viabilidad para la obtención de plata (valores medios inferiores a 500 ppm) y su empleo debió de estar fundamentalmente orientado a la extracción del plomo (Montero-Ruiz *et al.* 2008). Siendo rigurosos en la interpretación del gráfico, debería considerarse

Tabla 3. Resultados del análisis de isótopos de plomo de las piezas de Empúries.

N.º inv.	N.º análisis	Siglo	Tipo	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204
MAC EMP-02226	PA12292	VI a. C.	Anillo	2,09582	0,85287	18,348	15,648	38,454
MAC GIR-23023	PA12524	VI a. C.	Cinturón	2,088749	0,844157	18,5485	15,6579	38,7444
MAC EMP-05832	PA12406	II a. C.	Dracma	2,092994	0,84746	18,4949	15,6738	38,711
MAC BCN-27794	PA12404	II a. C.	Dracma	2,082505	0,83764	18,7047	15,6679	38,9578
MAC EMP-02901	-	III-II a. C.	Dracma	2,089	0,8354	18,478	15,783	38,596
MAC EMP-05130	PA12291	III a. C.	Fraccionario	2,06681	0,8344	18,763	15,656	38,78
MAC EMP-05827	-	IV a. C.	Fraccionario	2,0822	0,84826	18,615	15,664	38,759
MAC EMP-06181	PA12290	III a. C.	Fraccionario	2,07441	0,83844	18,662	15,646	38,712
MAC BCN-36460	-	III a. C.	Fraccionario	2,082275	0,837818	18,6942	15,6622	38,9278
MAC BCN-36461	-	III a. C.	Fraccionario	2,09031	0,844139	18,5588	15,6663	38,795
MAC EMP-05374	-	IV a. C.	Fraccionario	2,081	0,838	18,429	15,439	38,361
MAC EMP-05917	-	V a. C.	Fraccionario	2,068	0,839	18,821	15,791	38,917
MAC EMP-05779	-	IV a. C.	Fraccionario	2,074	0,837	18,465	15,451	38,292
MAC EMP-05757	-	IV a. C.	Fraccionario	2,077	0,839	18,837	15,8	39,128
GNC 76082	-	IV a. C.	Fraccionario	2,076	0,846	18,541	15,678	38,492
GNC 76054	-	IV a. C.	Fraccionario	2,083	0,836	18,811	15,726	39,18
MAC EMP-02168	-	VI a. C.	Frag. fíbula	2,087	0,843	18,741	15,796	39,103

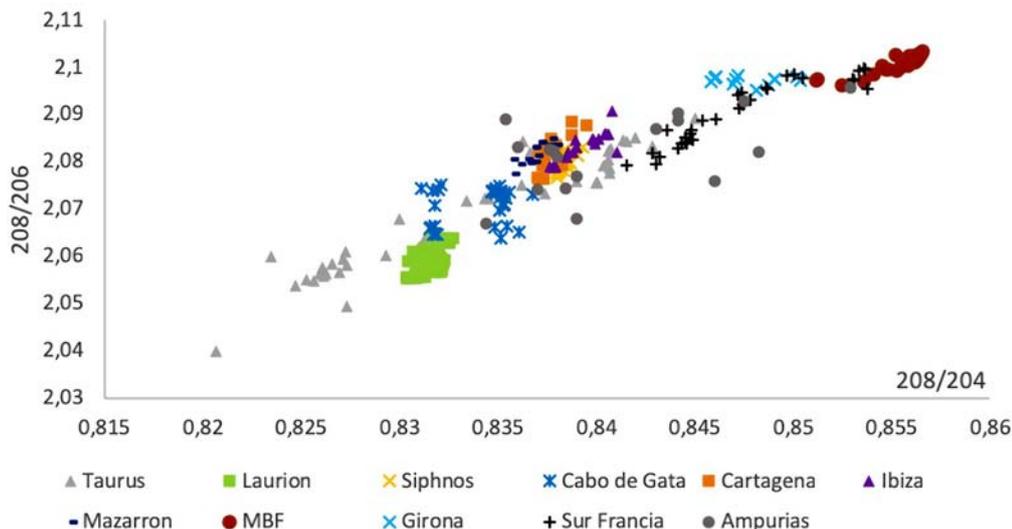
su procedencia dentro de esta región, en la que se conoce la explotación de minerales de plata de Balcoll en la Edad Media (Martínez Elcacho 2014). La pureza del metal y la ausencia de plomo refuerzan la idea de una plata no copelada frente a la posibilidad que se trate de plata procedente del suroeste peninsular, con empleo de plomo de la zona de El Molar-Bellmunt-Falset en

los procesos de obtención de la plata, circunstancia que ha quedado acreditada en algunos restos del suroeste estudiados por isótopos (Murillo-Barroso, Montero-Ruiz y Bartelheim 2014; Murillo Barroso *et al.* 2015).

El segundo objeto de representación analizado es un fragmento de fíbula (MAC EMP-02168), fechado en el siglo IV a. C. (fig. 11). Su proceden-

En esta página y la siguiente:

Figura 10. Distribución comparativa en varios ratios de los objetos de Empúries con las distintas posibles zonas mineralizadas de procedencia.



Análisis arqueométrico de elementos numismáticos argénteos en el nordeste peninsular

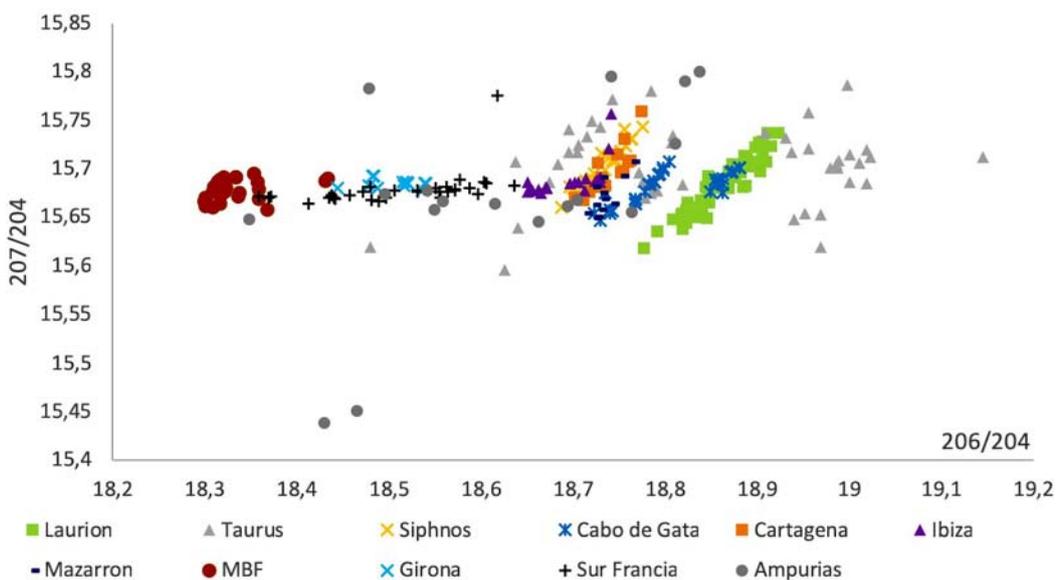
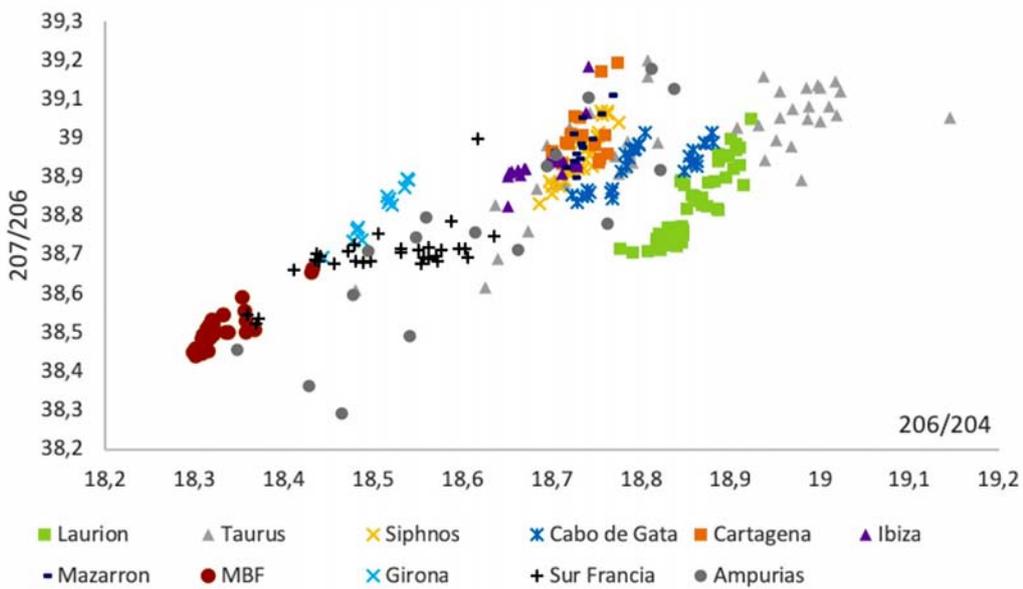
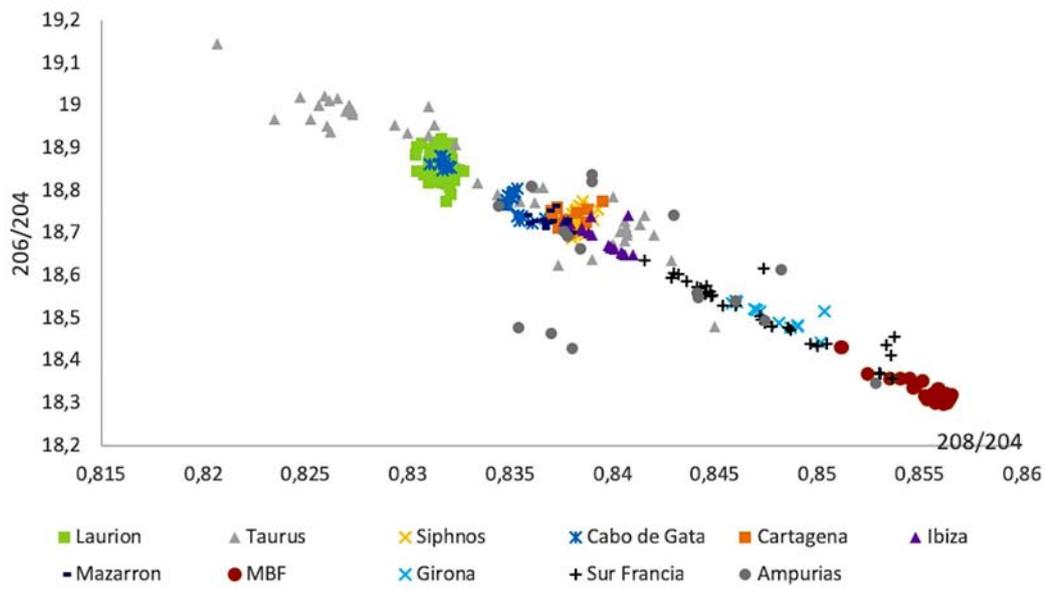


Figura 11. Fragmento de fíbula localizada en Empúries, núm. inv. MAC EMP-02168.



cia no se puede discernir de forma clara debido a que tiene valores cercanos al campo isotópico de Eivissa, pero en los gráficos  $207\text{Pb}/206\text{Pb}$ - $208\text{Pb}/206\text{Pb}$  y  $207\text{Pb}/206\text{Pb}$ - $206\text{Pb}/204\text{Pb}$  se encuentra entre esta región y el sur de Francia, lo que podría estar sugiriendo un reciclaje entre ambas regiones.

El último objeto analizado es un cinturón, PA12524, que se encuentra cercano a los valores del sur de Francia y que podría tener un pequeño porcentaje de otra procedencia que no ha sido posible identificar.

Por lo que se refiere a las monedas, la dracma PA12406 se circunscribe a la zona del sur de Francia, cercana a los valores de Girona; a pesar de ello, el análisis de los distintos gráficos hace que se descarte esta última región a favor del sur de Francia. Una segunda dracma, PA12404, tampoco sugiere una posible mezcla entre regiones, debido a que se sitúa claramente en la parte inferior de los valores de Cartagena. En cuanto a la dracma MAC EMP-02901, no puede vincularse a ninguna región, y sus valores están representados en las zonas más extremas de los gráficos; no se puede determinar por el momento si procede de una región minera no localizada o es fruto del reciclaje.

El fraccionario más antiguo (MAC EMP-05917) data del siglo V a. C., momento en el cual no estaban vigentes las dracmas en el asentamiento. La procedencia de la materia prima de esta moneda es indeterminada, al estar en una posición alejada de todos los grupos de estudio. La inclusión de monedas fraccionarias en el estudio de procedencias se justifica porque se trata de numerario de menor valor que la dracma, hecho en base plata, y por lo tanto de una mayor circulación y desgaste, y con una mayor posibilidad de refundido y reciclaje. La dificultad que entraña este grupo de monedas hace que en algunas ocasiones no sea posible determinar su procedencia. Su estudio se ha dividido entre las dracmas del siglo IV y las del III a. C.

El fraccionario MAC EMP-05827 data del siglo IV a. C.; es uno de los casos de indeterminación parcial que se sitúa en los diferentes gráficos en el grupo del sur de Francia o en sus cercanías. Se puede precisar únicamente que podría contener un porcentaje de material de esta región. Dentro del mismo grupo están los fraccionarios MAC EMP-05374 y 05779, que cuentan con valores muy similares que les sitúan muy cercanos en los gráficos. La zona de procedencia de este numerario es indeterminada, ya que no se ajusta a ninguna región de estudio. Podrían interpretarse como una mezcla con un porcentaje similar de materias primas de distintas zonas o como la existencia de una firma isotópica no detectada. Otro de los valores indeterminados es el fraccionario MAC EMP-05757, que se confina en las cercanías de los montes Tauro, sin estar circunscrito en este grupo. Los valores del fraccionario GNC 76054 se ubican cercanos a los grupos del cabo de Gata y Mazarrón, ambos en el sureste de la península Ibérica, que podrían llevar a considerar la pertenencia o la mezcla de estas procedencias. No obstante, se puede observar cómo la moneda coincide con la firma isotópica de montes Tauro y permanece en los gráficos asociada a la región de *Esendemirtepe*. La última de las muestras del siglo IV a. C. es el fraccionario GNC 76082, cuya posible procedencia mayoritaria es el sur de Francia, aunque el hecho de que en el gráfico  $207\text{Pb}/206\text{Pb}$ - $208\text{Pb}/206\text{Pb}$  y  $206\text{Pb}/204\text{Pb}$ - $208\text{Pb}/204\text{Pb}$  se aleje parcialmente de esta zona genera algunas dudas.

Con todo ello se puede observar cómo la moneda fraccionaria del siglo IV a. C., la de mayor circulación, comparte en el mismo objeto distintas procedencias del metal, lo que apuntaría hacia un gran reciclaje de estas piezas. Ello dificulta el proceso de identificación de las materias primas: hace que únicamente se puedan señalar posibles regiones de procedencia e impide localizar todas las fuentes de aprovisionamiento, aunque es posible sugerir que plata del Mediterráneo oriental también forma parte del metal circulante.

Dentro de los fraccionarios del siglo III a. C., se han analizado cuatro muestras. De la misma forma que en el siglo anterior, las dificultades residen en el mayor uso de este tipo de monedas, que hacen que el desgaste sea más rápido y se refundan para crear nuevas emisiones, lo cual dificulta el proceso de determinación del

lugar de origen. Un ejemplo lo encontramos en el fraccionario PA12290, de procedencia indeterminada; esta moneda tiene valores muy similares a la moneda griega MPI 109 (PW11), tratada posteriormente en el apartado 5.1.5 (parte de la comparativa dedicada a la moneda griega), y que podría haberse asociado a la mezcla de Laurion, origen que contrastaría la importancia de Empúries como puerto y colonia griega. En este período se localiza también el fraccionario PA12291, cuyos valores se sitúan muy próximos a diferentes regiones de extracción griegas; esta comparativa se puede observar de forma más clara si se examina con otras monedas griegas estudiadas. Ello se podría interpretar como la incorporación de plata de esta región a la colonia griega estudiada y no únicamente a sus influencias iconográficas. Procedente del sureste peninsular es el metal del fraccionario MAC BCN-36460, cuyo origen se sitúa en la zona minera de Cartagena, en esos momentos controlada por los pueblos púnicos. El último numerario analizado es el fraccionario MAC BCN-36461, con posible procedencia del sur de Francia.

Tras analizar el origen de la moneda de este siglo, se observa un gran número de procedencias indeterminadas. Este hecho se puede interpretar como la fabricación del numerario tanto con nueva materia prima como a partir del reciclaje de emisiones anteriores. Esta hipótesis se adapta al contexto histórico, debido a que las emisiones de moneda en el siglo III a. C. se ven incrementadas en el contexto de la II Guerra Púnica, por la necesidad de pagar a los soldados y a los mercenarios y los suministros. Cabe destacar que los principales canales de obtención de la plata son los del sureste peninsular, controlado por los cartagineses y en guerra con Roma, de la cual Empúries era aliada.

Esta situación contrasta con el siglo II a. C., en el cual, tras la finalización del conflicto, se puede observar cómo las dracmas que hemos analizado vuelven a mostrar elementos indicativos del reciclaje, puesto que no se puede determinar con exactitud la procedencia de las materias primas.

## 4.2. Castellet de Banyoles

El yacimiento de Castellet de Banyoles es un asentamiento ibérico del siglo III a. C. situado

en la comarca de la Ribera d'Ebre, en la provincia de Tarragona. Tiene unas 4,5 hectáreas de superficie, ubicadas en una de las terrazas fluviales del río Ebro, que le dota de un gran control visual de la zona y sobre el río. Posee una fortificación caracterizada por una muralla de compartimentos, que finaliza con dos torres pentagonales de influencia helenística que protegen la entrada al recinto. A su vez, las características topográficas del yacimiento hacen que quede protegido de forma natural, de modo que solo puede ser atacado por el punto donde se sitúan las torres (Asensio *et al.* 2012). El asentamiento se organiza a partir de calles que siguen una dirección noroeste-sudeste y este-oeste. Las casas que lo conforman se caracterizan por ser estructuras complejas de varias estancias. En el bloque constructivo C se han encontrado indicios de actividades metalúrgicas, entre los que destacan nódulos de galena y un horno de forja de hierro (Sanmartí *et al.* 2012, 56). Castellet de Banyoles podría haber sido una ciudad con un fuerte carácter administrativo en términos territoriales, debido a su tamaño, su fortificación y su posición estratégica y visual, en la cual se hubiese desempeñado la metalurgia.

### 4.2.1. Análisis de fluorescencia de rayos X

El análisis de fluorescencia de rayos X empleado en Castellet de Banyoles puede aportar datos interesantes para la comparativa entre la primera moneda romana, que entra en circulación con la llegada de las tropas escipiónicas y el pago a mercenarios iberos, respecto a la moneda indígena, imitación de la moneda griega en cuanto a métrica y, en algunos casos, también a la iconografía. En la tabla 4 se resumen los resultados de los análisis realizados.

En el caso de la moneda romana de tipo victoriatum, cuya cronología, aunque discutida, suele situarse en los alrededores de la II Guerra Púnica, se realizaron dos análisis de la misma pieza, PA22806 y PA22806b, el primero de ellos sobre pátina y el segundo sobre su superficie limpia (fig. 12). El resultado compositivo de la pieza varía de un análisis a otro debido a que el estado de corrosión favorece la detección de unos valores respecto a otros. En ambos casos se observa que es un elemento compuesto mayoritariamente por plata aleada con cobre, solución habitual para dotar de mayor dureza a la pieza; como

Figura 12. Victoriato localizado en el yacimiento de Castellet de Banyoles, núm. inv. MAC BCN-47222.



elementos minoritarios hay oro y bismuto. La ausencia de plomo es significativa, ya que revela que durante la copelación se debió de eliminar este elemento. El análisis sobre pátina se diferencia por la presencia minoritaria de hierro, arsénico y manganeso, resultado de su oxidación y del contacto con el sedimento del yacimiento. Fruto de estos mismos procesos se observa el enriquecimiento del cobre en superficie de un 5,68 a un 8,47 % en detrimento de la plata.

Entre las monedas romanas localizadas en el yacimiento también destacan los denarios del mismo período que el victoriato analizado. El estudio de la muestra PA22811 revela una moneda de una alta pureza, ya que contiene un 96,4 % de plata, el valor más alto de este elemento dentro del numerario romano de esta localización. La presencia de elementos como el plomo y el bismuto puede revelar la galena argentífera como mineral empleado en su fabricación. Contiene una presencia un tanto elevada de bromo, con un 1,7 %, elemento que podría indicar restos de corrosión.

La alta presencia de bromo se agudiza en los otros dos denarios estudiados. Llega al máximo, con un 9,33 %, en la pieza PA22811, en la cual la cantidad de plata disminuye al 90 %, y al mínimo de plata registrado en las analíticas de este yacimiento. El tercer denario, PA22813, tiene una disminución de bromo respecto a la pieza PA22811 a favor de un aumento de la plata, que se sitúa en un 92,2 %. La presencia del bromo podría indicar restos de corrosión, lo que significa que los valores de la plata debieron de ser más elevados durante el período de circulación de estas monedas, hecho que queda confirmado por la baja proporción de cobre (< 1 %).

En comparación, el estudio del numerario ibérico revela unas cantidades de plata muy elevadas, superiores al 95 % en los casos de estudio. El valor mayor es el recogido en PA22810, con un 98,9 % de plata. A su vez, la muestra PA22808, con un 96,8 %, representa el valor más bajo de las tres monedas, a pesar de contener un valor más elevado que las monedas romanas y que los recipientes del mismo yacimiento (fig. 13).

La pieza con un contenido inferior de plata es el brazalete, PA12268. Se trata de una aleación de plata con cobre, en la cual hay una presencia significativa de oro. Este es el objeto con más presencia de este elemento juntamente con plomo. La elevada cantidad de estos dos materiales puede indicar que la copelación de

Tabla 4. Composición química de los objetos y monedas de Castellet de Banyoles según los análisis de fluorescencia de rayos X. Valores expresados en % de peso.

N.º inv.	N.º análisis	Tipología	Fe	Ni	Cu	As	Ag	Au	Pb	Bi	Otros
MAC BCN-47221	PA22806	Victoriato	0,21	-	8,47	0,03	90,4	0,43	-	0,27	Mn 0,15
MAC BCN-47221	PA22806b	Victoriato	-	-	5,68	-	93,6	0,43	-	0,28	-
MAC BCN-47225	PA22808	Im. dracma	0,13	-	0,98	-	96,8	-	0,46	0,14	Br 1,42
MAC BCN-47224	PA22809	Im. dracma	1,17	-	0,41	-	97,6	0,46	-	0,19	Br 0,11
MAC BCN-47224	PA22809b	Im. dracma	0,28	-	0,37	-	98,4	0,36	0,16	0,01	Br 0,29
MAC BCN-47226	PA22810	Im. dracma	-	-	0,51	-	98,9	0,27	0,16	0,08	-
MAC BCN-47220	PA22811	Denario	-	-	0,62	-	96,4	0,67	0,48	0,06	Br 1,7
MAC BCN-47219	PA22812	Denario	-	0,05	0,26	-	90,0	-	0,12	0,2	Br 9,33
MAC BCN-4723	PA22813	Denario	0,51	-	0,27	-	92,2	-	0,03	0,16	Br 6,78
MAC BCN-021689	PA12264	Recipiente	-	-	1,8	-	95,6	2,04	0,49	-	-
MAC BCN-021689	PA12266	Recipiente	-	-	3,80	-	94,3	1,07	0,84	-	-
MAC BCN-021689	PA12268	Brazalete	-	-	7,3	-	88,2	2,94	1,51	0,23	-

Figura 13. Moneda indígena localizada en el yacimiento de Castellet de Banyoles, núm. inv. MAC BCN-47225.



este objeto no se hizo tan intensivamente como en el numerario griego, aunque el porcentaje de plata sea cercano a las monedas romanas de este asentamiento.

Los dos objetos restantes, PA12264 y PA12266, son recipientes. En ambos hay una cantidad superior al 1% de cobre. Se puede considerar que se pudo añadir intencionadamente para dotar de dureza a la pieza. En ambos casos la presencia de oro sería superior a la que se encontraría en las monedas pero inferior a la del brazalete. La plata de ambos objetos, con alto contenido, podría indicar que los procesos de copelación llevados a cabo en su fabricación fueron parecidos a los empleados en el caso de las monedas.

#### 4.2.2. Análisis de isótopos de plomo

El análisis de isótopos de plomo efectuado en este yacimiento aporta información sobre la procedencia de la materia prima, su reciclaje y los posibles contactos comerciales y redes de captación de recursos.

Dentro del numerario estudiado con este método en el yacimiento de Castellet de Banyoles (tabla 5) se determinó oportuno analizar dos monedas ibéricas. Los datos sobre moneda romana podrían haber distorsionado el ámbito del estudio, centrado especialmente en la numismática de las colonias griegas de

*Rhode y Emporion* y en la influencia que pudo tener en la moneda ibérica del nordeste peninsular. La confrontación de los datos de PA22809 muestra valores que se inscriben dentro de la firma isotópica de Eivissa o se aproximan a esos parámetros. En la figura 14, el gráfico que compara los ratios 207/206-208/206 permite apreciar cómo los valores quedan muy cercanos, mientras en el resto quedan circunscritos a Eivissa, aunque muy cercanos a los valores del sur de Francia.

La segunda moneda estudiada, PA22810, es un posible caso de reciclaje. La muestra se halla en todas las confrontaciones de datos entre las regiones de los Pirineos orientales, el sur de Francia y la zona de Girona. Esto puede significar la utilización en la fabricación del numerario de materiales de al menos dos de estas regiones, en las cuales las mezclas del sur de Francia y de la zona de Girona podrían ser las preponderantes, tal como se muestra en la cercanía con dichos valores en los gráficos 206Pb/204Pb-207Pb/204Pb y 207Pb/206Pb-206Pb/204Pb.

Tal como se ha visto en apartados anteriores, la fabricación de monedas se podía llevar a cabo mediante el recortado de láminas de metal o de barras. El estudio del fragmento de barra localizado en este asentamiento revela valores que se inscriben en el sur de Francia.

