



Rosa María Mercado Guirado

**ANÁLISIS ARQUEOMÉTRICO DE ELEMENTOS  
NUMISMÁTICOS EN EL NORDESTE PENINSULAR**

**TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

**Dirigido por la Dra. Carme Belarte Franco y el Dr. Ignacio Montero  
Ruiz**

**Máster Interuniversitario en Arqueología Clásica**

Trabajo de Fin de Máster hecho con el soporte del Institut Català D'Arqueologia  
Clàssica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI



Universitat Autònoma de Barcelona

Tarragona

2018

**Resumen:**

La acuñación de monedas y la producción de plata griega en la colonia de Emporion empieza en el siglo VI a.C., siendo posteriormente adoptadas por la colonia de Rhode y las diferentes culturas ibéricas del nordeste peninsular. En el presente trabajo se presenta el estudio de un conjunto de objetos de plata de cuatro yacimientos: Mas Castellar, Puig de Sant Andreu, Castellet de Banyoles y Ampurias.

Mediante este estudio se pretende observar y analizar en detalle la evolución composicional y de procedencia entre los siglos VI y II a.C. Período en que el nordeste peninsular es escenario de un conjunto de contactos entre los diferentes pueblos mediterráneos, que se traducirán en un intercambio de ideas y en la adopción de innovaciones tecnológicas, que culminará con la conquista de este territorio durante la II Guerra Púnica. El presente trabajo versa sobre el estudio de la composición y procedencia, mediante la aplicación de técnicas de análisis arqueométrico, como son la fluorescencia de rayos X y los análisis de isótopos de plomo, con el fin de determinar el grado de impacto que tuvieron estos pueblos sobre la cultura material.

**Palabras Claves:**

monedas, plata, análisis de isótopos de plomo, fluorescencia de rayos X, composición química, procedencia

**Abstract**

The minting of coins and the production of greek silver in the colony of Emporion began on the VI<sup>th</sup> century B.C., and it became adopted shortly after by the colony of Rhode and the different Iberian cultures in the peninsular northeast. In the present paper we will showcase the study of a collection of silver trinkets found in four excavation sites: Mas Castellar, Puig de Sant Andreu, Castellet de Banyoles and Emporion.

Through this study we will observe and analyze in detail the precedence and the compositions evolution between the VI and II B.C. centuries, a period where the peninsular northeast is the scenario of a series of contacts between the different Mediterranean civilizations. That translated into an exchange of ideas and the adoption of technological innovations, and that ended with the conquest of this territory during the 2<sup>nd</sup> Punic War. The present paper verses about the study in the composition and precedence of these objects, using techniques of analytical archaeometry, like X-ray fluorescence and the lead isotopes analysis, with the objective of determining the degree of impact that these civilizations had on the material culture.

**Keywords:**

coins, silver, lead isotope analysis, X-ray fluorescence, chemical composition, provenance

## 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 totalmente de forma altruista han colaborado para llevarlo a buen fin.

Las primeras palabras de gratitud deberían estar dirigidas a mis tutores Carme Belarte e Ignacio Montero, 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 por 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 el 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.

Agradecer 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 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 los cuales destacan el papel que jugaron los integrantes del Servei d'Arqueologia i Paleontologia de la Generalitat y la empresa Itirta Arqueologia S.L., los cuales me mostraron que todo no era o blanco o negro y que se había de aprender algo a diario.

Agradecer, además, a mis compañeras de máster Karen Fortuny y Laura Galán, todos esos 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 los que no estuviésemos o ninguno en los que únicamente quería ver arder el mundo en los que no me frenásemos y consolásemos, haciendo que el mundo 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.

## Índice

Agradecimientos .....	2
1. Introducción .....	4
2. Caracterización del objeto de estudio .....	7
2.1. Historiografía de los estudios arqueométricos.....	8
2.2. Arqueometalurgia de la plata .....	12
2.3. Sistema monetario.....	14
2.4. Problemática del objeto de estudio .....	21
3. Metodología empleada .....	23
3.1. Análisis de Fluorescencia de Rayos X (XRF) .....	23
3.2. Análisis de Isótopos de Plomo .....	26
3.3. Base de Datos.....	29
4. Estudio arqueométrico de los materiales analizados.....	31
4.1. Ampurias .....	35
4.2. Castellet de Banyoles.....	44
4.3. Mas Castellar.....	51
4.4. Puig de Sant Andreu.....	58
5. Comparativa .....	62
5.1. Isótopos de plomo .....	63
5.1.1. Sur peninsular .....	63
5.1.2. Centro peninsular .....	67
5.1.3. Nordeste Peninsular .....	68
5.1.4. Monedas .....	70
5.1.5. Monedas griegas.....	74
5.2. Composición monedas influencia griega .....	80
6. Discusión.....	87
7. Conclusiones.....	95
Bibliografía .....	97
Anexo: Base de datos .....	106

## 1. Introducción

El Nordeste Peninsular durante la Edad del Hierro se ha asociado tradicionalmente a 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 influencia enmarcada 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 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 a nivel de estudio, al conocerse diversas regiones explotadas durante la prehistoria reciente, como son los territorios de Girona, Vimbodí, los Pirineos Orientales o la región del Molar-Bellmunt-Falset (Priorato). Este tipo de estudio y análisis se llevó a cabo por parte 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 estudios de composición y de análisis de isótopos plomo. Los resultados del proyecto fueron publicados en el año 2008, y han servido de base para el desarrollo de este trabajo.

La introducción del numerario griego tenía como finalidad el pago por las transacciones comerciales, conviviendo con el trueque, o de servicios en los que destacan 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, hasta los momentos posteriores a la II Guerra Púnica (inicios II a.C.).