El estudio de los objetos encontrados en Castellet de Banyoles puede servir como paradigma, ya que, a pesar de que el metal tienda a la reutilización o el reciclaje, en el cual es más probable que se mezclen materiales hechos a partir de materias primas de distintas procedencias, en el caso de los objetos es posible que esta amortización no se produzca de forma tan rápida como en las monedas. Esta hipóte-

Tabla 5. Resultados de los análisis de isótopos de plomo de las piezas de Castellet de Banyoles.

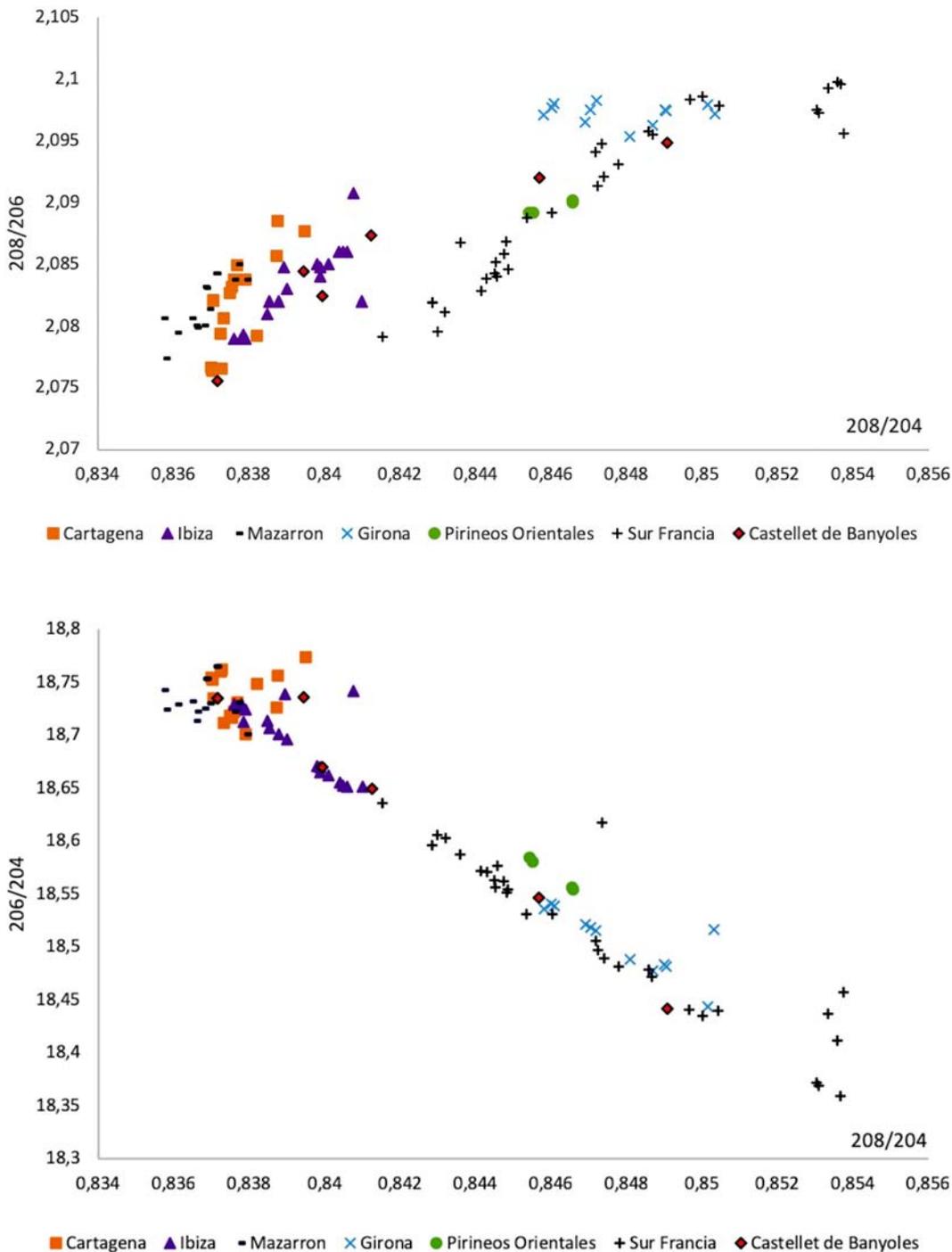
N.º inv.	N.º análisis	Cronología	Tipo	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204
MAC BCN-021689	PA13409	III a. C.	Barra frag.	2,09479	0,84909	18,4415	15,6586	38,632
MAC BCN-047224	PA22809	III a. C.	Im. Dracma	2,08735	0,841250	18,6490	15,6885	38,9271
MAC BCN-047226	PA22810	III a. C.	Im. Dracma	2,09197	0,845688	18,5467	15,6847	38,7993
MAC BCN-021689	PA12268	III a. C.	Brazalete	2,08239	0,83994	18,670	15,682	38,878
MAC BCN-021689	PA12264	III a. C.	Recipiente	2,07555	0,83716	18,735	15,684	38,885
MAC BCN-021689	PA12266	III a. C.	Recipiente	2,08443	0,83945	18,736	15,728	39,055

sis queda parcialmente confirmada en este yacimiento, debido a que los grupos en los que se circunscriben dichos materiales no tienen tanta controversia como las monedas. Se localizan de forma clara en las distintas ratios isotópicas o en ubicaciones geográficas más extensas. Así,

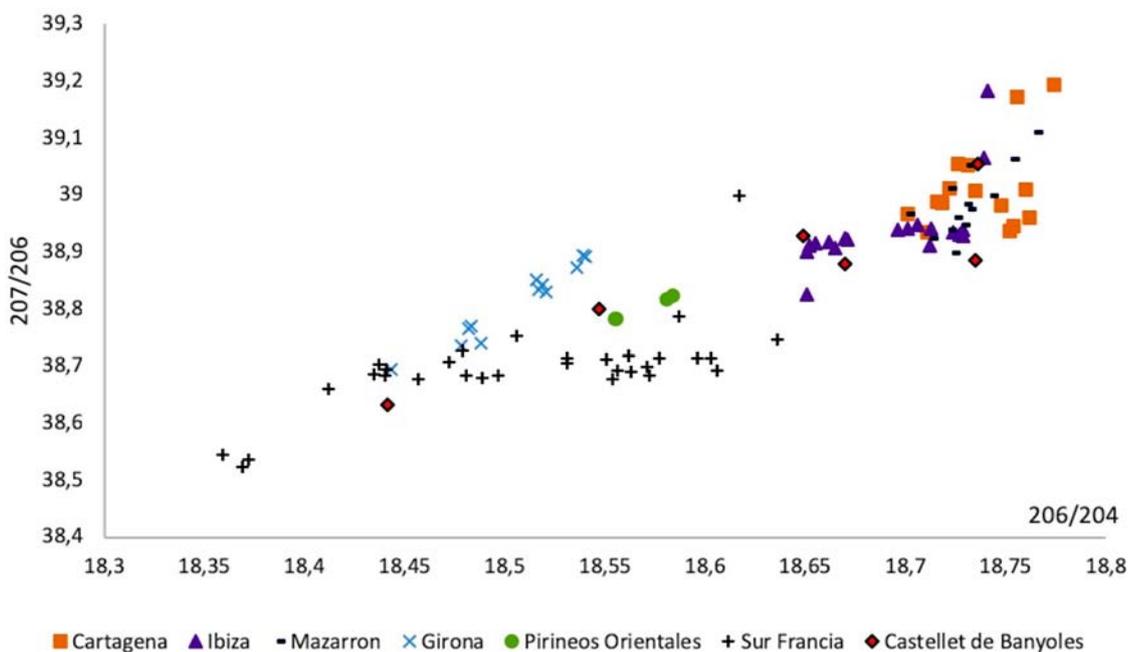
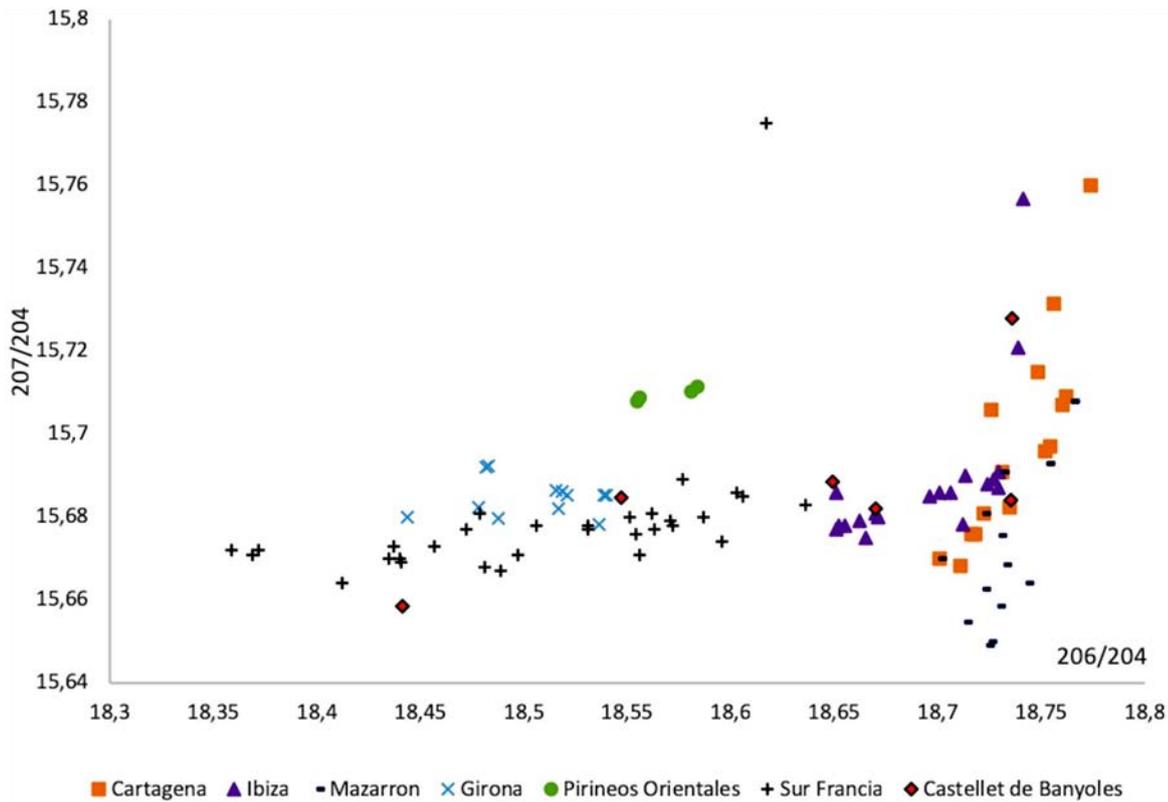
podemos ver cómo la procedencia de la materia prima del recipiente PA12264 se ubica en el sureste peninsular, en concreto en la zona de Cartagena-Mazarrón. Aunque se integra principalmente en la región de Cartagena, en todas las gráficas se sitúa cercana a la zona de Ma-

En esta página y la siguiente:

Figura 14. Distribución comparativa en varias ratios de los objetos de Castellet de Banyoles con las distintas posibles zonas de procedencia.



Análisis arqueométrico de elementos numismáticos argénteos en el nordeste peninsular



zarrón, muy próxima geográficamente, de tal forma que no es posible descartar ninguna de las dos zonas mineras.

El segundo recipiente, PA12266, se localiza dentro del grupo de Eivissa, al igual que el brazalete, PA12268. De esta manera, el contacto

entre los pueblos púnicos, establecidos en la isla de Eivissa y en el sur peninsular, y los iberos del curso inferior del río Ebro, queda documentado en la procedencia de las materias primas metálicas, que se suman a las otras evidencias arqueológicas, como puede ser la cerámica.

### 4.3. Mas Castellar

Mas Castellar de Pontós es un enclave ibérico situado en la comarca del Alt Empordà (Girona). Su situación se enmarca en una elevación situada a 25 kilómetros de la costa en un punto intermedio entre las dos colonias griegas de la época, *Rhode* y *Emporion*.

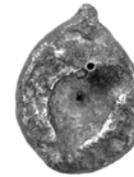
El asentamiento consta de varias fases. De la primera se conoce un edificio exento, destruido por incendio en la segunda mitad del siglo V a. C. (Asensio y Pons 2015). Sobre este se construye un pequeño asentamiento fortificado, que será abandonado durante el siglo IV a. C. y substituido por un hábitat no fortificado en el cual existen edificios de arquitectura compleja, con estructuras de transformación y de representación política (Adroher, Pons y Ruiz de Arbulo 1993; Pons 2002). Una de las características que definen este yacimiento es su extenso campo de silos, que se ha asociado a una acumulación destinada al comercio.

A finales del siglo V o principios del IV a. C. aparecen indicios de actividades metalúrgicas y siderúrgicas, de las cuales se documentan restos derivados de la forja del hierro y gotas de bronce (Rovira 2000). Por otra parte, el hallazgo de cospeles en este yacimiento podría ser una prueba más de la utilización y capacitación del taller metalúrgico para realizar trabajos con diferentes metales.

#### 4.3.1. Análisis de fluorescencia de rayos X

En el caso del yacimiento de Mas Castellar, el análisis de fluorescencia de rayos X (tabla 6) puede aportar información sobre la composición de los cospeles, es decir, del momento anterior a la fabricación de monedas. Es de

Figura 15. Cospel localizado en Mas Castellar, núm. inv. MAC GIR-41327 (análisis PA11009).



suponer que, al estar las superficies preparadas para la acuñación, la composición elemental de estas no habría variado, ya que no se aplicaron nuevamente procesos de copelación.

La presencia de plata en el grupo estudiado en Mas Castellar varía entre el 75,9 y el 98,5 %. El análisis PA11009 (fig. 15) es el que muestra cantidades de plata más bajas (75,9 %) y, al mismo tiempo, niveles de plomo muy elevados (23,3 %), que pueden ser indicativos de un proceso de copelación insuficiente. La muestra, a su vez, presenta unos niveles de oro residuales y un porcentaje de cobre que, por sus bajos niveles, inferiores al 1 % –aunque este solía añadirse para dar dureza a la pieza–, serían indicadores de que podría estar vinculado con el mineral procesado.

Otra de las muestras con mayor cantidad de plomo es el cospel PA11012, que, a pesar de presentar niveles inferiores a la anterior, se sitúa en un 9,55 %, valor todavía muy elevado para platas refinadas. El cospel PA11011 también presenta niveles bajos de plata, con un 86,7 % de su composición. Esto se debe a su alto contenido en cobre, 11,4 %, que lo hace diferente de los otros cospeles y de la mayor parte de piezas de plata de otros yacimientos. Por último, cabe señalar la presencia minoritaria de antimonio en el objeto, elemento generalmente asociado a los minerales de plata pero que se pierde en los

Tabla 6. Composición química de los objetos de Mas Castellar según los análisis de fluorescencia de rayos X.

N.º inv.	N.º análisis	Tipología	Cu	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi
MAC GIR-41327	PA11009	Cospel	0,67	75,9	–	–	0,16	23,3	–
MAC GIR-41328	PA11010	Cospel	1,29	98,5	1,06	–	–	0,19	–
MAC GIR-41329	PA11011	Cospel	11,4	86,7	–	0,15	0,78	–	–
MAC GIR-41330	PA11012	Cospel	1,3	89,2	–	–	–	9,55	–
MAC GIR-41331	PA11013	Cospel	2,33	94,1	–	–	2,09	0,46	1,06

procesos de reducción y copelación; por ello es más probable que vaya asociado al cobre aleado con la plata. En este caso el cobre contendría una proporción del 1-1,5 % de antimonio.

El cospel PA11013 presenta niveles de cobre que, como en la pieza anterior, le habrían podido dotar de dureza, pero la reducción de este a niveles parecidos a la presencia de oro, 2,09 %, hacen que la pieza tenga altos niveles de plata, cercanos al 94,1 %. Ello indica una mayor eliminación del residuo, a diferencia de las piezas con niveles más bajos encontradas en el yacimiento, lo que, conjuntamente con la pieza PA11010, indicaría que, si se hubiesen realizado en él, sus habitantes conocían los procesos de copelación y podían decidir el nivel de pureza de las piezas.

Este conjunto de cospeles destaca por la heterogeneidad en su composición, que nos indica que proceden de coladas distintas, aunque, al no conocer el contexto de aparición, no podemos precisar el tiempo transcurrido entre ellas ni si ha sido un proceso acumulativo en el tiempo. Por otro lado, se observa que en el aspecto compositivo solo algunas piezas tienen porcentajes de plata similares a los de las monedas de la época, lo que lleva a preguntarse si los objetos con valores inferiores son platas sin refinar que necesitan de un nuevo proceso de copelación, o bien si se trataría de monedas devaluadas.

#### 4.3.2. Análisis de isótopos de plomo

Los resultados de los isótopos de plomo de este yacimiento son interesantes para discernir el origen de los cospeles y, por lo tanto, si se hicieron con metales de la misma procedencia o

corresponden a distintos momentos de realización del numerario. Ello puede aportar información sobre si se mezclaban distintos materiales en el destino o si por el contrario dichos procesos se realizaban cuando llegaba nuevo mineral (tabla 7).

A su vez, en el yacimiento se realizó el análisis de un fraccionario del siglo V a. C., MCR 5.1, el cual reveló una vinculación parcial con el sur de Francia, aunque mezclada con otra procedencia desconocida. Este hecho es debido a que en la confrontación de las ratios 207Pb/206Pb-208Pb/206Pb y 206Pb/204Pb-208Pb/204Pb, en la figura 16, los valores quedan muy próximos a esta región, mientras que en otros gráficos con diferentes ratios siguen la tendencia de esa localidad, lo cual nos lleva a pensar que el material con el que se hizo la moneda provenía de dos o más regiones y que podría haber sido reciclada.

Dentro de los cospeles, la muestra PA11011 también presenta una indeterminación parcial, dado que se muestra cercana a los valores del sur de Francia, y se inscribe en ellos en algunas ocasiones, pero con valores ligeramente inferiores.

El cospel PA11013 presenta unos valores cercanos a dos regiones que, por cronología, estuvieron fuertemente en contacto con el asentamiento y el territorio del nordeste peninsular, tal como atestiguan los materiales cerámicos. En efecto, los valores de esta pieza se localizan en una zona donde se solapan los campos isotópicos de Cartagena y de Eivissa, sin que sea posible discernir cuál de las dos es la región preponderante, ya que todos los gráficos se sitúan entre ambas regiones. Aunque en el estudio de 2008 se proponía Cartagena (Montero-Ruiz *et al.*

Tabla 7. Resultados de los análisis de isótopos de plomo de las piezas de Mas Castellar.

N.º inv.	N.º análisis	Cronología	Tipo	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204
MAC GIR-41327	PA11009	II Hierro	Cospel	2,0892	0,83806	18,806	15,76	39,289
MAC GIR-41328	PA11010	II Hierro	Cospel	2,07959	0,8366	18,734	15,673	38,959
MAC GIR-41329	PA11011	II Hierro	Cospel	2,08456	0,84304	18,552	15,64	38,673
MAC GIR-41330	PA11012	II Hierro	Cospel	2,09648	0,83947	18,857	15,833	39,539
MAC GIR-41331	PA11013	II Hierro	Cospel	2,08281	0,83843	18,733	15,707	39,018
MCR 5.1	-	V a. C.	Fraccionario	2,094	0,847	18,396	15,582	38,487

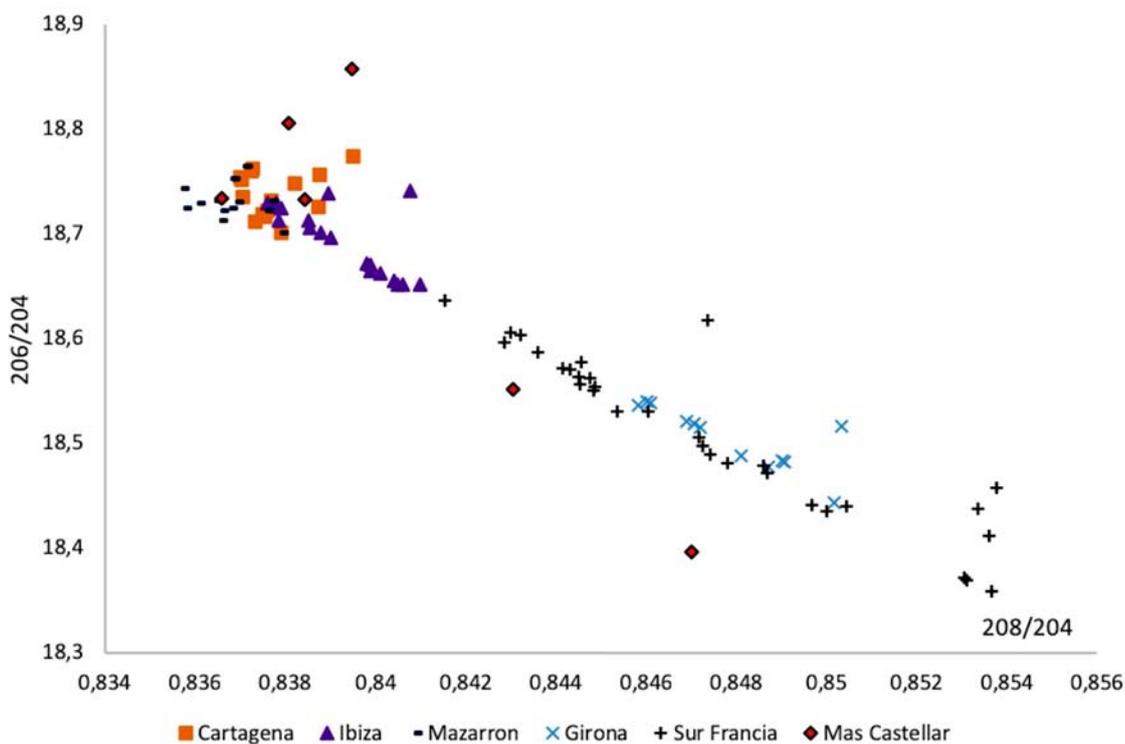
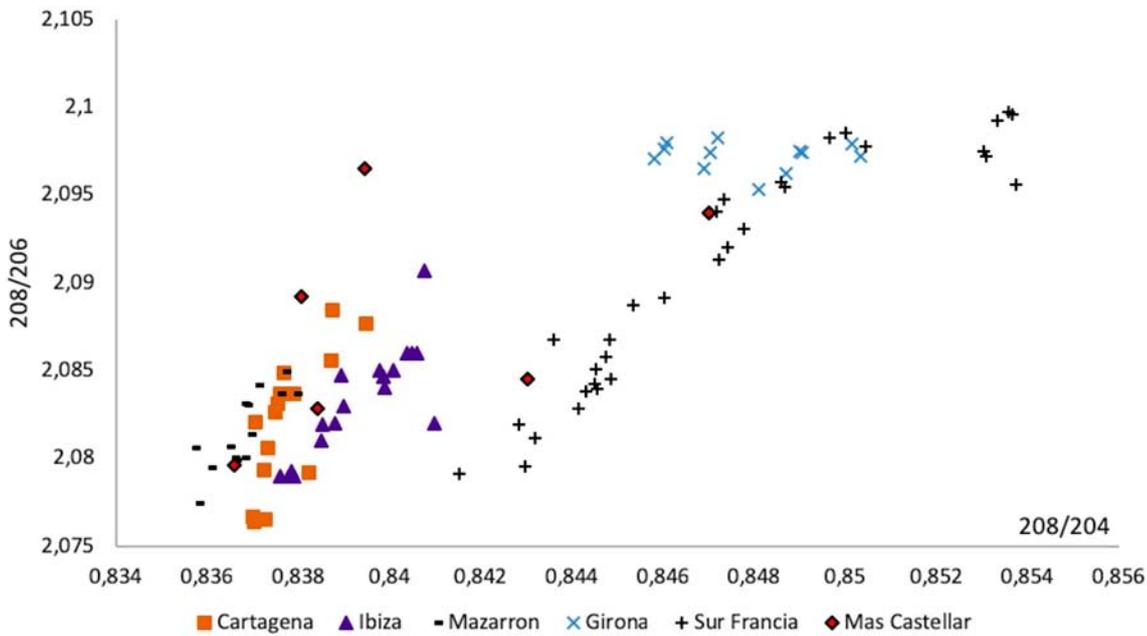
2008, 312), en aquel momento no se conocían los datos de Eivissa. Por lo tanto, cualquiera de las dos opciones, o incluso la mezcla de ellas, es posible.

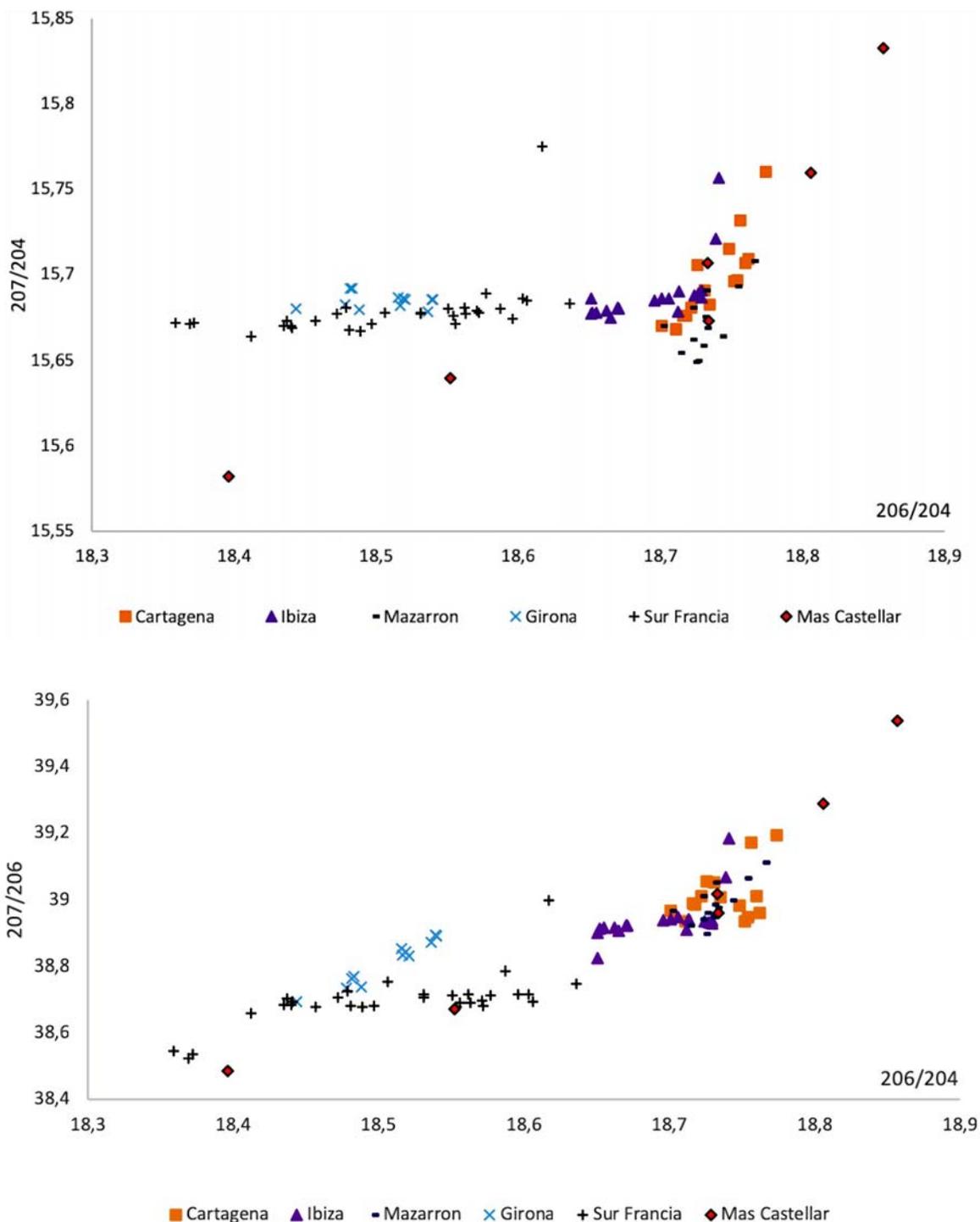
La única pieza que puede inscribirse con certeza en una región concreta es PA11010, si-

tuada en la firma isotópica de Mazarrón. Aunque en una posición cercana a Almagrera y a Cartagena, sus posiciones en el gráfico la decantan a favor de esta región del sureste peninsular, como ya se propusiera en el estudio original (Montero-Ruiz *et al.* 2008, 312).

En esta página y la siguiente:

Figura 16. Distribución comparativa en varios ratios de los objetos de Mas Castellar con las distintas posibles zonas de procedencia.





La pieza PA11012 es un cospel del que no se puede determinar el origen de la materia prima. En algunas gráficas se sitúa próximo a los valores del sureste peninsular y por encima de estos en otras, con valores muy elevados en las ratios que incluyen los isótopos  $^{208}\text{Pb}$  y  $^{207}\text{Pb}$ . Las gráficas muestran un claro alineamiento de esta moneda con el cospel PA11011, asignado a Mazarrón. Entre ambas y perfectamente alineado se

encuentra el cospel PA11009, que podría ser interpretado como una mezcla entre metal de Mazarrón y el de la procedencia aún desconocida que marcaría la pieza PA11012.

El yacimiento de Mas Castellar combina dos grandes regiones de aprovisionamiento: por un lado, el sureste peninsular, y por otro, el sur de Francia, con otra zona todavía por determinar, probablemente no peninsular, dada la ausencia

de valores similares en la base de datos. La dificultad que entraña este yacimiento en cuanto a la identificación de la procedencia se puede asociar al tipo de material, posibles cospeles, los cuales son propensos a la utilización de materiales de distintas procedencias o al reciclaje de objetos o monedas anteriores.

#### 4.4. Puig de Sant Andreu

El yacimiento de Puig de Sant Andreu está situado en el municipio de Ullastret, comarca del Baix Empordà (Girona), sobre una elevación que proporciona un control visual de la zona, la cual, en la época, estaba formada mayoritariamente por marismas. Se trata de una ciudad ibérica de grandes dimensiones cercana a la colonia griega de Empúries (15 km). La ocupación se inicia a final del siglo VI a. C. y llega a su máxima extensión, de unas 12 hectáreas, entre los siglos V y IV a. C. (Martín 2000; Martín *et al.* 2010). Se caracteriza por su gran complejidad poliorcética, con influencia griega, y cuenta con elementos avanzados, como foso, torres y muralla (Prado 2010). La estructura urbana del yacimiento, a su vez, también es compleja: una trama urbana planificada a partir de calles y plazas, y con otros dispositivos como cisternas. En el ámbito estructural se caracteriza por casas que tienden a ser rectangulares y de gran complejidad, compuestas por varias habitaciones e incluso patios, junto a edificios públicos de representación y a tres recintos de culto (Casas, Martín y Baqué 2005). Una característica que distingue el yacimiento es la práctica de las cabezas cortadas, que tradicionalmente se ha asociado al mundo celta. Entre las actividades económicas documentadas destacan las metalúrgicas, así como campos de silos, tanto dentro como fuera del perímetro amurallado (Asensio y Pons 2015, 221), que podían servir tanto como mecanismos de almacenamiento y consumo como para el intercambio comercial con otras

Figura 17. Dracma localizada en Puig de Sant Andreu, núm. inv. MAC ULL-04817.



regiones. Este yacimiento es la ciudad ibérica más grande del nordeste peninsular.

##### 4.4.1. Análisis de fluorescencia de rayos X

En este yacimiento solo se realizó un análisis de fluorescencia de rayos X sobre una dracma emporitana encontrada en el estrato superficial (fig. 17). La composición de esta moneda revela un contenido muy alto en plata, con niveles similares a los descritos por Pitarch y Queralt (2008) sobre las monedas de Empúries, lo cual muestra el alto nivel de la copelación llevada a cabo en este yacimiento. A su vez, presenta como elementos minoritarios cobre, con valores cercanos al 1%, oro y plomo (tabla 8).

##### 4.4.2. Análisis de isótopos de plomo

El análisis isotópico de este yacimiento cuenta con tres monedas, aunque solo una dispone de análisis elemental (tabla 9).

Estas monedas, a pesar de tener valores próximos a los de algunas minas, no se ajustan de forma clara a ninguna región (fig. 18). La moneda MAC ULL-04847 se vincula a los valores propios del sur de Francia. Se inscribe en su campo isotópico en la mitad de los gráficos, lo que sugiere que parte del metal que compone la moneda procede de esta región. No obstante, su ubicación cercana a los valores de Eivissa hace suponer asimismo que podría ser una mezcla de metal de ambas regiones. Otro de los elementos parcialmente indeterminados es la pieza MAC ULL-04817 (fig. 17). Se sitúa cercana

Tabla 8. Composición química de la dracma de Puig de Sant Andreu según el análisis de fluorescencia de rayos X. Valores expresados en tanto por ciento de peso.

N.º inv.	N.º análisis	Tipología	Cu	Ag	Au	Pb
MAC ULL-04847	PA13737	Dracma	0,91	97	0,56	1,64

Tabla 9. Resultados de los análisis de isótopos de plomo de las piezas de Puig de Sant Andreu.

N.º inv.	N.º análisis	Cronología	Tipo	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204
MAC ULL-04817	-	III a. C.	Dracma	2,084	0,847	18,618	15,761	38,804
MAC ULL-04237	-	III a. C.	Dracma	2,07937	0,83923	18,68	15,6768	38,8438
MAC ULL-04847	PA13737	III a. C.	Dracma	2,08792	0,84202	18,6359	15,6919	38,9113

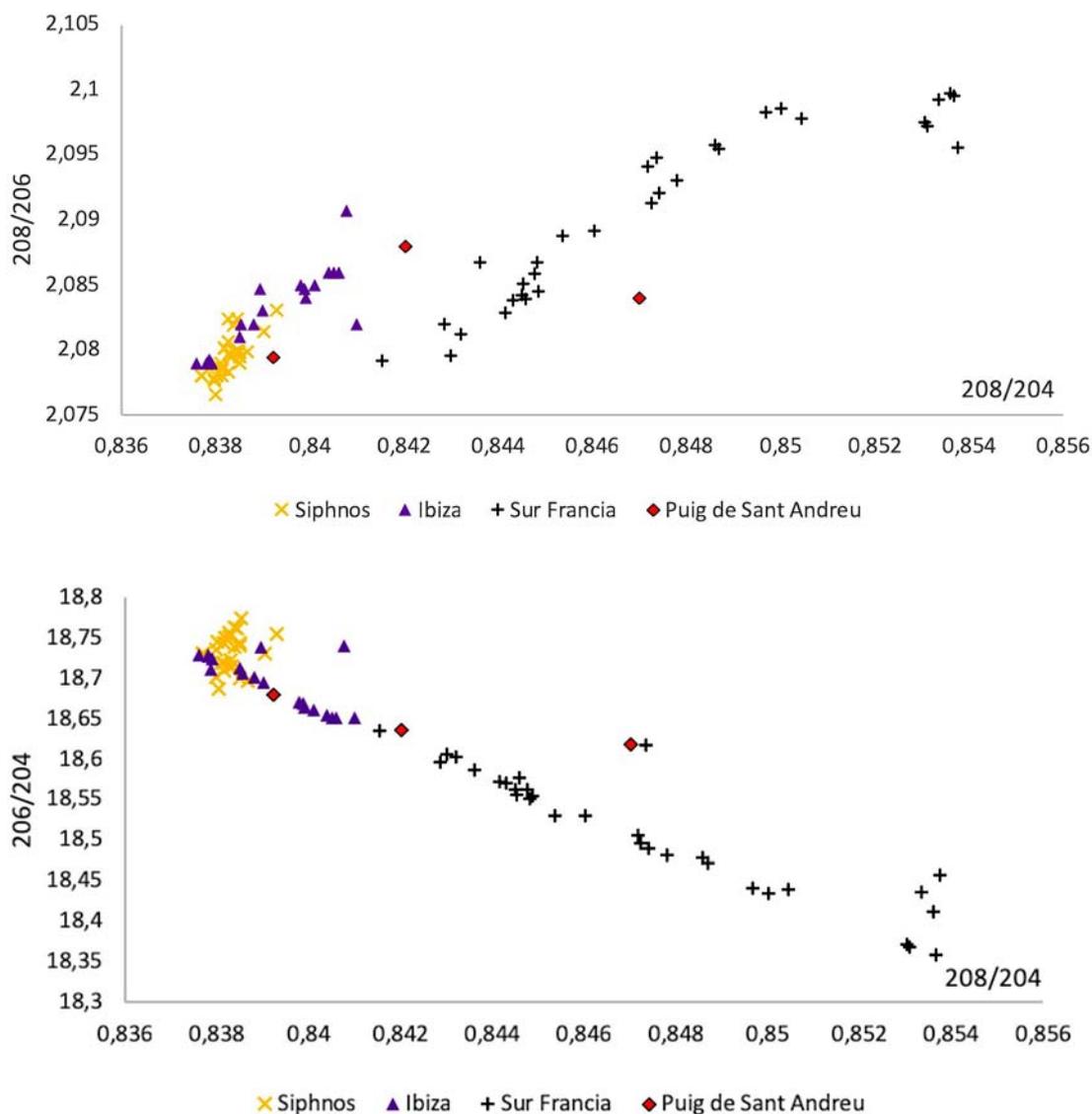
a la mineralización de Eygas, en el sur de Francia, aunque alejada del resto de valores de esa zona.

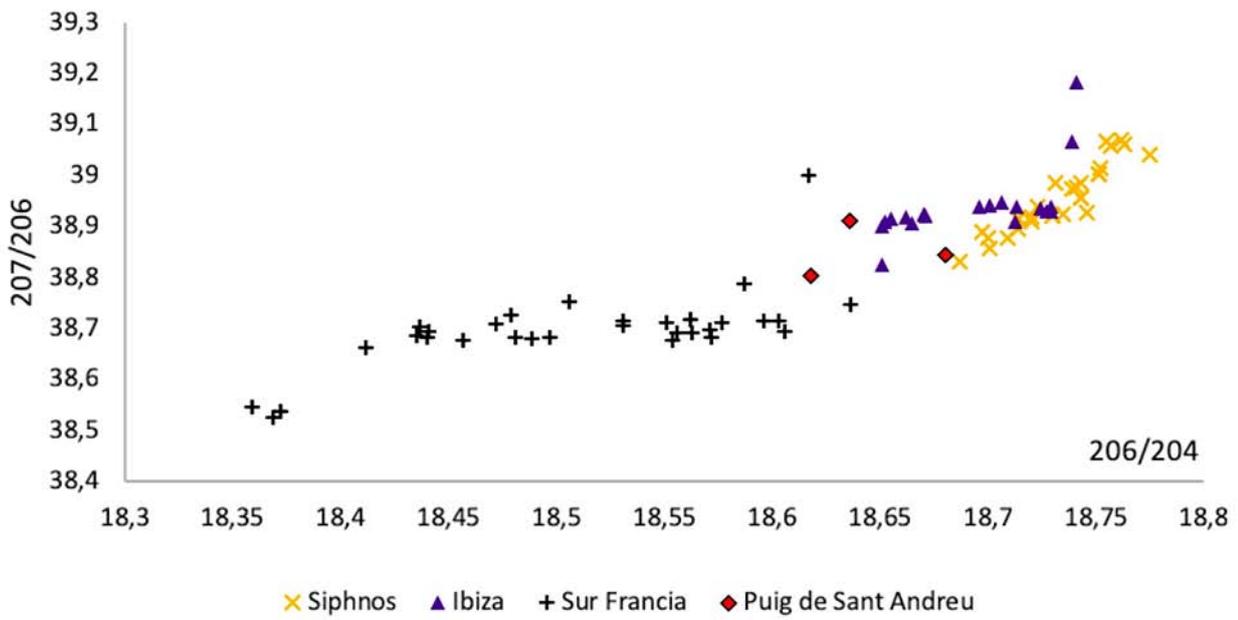
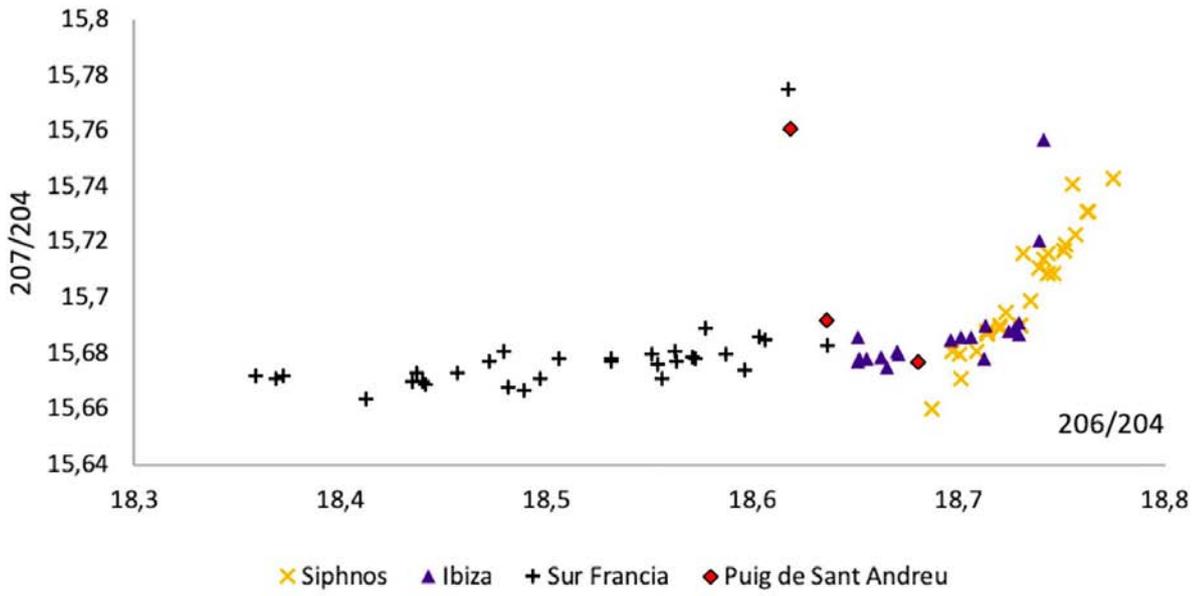
Por último tenemos la dracma MAC ULL-04237, que se sitúa en el campo isotópico de Ei-

vissa, aunque cercana a la región de Sifnos, en las islas Cícladas. Queda entre ambas firmas isotópicas en algunos de los gráficos, lo cual podría sugerir la utilización de materiales de ambas regiones.

En esta página y la siguiente:

Figura 18. Distribución comparativa en varios ratios de los objetos de Puig de Sant Andreu con las distintas posibles zonas de procedencia.





## 5. Comparativa

Con el fin de tener en cuenta los máximos aspectos posibles relacionados con el análisis de las piezas del nordeste peninsular, se ha llevado a cabo una breve comparativa con otros elementos de base plata ya publicados de la península Ibérica, como la plata del período orientalizante (Murillo Barroso 2013), algunas monedas ibéricas (Montero-Ruiz *et al.* 2011; Montero-Ruiz, Pérez y Rafel 2011) y monedas griegas de plata (Bugoi *et al.* 1999; Stos-Gale y Gale 2009). Esta comparación permite relacionar el metal con otras producciones, aunque no podamos concretar el área de procedencia, pero sugiere al menos continuidad en fuentes de aprovisionamiento o de su mezcla. Para este cometido se ha dividido el total de 22 yacimientos con datos disponibles en cuatro grupos: sur peninsular, centro peninsular, nordeste peninsular y monedas. Este último grupo contiene numerario localizado en distintas regiones, a veces distantes de los lugares de acuñación, por lo que se ha decidido estudiarlas por separado (fig. 19).

Posteriormente a esta primera confrontación de los datos estudiados con el conjunto peninsular, se procederá a cotejarlos con algunas de las informaciones disponibles sobre las monedas griegas de plata. La razón de ello es que, tal como se ha observado en el estudio

analítico, el metal de algunas de las monedas de Empúries podría ser de origen griego o bien ser mezcla con las minas de Laurion, Sifnos y montes Tauro, hecho que confirmaría el carácter de emporio comercial que tenía Empúries y que señalaría la circulación de este tipo de materiales por el Mediterráneo y su aprovechamiento para la fabricación de monedas propias en esa ceca.

Por último, en este apartado se recogerá un balance compositivo de otros elementos numismáticos de plata griegos, de cronologías afines a los datos estudiados, publicados por distintos autores.

### 5.1. Isótopos de plomo

#### 5.1.1. Sur peninsular

La zona del sur peninsular se ha caracterizado a partir del análisis de isótopos de plomo de un total de nueve yacimientos comprendidos entre la provincia de Alicante, Andalucía y la provincia de Cáceres. La cronología de estos objetos se enmarca en el I y el II Hierro, aunque algunos de ellos son anteriores a las piezas de estudio (tablas 10 y 11).

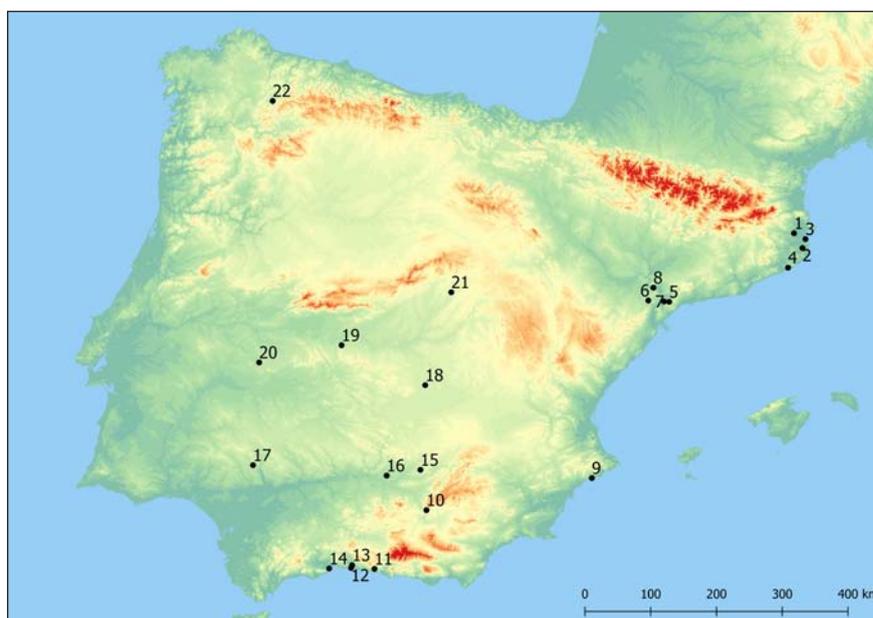


Figura 19. Localización de los yacimientos mencionados en el trabajo: 1. Mas Castellar, 2. Puig de Sant Andreu, 3. Empúries, 4. Puig Castellet, 5. Coll del Moro de la Serra d'Almos, 6. Coll del Moro de Gandesa, 7. Castellet de Banyoles, 8. Santa Madrona, 9. Poble Nou, 10. Castellones de Ceal, 11. Laurita, 12. Toscanos, 13. Lagos, 14. San Isidro, 15. Perotito, 16. *Baecula*, 17. Palacio III, 18. Palomar del Pintado, 19. Casa del Carpio, 20. La Ayuela, 21. Las Zorreras, 22. Castro de Santa María.

Dentro de los yacimientos del I Hierro, en la zona más oriental, se sitúa el yacimiento de Poble Nou, en la provincia de Alacant, en cuya excavación se hallaron y posteriormente analizaron tres piezas de uso personal: un anillo, un colgante y un brazalete (ID: 1147, 1148, 1149, respectivamente). Los tres materiales tienen un origen indeterminado, aunque se sitúan en posiciones relativamente cercanas a campos isotópicos distintos, lo que podría indicar un reciclaje o reaprovechamiento de la materia prima, sin que se pueda precisar el origen de esta. El colgante se sitúa cercano a la firma isotópica de Eivissa, el brazalete se localiza cercano al cabo de Gata —sin llegar a enmarcarse en ninguno de los gráficos de esta zona— y, por último, el anillo se encontraría próximo a los valores del sur de Francia. La ubicación del yacimiento, cercano al mar, podría haber influido en los contactos con estas regiones y facilitado el intercambio y reciclaje de estos objetos.

Otras piezas realizadas probablemente con materia prima procedente del sur de Francia son el objeto analizado de Toscanos y un escarabeo (1227) localizado en la necrópolis de Laurita. Ambos materiales son catalogados por Murillo-Barroso (2013) como de procedencia

indeterminada; no obstante, se representan en los cuatro gráficos cercanos entre ellos y circunscritos en el grupo del sur de Francia.

En la necrópolis de Laurita, además, se localizó un aro (1226) comparativamente interesante porque, al igual que el anillo (n.º inv. 2226), se circunscribe a la región minera de El Molar-Bellmunt-Falset, en este caso cercano a su vez a los valores de Gador y Linares, aunque no solapándose. Esto puede deberse no tanto a la procedencia de la plata como al origen de la región del plomo utilizado en los procesos de extracción de esta. Tal como se ha explicado en el apartado sobre arqueometalurgia, el mineral extraído de algunas zonas del sur peninsular requería de la adición de plomo con el fin de facilitar la atracción de la plata durante el proceso de copelación, de forma que se puede afirmar una posible utilización de mineral de la región de El Molar-Bellmunt-Falset sin poder acabar de confirmar cuál es la procedencia del resto de materiales empleados. Murillo-Barroso también sostiene esta posibilidad en el análisis de estas piezas e indica que puede deberse al plomo empleado en los procesos de obtención de la plata (Murillo-Barroso 2013, 379).

Tabla 10. Datos isotópicos de la región del sur peninsular.

ID	Yacimiento	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204	Bibliografía
1165	San Isidro	2,10407	0,85653	18,22356	15,6090	38,3432	Murillo-Barroso 2013
1162	Lagos	2,10537	0,85491	18,3212	15,6625	38,5718	Murillo-Barroso 2013
1164	Toscanos	2,0953	0,84911	18,42862	15,6476	38,6129	Murillo-Barroso 2013
1226	Laurita	2,1012	0,85517	18,3086	15,657	38,4701	Murillo-Barroso 2013
1227	Laurita	2,09668	0,85022	18,4366	15,6751	38,6556	Murillo-Barroso 2013
1741	Palacio III	2,05314	0,83355	18,8354	15,7002	38,6718	Murillo-Barroso <i>et al.</i> 2015
1739	Palacio III	2,10483	0,85895	18,211	15,6424	38,331	Murillo-Barroso <i>et al.</i> 2015
1740	Palacio III	2,10297	0,85783	18,2478	15,6534	38,3745	Murillo-Barroso <i>et al.</i> 2015
1738	Palacio III	2,10108	0,85413	18,3095	15,6387	38,4697	Murillo-Barroso <i>et al.</i> 2015
468	Perotito	2,08554	0,83845	18,7142	15,691	39,0307	–
469	Perotito	2,08371	0,83824	18,6929	15,6691	38,9521	–
470	Perotito	2,08494	0,83875	18,6914	15,6777	38,9722	–
473	Castellones de Ceal	2,08475	0,83926	18,6847	15,6815	38,9538	–
1340	La Ayuela	2,10551	0,85705	18,2215	15,6166	38,3655	Murillo-Barroso 2013
1147	Poble Nou	2,08037	0,84286	18,5845	15,6641	38,6627	Murillo-Barroso 2013
1149	Poble Nou	2,06566	0,83549	18,7544	15,6690	38,7402	Murillo-Barroso 2013
1148	Poble Nou	2,08298	0,84054	18,6385	15,6665	38,8236	Murillo-Barroso 2013

La situación es similar en el caso del anillo (1162) localizado en el yacimiento de Lagos, que está cercano a los valores de la región de El Molar-Bellmunt-Falset y a la zona de Gador, por lo que su procedencia queda indeterminada. Otro de los objetos indeterminados es el 1741 del yacimiento de Palacio III, cuya caracterización isotópica no se enmarca en ninguna región peninsular y que queda separado del resto de individuos. En el artículo en el que se estudió ya se sostenía que podría tratarse de plata exógena a la península Ibérica (Murillo-Barroso *et al.* 2015, 327).

De hecho, al analizar el yacimiento de Palacio III se observa cómo existe poca uniformidad en la procedencia de la plata. Así, la pieza 1739 se enmarca dentro de la signatura isotópica de la Faja Pirítica, juntamente con el elemento 1740, aunque este tiende a acercarse, incluso a circunscribirse en algunos gráficos, a la zona de Linares, zona, por otro lado, en la que se enmarca el objeto 1740. Las regiones geográficas que sirven de lugares de aprovisionamiento son cercanas en el caso de la Faja Pirítica, o están bien comunicadas a partir del cauce fluvial del Guadalquivir. Murillo-Barroso relaciona la pertenencia al grupo de Linares no como lugar de aprovisionamiento de la plata, sino como posible zona de extracción del plomo, necesario para la manufactura de la plata de la Faja Pirítica (Murillo-Barroso *et al.* 2015, 328).

Linares sirve, a su vez, de aprovisionamiento para los materiales analizados del parking de San Isidro y para el yacimiento de La Ayuela en Cáceres (Murillo-Barroso 2013, 379), hecho que contrasta con su nula representación en los objetos de este estudio.

La región de Linares tampoco está representada en el II Hierro de esta región, hecho que podría asociarse al escaso número de individuos disponibles para estas cronologías. No obstante, es durante el II Hierro cuando empiezan a aparecer elementos que se pueden asociar

a la zona de Cartagena, como son todas las piezas analizadas en esta comparativa del yacimiento de Perotito (Jaén). El beneficio del mineral del territorio de Cartagena, tal como se ha visto en el análisis arqueométrico de los objetos de estudio, es algo habitual en las piezas estudiadas y llega a representar, juntamente con Mazarrón, más de una quinta parte del porcentaje de procedencias.

Dentro de este II Hierro se ha podido asociar la pieza 473 —perteneciente al yacimiento de Castellones de Ceal, también en Jaén y próximo a las minas de Linares— a una materia prima originaria de Eivissa, otra de las procedencias con una gran relevancia en el total de los objetos estudiados. Esto podría marcar la importancia de las minas de ambas regiones en cronologías más avanzadas y la ausencia de mineral de plata de Linares, que probablemente solo fue utilizado para plomo. Sería interesante analizar en detalle esta situación, ya que la galena de Linares no es argentífera en este momento histórico, y por tanto solo debió de servir para plomo o para copelar minerales como los del suroeste. El aprovechamiento de galenas argentíferas en Cartagena, Mazarrón y Eivissa convierte en innecesario el plomo de Linares, razón por la cual en su entorno solo se encuentra plata de las zonas productoras vecinas. En el suroeste se importa principalmente plomo de las zonas anteriores y tampoco aparece Linares. El plomo de Linares volverá a tener importancia en época romana.

La riqueza en afloramientos argentíferos de esta región del sur y su gran extensión justifica la gran cantidad de procedencias documentadas en ella, entre las que hay zonas de aprovisionamiento poco o nulamente representadas en los objetos de estudio, como pueden ser Gador, la Faja Pirítica o la zona de Linares. No obstante, esto puede aportar una gran cantidad de información, ya que, siguiendo los patrones de los objetos de estudio juntamente con los datos aportados por esta región, se puede empezar a

Tabla 11. Datos isotópicos de la región del centro peninsular publicados en Murillo-Barroso 2013, 376.

ID	Yacimiento	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204
654	Palomar de Pintado	2,08708	0,84355	18,5761	15,6701	38,7708
774	Casa del Carpio	2,111	0,852	18,485	15,758	39,029
773	Casa del Carpio	2,103	0,853	18,309	15,611	38,501

intuir la importancia de los territorios de aprovisionamiento con vías marítimas o fluviales necesarias para el transporte del metal.

### 5.1.2. Centro peninsular

Los yacimientos estudiados de la región del centro peninsular datan de la primera Edad del Hierro y se localizan ambos en la provincia de Toledo. Su situación en el interior de la Península condiciona los contactos con los comerciantes griegos y fenicios, que se realizaron de forma indirecta. Por otro lado, la región no tiene zonas de beneficio del mineral de la plata, salvo las minas más próximas a Sierra Morena, lo que la convierte en una zona de interés para el estudio por la posible necesidad del reciclaje de este metal (tabla 11).

Este hecho se observa en el vaso 774, que queda alejado de todas las firmas isotópicas de estudio y puede ser asociado a un material fruto del reciclaje o de procedencia foránea indeterminada. Murillo-Barroso (2013, 379) sostiene que este vaso, localizado en la Casa del Carpio, podría provenir de territorios foráneos, basándose tanto en los resultados isotópicos como en el estudio tecnológico de la pieza.

Otro objeto procedente del yacimiento de la Casa del Carpio es un aro de plata cuyo análisis arqueométrico podría circunscribirlo a la región de Linares, a pesar de que en el primero de los gráficos, en el cual se confrontan 208/206-207/206, se sitúa ligeramente alejado de esta región, más cercano a los valores del sur de Francia, por lo que no se podría asegurar con total certeza el origen de este material y el reciclado queda como la mejor opción.

En el caso del anillo del yacimiento del Palomar del Pintado (654), los valores isotópicos se localizan en la región del sur de Francia, lo que implica una relación entre ambos territorios, seguramente a partir de contactos comerciales, aunque aún no tenemos constancia de la explotación de la plata en esta zona en cronologías tan antiguas.

### 5.1.3. Nordeste peninsular

El nordeste peninsular se ha caracterizado a partir del material de cinco yacimientos, de los cuales uno ya se ha utilizado para hacer el presente estudio arqueométrico. Este territorio tiene regiones de posible aprovisionamiento del mineral de la plata, como son las zonas de Girona, Vimbodí, los Pirineos centrales y orientales y la región de El Molar-Bellmunt-Falset. Los yacimientos del nordeste peninsular utilizados para la comparativa están comprendidos entre el I y el II Hierro (tabla 12).

Para el I Hierro se dispone de datos de tres objetos del yacimiento de Coll del Moro de la Serra d'Almos (Ribera d'Ebre, Tarragona). El primero de ellos es un lingote (340) cuyos valores se enmarcan en el sur de Francia. En el artículo en el que se publicó su análisis se sostiene que esta pieza se encuentra próxima tanto a esta región como a la zona de mineralización de Girona (Montero-Ruiz *et al.* 2008, 311). No obstante, la comparativa con los diferentes gráficos lo alejan en algunas ocasiones de la firma isotópica de los minerales de esta zona (véase fig. 20, gráfico superior), mientras que en otras se integra dentro de ambos grupos (véase fig. 20, gráfico inferior). Todo ello conduce a pensar que la

Tabla 12. Datos isotópicos de la región del nordeste peninsular.

ID	Yacimiento	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204	Bibliografía
342	Castellet de Banyoles	2,0842	0,83781	18,735	15,697	39,048	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
334	Ullastret	2,07540	0,83734	18,7134	15,6695	38,8389	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
69	Puig Castellet	2,08737	0,84269	18,593	15,669	38,812	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
474	Santa Madrona	2,08081	0,83712	18,7285	15,6781	38,9714	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008
341	Coll del Moro de la Serra d'Almos	2,08617	0,84013	18,68	15,693	38,97	Murillo-Barroso 2013
340	Coll del Moro de la Serra d'Almos	2,09053	0,84579	18,544	15,684	38,765	Murillo-Barroso 2013
339	Coll del Moro de la Serra d'Almos	2,10028	0,85424	18,32	15,65	38,477	Murillo-Barroso 2013; Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008

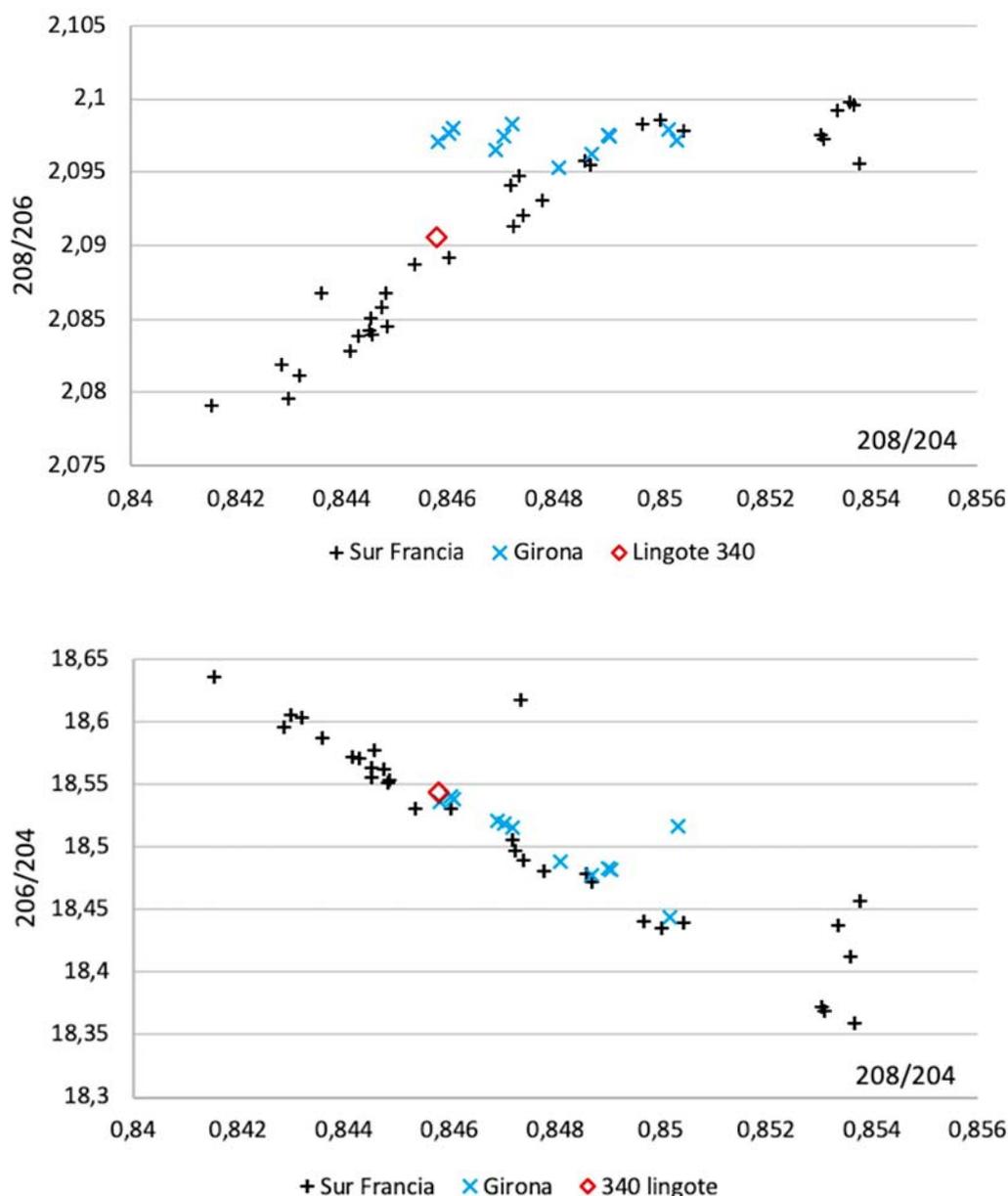
materia prima podría proceder del sur de Francia, a pesar de que no podría descartarse la procedencia de Girona. En el mismo yacimiento se localizó un brazaletes (341) cuya plata coincidía con la firma isotópica de Ibiza.

El tercer y último objeto (339) es un pendiente que tiene una localización discutible, ya que en los diferentes gráficos se sitúa tanto en los grupos cercanos a Gador como en los de la región de El Molar-Bellmunt-Falset más cercana al yacimiento y cuyo campo isotópico se

adaptaría más, concordando con lo publicado respecto a este último material (Montero-Ruiz *et al.* 2008).

También en la Ribera d'Ebre se ha estudiado el yacimiento del I Hierro e ibérico pleno de Santa Madrona, en el cual la pieza 474 (de la fase ibérica) podría tener un origen del sureste peninsular, situado tanto en los grupos de Cartagena como en los de Mazarrón, quizás tendiendo un poco hacia esta última región, pero sin poderse concretar.

Figura 20. Distribución isotópica comparativa del lingote de Coll del Moro de la Serra d'Almos con mineralizaciones del sur de Francia y Girona.



Un tercer yacimiento en la misma comarca es Castellet de Banyoles, del que ya se ha hablado, ya que es uno de los cuatro que componen la base de este estudio, y para el cual se ha añadido el estudio de un anillo en este apartado de comparativa. Para esta pieza se ha propuesto una posible procedencia de la Toscana (Montero-Ruiz *et al.* 2008, 312). En este caso, la signatura isotópica se enmarca, a su vez, en la región de Cartagena, lo que podría llevar a un error de interpretación. La zona de solapamiento entre ambas zonas mineras es amplia y la distinción no es del todo clara, por lo cual requiere de un análisis punto a punto, y aunque parece haber una mayor coincidencia con la mencionada región italiana, no debe descartarse totalmente la opción de Cartagena.

De esta misma área de procedencia podría ser el brazalete localizado en la necrópolis de Puig d'en Serra (sierra de Daró, Alt Empordà, Girona), que corresponde al hábitat de Ullastret. Esta pieza se sitúa en todos los gráficos en los valores de Cartagena. En la misma provincia de Girona, cerca de la costa, se localiza el yacimiento de Puig Castellet (Lloret de Mar), cercano a los valores del sur de Francia, sin llegar a enmarcarse en algunos gráficos, de modo que no se puede afirmar con seguridad su procedencia de esta región.

Si se analizan los datos de esta zona juntamente con el grupo de estudio, se puede observar cómo las regiones de procedencia coinciden en gran medida con las monedas y objetos de ese grupo. Por otro lado, también es remarkable la escasa cantidad de metal reciclado o de procedencia indeterminada en comparación con el conjunto de monedas, lo que reafirmaría la hipótesis de una amortización y un reciclaje más rápidos de ese último tipo de piezas.

## 5.2. Monedas

Las características propias de las monedas, así como su rápido reciclaje y el interés para el objetivo de este estudio, hacen que se haya considerado conveniente separarlas del conjunto de objetos con los que se ha intentado caracterizar los posibles orígenes de la plata en la península Ibérica (tabla 13). Dentro del conjunto de monedas utilizadas para la comparativa se puede establecer una división entre el numerario peninsular y el de origen griego.

Las principales zonas de procedencia de la materia prima de estos objetos se enmarcan en Eivissa, el sur de Francia y el sureste peninsular; en muchos casos únicamente son cercanas a estos grupos y no se acaban de circuns-

Tabla 13. Datos isotópicos de las monedas de plata peninsulares.

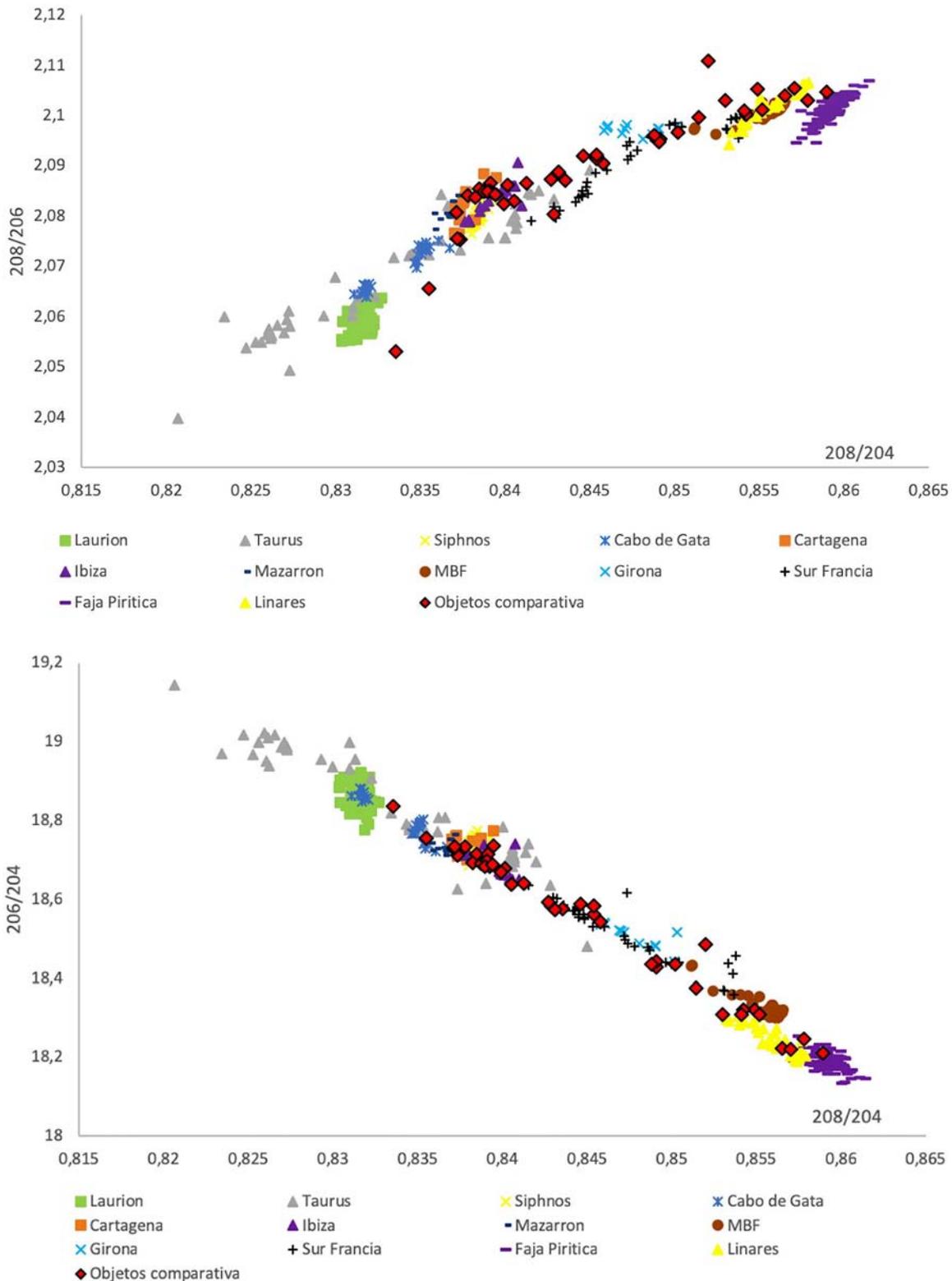
ID	Yacimiento	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204	Bibliografía
639	Las Zorreras	2,08499	0,83899	18,6827	15,6745	38,9543	Inédito
375	Castro de Santa María	2,09974	0,85143	18,3757	15,6457	38,586	Inédito
640	El Molón ( <i>Bolskan</i> )	2,08880	0,84313	18,5745	15,661	38,7994	Montero-Ruiz, Pérez y Rafel 2011
629	<i>Bolskan</i>	2,09621	0,84882	18,4353	15,6485	38,6452	Montero-Ruiz, Pérez y Rafel 2011
630	<i>Bolskan</i>	2,08649	0,83915	18,7143	15,7042	39,0482	Montero-Ruiz, Pérez y Rafel 2011
627	<i>Itirtasalirban</i>	2,09195	0,84462	18,589	15,7007	38,8885	Montero-Ruiz, Pérez y Rafel 2011
628	<i>Itirtasalirban</i>	2,09144	0,84540	18,5622	15,6926	38,8228	Montero-Ruiz, Pérez y Rafel 2011
626	<i>Itirtasalirustin</i>	2,08502	0,83908	18,6975	15,6888	38,9857	Montero-Ruiz, Pérez y Rafel 2011
631	<i>Kese</i>	2,09221	0,84541	18,5831	15,7102	38,8818	Montero-Ruiz, Pérez y Rafel 2011
642	<i>Baecula</i> (Cartago Nova)	2,0865	0,84126	18,64	15,681	38,892	García-Bellido <i>et al.</i> 2015
643	<i>Baecula</i> (Arse)	2,0844	0,83941	18,688	15,687	38,953	García-Bellido <i>et al.</i> 2015

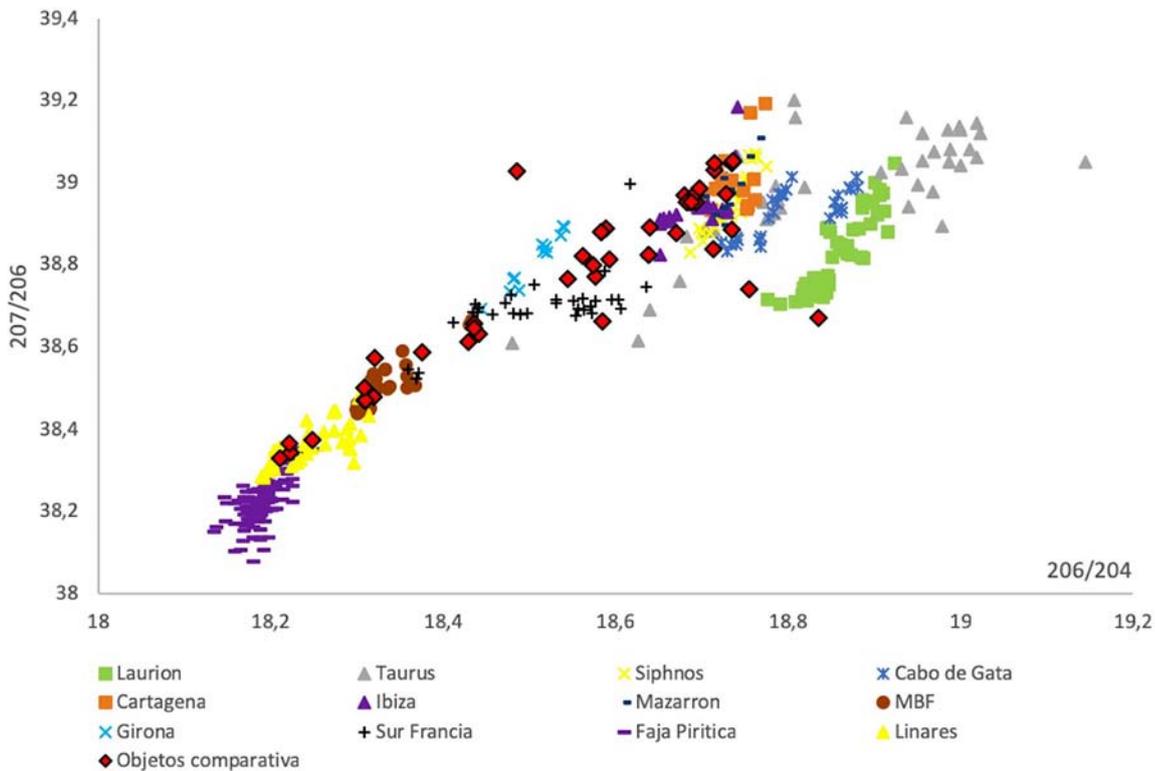
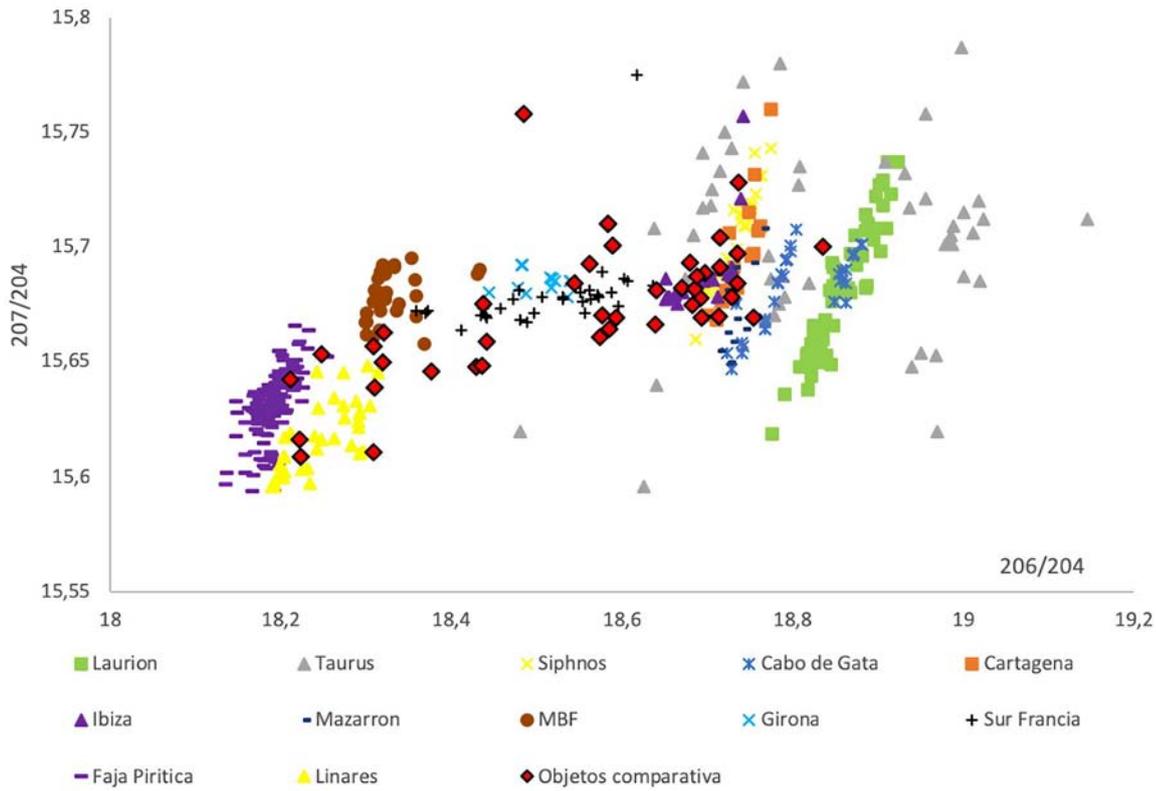
cribir, hecho que podría indicarnos la presencia de pequeñas cantidades de elementos de distinta procedencia utilizados en la mezcla.

Dentro de las monedas cuya procedencia de la materia prima se engloba en los valores isotópicos de la isla de Eivissa se encuentra la 626,

En esta página y la siguiente:

Figura 21. Distribución en varios ratios de los objetos y monedas de la comparativa con las distintas posibles zonas de procedencia.





cuya ceca es *Iltirtasalirustin*. También de Eivissa habría podido proceder la plata de la moneda 643, localizada en *Baecula* y acuñada en Sagunt, y de forma menos clara a su vez se acercaría a la firma isotópica de esta procedencia la moneda

642 (hispano-cartaginesa), localizada en el mismo lugar. Otra de las monedas probablemente próxima a Eivissa sería la localizada en las Zorreras de la ceca de *Sekobirikes*, aunque no llega a encajar. No es posible asociar con seguridad la

Tabla 14. Datos isotópicos de las monedas griegas procedentes de la región de Laurion (Stos-Gale y Gale 2009).

ID	Tipología	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204
Wappemunzen	Obol-Wheel	2,05691	0,83129	18,861	15,6789	38,795
14	Tetradracma	2,0596	0,8322	18,851	15,6878	38,825
17	Tetradracma	2,0611	0,8323	18,872	15,7071	38,897
19	Tetradracma	2,06195	0,83239	18,859	15,6980	38,886
31	Tetradracma	2,05923	0,83133	18,855	15,6747	38,826
32B	Tetradracma	2,0577	0,83128	18,851	15,6704	38,789
33B	Tetradracma	2,0573	0,83116	18,841	15,6598	38,7615
34	Tetradracma	2,06116	0,83198	18,902	15,7260	38,9600
35B	Tetradracma	2,05832	0,83148	18,853	15,6758	38,8055
36	Tetradracma	2,0612	0,83186	18,85	15,6805	38,8536
37	Tetradracma	2,05772	0,83126	18,852	15,6709	38,7921
39	Tetradracma	2,06206	0,83154	18,878	15,6978	38,9275
40	Tetradracma	2,05871	0,8312	18,858	15,6747	38,8231
63	Tetradracma	2,05863	0,83157	18,833	15,6609	38,7701
KIM	Tetradracma	2,06297	0,83231	18,869	15,7048	38,9261
KIM	Tetradracma	2,0623	0,83247	18,835	15,6795	38,8434
KIM	Tetradracma	2,06154	0,83229	18,838	15,6786	38,8352
21	Tetradracma	2,06249	0,83252	18,85	15,6930	38,8779
PARIS	Tetradracma	2,06175	0,83264	18,833	15,6811	38,8289
KIM	Tetradracma	2,06275	0,83239	18,857	15,6963	38,8972
PARIS	Tetradracma	2,05749	0,83186	18,777	15,6198	38,6334
41	Tetradracma	2,06024	0,83191	18,858	15,6881	38,8520
38	Tetradracma	2,05974	0,83247	18,829	15,6745	38,7828
AA	(ocultación Turquía)	2,06029	0,83234	18,812	15,6579	38,7581
BB	(ocultación Turquía)	2,05969	0,83183	18,834	15,6666	38,7922
CC	(ocultación Turquía)	2,06014	0,83224	18,818	15,6610	38,7677
DD	(ocultación Turquía)	2,05912	0,83094	18,847	15,6607	38,8082

procedencia de la materia prima a la isla. Podría incorporar plata de otra procedencia.

La moneda 630, acuñada en *Bolskan*, también se acerca a los valores asociados a Eivissa, pero al analizarla con mayor detalle en los diferentes gráficos se observa que tiende a circunscribirse a Cartagena, cuya firma isotópica se aproxima a la de Eivissa, con la que tiene zonas de solapamiento. Las otras monedas acuñadas en la misma ceca tienen valores que quedan cercanos a los datos asociados al sur de Francia y deben dejarse como indeterminadas, pero podrían provenir de mezclas con gran cantidad de materia prima de esta región.

Este mismo hecho se detecta en las monedas de *Kese*, cercanas tanto a los valores del sur

de Francia, como a los de los Pirineos orientales, por lo que deben clasificarse como indeterminadas. El numerario de *Iltirtasalirban* también pertenece a este grupo de indeterminadas, al estar cercanas a los valores del sur de Francia sin encajar en ellos en algunos gráficos. El hecho de que tanto los valores de *Bolskan* como de *Kese* e *Iltirtasalirban* se sitúen cercanos a esta zona podría señalar una tendencia de aprovisionamiento de las monedas del nordeste peninsular con mayor relación con Francia que con el área costera mediterránea.

La última moneda del grupo de comparativa de la península Ibérica es la hallada en el Castro de Santa María, en el noroeste peninsular, que fue acuñada en *Sekobirikes* y cuya procedencia

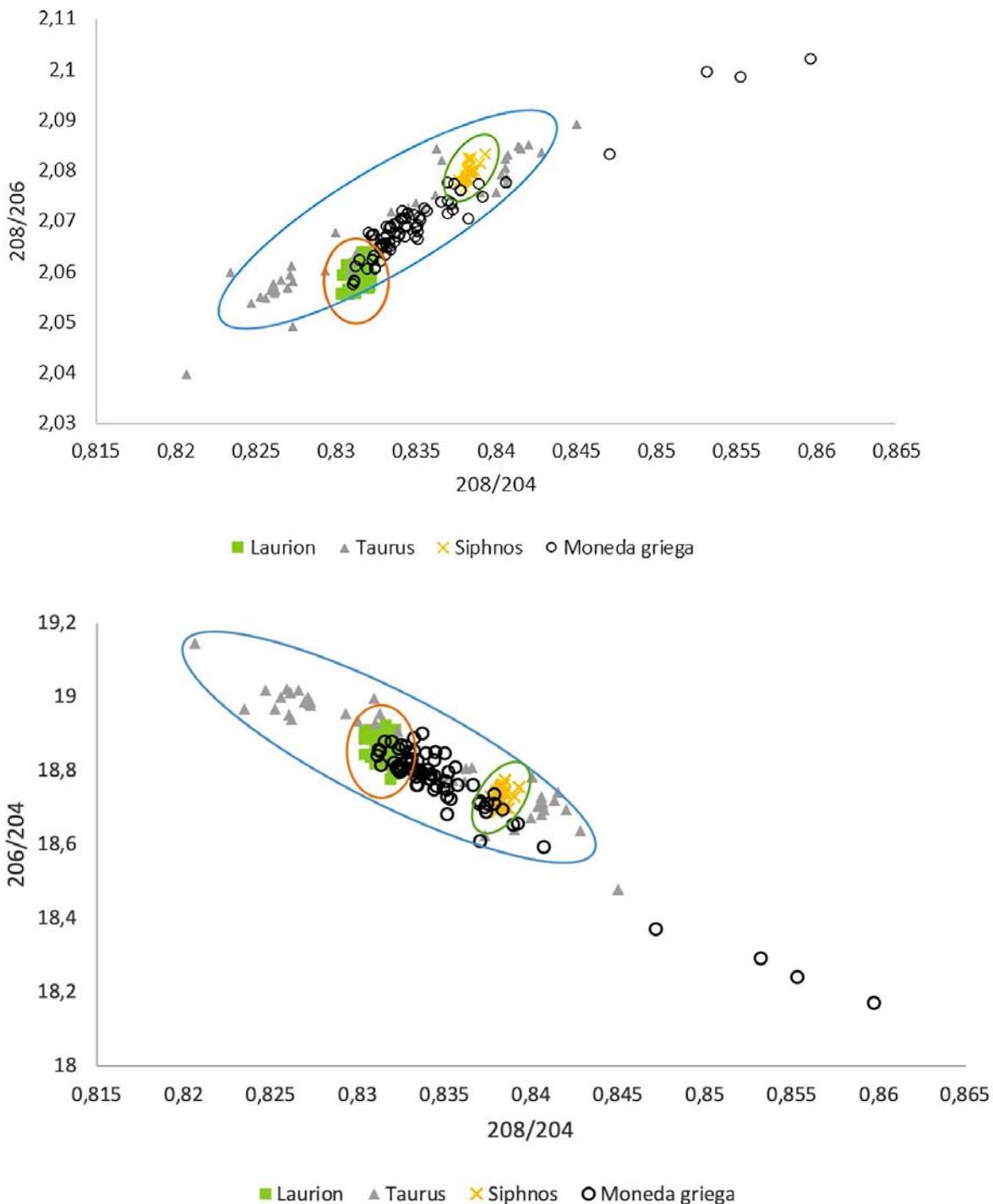
es desconocida, al no situarse cercana a ninguno de los grupos de estudio; es posible que se trate de un reciclaje de metales.

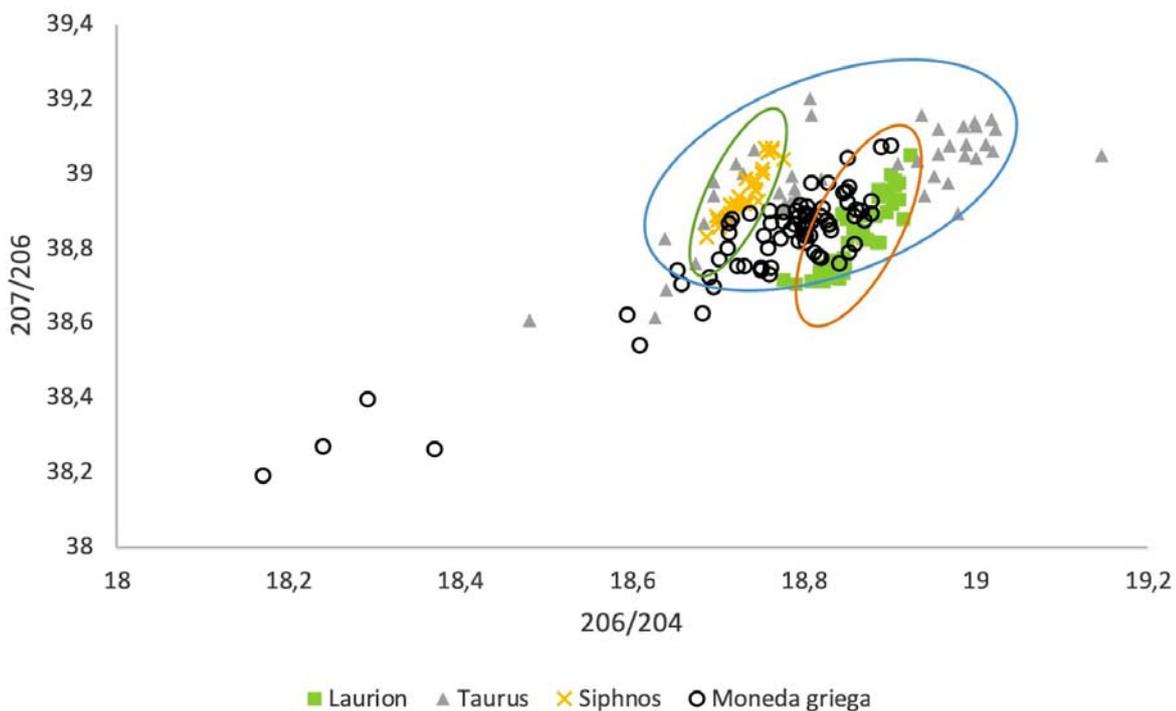
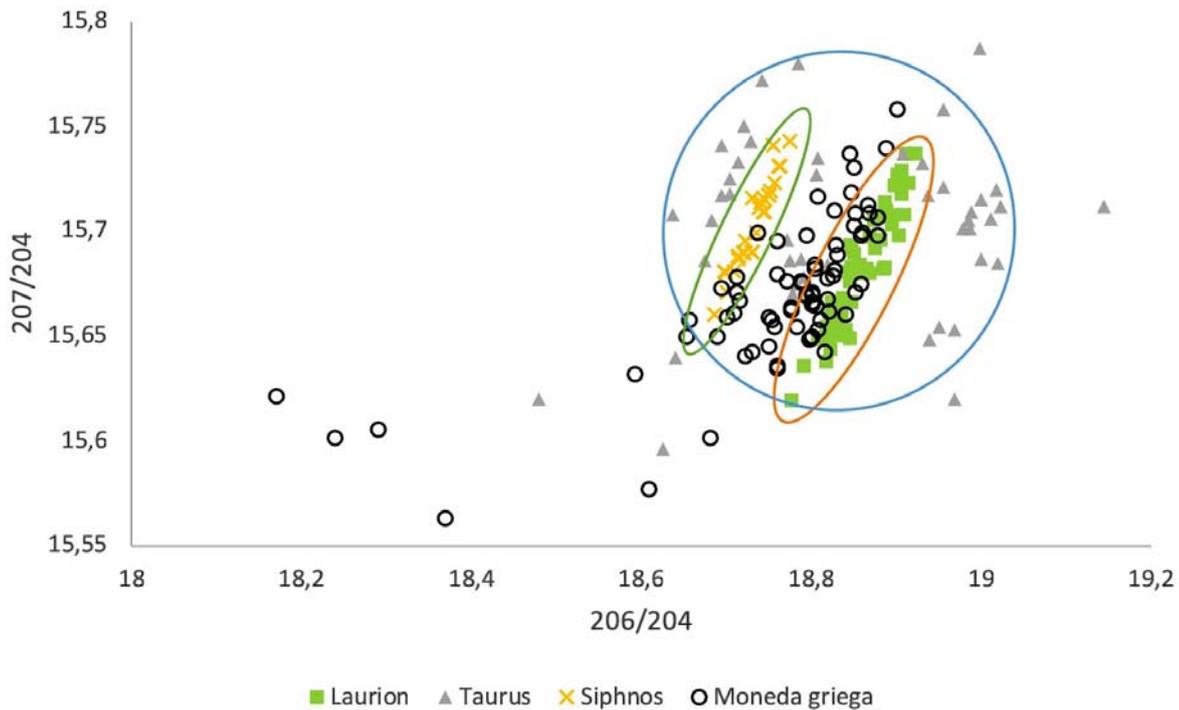
Este análisis comparativo permite observar que es habitual que, al igual que en el caso de las monedas de Empúries, las minas de Ibiza, el sur

de Francia y el sureste peninsular son las principales zonas de abastecimiento. Sin embargo, una parte de ellas no tienen una clara identificación y deben ser indicadas como indeterminadas, lo que se interpreta como un claro indicio del habitual reciclaje de estos objetos (fig. 21).

En esta página y la siguiente:

Figura 22. Distribución comparativa en varios ratios de las monedas griegas con las distintas posibles zonas de procedencia: Laurion (rojo), montes Tauro (azul), Sifnos (verde).





### 5.2.1. Monedas griegas

La hipótesis de que parte de las monedas producidas en *Emporion* podrían haber sido confeccionadas a partir de plata de origen griego o del reciclaje de esta ha llevado a incluir las regiones de Laurion, Sifnos y montes Tauro entre las zonas de estudio. También se incluye una

comparación de las monedas griegas del Egeo, que mayoritariamente se han vinculado con esas procedencias (tabla 14).

La comparativa se inicia con el conjunto de monedas atenienses —un tipo de los más extendidos por el territorio griego y su circuito comercial— estudiadas por Stos-Gale y Gale (2009). Están comprendidas entre los siglos V

En esta página y la siguiente:

Tabla 15. Datos isotópicos de las monedas griegas recopiladas a partir de bibliografía.

ID	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204	Bibliografía
MPI 92 (PW 187)	2,06835	0,83345	18,801	15,6697	38,8870	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 92 (PW 187)	2,06856	0,83346	18,802	15,6707	38,8931	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 33 (407-421)	2,05730	0,83116	18,841	15,6599	38,7616	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 35 (407-421)	2,06182	0,83281	18,867	15,7126	38,9004	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 37 (PW 407-421)	2,05772	0,83126	18,852	15,6709	38,7921	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 38 (PW 407-417)	2,06448	0,83338	18,760	15,6342	38,7296	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 39 (PW 407-421)	2,06206	0,83154	18,878	15,6978	38,9276	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 40 (PW 357)	2,05811	0,83120	18,858	15,6748	38,8118	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 19	2,06195	0,83239	18,859	15,6980	38,8863	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 79 (PW 673)	2,06029	0,83200	18,878	15,7065	38,8942	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 80 (PW 685)	2,06031	0,83251	18,869	15,7086	38,8760	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 81 (PW 684)	2,07052	0,83523	18,795	15,6981	38,9154	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 30 (672)	2,06900	0,83515	18,730	15,6424	38,7524	Gale, Gentner y Wagner 1980
BM 1866.12-1.3682	2,06860	0,83438	18,788	15,6760	38,8641	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1918.2-4.144	2,06424	0,83286	18,828	15,6814	38,8662	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1919.11-20.100	2,07175	0,83575	18,761	15,6791	38,8671	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1921.3-23.4	2,09917	0,85320	18,291	15,6055	38,3951	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1921.3-23.5	2,06477	0,83297	18,851	15,7025	38,9233	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1924.4-12.4	2,07163	0,83424	18,776	15,6637	38,8969	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1924.4-12.5	2,06673	0,83397	18,848	15,7187	38,9537	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1949.4-11.808	2,09820	0,85533	18,240	15,6013	38,2714	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1949.4-11.809	2,07730	0,84073	18,593	15,6318	38,6236	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1949.4-11.809	2,06999	0,83538	18,722	15,6401	38,7545	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1949.4-11.818	2,06283	0,83241	18,860	15,6994	38,9054	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1949.4-11.819	2,06621	0,83517	18,750	15,6591	38,7407	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1949.4-11.820	2,06642	0,83307	18,819	15,6772	38,8870	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1949.4-11.821	2,06212	0,83238	18,811	15,6575	38,7895	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1949.4-11.845	2,06684	0,83326	18,852	15,7086	38,9641	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BMC31 B1841	2,06857	0,83328	18,889	15,7398	39,0732	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BMC32	2,06944	0,83401	18,804	15,6823	38,9127	Hardwick <i>et al.</i> 1998
MPI 117 (PW 614)	2,07028	0,83424	18,790	15,6754	38,9006	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 108 (PW 745)	2,07364	0,83663	18,760	15,6952	38,9015	Gale, Gentner y Wagner 1980
BM 1859.10-13.7	2,06493	0,83290	18,807	15,6639	38,8341	Hardwick <i>et al.</i> 1998
BM 1921.4-12.9	2,06775	0,83516	18,681	15,6012	38,6266	Hardwick <i>et al.</i> 1998
MPI 143	2,06400	0,83345	18,829	15,6930	38,8631	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 68 (62)	2,06693	0,83233	18,802	15,6495	38,8624	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 70 (64)	2,06678	0,83224	18,808	15,6528	38,8720	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 71 (63)	2,06735	0,83212	18,821	15,6613	38,9096	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 73 (88)	2,06718	0,83246	18,798	15,6486	38,8588	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 72 (PW 92)	2,06596	0,83243	18,799	15,6489	38,8380	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 103 (PW 791)	2,06506	0,83284	18,826	15,6790	38,8768	Gale, Gentner y Wagner 1980
T1971/171	2,07720	0,83749	18,712	15,6711	38,8686	Gale <i>et al.</i> 1988

ID	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204	Bibliografía
T1973/113	2,07738	0,83708	18,716	15,6668	38,8802	Gale <i>et al.</i> 1988
T1977 (GD1)	2,07119	0,83707	18,609	15,5770	38,5428	Gale <i>et al.</i> 1988
T1978 (GE)	2,07577	0,83787	18,712	15,6782	38,8418	Gale <i>et al.</i> 1988
T1979	2,07578	0,83788	18,737	15,6994	38,8939	Gale <i>et al.</i> 1988
T1980	2,07232	0,83562	18,808	15,7163	38,9762	Gale <i>et al.</i> 1988
T1980A	2,06912	0,83376	18,794	15,6697	38,8870	Gale <i>et al.</i> 1988
T1982 (GB)	2,06669	0,83503	18,846	15,7370	38,9488	Gale <i>et al.</i> 1988
T1985	2,06300	0,83313	18,831	15,6887	38,8484	Gale <i>et al.</i> 1988
T1987	2,06833	0,83508	18,772	15,6761	38,8267	Gale <i>et al.</i> 1988
T1993 (GH)	2,06089	0,83133	18,816	15,6423	38,7777	Gale <i>et al.</i> 1988
T1994	2,06463	0,83328	18,801	15,6665	38,8171	Gale <i>et al.</i> 1988
T1996 (GF)	2,07134	0,83450	18,850	15,7303	39,0448	Gale <i>et al.</i> 1988
T1997 (GA)	2,06834	0,83337	18,784	15,6540	38,8517	Gale <i>et al.</i> 1988
T1998 (GC)	2,06873	0,83458	18,757	15,6542	38,8032	Gale <i>et al.</i> 1988
T1999	2,07011	0,83837	18,694	15,6725	38,6986	Gale <i>et al.</i> 1988
T2000	2,07333	0,83732	18,701	15,6587	38,7733	Gale <i>et al.</i> 1988
T2001	2,07202	0,83737	18,689	15,6496	38,7240	Gale <i>et al.</i> 1988
T2005 (G16)	2,07466	0,83923	18,657	15,6575	38,7069	Gale <i>et al.</i> 1988
T777	2,08282	0,84718	18,370	15,5627	38,2614	Gale <i>et al.</i> 1988
3643 (J 2)	2,06740	0,83373	18,901	15,7583	39,0759	Ashmolean
3645 (J 6)	2,07019	0,83438	18,828	15,7097	38,9775	Ashmolean
3646 (J 3)	2,06555	0,83371	18,794	15,6687	38,8199	Ashmolean
3647 (J 4)	2,07380	0,83702	18,710	15,6606	38,8008	Ashmolean
3649 (J 11)	2,06545	0,83314	18,802	15,6647	38,8346	Ashmolean
3651 (J 13)	2,06705	0,83409	18,804	15,6842	38,8688	Ashmolean
3660 (J 8)	2,07031	0,83416	18,776	15,6622	38,8721	Ashmolean
3661 (J 9)	2,06045	0,83253	18,819	15,6674	38,7756	Ashmolean
3662 (J 12)	2,06538	0,83343	18,761	15,6360	38,7486	Ashmolean
3664 (J 10)	2,10190	0,85973	18,170	15,6213	38,1915	Ashmolean
-	2,06670	0,83440	18,750	15,6450	38,7506	Ashmolean
MPI 100 (PW 13)	2,07089	0,83495	18,753	15,6578	38,8354	Gale, Gentner y Wagner 1980
MPI 109 (PW 11)	2,07709	0,83898	18,653	15,6495	38,7440	Gale, Gentner y Wagner 1980

y IV a. C. y se enmarcan todas dentro de los valores de las minas del Laurion. La presencia de esta única procedencia no descarta la posibilidad de que las monedas hubiesen sido recicladas; simplemente indicaría que, en caso de haberse producido, el reciclaje se habría hecho con plata de esta misma procedencia, a pesar de que no hay pruebas para demostrar o desmentir esta práctica.

Este tipo de monedas contrasta con el numérico de estudio, ya que las estudiadas proceden principalmente de una misma ciudad, *Emporion*

y, en menor medida, de *Rhode* y los asentamientos indígenas, y tienen diversas fuentes de aprovisionamiento que dificultan su identificación en caso de reciclaje o mezcla de la materia prima. En cuanto a las monedas de Atenas, se suele poder identificar mejor su procedencia, ya que esta ciudad controlaba la producción y manufactura de la plata de Laurion.

Al valorar las distintas composiciones isotópicas de las monedas griegas (fig. 22), se puede apreciar que la dispersión de estas es menor que las de los ítems de nuestro estudio. Dentro

Tabla 16. Composición de las piezas de la ceca de *Rhode*, siglo III, estudiadas en Pitarch y Queralt 2008, 31.

N.º inv.	Ag	Cu	Sn	Pb	Au	Pt	Bi	Fe	Cr	Ni	Zn	Mn	Ti
20491	98,47	0,54	–	0,65	0,07	–	0,1	0,07	0,05	0,04	0,01	0,01	–
20493	93,17	0,52	4,55	0,29	0,26	0,01	0,07	0,7	0,04	0,06	0,12	0,04	0,17
30001	98,46	0,21	0,30	0,39	0,10	0,04	0,07	0,12	0,04	0,01	0,02	0,03	0,21
33583	97,92	1,15	–	0,21	0,08	0,01	0,03	0,51	0,04	0,03	0	0	–

del numerario heleno se observa cómo estas piezas se agrupan principalmente en torno a las tres regiones aquí incluidas como posibles lugares de procedencia, montes Tauro, Sifnos y Laurion. Destacan las monedas que proceden de las minas del Laurion, lo que confirma la importancia de la explotación de estos depósitos en la Antigüedad y el significado que tuvieron en el comercio y la producción de monedas de plata en el mundo heleno, en el que la polis de Atenas tuvo un papel relevante. En efecto, alrededor de esta signatura isotópica y de la zona de los montes Tauro se enmarca un gran número de monedas helenas. Esto podría significar el origen de la plata en este territorio o bien la mezcla con

la región del Laurion, que haría que las monedas quedaran cercanas a estas dos zonas. Por último, se puede observar cómo Sifnos, situada en las islas Cícladas, es también zona de beneficio del mineral para la acuñación de monedas, aunque no tiene una producción tan elevada como las dos primeras regiones.

La dispersión del gráfico muestra, al mismo tiempo, la existencia de plata fruto del reciclaje o de origen exógeno. Hay una serie de individuos que no se enmarcan dentro de los valores isotópicos de estas regiones y que no muestran cercanía entre sí, lo cual puede significar que son fruto de mezcla de materiales más que de una misma procedencia desconocida.

Tabla 17. Composición de las piezas de la ceca de *Emporion* de entre los años 218 y 200 a. C. (Pitarch y Queralt 2008, 35).

N.º inv.	Ag	Cu	Sn	Pb	Au	Pt	Bi	Fe	Cr	Ni	Zn	Mn	Ti
20622	98,40	0,31	–	0,3	0,46	0,06	0,03	0,28	0,03	–	0,04	0,01	0,08
33554	98,91	0,43	–	0,08	0,36	–	0,02	0,12	0,04	0,02	–	–	–
30014	98,59	0,35	–	0,08	0,33	0,05	0,02	0,31	0,06	–	0,01	0,04	0,17
109096	97,24	0,72	–	0,8	0,7	0,05	0,07	0,37	–	–	0,01	0,03	–
20570	97,99	0,79	–	0,32	0,55	0,04	0,05	0,02	0,04	0,01	0,01	0,03	0,16
FS	99,04	0,24	–	0,15	0,45	0	0,04	0,03	0,05	0	–	–	–
33547	95,32	3,67	–	0,23	0,44	0,01	0,06	0,2	0,05	0,01	0	0,01	–
5056	98,94	0,21	–	0,24	0,34	–	0,03	0,17	0,05	0,02	–	0,01	–
20556	97,94	0,06	–	0,15	–	0,05	0,03	1,36	–	0,06	0,30	0,06	–
4507	98,86	0,38	–	0,2	0,37	0	0,03	0,11	0,03	0,01	0,01	–	–
20566	98,06	0,97	–	0,54	0,11	0,02	0,11	0,10	0,05	0,02	0,02	–	–
109097	99,12	0,32	–	0,05	0,23	0,05	0	0,11	0,08	0,02	0,02	0,01	0
33578	98,52	0,4	–	0,05	0,51	0,05	0,01	0,22	0,03	0,04	0,03	0,03	0,11
20652	99,57	0,1	–	0,07	–	0,03	0,02	0,08	–	0,03	0,03	0,06	–
20563	98,81	0,41	–	0,12	0,41	0,05	0,03	0,07	0,04	–	0,02	–	0,04
20630	96,95	2,06	0,09	0,14	0,27	0,05	0,05	0,21	–	0,02	0,06	0,1	–
20569	97,86	1,27	–	0,17	0,33	0,02	0,08	0,08	0,01	0,03	0,01	0,02	0,13
33562	97,19	0,19	0,03	0,05	0,24	0	0,01	1,95	0,05	0,03	0,1	0,05	0,1

Tabla 18. Composición de las piezas estudiadas en Bugoi *et al.* 1999, 779.

N.º grupo	Tipología	Ag	Cu	Au	Pb	Br	Bi
I	Tetradracma tracio	97-98	0,1-0,7	0,1-0,9	0,2-0,5	–	0,05-0,15
II	Tetradracma tracio	94-98	0,7-5	0,1-0,9	0,2-0,5	–	0,1-0,15
III	Tetradracma tracio	95-97	2-3,5	0,5-0,8	0,5-0,8	0,1-0,3	–
I	Dracma de Apolonia y <i>Dyrrhachium</i>	96-98	0,5-2	0,2-0,8	0,2-0,7	–	–
II	Dracma de Apolonia y <i>Dyrrhachium</i>	78-92	4-20	0,2-0,8	2-4	–	–
III	Dracma de Apolonia y <i>Dyrrhachium</i>	95-97	0,5-1	0,7-1	0,5-1	0,1-0,2	–
I	Denario romano	96-98	0,2-1,6	0,4-1,5	0,2-1,5	–	–
II	Denario romano	94-97	0,1-0,4	0,6-1,2	0,1-0,3	0,2-3,3	–

### 5.2.2. Composición de las monedas de influencia griega

Para efectuar una comparación en cuanto a la composición química de las piezas estudiadas, se han elaborado diversas tablas según criterios cronológicos o de influencia. Las tablas 16 y 17 comprenden las dracmas acuñadas en *Rhode* en el siglo III a. C. y la composición de dracmas emporitanas entre el 218 y el 200 a. C., período que enmarca los preparativos del conflicto, los pagos a las tropas y mercenarios y los momentos inmediatamente posteriores.

Las dracmas de *Rhode* y *Emporion* de estas cronologías se caracterizan por tener una cantidad muy elevada de plata, cuya media en los valores estudiados por Pitarch y Queralt alcanza cantidades superiores al 97 % en el caso de *Rhode* y del 98,18 % en el de *Emporion*. Esta media es superior a los datos de este estudio, a pesar de que las monedas analizadas también tienen una gran pureza de plata; poseen más de un 90 % de plata en el caso de monedas romanas y más de un 95 % en el caso de las griegas o ibéricas (tabla 17).

Como elementos minoritarios, tanto en las dracmas de *Rhode* como en las de *Emporion*, se encuentran mayoritariamente el cobre, el oro y el plomo, de forma parecida a la que se da en las monedas y objetos estudiados, aunque en una menor cantidad, consecuencia de una mayor pureza de estas piezas. En menor medida también se dan otros elementos traza, como el níquel, el bismuto, el zinc o el hierro, aunque este último suele asociarse a contaminación externa y no a la composición directa de la moneda.

Una de las regiones que tuvo presencia de colonias griegas y por tanto podría haber tenido

una influencia activa en la fabricación de objetos según los patrones griegos de numerario con una gran pureza compositiva es el territorio de Tracia.

La tabla 18, en la que se muestran los resultados, permite hacer una comparativa entre el tetradracma tracio, la dracma de las ciudades griegas de Apolonia y Dirraquio, y los denarios romanos. Otra de sus particularidades es que no da números exactos, como es habitual, sino que ofrece un rango de composición entre dos valores; por último, en ella solo se muestran los elementos más comunes dentro de las composiciones químicas de las monedas. Se observa cómo la mayor parte de las monedas debieron de tener una composición en plata superior al 95 % y asimismo cómo los elementos minoritarios predominantes son el cobre, el oro y el plomo, siguiendo el patrón que se ha observado en el resto de monedas de estudio y de la comparativa. Las tetradracmas tracias y las dracmas de las ciudades griegas podrían tener una composición química muy parecida si no fuese por el individuo número II de las dracmas, cuya composición se debió de devaluar mediante la adición de cobre, que aleó ambos metales.

Otra de las regiones en las que los griegos tuvieron una gran importancia en los procesos de expansión del helenismo fue el Levante mediterráneo, durante la expansión efectuada por Alejandro Magno, que conquistó esos territorios históricamente en manos de los persas y se convirtió en gobernante de esa región hacia el 330 a. C. La tabla que representa esta región (tabla 19) es interesante desde el punto de vista que en ella se observa la composición química de las piezas tanto en los momentos anteriores

Tabla 19. Composición de diferentes piezas estudiadas en Israel y su comparación según estado de limpieza (Shalev y Shilstein 2016, tabla 24, 173-174).

N.º catálogo	Cronol.	Tipo	Estado	Ag	Cu	Au	Pb	Otros
3	-460	Ateniense	Limpia	98,28	tr.	-	1,72	Zn tr.
3	-460	Ateniense	Antes de limpiarla	98,35	-	-	1,65	-
8	353-295	Ateniense	Limpia	99,08	tr.	tr.	0,25	Zn, 0,67 Bi tr.
8	353-295	Ateniense	Antes de limpiarla	99,92	tr.	-	0,08	-
19	IV-353	Filistea	Limpia	96,26	2,85	0,45	0,44	-
19	IV-353	Filistea	Antes de limpiarla	94,18	4,8	0,32	0,7	-
24	353-332	Filistea	Limpia	93,31	6,1	0,3	0,29	-
24	353-332	Filistea	Antes de limpiarla	96,37	3,15	0,27	0,21	-
48	353-332	Filistea	Limpia	90,1	9	0,3	0,6	-
48	353-332	Filistea	Antes de limpiarla	79,38	19,7	0,27	0,65	-
30	353-332	Filistea	Limpia	80,71	19	0,1	0,19	-
30	353-332	Filistea	Corroída	79,58	20	0,22	0,2	-
44	353-332	Filistea	Limpia	79,23	19,8	0,2	0,77	-
44	353-332	Filistea	Antes de limpiarla	81,7	17,5	0,19	0,61	-
36	353-332	Filistea	Limpia	77,55	20,75	0,25	1,45	-
36	353-332	Filistea	Corroída	62,62	33,5	-	3,88	-
21	420-390	Filistea	Limpia	74,36	25	0,15	0,49	-
21	420-390	Filistea	Antes de limpiarla	77,4	22	0,1	0,5	-
47	353-332	Filistea	Limpia	65,21	34,25	-	0,54	-
47	353-332	Filistea	Antes de limpiarla	62,75	37	-	0,25	-
50	IV-332	Edom	Limpia	90,43	7,45	0,55	1,57	-
50	IV-332	Edom	Corroída	92,77	5,65	0,51	1,07	-
64	IV-332	YHD	Limpia	93,37	6,25	-	0,38	-
64	IV-332	YHD	Corroída	96,02	3,6	tr.	0,38	-
57	IV-332	YHD	Limpia	81,66	17,5	0,2	0,64	-
57	IV-332	YHD	Antes de limpiarla	89,01	10,2	0,15	0,64	-
53	IV-332	YHD	Limpia	77,6	19,8	0,4	2,2	-
53	IV-332	YHD	Antes de limpiarla	79,25	19,3	0,53	0,92	-
58	IV-332	YHD	Limpia	76,84	23	tr	0,16	-
58	IV-332	YHD	Antes de limpiarla	68,35	31,5	tr.	0,15	-
56	IV-332	YHD	Limpia	47,5	47,75	-	1	As. 3,75
56	IV-332	YHD	Corroída	51,56	47,3	-	0,08	As. 1,06
313	69-79 d. C.	Vespasiano	Limpia	76,05	23	0,5	0,45	-
313	69-79 d. C.	Vespasiano	Antes de limpiarla	86,39	12,9	0,57	0,14	-
621	Inicio período helenístico	Lingote	Limpio	90,55	5,05	4,4	tr.	-
621	Inicio período helenístico	Lingote	Antes de limpiarlo	85,5	2,7	11,8	tr.	-
624	Inicio período helenístico	Lingote	Limpio	89,9	5,85	4,1	0,15	-
624	Inicio período helenístico	Lingote	Antes de limpiarlo	81,85	4,55	4,4	9,2	-

a la limpieza de estas como posteriormente, lo cual permite apreciar las diferencias químicas entre uno y otro estado. Las monedas sin corrosión son el objeto de la comparativa, dado que presentan los valores de la composición primitiva de la pieza.

Al analizar la tabla de composición de las monedas encontradas en excavaciones en Israel, destacan dos monedas atenienses caracterizadas por un alto porcentaje de plata. Tienen como elemento minoritario el plomo y como traza el cobre, y en el caso del número de catálogo 8, también traza de oro, elementos que generalmente se presentan como minoritarios en las monedas, pero que en estos casos se han visto reducidos en aumento de la cantidad de plata.

El resto de monedas presentadas en la misma tabla muestran una composición dispar en el porcentaje de plata. Se pueden apreciar dos grupos: las monedas comprendidas entre un 65 y un 81 % y las que tienen valores cercanos a un 90 % de plata. El primer grupo está aleado con una gran cantidad de cobre, por encima del 15 %, con el fin de devaluarlas. A su vez, cuentan con elementos minoritarios de oro inferiores al 0,5 % y con plomo, en unos porcentajes normalmente inferiores al 1 %, que podrían sugerir un buen control de la copelación y un añadido del cobre posterior e intencionado.

El segundo grupo se caracteriza por la presencia de cobre, plomo y oro. El porcentaje más alto se observa en los niveles de cobre, mientras que el oro y el plomo son elementos minoritarios. Este segundo grupo contiene un porcentaje de plata que se acerca más al de las monedas de este estudio, aunque dista compositivamente en las cantidades de otros elementos, en los que, aunque se puede llegar a asemejar en cuanto a los niveles de plomo, los de oro son en este caso ligeramente inferiores y los de cobre sutilmente superiores (las monedas estudiadas contienen en general una mayor cantidad de plata).

Este conjunto de monedas se enmarca en los momentos precedentes a la helenización, en los que se puede observar cómo en esta región se tiende a unas formas de fabricación uniformes, que compositivamente se caracterizan por una abundante presencia de cobre y por el dominio de la copelación.

Los lingotes datados a inicios del período helenístico, posteriores al 330 a. C., se caracterizan por un porcentaje de plata alrededor del 90 % y se diferencian del resto por el aumento en la cantidad de oro y una ligera disminución en las cantidades de cobre. Por último, el elemento analizado de la época de Vespasiano vuelve a mostrar una devaluación de la moneda a partir de la aleación de la plata con el cobre.

## 6. Discusión

Alrededor de la mitad de las monedas y los objetos de plata analizados mediante isótopos de plomo no se enmarcan con claridad en ninguno de los distintos campos isotópicos que caracterizan las posibles regiones de procedencia; por esta razón, se han clasificado como indeterminadas. A pesar de ello, se puede proponer una o varias regiones de procedencia para este grupo, que corresponden a las zonas del sureste peninsular, el sur de Francia, Eivissa, los territorios griegos y, en menor medida, el área de Girona (fig. 23). Estas posibles localizaciones se han analizado en el apartado dedicado al estudio arqueométrico de los materiales, en el cual se expone la gran dispersión de los objetos estudiados y puede observarse cómo, mayoritariamente, corresponden a las mismas regiones identificadas de forma clara en las monedas que se enmarcan en los distintos campos isotópicos.

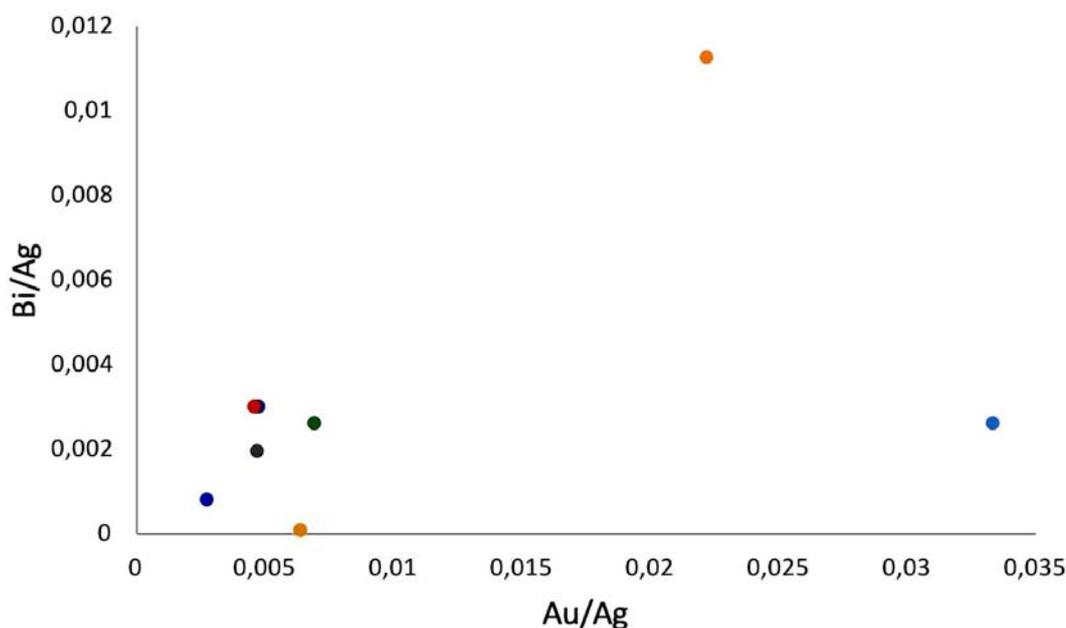
La gran cantidad de piezas indeterminadas muestra las consecuencias del reciclaje o de las mezclas de distintas procedencias (fig. 24). Esto coincide con la dificultad de abastecimiento de la plata y la necesidad de reciclar producciones previas, ya sea de objetos o de monedas para, en este último caso, acuñarlas con los símbolos

propios de la ciudad. El metal original procede de lugares distantes, de trayectos a gran distancia, con gran probabilidad por vía marítima. El metal producido a partir de recursos del territorio del nordeste resulta muy escaso.

Una de las zonas de procedencia de los objetos estudiados se enmarca en el sureste peninsular, que representa un 16% del origen de las monedas. Esta región puede desglosarse en Cartagena, Mazarrón y cabo de Gata, como zonas mineras de explotación que debieron de suministrar el material al nordeste peninsular.

Otra de las grandes regiones de aprovisionamiento fue el sur de Francia, que tiene una gran representatividad en los cuatro yacimientos estudiados y que engloba el 16% de la procedencia de las piezas. Esto muestra que los Pirineos no eran un obstáculo a la hora de intercambiar metales, aunque muy probablemente el contacto se debió de producir también por vía marítima. En los intercambios podría haber jugado un papel importante el comercio con la colonia griega de *Massalia* y con los pueblos indígenas de la zona, influencia que se aprecia en la utilización de elementos iconográficos de las monedas griegas en la confección del numerario propio.

Figura 23. Contenido de bismuto en función de los valores del oro, en relación con la plata.



## Análisis arqueométrico de elementos numismáticos argénteos en el nordeste peninsular

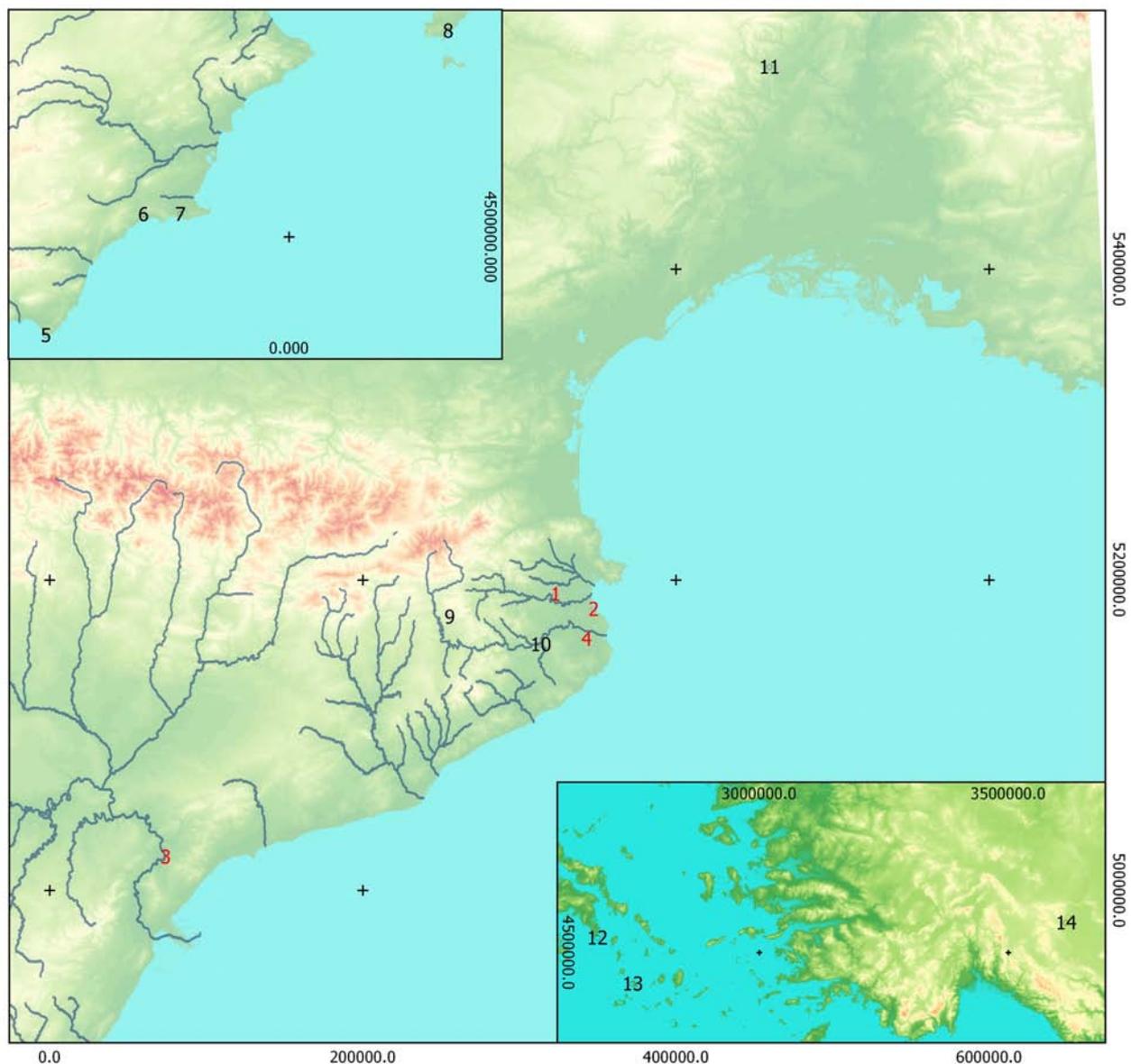
La tercera región más representada es la isla de Eivissa, aunque únicamente lo esté de forma clara en Castellet de Banyoles, donde representa un 9 % del origen del total de las piezas. Sin embargo, si analizamos el reciclaje y las posibles regiones de procedencia, esta zona de explotación queda representada en casi la totalidad de los yacimientos de estudio.

La plata procedente del nordeste peninsular debió de tener una escasa relevancia, y, como se observa en los gráficos sobre la procedencia, se circunscribe a la región de El Molar-Bellmunt-Falset. No obstante, tal como se

ha mencionado en el apartado sobre arqueometría, sería necesario un análisis más profundo sobre el anillo para determinar si se trata de un objeto procedente de la mina de Balcoll o si el análisis de isótopos de plomo habría marcado el plomo utilizado en la copelación y que por lo tanto se trate de materiales procedentes del sur peninsular.

Por otro lado, la presencia minoritaria del territorio de Girona dentro de las regiones de posible reciclaje es un punto de gran interés, ya que se trata de yacimientos relativamente cercanos a la zona de beneficio, a pesar de que su

Figura 24. Localización de los yacimientos de estudio y posibles lugares de procedencia de la materia prima. 1. Cabo de Gata, 2. Mazarrón, 3. Cartagena, 4. Ibiza, 5. El Molar-Bellmunt-Falset, 6. Girona, 7. Sur de Francia, 8. Laurion, 9. Sifnos, 10. Montes Tauro.



representación no es lo suficientemente elevada como para ser significativa a la hora de determinar el emplazamiento de estos en el territorio.

El caso de la posible presencia de materiales de origen griego ha quedado atestiguado en el apartado del estudio arqueométrico y constituye un punto de gran relevancia a la hora de determinar el contacto y el intercambio entre Grecia y la polis de *Emporion*.

Los yacimientos estudiados del nordeste peninsular no parecen poder definirse como asentamientos de explotación del mineral. Si bien en todos ellos se ha documentado el trabajo del metal, este seguramente llegaba de otras regiones. En este tipo de trabajos, el material de origen local tiene muy poca importancia, al contrario de lo que se ha visto, en el capítulo de comparativa, para la zona del sur peninsular, en la cual pudieron tener una mayor relevancia las explotaciones locales debido a la abundancia de recursos metálicos que representa esa región.

El norte, al igual que el centro peninsular, debió de seguir estrategias comerciales para el aprovisionamiento, que en el caso de estudio se pudieron llevar a cabo con las regiones ibéricas y púnicas del sureste peninsular, así como con la zona de Eivissa, controlada también por los púnicos, y con el sur de Francia. La utilización de estas estrategias comerciales para la obtención del mineral explicaría en gran medida el gran número de procedencias indeterminadas, ya que la plata de las diferentes regiones pudo tender a ser mezclada y no se debió de utilizar el material de una localización concreta para cada tipo de objeto.

La tipología de las piezas de estudio, mayoritariamente monedas, facilita, a su vez, la mezcla de procedencias. Al tratarse de materiales de un rápido desgaste y amortización, en los cuales intervienen factores como el cambio en los modelos iconográficos de acuñación, son más susceptibles al reciclaje y con ello a la mezcla de procedencias de la materia prima.

Uno de los mecanismos para intentar observar este tipo de reciclaje es la comparación entre el porcentaje de oro que contienen la plata y el de bismuto, ya que a mayores resultados más posibilidades existen de este posible reciclaje (fig. 23). En nuestro caso la dificultad en la aplicación de este método procede de los

espectrómetros utilizados y su capacidad para detectar bismuto. Son muy pocos los análisis en los que se detecta este elemento y proceden principalmente de la serie INNOV-X.

La presencia de bismuto sugiere una plata no reciclada, pero su ausencia no es indicativa de lo contrario. Para aquellas piezas indeterminadas sin contenido de bismuto u oro, queda la duda de si podrían ser resultado de metal reciclado.

Los resultados obtenidos de este estudio coinciden con el artículo reciente de C. Parisot-Sillon y G. Sarah (2018), que da más importancia a las localizaciones del sur de Francia y al sureste peninsular como fuentes de aprovisionamiento, en las que la minería local no tuvo un impacto tan relevante en cuanto a la composición de las monedas de los últimos siglos antes del cambio de era. Así mismo, este trabajo parece indicar las mismas hipótesis con respecto a la indeterminación de los objetos acabados, para los que se sugiere que, para obtener la plata de su fundición, se tendía a refundir objetos ya existentes, mezclándolos con plata de nueva procedencia.

El aumento de la demanda de numerario durante la II Guerra Púnica pudo haber propiciado esta llegada masiva de plata a las regiones del nordeste, lo que favorecería el acercamiento a determinados campos isotópicos. A su vez, la mezcla con zonas de influencia fenicio-púnicas podría explicarse por el comercio, el pago de mercenarios o la incautación de estas monedas y su posterior refundición en moneda u objetos en los yacimientos estudiados. La aparición e incremento de la moneda realizada en las cecas ibéricas podría deberse tanto a este factor como al aumento de la complejidad social en el mundo ibérico, que llevó finalmente a la adopción de este tipo de métodos de pago.

La composición química de las monedas ibéricas también sugiere que no se copian únicamente los valores iconográficos, y se personalizan en algunos casos, sino que los valores compositivos son similares entre este tipo de monedas y el numerario griego. Esto podría estar motivado por la adopción de un mismo sistema de valor que permitiría el intercambio entre ambos sistemas monetarios.

Si se observan en conjunto los elementos secundarios que componen las piezas de plata

estudiadas, en su mayoría no suelen alcanzar valores muy elevados. Se mantienen por debajo del 1%, lo que los situaría como elementos minoritarios o traza. Estas cifras solo se superan en los elementos de oro, cobre y plomo, tal como se puede ver en la figura 25.

Los elevados valores en plomo, superiores al 5% (fig. 25 y 26), podrían estar asociados a una práctica de devaluación, pero estos, tal como se observa, son minoritarios; los bajos niveles de este material constituyen una constante. Los altos niveles de cobre, en cambio, son más comunes y pueden responder a diversos motivos, que pueden ser intencionados en el caso de la devaluación de la moneda o el añadido de este

elemento para darle dureza a la plata. Los valores del oro resultan bajos salvo en un caso, como es habitual en los objetos y monedas de plata, tal y como se ha observado en el apartado de comparativa.

En el gráfico de la figura 26, que compara los elementos secundarios considerando únicamente las monedas, se observa que los elementos más sobresalientes permanecen, lo que podría mostrar que los objetos poseen una ley de plata muy similar y sugerir el empleo de los mismos procesos para la manufactura tanto de objetos como de monedas.

No se puede apreciar una relación directa entre las cantidades de plata y la calidad iconográfica

Figura 25. Elementos secundarios de la composición química de la materia de estudio.

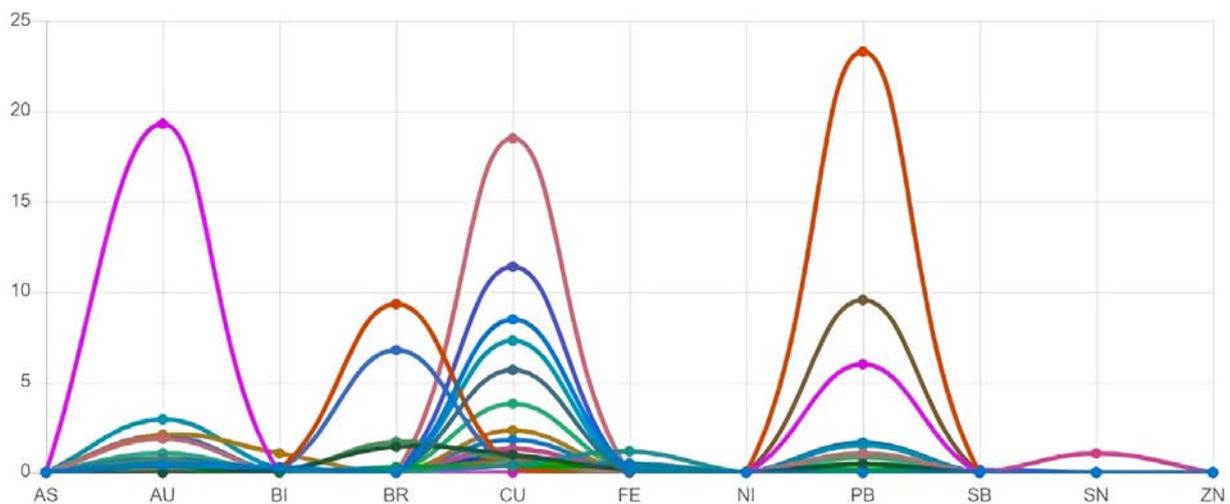
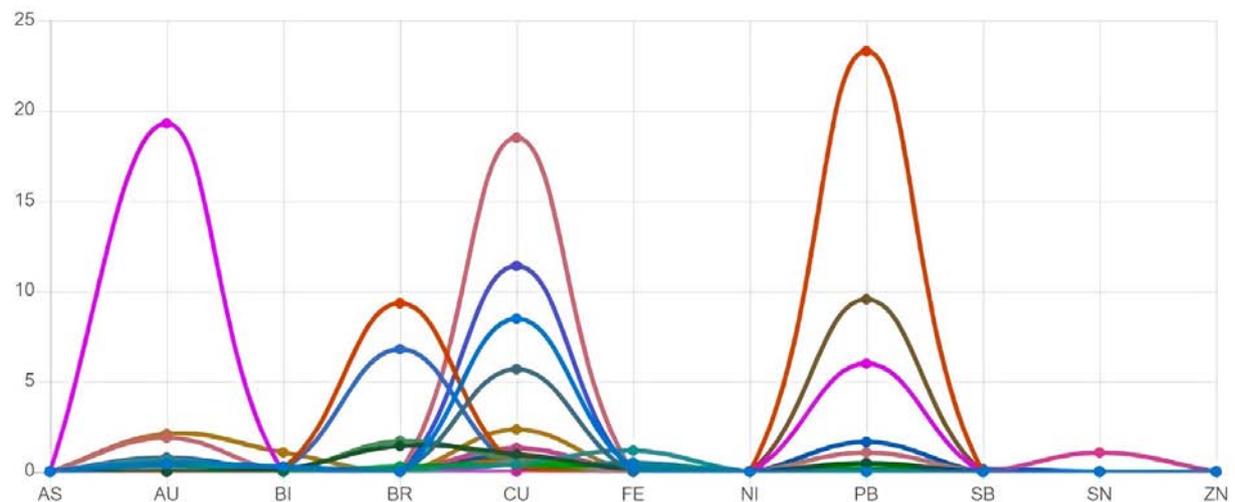


Figura 26. Elementos secundarios de la composición química de las monedas de estudio.



fica de las muestras. Los porcentajes de los elementos secundarios se mantienen más o menos estables a lo largo de los siglos de estudio.

Por otro lado, los elementos secundarios de las monedas tampoco se muestran directamente relacionados con las posibles localizaciones geográficas de procedencia. Se mantienen

estables a grandes rasgos, independientemente del origen de estas. A pesar de ello, permiten complementar la información disponible en relación con los materiales y con sus procesos de producción, entre los cuales destacan los procesos de copelación de galenas como mineral de origen principal.

## 7. Conclusiones

Desde el siglo VI a. C., se documentan en el nordeste peninsular una serie de elementos de base plata que podrían haber tenido influencia griega y que se caracterizan por la gran pureza del metal, fruto del dominio de la técnica de la copelación. Durante el transcurso de la segunda Edad del Hierro, dichos elementos se producen de forma masiva y son utilizados tanto para el comercio, en el caso del numerario, como para la creación de bienes de prestigio.

La manufactura de estas monedas se intensifica en el preludio de la II Guerra Púnica, tanto por la necesidad de grandes pagos para el conflicto, como por el grado de complejidad que habían asumido las sociedades ibéricas. Durante este período, diferentes ciudades ibéricas empezaron a contar en sus inmediaciones con cecas que copiaban los patrones métricos e iconográficos de las monedas de las ciudades de *Rhode* y *Emporion* (fig. 13).

Las nuevas monedas ibéricas podían incorporar nuevos elementos a la iconografía griega preexistente, así como leyendas en las que se identificaban las ciudades emisoras o se intentaba copiar los caracteres griegos sin demasiado éxito. El peso y composición de las monedas ibéricas recordaban a los modelos de las griegas, y podían ser intercambiadas fácilmente entre sí. Asimismo, los patrones métricos fenicio-púnicos vigentes en la península Ibérica podrían haber facilitado, a su vez, el intercambio con estos pueblos.

La procedencia de las materias primas corresponde principalmente a la isla de Eivissa, el sur de Francia, las regiones griegas y la zona del sureste peninsular, en la que debieron de jugar un importante papel las minas de Cartagena y Mazarrón y, en menor medida, las de la región del cabo de Gata. Este hecho significa que las minas del nordeste probablemente no tuvieron una especial relevancia en la producción del numerario acuñado en el territorio catalán, aunque también podrían haber aportado plata para su manufactura.

No obstante, los análisis realizados ponen a nuestra disposición información muy significativa en relación con la reutilización y mezcla de materiales de distintas procedencias. Estos procesos de mezcla y/o reciclado debieron de ser el resultado del alto aprecio del metal argénteo y de la necesidad de grandes desplazamientos para abastecerse de este, lo que pudo favorecer el refundido de objetos ya existentes. La mezcla de elementos de distinta procedencia es una constante en todos los objetos analizados, independientemente de su cronología. A pesar de ello, también se detecta la incorporación de nueva materia prima, cuya procedencia es más fácil de detectar. El origen de esta, procedente de territorios de influencia fenicio-púnica, marca una clara relación entre estas áreas y las *poleis* griegas peninsulares, a pesar de su confrontación durante la II Guerra Púnica. También vuelve a subrayar el interés por parte de los fenicio-púnicos por los metales del sur peninsular y el establecimiento de grandes rutas comerciales para su intercambio. Por otra parte, el intercambio con el sur de Francia queda atestiguado, alrededor de los siglos IV-III a. C., por la aparición de las primeras dracmas de imitación, entre las que destacan las que copian los valores iconográficos de *Rhode* (Callegarin *et al.* 2013).

Todo ello indica que las colonias griegas del nordeste peninsular jugaron un papel de emporio comercial que recibía materiales de distinta procedencia. La arqueometría se presenta, de esta manera, como una disciplina auxiliar muy valiosa a la hora de establecer o confirmar las relaciones comerciales, así como la influencia directa o indirecta que tuvieron en los territorios indígenas del nordeste peninsular las cecas de *Emporion* y *Rhode*. A su vez, permite matizar la rivalidad entre los pueblos fenicio y griego, dado que las estrategias de intercambio jugaron un papel relevante en las actividades vinculadas a la metalurgia de la plata en Catalunya.

# Bibliografía

- ADROHER, A.; PONS, E.; RUIZ DE ARBULO, J. 1993: «El yacimiento de Mas Castellar de Pontós y el comercio del cereal ibérico en la zona de *Emporion* y *Rhode* (s. IV-II a. C.)», *Archivo Español de Arqueología* 66(167-168), 31-70.
- ALMAGRO BASCH, M. 1955: *Las necrópolis de Ampurias*, Seix Barral, Barcelona, 2 vol.
- ANTELO, T.; BRUESO, M.; GABALDÓN, A.; MARTÍN, A. 2010: *La técnica radiográfica en los metales históricos*, Ministerio de Cultura, Madrid.
- ASENSIO, D.; MIRÓ, M.; SANMARTÍ, J. (TARRADELL-FONT, N., VELAZA, J. colaboradores) 2002: «El nucli ibèric del Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre): Un estat de la qüestió», *Ilercavonia* 3, 185-203.
- ASENSIO, D.; PONS, E. 2015: «Características, evolución y particularidades del poblamiento indígena en el área de colonización griega del Ampurdán: El caso de Mas Castellar de Pontós (siglos VII-III a. C.)», en: *Contacts et acculturations en Méditerranée occidentale*, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, Aix-en-Provence, 219-227.
- ASENSIO, D.; SANMARTÍ, J.; JORNET, R.; MIRO, M. 2012: «L'urbanisme i l'arquitectura domèstica de la ciutat ibèrica del Castellet de Banyoles (Tivissa, Ribera d'Ebre)», en: BELARTE, M. C.; BENAVENTE, J. A.; FATÁS, L.; DILOLI, J.; MORET, P.; NOGUERA, J. (eds.), *Iberos del Ebro: Actas del II Congreso internacional (Alcañiz-Tivissa, 16-19 de noviembre de 2011)*, Documenta 25, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, Tarragona, 173-193.
- BUGOI, R. et al. 1999: «Archaeometrical studies of Greek and Roman silver coins», *Journal of Radioanalysis and Nuclear Chemistry* 3(242), 777-781.
- CALLEGARIN, L.; GENEVIÈVE, V.; HIRIART, E. 2013: «Production et circulation monétaire dans le sud-ouest de la Gaule à l'âge du Fer (IIIe-Ier s. a. C.)», en: COLLIN, A.; VERDIN, F. (eds.), *L'âge du Fer en Aquitaine et sur ses marges*, Aquitania Supplément 30, Santander, 185-217.
- CAMPAÑA, J. 2012: «Técnicas instrumentales aplicadas a la metalurgia numismática. Posibilidades y limitaciones», en: *Introducción a la historia monetaria de Galicia (s. II a. C. - XVII d. C.)*, International Numismatic Congress, Glasgow, 199-237.
- CAMPO, M. 2002: «Mas Castellar de Pontós: Les troballes monetàries», en: PONS, E. (dir.), *Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà): Un complex arqueològic d'època ibèrica: excavacions 1990-1998*, Sèrie Monogràfica 21, Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona, Girona, 419-422.
- 2003: «Nuevos datos sobre la moneda en la colonia de *Rhode*», en: ALFARO, C.; MARCOS, C.; OTERO, P. (eds.), *XIII Congreso Internacional de Numismática*, Ministerio de Cultura, Madrid, 323-330.
- 2004: «Dinero de metal y moneda en territorio indigete: El testimonio de Mas Castellar (siglos V-III a. C.)», *Anejos de AEspA XXXIII*, 345-353.
- 2006: «La moneda de *Rhode*: Producción i circulació», en: PUIG, A. M.; MARTÍN, A. (coord.), *La colònia grega de Rhode (Roses, Alt Empordà)*, Serie MAC Girona 23, 575-583.
- 2007: «Tesoro de dracmas emporitanas hallado en el Puig de Sant Andreu (Ullastret). Estudio de las monedas», *NVMISMA* 251, 65-78.
- 2008: «La fabricació de moneda als tallers grecs d'Ibèria: *Emporion* i *Rhode*», en: CAMPO, M. (ed.), *XII Curs d'història monetària d'Hispania: Els tallers monetaris*, Museu Nacional d'Art de Catalunya, Barcelona.
- 2011: «Mercado, dinero y moneda en el nordeste de Iberia (ss. V-III a. C.)», en: GARCÍA-BELLIDO, M. P.; CALLEGARIN, L.; JIMÉNEZ, A. (eds.), *Barter, money and coinage in the ancient Mediterranean (10th-1st centuries BC)*, *Anejos de AEspA LVIII*, 189-202.
- 2012a: «Els cultes i les primeres imatges monetàries d'*Emporion*», en: *Déus i mites de l'antiguitat. L'evidència de la moneda d'Hispania*, Museu Nacional d'Art de Catalunya, Barcelona, 14-19.
- 2012b: «La moneda ibèrica en el nordeste de la Citerior», en: SINNER, A. G. (ed.), *La moneda de los íberos. Ilturo y los talleres layetanos*, Museu de l'Estampació de Premià de Mar, Premià de Mar, 17-87.

- 2017: «Las emisiones griegas de *Emporion* y *Rhode* y su impacto en las sociedades indígenas», *XXI Curs d'història monetària hispànica: De la dracma a l'euro. Sistemes i unions monetàries a l'occident d'Europa*, Museu Nacional d'Art de Catalunya, 15-26.
- CASAS, S.; MARTÍN, A.; BAQUÉ, C. 2005: «El yacimiento ibérico de Ullastret de la excavación a la contextualización», en: FRANCIA, C. de; ERICE, R. (eds.), *Congreso internacional sobre musealización de yacimientos arqueológicos. De la excavación al público: Procesos de decisión y creación de nuevos recursos*, Institución Fernando el Católico, Zaragoza, 229-234.
- CHERNYSHEV, I. V.; CHUGAEV, A. V.; SHATAGIN, K. N. 2007: «High-Precision Pb Isotope Analysis by Multicollector-ICP-Mass-Spectrometry using 205Tl/203Tl normalization: Optimization and Calibration of the Method for the Studies of Pb Isotope Variations», *Geochemistry International* 45(11), 1065-1076.
- CHEVILLON, J. 2014: «Le monnayage de Marseille grecque et sa diffusion territoriale dans le milieu indigène du Sud-Est», en: BOUFFIER, S.; GARCIA, D. (eds.), *Les territoires de Marseille antique*, Éditions Arles, Arles, 121-132.
- CNH = VILLARONGA, L. 1994: *Corpus Nummum Hispaniae ante Augusti aetatem*, Madrid.
- EIROA, J.; BACHILLER, J.; CASTRO, L.; LOMBA, J. 1999: *Nociones de tecnología y tipología en prehistoria*, Ariel, Barcelona.
- GALE, N. H.; GENTNER, W.; WAGNER, A. 1980: «Mineralogical and geographical sources of Archaic Greek coinage», en: METCALF, D. M.; ODDY, W. A. (eds.), *Metallurgy in Numismatics 1*, Royal Numismatic Society, Londres, 3-49.
- GALE, N. H.; PICARD, O.; BARRANDON, J. N. 1988: «The archaic Thasian silver coinage», *Der Anschnitt Beiheft* 6, Bochum, 212-233.
- GARCÍA-BELLIDO, M. 2000-2001: «Roma y los sistemas monetarios provinciales. Monedas romanas acuñadas en Hispania en la Segunda Guerra Púnica», *Zephyrus* 1(53-54), 551-577.
- 2013: «Los griegos de Iberia en época arcaica y clásica según datos metalúrgicos y numismáticos», en: HOZ, M. de; MORA, G. (eds.), *El oriente griego en la península Ibérica. Epigrafía e historia*, Real Academia de la Historia, Madrid, 111-136.
- GARCÍA-BELLIDO, M.; BELLÓN, J.; MONTERO-RUIZ, I. 2015: «La moneda de un campo de batalla *Baecula*», en: *La Segunda Guerra Púnica en la península Ibérica. Baecula: arqueología de una batalla*, Universidad de Jaén, Jaén, 397-425.
- GIARDINO, C. 2002: *I metalli nel mondo antico. Introduzione all'archeometallurgia*, Laterza, Roma.
- GOZALBES, M., RIPOLLÈS, P. P. 2003: «La fabricación de moneda en la Antigüedad», *XI Congreso Nacional de Numismática (Zaragoza 2002)*, Zaragoza, 11-34.
- HARDWICK, N.; STOS-GALE, Z. A.; COWELL, M. 1998: «Lead isotope analyses of Greek coins of Chios from the 6th-4th centuries B.C.», en: ODDY, A.; COWELL, M. (eds.), *Metallurgy in Numismatics 4*, Royal Numismatic Society, Special Publication 30, Londres, 367-384.
- HUNT-ORTIZ, M. A. 1998: «Análisis de isótopos de plomo aplicado a la arqueología», en: FERNÁNDEZ MANZANO, J.; SARABIA HERRERO, F. J. (coord.), *Arqueometalurgia del bronce: Introducción a la metodología de trabajo*, Studia Archaeologica 86, Universidad de Valladolid, 45-68.
- 2003: *Prehistoric mining and metallurgy in South West Iberian peninsula*, BAR, International Series 1188, Archaeopress, Oxford.
- IGCH = THOMPSON, M.; MORKHOLM, O.; KRAAY, C. M. 1973: *An inventory of Greek coin hoards*, Nueva York.
- KARYDAS, A. 2007: «Application of a portable XRF spectrometer for the non-invasive analysis of museum metal artefacts», *Annali di Chimica* 1(97), 419-432.
- MARTÍN, A. 2000: «L'oppidum del Puig de Sant Andreu d'Ullastret. Aportació de les intervencions arqueològiques recents al coneixement dels sistemes defensius i de l'urbanisme», en: BUXÓ, R.; PONS, E., *L'hàbitat protohistòric a Catalunya, Rosselló i Lleuadoc Occidental. Actualitat de l'arqueologia de l'edat del ferro*, Sèrie Monogràfica del Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona 19, Girona, 107-121.

- MARTÍN, A.; CODINA, F.; PLANA, R.; PRADO, G. de. 2010: «Le site ibérique d'Ullastret (Baix Empordà, Catalogne) et son rapport avec le monde colonial méditerranéen», en: TRÉZINY, H., *Grecs et indigènes de la Catalogne à la Mer Noire. Actes des rencontres du programme européen Ramsès*, Bibliothèque d'Archéologie Méditerranéenne et Africaine 3, Errance, Aix-en-Provence, 89-104.
- MARTÍNEZ-ELCACHO, A. 2014: «*Pro crisis argenti*». *La plata del comtat de les muntanyes de Prades i baronia d'Entença en època del comte Pere (1342-1358): Regulació, gestió i rendiment de les mines de Falset*, tesis doctoral, Universidad de Lleida, <<https://www.tesisenred.net/handle/10803/284994>>. [Consulta: 29 noviembre 2019].
- MLH = *Monumenta Linguarum Hispanicarum*. Herausgegeben von J. Untermann, Band I-IV, Wiesbaden, 1975-1997.
- MOHEN, J. 1992: *Metalurgia prehistórica. Introducción a la paleometalurgia*, Masson, Barcelona.
- MONTERO-RUIZ, I. 2010: *Manual de arqueometalurgia. Cursos de Formación Permanente para Arqueólogos*, Museo Arqueológico Regional y Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias, Alcalá de Henares y Madrid.
- 2018: «La procedencia del metal: Consolidación de los estudios isotópicos de plomo en la península Ibérica», *Revista d'Arqueologia de Ponent* 28(1).
- MONTERO-RUIZ, I.; GENER, M.; HUNT-ORTIZ, M. A.; RENZI, M.; ROVIRA, S. 2008: «Caracterización analítica de la producción metalúrgica protohistórica de plata en Cataluña», *Revista d'Arqueologia de Ponent* 18, 292-316.
- MONTERO-RUIZ, I.; HUNT-ORTIZ, M. A. 2006: «Aplicació d'anàlisis d'isòtops en la investigació arqueometalúrgica», *Cota Zero* 21, 87-95.
- MONTERO-RUIZ, I.; SANTOS RETOLAZA, M.; CASTANYER MASOLIVER, P.; HUNT-ORTIZ, M. A.; PONS BRUN, E.; ROVIRA HORTALÀ, M. C.; ROVIRA LLORENS, S. 2011: «Estudio de procedencia del metal en monedas prerromanas», en: *Actas del V Congreso internacional sobre minería histórica en el suroeste europeo (León, 2008)*, SEDPGYM, La Pobla de Segur, 312-325.
- MONTERO-RUIZ, I.; PÉREZ, A.; RAFEL, N. 2011: «Sobre la procedencia de los metales de las primeras monedas del Nordeste Ibérico. Aplicación de análisis de isótopos de plomo», *Anejos de Archivo Español de Arqueología* 1(58), 203-212.
- MONTERO-RUIZ, I.; ROVIRA LLORENS, S. 2010: «Introducción a la arqueometalurgia», en: MONTERO-RUIZ, I. (coord.): *Manual de arqueometalurgia*, Museo Arqueológico Regional, Madrid; Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias, Sección de Arqueología, Madrid, 17-52.
- MURILLO BARROSO, M. 2013: *Producción y consumo de plata en la península Ibérica. Un análisis comparativo entre la sociedad argárica y los primeros asentamientos orientalizantes*, tesis doctoral, Universidad de Granada, <<http://hdl.handle.net/10481/29425>>.
- MURILLO-BARROSO, M.; MARTINÓN-TORRES, M.; GARCÍA SANJUÁN, L.; WHEATLEY, D.; HUNT-ORTIZ, M. A.; FORTEZA GONZÁLEZ, M.; HERNÁNDEZ ARNEADO, M. J. 2015: «New objects in old structures. The Iron Age hoard of the Palacio III megalithic funerary complex (Almadén de la Plata, Seville, Spain)», *Journal of Archaeological Science* 57(1), 322-334.
- MURILLO-BARROSO, M.; MONTERO-RUIZ, I.; BARTELHEIM, M. 2014: «Native silver resources in Iberia», en: *Metals of power. Early gold and silver*, Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte, Halle, 257-267.
- PARISOT-SILLON, C.; SARAH, G. 2018: «Production monétaire et stratégies d'approvisionnement de l'argent en Occident nord-méditerranéen (IIe-Ier siècle av. n. è.)», en: RICO, Ch.; OREJAS, A. (coord.), *Los metales preciosos: De la extracción a la acuñación (Antigüedad-Edad Media)*, Mélanges de la Casa de Velázquez 48(1), 137-163.
- PERNICKA, E. 2014: «Provenance determination of archaeological metal objects», en: ROBERT, B.; THORNTON, C. (eds.), *Archaeometallurgy in global perspective*, Springer, New York, 239-268.
- 2017: «Provenance and recycling of ancient silver. A comment on "Iridium to provenance ancient silver" by Jonathan R. Wood, Michael F. Charlton, Mercedes Burillo-Barroso, Marcos Martín-Torres. *J. Archaeol. Sci.* 81, 1-12», *Journal of Archaeological Science* 86, 123-126.

- PITARCH, A.; QUERALT, I. 2008: «Anàlisi per EDXRF de monedes de plata procedents de la col·lecció de les colònies gregues d'Emporion i Rhode del Gabinet Numismàtic de Catalunya del MNAC», en: CAMPO, M. (ed.), *XII Curs d'història monetària d'Hispania: Els tallers monetaris*, Museu Nacional d'Art de Catalunya, Barcelona, 29-41.
- 2010: «Energy dispersive X-ray fluorescence analysis of ancient coins: The case of Greek silver drachmae from Emporion site in Spain», *Nuclear instruments and methods in physics research section B: Beam interactions with materials and atoms*, 268(10), 1682-1685.
- PONS, E. (dir.) 2002: *Mas Castellar de Pontós (Alt Empordà): Un complex arqueològic d'època ibèrica: excavacions 1990-1998*, Sèrie Monogràfica (Museu d'Arqueologia de Catalunya-Girona) 21, Girona.
- PRADO, G. de. 2010: «La fortificación ibérica del Puig de Sant Andreu (Ullastret, Cataluña): Aspectos técnicos, formales y funcionales», en: TRÉZINY, H. (ed.), *Grecs et indigènes de la Catalogne à la Mer Noire. Actes des rencontres du programme européen Ramsès*, Bibliothèque d'Archéologie Méditerranéenne et Africaine 3, Errance, Aix-en-Provence, 567-580.
- RAFEL, N.; MONTERO-RUIZ, I.; CASTANYER, P. 2008: «Plata prerromana en Cataluña. Explotación y circulación del plomo y la plata en el primer milenio a. n. e.», *Revista d'Arqueologia de Ponent* 18, 243-328.
- REHREN, T.; PERNICKA, E. 2008: «Coins, artefacts and isotopes. Archaeometallurgy and archaeometry», *Archaeometry* 2(50), 232-248.
- ROVIRA, M. C. 2000: «Los talleres de herrero en el mundo ibérico: Aspectos técnicos y sociales», *Sagvntvm-Plav* 1 (extra 3), 265-270.
- ROVIRA, S. 1994: «Composición y estructura de los objetos metálicos arqueológicos: Metodología analítica», en: BANDERA, M. de la; CHAVES, F. (eds.), *Métodos analíticos y su aplicación a la arqueología*, Gráficas Sol, Écija, 33-50.
- RUIZ DE ARBULO, J. 1984: «Emporion y Rhode. Dos asentamientos portuarios en el golfo de Roses», *Arqueología Espacial* 4(1), 115-140.
- 1989: «Soportes y toberas. Los ejemplares de Emporion», *Archivo Español de Arqueología* 62(159-160), 315-324.
- 1992: «Emporion, ciudad y territorio (s. VI-I a. C.)», *Revista d'Arqueologia de Ponent* 2, 59-74.
- SANMARTÍ, J.; ASENSIO, D.; MIRÓ, M.; JORNET, R. 2012: «El Castellet de Banyoles (Tivissa). Una ciudad ibérica en el curso inferior del río Ebro», *Archivo Español de Arqueología* 85(1), 43-63.
- SEJAS DEL PIÑAL, G. 1993: «Consideraciones sobre la política Bárquida a partir del análisis de sus monedas de plata», *Rivista di Studi Fenici* 31(1), 111-136.
- SHALEV, S.; SHILSTEIN, S. 2016: «XRF Analysis of silver coins and various silver objects», en: FARHI, Y. (ed.), *The numismatic finds. Coins and related objects*, Israel Exploration Society, Jerusalem, 167-184.
- STOS-GALE, Z.; GALE, N. 2009: «Metal provenancing using isotopes and the Oxford archaeological lead isotope database (OXALID)», *Archaeological and Anthropological Sciences* 1, 195-213.
- TARRADELL-FONT, N. 2003-2004: «Les monedes del Castellet de Banyoles de Tivissa (Ribera d'Ebre, Catalunya). Noves troballes de les excavacions 1998-1999 i revisió de les anteriors», *Fonaments* 10-11, 245-317.
- TYKOT, R. 2016: «Using nondestructive portable X-ray fluorescence spectrometers on stone, ceramics, metals and other materials in museums: Advantages and limitations», *Applied Spectroscopy* 1(70), 42-56.
- VILLARONGA, L. 1997: *Monedes de plata emporitanes dels segles V-IV aC*, Societat Catalana d'Estudis Numismàtics, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- 1998: *Les dracmes ibèriques i llurs divisors*, Societat Catalana d'Estudis Numismàtics (IEC), Barcelona.
- 2000: *Les monedes de plata d'Emporion, Rhode i les seves imitacions. De principis del segle III aC fins a l'arribada dels romans al 218 aC*, Societat Catalana d'Estudis Numismàtics, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- 2002: *Les dracmes emporitanes de principi del segle II a. C.*, *Complements d'Acta Numismàtica* 7, Barcelona.

- 2010: *Obra Numismàtica Esparsa. II. Grec i ibèric en l'àmbit català*, Societat Catalana d'Estudis Numismàtics, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- WOOD, J.; CHARLTON, M.; MURILLO-BARROSO, M.; MARTINÓN-TORRES, M. 2017: «Iridium to proveance ancient silver», *Journal of Archeological Science* 1(81), 1-12.

# Anexo: base de datos

## Datos Identificación

Nº análisis PA22806

Nº inventario MACBCN-47221

Ubicación MAC Barcelona

Yacimiento Castellet de Banyoles

Municipio Tivissa

Comarca y Provincia Ribera de Ebro, Tarragona

## Datos pieza

Tipología Victoriato

Conservación Bastante gastada

**Descripción** Anverso: Cabeza laureada de Júpiter a la derecha. Gráfica de puntos.  
Reverso: Victoria estante a la derecha coronando un trofeo, gráfica lineal. Exergo: ROMA.

**Epigrafía** Leyenda recta en la cual se lee la palabra Roma, el astil central de la A aún no se encuentra en posición horizontal en el centro. M abierta.

### Lugar de procedencia materia prima

**Lugar del hallazgo** Zona 2, edificio 1, recinto 19, UE 79

**Cronología** 211 a.C.

**Ceca** Roma

**Observaciones** RRC 44/1 Anónimo. 17,4-17,8 mm; 3,29 g

**Bibliografía** Asensio *et al.* 2002, 197, nº 2; Tarradell 2004, 275 y 317, Lám. IV, nº 57.

## Datos análisis arqueométrico

Análisis XRF Sí

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
0.21	nd	8.47	nd	0.03	90.4	nd	nd	0.43	nd	0.27	mn=0.15

### Notas

LIA No

208/206

207/206

206/204

208/204

207/204

Imagen 1



Imagen 2







**Datos Identificación****Nº análisis** PA22809 y PA22809B**Nº inventario** MAC BCN-47224**Ubicación** MAC Barcelona**Yacimiento** Castellet de Banyoles**Municipio** Tivissa**Comarca y Provincia** Ribera de Ebro, Tarragona**Datos pieza****Tipología** Imitación dracma**Conservación** No gastada

**Descripción** Anverso: Cabeza de Aretusa a la derecha. A su alrededor, gamba, delfín y atún. Gráfica de puntos. Cuño nº 4 de Villaronga 1998.  
 Reverso: Pegaso con cabeza modificada a la derecha. En la parte inferior leyenda griega KU Ti (M). Gráfica lineal. Muy similar a Cuño nº 10 de Villaronga 1998.

**Epigrafía** Leyenda KU Y (Ku-*m*).**Lugar de procedencia materia prima** Ibiza**Lugar del hallazgo** Zona 2, edificio 1, recinto 15, UE 80**Cronología** 225-220 a.C.**Ceca** Grupo Ku. Castellet de Banyoles de Tivissa?**Observaciones** Tipo 9-4 de Villaronga 1998; CNHAA, 48, nº 75. 16,8-18,7 mm; 4,77 g

**Bibliografía** Asensio *et al.* 2002, 197, nº 5; Tarradell 2004, 276 y 317, Lám. IV, nº 60.  
 Leyenda: MLH III.1, 246-247.V.

**Datos análisis arqueométrico****Análisis XRF** Sí

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
1.17	nd	0.41	nd	nd	97.6	nd	nd	0.46	nd	0.19	Br= 0.11

**Notas****LIA** UPV MC-ICP-MS

<b>208/206</b>	<b>207/206</b>	<b>206/204</b>	<b>208/204</b>	<b>207/204</b>
2.087353	0.841250	18.64902	38.92709	15.68849

**Imagen 1****Imagen 2**



**Datos Identificación****Nº análisis** PA22811**Nº inventario** MAC BCN-47220**Ubicación** MAC Barcelona**Yacimiento** Castellet de Banyoles**Municipio** Tivissa**Comarca y Provincia** Ribera de Ebro, Tarragona**Datos pieza****Tipología** Denario**Conservación** Muy gastada

**Descripción** Anverso: Cabeza con casco de la diosa Roma a la derecha. Detrás X.  
 Reverso: Dioscuros a caballo a la derecha. Debajo: Leyenda [RO]MA.

**Epigrafía** (RO)MA**Lugar de procedencia materia prima****Lugar del hallazgo** Zona 2, sin contexto**Cronología** S. III a.C. (después de 211)**Ceca** Roma**Observaciones** RCC 53/2 Anónimo. 117,3-8,9 mm; 4,49 g**Bibliografía** Tarradell 2004, 276 y 317, Lám. IV, nº 63.**Datos análisis arqueométrico****Análisis XRF** Sí

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	0.62	nd	nd	96.4	nd	nd	0.67	0.48	0.06	Br= 1.7

**Notas****LIA** No

208/206

207/206

206/204

208/204

207/204

**Imagen 1****Imagen 2**







<b>Datos Identificación</b>		
<b>Nº análisis</b> -	<b>Nº inventario</b> MAC EMP-05827	<b>Ubicación</b> MAC Empúries
<b>Yacimiento</b> Empúries	<b>Municipio</b> L'Escala	<b>Comarca y Provincia</b> Alto Ampurdán, Gerona

<b>Datos pieza</b>	
<b>Tipología</b> Óbolo	<b>Conservación</b> Muy gastada, fragmentada
<b>Descripción</b> Ilegible	
<b>Epigrafía</b> No	
<b>Lugar de procedencia materia prima</b>	Indeterminado
<b>Lugar del hallazgo</b>	
<b>Cronología</b>	Segunda mitad s. IV a.C.
<b>Ceca</b>	Empúries
<b>Observaciones</b>	Grupos 6-2 de Villaronga 1997; 0,57 g
<b>Bibliografía</b>	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008; Castanyer <i>et al.</i> 2008; Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2009; Rafel <i>et al.</i> 2010; Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2011.

<b>Datos análisis arqueométrico</b>											
<b>Análisis XRF</b>											No
<b>Fe</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>As</b>	<b>Ag</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Au</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>	<b>Otros elementos</b>
<b>Notas</b>											
LIA TIMS UPV											
<b>208/206</b>		<b>207/206</b>		<b>206/204</b>		<b>208/204</b>		<b>207/204</b>			
2.0822		0.84826		18.615		38.759		15.664			

Imagen 1



Imagen 2



<b>Datos Identificación</b>		
<b>Nº análisis</b> PA12290	<b>Nº inventario</b> MAC EMP-06181	<b>Ubicación</b> MAC Empúries
<b>Yacimiento</b> Empúries	<b>Municipio</b> L'Escala	<b>Comarca y Provincia</b> Alto Ampurdán, Gerona

<b>Datos pieza</b>	
<b>Tipología</b> Tritartemorion	<b>Conservación</b> Mala, fragmentada
<b>Descripción</b>	Anverso: Cabeza femenina, a derecha. Reverso: Pegaso.
<b>Epigrafía</b>	
<b>Lugar de procedencia materia prima</b>	Indeterminado
<b>Lugar del hallazgo</b>	
<b>Cronología</b>	S. III a.C.
<b>Ceca</b>	Empúries
<b>Observaciones</b>	No disponible en el museo.
<b>Bibliografía</b>	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008; Castanyer <i>et al.</i> 2008; Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2009a; Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2011b; Rafel <i>et al.</i> 2010b.

<b>Datos análisis arqueométrico</b>											
<b>Análisis XRF</b>											Sí
<b>Fe</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>As</b>	<b>Ag</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Au</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>	<b>Otros elementos</b>
nd	nd	18.5	nd	nd	78.6	nd	nd	1.87	1.06	nd	
<b>Notas</b>											
LIA TIMS UPV											
<b>208/206</b>			<b>207/206</b>			<b>206/204</b>			<b>208/204</b>		<b>207/204</b>
2.07441			0.83844			18.662			38.712		15.646

Imagen 1

Imagen 2









**Datos Identificación**

**Nº análisis** - **Nº inventario** MAC BCN-36460 **Ubicación** MAC Barcelona  
**Yacimiento** Empúries **Municipio** L'Escala **Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona

**Datos pieza**

**Tipología** Fraccionario **Conservación** Gastada y fragmentada

**Descripción** Anverso: Rostro masculino a la derecha. Recortada siguiendo el perfil del rostro.  
 Reverso: Caballo encabritado a la derecha.

**Epigrafía** No

**Lugar de procedencia materia prima** Cartagena

**Lugar del hallazgo**

**Cronología** S. III a.C.

**Ceca** Empúries

**Observaciones**

**Bibliografía**

**Datos análisis arqueométrico**

**Análisis XRF** No

**Fe Ni Cu Zn As Ag Sn Sb Au Pb Bi Otros elementos**

**Notas**

**LIA** UPV MC-ICP-MS

<b>208/206</b>	<b>207/206</b>	<b>206/204</b>	<b>208/204</b>	<b>207/204</b>
2.082275	0.837818	18.6942	38.9278	15.6622

**Imagen 1**



**Imagen 2**



### Datos Identificación

**Nº análisis** - **Nº inventario** MAC BCN-36461 **Ubicación** MAC Barcelona  
**Yacimiento** Empúries **Municipio** L'Escala **Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona

### Datos pieza

**Tipología** Fraccionario **Conservación** Muy gastada y fragmentada

**Descripción** Anverso: Irreconocible por el desgaste.  
 Reverso: Caballo.

**Epigrafía** No

**Lugar de procedencia materia prima** Sur de Francia

**Lugar del hallazgo**

**Cronología** S. III a.C.

**Ceca**

**Observaciones**

**Bibliografía**

### Datos análisis arqueométrico

**Análisis XRF** No

**Fe Ni Cu Zn As Ag Sn Sb Au Pb Bi Otros elementos**

**Notas**

**LIA** UPV MC-ICP-MS

<b>208/206</b>	<b>207/206</b>	<b>206/204</b>	<b>208/204</b>	<b>207/204</b>
2.09031	0.844139	18.5588	38.795	15.6663

**Imagen 1**



**Imagen 2**



**Datos Identificación**

**Nº análisis** - **Nº inventario** MAC-EMP-05374 **Ubicación** MAC Empúries  
**Yacimiento** Empúries **Municipio** L'Escala **Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona

**Datos pieza**

**Tipología** Fraccionario **Conservación** Muy gastada

**Descripción** Anverso: Cabeza femenina frontal.  
 Reverso: Jinete a la derecha.

**Epigrafía** No

**Lugar de procedencia materia prima** Indeterminado

**Lugar del hallazgo** Neápolis

**Cronología** S. V a.C.

**Ceca** Empúries

**Observaciones** 0,81 g

**Bibliografía**

**Datos análisis arqueométrico**

**Análisis XRF** No

**Fe Ni Cu Zn As Ag Sn Sb Au Pb Bi Otros elementos**

**Notas**

**LIA** Bochum

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.081	0.838	18.429	38.361	15.439

**Imagen 1**



**Imagen 2**



### Datos Identificación

**Nº análisis** - **Nº inventario** MAC EMP-05917 **Ubicación** MAC Empúries  
**Yacimiento** Empúries **Municipio** L'Escala **Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona

### Datos pieza

**Tipología** Fraccionario **Conservación** Poco gastada

**Descripción** Anverso: Cabeza frontal de león.  
 Reverso: Cabeza de carnero a la derecha.

**Epigrafía** No

**Lugar de procedencia materia prima** Indeterminado

**Lugar del hallazgo** Indeterminado

**Cronología** a partir del s. II a.C.

**Ceca** Empúries?

**Observaciones** 0,62 g. CNH, 29; Villaronga 1997, grupo 2-1-3. En estas emisiones es difícil diferenciar anverso y reverso; Villaronga (2010) propone que la cabeza del león sería el anverso.

**Bibliografía** Villaronga 2010.

### Datos análisis arqueométrico

**Análisis XRF** No

**Fe Ni Cu Zn As Ag Sn Sb Au Pb Bi Otros elementos**

#### Notas

**LIA** Bochum

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.068	0.839	18.821	38.917	15.791

Imagen 1



Imagen 2



### Datos Identificación

**Nº análisis** - **Nº inventario** MAC-EMP 02901 **Ubicación** MAC Empúries  
**Yacimiento** Empúries **Municipio** L'Escala **Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona

### Datos pieza

**Tipología** Dracma **Conservación** Gastada

**Descripción** Anverso: Cabeza de Aretusa a la derecha, rodeada por tres delfines.  
 Reverso: Pegaso modificado a la derecha con leyenda EMIOP[ITΩN].

**Epigrafía** EMIOP(ITΩN); la parte final sale de la moneda.

**Lugar de procedencia materia prima** Indeterminado

**Lugar del hallazgo**

**Cronología** 220-175 a.C.

**Ceca** Empúries

**Observaciones** 17 mm; 3,73 g. Por la presencia de símbolos (timón y letra Pi) correspondería al grupo 3 de Villaronga (VIII de Amorós).

**Bibliografía** Villaronga 2002, 27-29.

### Datos análisis arqueométrico

**Análisis XRF** No

**Fe Ni Cu Zn As Ag Sn Sb Au Pb Bi Otros elementos**

**Notas**

**LIA** Bochum

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.089	0.854	18.478	38.596	15.783

**Imagen 1**



**Imagen 2**



### Datos Identificación

**Nº análisis** - **Nº inventario** MAC-EMP 05779 **Ubicación** MAC Empúries  
**Yacimiento** Empúries **Municipio** L'Escala **Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona

### Datos pieza

**Tipología** Fraccionario **Conservación** Muy gastada

#### Descripción

**Epigrafía** Epigrafía ilegible

**Lugar de procedencia materia prima** Indeterminado

#### Lugar del hallazgo

**Cronología** S. IV a.C.

**Ceca** Empúries?

**Observaciones** No disponible en el museo en el momento de la consulta.

#### Bibliografía

### Datos análisis arqueométrico

**Análisis XRF** No

**Fe Ni Cu Zn As Ag Sn Sb Au Pb Bi Otros elementos**

#### Notas

**LIA** Bochum

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.074	0.837	18.465	38.292	15.451

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

**Nº análisis** - **Nº inventario** MAC-EMP 05757 **Ubicación** MAC Empúries  
**Yacimiento** Empúries **Municipio** L'Escala **Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona

**Datos pieza**

**Tipología** Fraccionario **Conservación** Muy gastada

**Descripción** Anverso: Cabeza a la derecha con un posible casco.  
 Reverso: Cabra y leyenda EM[IIOPITΩN].

**Epigrafía** EM(IIOPITΩN)

**Lugar de procedencia materia prima** Indeterminado

**Lugar del hallazgo** Neápolis, superficial

**Cronología** S. IV a.C.

**Ceca** Empúries

**Observaciones** 0,90 g.

**Bibliografía** CNH; Villaronga 1997, grupo 6.1.

**Datos análisis arqueométrico**

**Análisis XRF** No

**Fe Ni Cu Zn As Ag Sn Sb Au Pb Bi Otros elementos**

**Notas**

**LIA** Bochum

<b>208/206</b>	<b>207/206</b>	<b>206/204</b>	<b>208/204</b>	<b>207/204</b>
2.077	0.839	18.837	39.128	15.8

**Imagen 1**



**Imagen 2**



### Datos Identificación

**Nº análisis** - **Nº inventario** GNC 76082 **Ubicación** Gab. Numism. Cat.  
**Yacimiento** Empúries **Municipio** L'Escala **Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona

### Datos pieza

**Tipología** Fraccionario **Conservación** Gastada y fraccionada en la parte superior  
**Descripción** Anverso: Cabeza masculina (posiblemente Apolo) a la derecha con cabellera rizada y corta.  
 Reverso: Figura zoomorfa con posible leyenda, ilegible.  
**Epigrafía** Posible epigrafía pero ilegible.  
**Lugar de procedencia materia prima** Sur de Francia  
**Lugar del hallazgo**  
**Cronología** Inicios s. IV a.C.  
**Ceca** Empúries?  
**Observaciones** Tesorillo 1926, cuño A1R2. 0,93 g  
**Bibliografía** IGCH 2315

### Datos análisis arqueométrico

Análisis XRF											
											No
Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
<b>Notas</b>											
LIA Bochum											
<b>208/206</b>			<b>207/206</b>			<b>206/204</b>		<b>208/204</b>		<b>207/204</b>	
2.076			0.846			18.541		38.492		15.678	

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

**Nº análisis** - **Nº inventario** GNC 76054 **Ubicación** Gab. Numism. Cat.  
**Yacimiento** Empúries **Municipio** L'Escala **Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona

**Datos pieza**

**Tipología** Fraccionario **Conservación** Gastada, fraccionada en la parte superior

**Descripción** Anverso: Cabeza femenina de la divinidad a la derecha.  
 Reverso: Irreconocible.

**Epigrafía** No

**Lugar de procedencia materia prima** SE peninsular

**Lugar del hallazgo**

**Cronología** Inicios s. IV a.C.

**Ceca** Empúries

**Observaciones** Tesorillo 1926, cuño A1R2. 0,96 g

**Bibliografía** IGCH 2315

**Datos análisis arqueométrico**

**Análisis XRF** No

**Fe Ni Cu Zn As Ag Sn Sb Au Pb Bi Otros elementos**

**Notas**

**LIA** Bochum

<b>208/206</b>	<b>207/206</b>	<b>206/204</b>	<b>208/204</b>	<b>207/204</b>
2.083	0.836	18.811	39.18	15.726

**Imagen 1**



**Imagen 2**



### Datos Identificación

**Nº análisis** - **Nº inventario** MAC EMP-02168 **Ubicación** MAC Empúries  
**Yacimiento** Empúries **Municipio** L'Escala **Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona

### Datos pieza

**Tipología** Fíbula **Conservación** Incompleta  
**Descripción** Conserva el puente y el resorte. En su extremo presenta una aleta o arpón que sugiere la cabeza de un posible caballo.  
**Epigrafía** No  
**Lugar de procedencia materia prima** Indeterminado  
**Lugar del hallazgo** Necrópolis muralla NE, incineración 4  
**Cronología** 550-500 a.C.  
**Ceca** No  
**Observaciones** 32 x 15 mm  
**Bibliografía** Almagro Basch 1953-55 y 362, fig. 348.

### Datos análisis arqueométrico

**Análisis XRF** No

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos

**Notas**  
LIA Bochum

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.087	0.843	18.741	39.103	15.796

Imagen 1



Imagen 2







**Datos Identificación****Nº análisis** PA11011**Nº inventario** MAC GIR-41329**Ubicación** MAC Girona**Yacimiento** Mas Castellar**Municipio** Pontós**Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona**Datos pieza****Tipología** Cospel**Conservación** Buena**Descripción** Forma circular-ovalada. Plano por ambos lados.**Epigrafía** No**Lugar de procedencia materia prima** Indeterminado**Lugar del hallazgo****Cronología** II Hierro**Ceca** No**Observaciones** Nº inv. museo 41329. 1,64 g**Bibliografía** Campo 2004, 349-350; Montero-Ruiz *et al.* 2008.**Datos análisis arqueométrico****Análisis XRF** Sí

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	11.4	nd	nd	86.7	1.06	0.15	0.78	nd	nd	

**Notas****LIA** TIMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.08456	0.84304	18.552	38.673	15.64

**Imagen 1****Imagen 2**





### Datos Identificación

**Nº análisis** - **Nº inventario** MCR 5.1 **Ubicación** MAC Girona  
**Yacimiento** Mas Castellar **Municipio** Pontós **Comarca y Provincia** Alto Ampurdán, Gerona

### Datos pieza

**Tipología** Fraccionario **Conservación** Poco gastado  
**Descripción** Anverso: Posible cabeza de caballo.  
 Reverso: Animal parado o caminando.  
**Epigrafía** No  
**Lugar de procedencia materia prima** Indeterminado  
**Lugar del hallazgo** Superficial  
**Cronología** s. V - IV a.C.  
**Ceca** No identificable  
**Observaciones** Taller griego, ciudad de emisión no identificable por su mal estado de conservación. 1,69 g;  
 9-10 mm.  
**Bibliografía** Campo 2002, 419.

### Datos análisis arqueométrico

**Análisis XRF** No

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----------------

**Notas**

LIA Bochum

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.094	0.847	18.396	38.487	15.582

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

**Nº análisis** PA12264                      **Nº inventario** MAC BCN-012689                      **Ubicación** MAC Barcelona  
**Yacimiento** Castellet de Banyoles                      **Municipio** Tivissa                      **Comarca y Provincia** Ribera de Ebro

**Datos pieza**

**Tipología** Recipiente                      **Conservación** Deficiente

**Descripción** Fragmento del borde de un vaso

**Epigrafía**

**Lugar de procedencia materia prima** SE peninsular

**Lugar del hallazgo**

**Cronología** S. III a.C.

**Ceca**

**Observaciones** No fue posible verla.

**Bibliografía** Montero-Ruiz *et al.* 2008, 304.

**Datos análisis arqueométrico**

**Análisis XRF** Sí

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	1.8	nd	nd	95.6	nd	nd	2.04	0.49	nd	

**Notas**

**LIA** TIMS UPV

<b>208/206</b>	<b>207/206</b>	<b>206/204</b>	<b>208/204</b>	<b>207/204</b>
2.07555	0.83716	18.735	38.885	15.684

Imagen 1

Imagen 2

<b>Datos Identificación</b>			
<b>Nº análisis</b>	PA12266	<b>Nº inventario</b> MAC BCN-012689	<b>Ubicación</b> MAC Barcelona
<b>Yacimiento</b>	Castellet de Banyoles	<b>Municipio</b> Tivissa	<b>Comarca y Provincia</b> Ribera de Ebro, Tarragona

<b>Datos pieza</b>			
<b>Tipología</b>	Recipiente	<b>Conservación</b>	Deficiente
<b>Descripción</b>	Fragmento informe de un recipiente de plata.		
<b>Epigrafía</b>			
<b>Lugar de procedencia materia prima</b>	Ibiza		
<b>Lugar del hallazgo</b>			
<b>Cronología</b>	S. III a.C.		
<b>Ceca</b>			
<b>Observaciones</b>	No fue posible verla.		
<b>Bibliografía</b>	Montero-Ruiz <i>et al.</i> 2008, 304.		

<b>Datos análisis arqueométrico</b>											
<b>Análisis XRF</b>											Sí
<b>Fe</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>As</b>	<b>Ag</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Au</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>	<b>Otros elementos</b>
nd	nd	3.80	nd	nd	94.3	nd	nd	1.07	0.84	nd	
<b>Notas</b>											
LIA TIMS UPV											
<b>208/206</b>			<b>207/206</b>			<b>206/204</b>			<b>208/204</b>		<b>207/204</b>
2.08443			0.83945			18.736			38.055		15.728

Imagen 1

Imagen 2



<b>Datos Identificación</b>			
<b>Nº análisis</b>	PA13409	<b>Nº inventario</b> MAC BCN-012689	<b>Ubicación</b> MAC Barcelona
<b>Yacimiento</b>	Castellet de Banyoles	<b>Municipio</b> Tivissa	<b>Comarca y Provincia</b> Ribera de Ebro, Tarragona

<b>Datos pieza</b>			
<b>Tipología</b>	Fragmento de barra	<b>Conservación</b>	
<b>Descripción</b>			
<b>Epigrafía</b>			
<b>Lugar de procedencia materia prima</b>	Sur de Francia		
<b>Lugar del hallazgo</b>	Superficial		
<b>Cronología</b>	S. III a.C.		
<b>Ceca</b>			
<b>Observaciones</b>	No fue posible verlo.		
<b>Bibliografía</b>			

<b>Datos análisis arqueométrico</b>											
<b>Análisis XRF</b>											No
<b>Fe</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>As</b>	<b>Ag</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Au</b>	<b>Pb</b>	<b>Bi</b>	<b>Otros elementos</b>
<b>Notas</b>											
<b>LIA</b> UPV MC-ICP-MS											
<b>208/206</b>			<b>207/206</b>			<b>206/204</b>			<b>208/204</b>		<b>207/204</b>
2.094789			0.84909			18.4415			38.632		15.6586

Imagen 1

Imagen 2

**Datos Identificación**

**Nº análisis** - **Nº inventario** MAC ULL-04817 **Ubicación** MAC Ullastret  
**Yacimiento** Puig de Sant Andreu **Municipio** Ullastret **Comarca y Provincia** Bajo Ampurdán, Gerona

**Datos pieza**

**Tipología** Dracma **Conservación** Podo gastada, parcialmente doblada en la parte derecha

**Descripción** Anverso: Cabeza de la divinidad a la derecha. Delante dos delfines, detrás creciente. Reverso: pegaso a la derecha con estrella bajo el vientre. Leyenda EMIOPITΩN. Gráfica lineal.

**Epigrafía** EMIOPITΩN, leyenda en forma semicircular. El astil de la i está pegado al astil superior de la T, en lugar de acabar en N, acaba en M.

**Lugar de procedencia materia prima** Sur de Francia

**Lugar del hallazgo** Zona 14

**Cronología** Finales s. III a.C.

**Ceca** Empúries

**Observaciones** Forma parte de un tesorillo. 17,5 mm; 4,80 g

**Bibliografía** Villaronga 2000; Campo 2007.

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF												
											No	
Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos	
<b>Notas</b>												
LIA Bochum												
<b>208/206</b>			<b>207/206</b>			<b>206/204</b>			<b>208/204</b>		<b>207/204</b>	
2.084			0.847			18.618			38.804		15.761	

Imagen 1



Imagen 2



### Datos Identificación

**Nº análisis** - **Nº inventario** MAC ULL-04237 **Ubicación** MAC Ullastret  
**Yacimiento** Puig de Sant Andreu **Municipio** Ullastret **Comarca y Provincia** Bajo Ampurdán, Gerona

### Datos pieza

**Tipología** Dracma **Conservación** Buena

**Descripción** Anverso: cabeza de la divinidad a la izquierda, pelo rizado, recogido, porta pendientes. Leyenda delante, de arriba abajo, ΠΟΔΗΤΩΝ.  
 Reverso: Rosa vista desde abajo, pétalos de la izquierda salen de la moneda.

**Epigrafía** ΠΟΔΗΤΩΝ, leyenda en vertical

**Lugar de procedencia materia prima** Indeterminado

**Lugar del hallazgo** Muralla este

**Cronología** Primera mitad s. III a.C.

**Ceca** Rhode

**Observaciones** Campo grupo 2a

**Bibliografía** Montero-Ruiz *et al.* 2008; Campo 2006.

### Datos análisis arqueométrico

**Análisis XRF** No

**Fe Ni Cu Zn As Ag Sn Sb Au Pb Bi Otros elementos**

**Notas**

LIA TIMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.079368	0.839226	18.68	38.8438	15.6768

Imagen 1



Imagen 2