---

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

No obstante, el estudio tipológico no aporta datos sobre la procedencia de la materia prima o sobre los procesos productivos empleados en su confección, haciendo que sea 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). Los estudios compositivos de las piezas son uno de los análisis arqueométricos principales efectuados en el transcurso del trabajo, realizándose mediante los datos obtenidos por **espectrometría de Fluorescencia de Rayos X (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)**. Esta técnica 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. Para la realización del trabajo 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<sup>2</sup> en el Mediterráneo al considerarse la posibilidad de su importación.

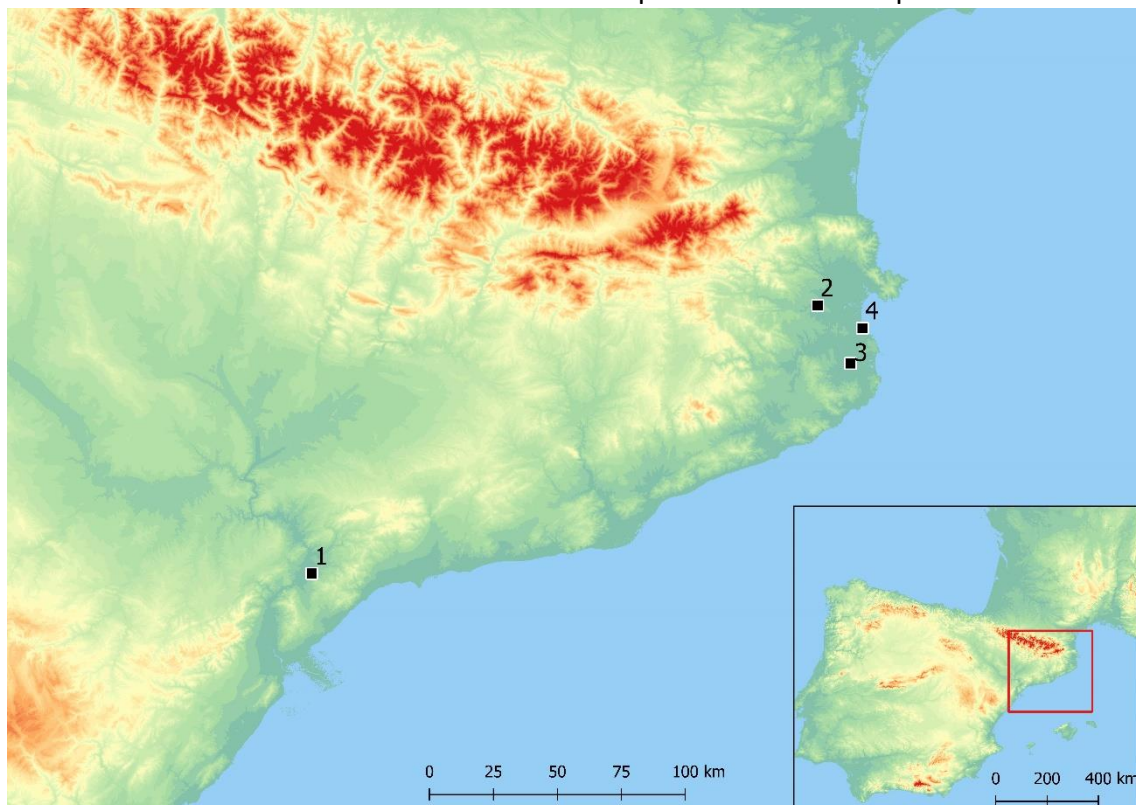


Figura 1 Yacimientos estudiados en el trabajo: 1. Castellet de Banyoles; 2. Mas Castellar; 3. Ampurias; 4. Puig de Sant Andreu

<sup>2</sup>Laurion, Siphnos y Montes Tauro.

Los materiales estudiados cubren diferentes tipos numismáticos que abarcan desde los primeros fraccionarios a **monedas romanas** como denarios o victoriatos acuñados en el contexto de la II Guerra Púnica. La selección de estas monedas no es casual al cubrir con pocos ejemplares un amplio espectro cronológico, justificándose, a su vez, su elección a partir de su lugar de procedencia. Los yacimientos estudiados son Ampurias, Mas Castellar de Pontós y Puig de Sant Andreu, que permiten cubrir tanto la colonia griega como su hinterland.

La selección de Ampurias se justifica al ser la primera y principal colonia griega emisora juntamente con Rhode y tratándose de una ciudad comercial escala entre el comercio del Mediterráneo oriental y el Mediterráneo occidental. Mas Castellar es 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. Por último, para tener la referencia de esta posible influencia griega en las poblaciones indígenas se ha cogido como ejemplo el 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 en sus altos porcentajes de importaciones, como en el caso de Mas Castellar.

Por otro lado, se tiene en cuenta el yacimiento del Castellet de Banyoles al tratarse de una ciudad ibérica de primer orden en la que se ha documentado la influencia griega en su poliorcética, situada en una región de influencia púnica y cercana a la región extractiva de Molar-Bellmunt-Falset y cuya delimitación cronológica abarca el siglo III a.C., convirtiéndose en una ubicación interesante al alejarse en espacio y tiempo de la órbita de Ampurias y en el contexto del debate sobre composición y procedencia de los elementos numismáticos.

El material estudiado también incluye objetos de plata que puede permitir una primera comparativa dentro de cada yacimiento sobre las diferencias de composición, los lugares de abastecimiento y el reciclaje entre las monedas y el resto de piezas, complementándose en un apartado final con la comparativa entre distintos elementos de plata peninsulares.

## 2. Caracterización del objeto de estudio

El material estudiado se trata de una selección de objetos en base plata que abarcan desde el siglo VI a.C hasta los inicios II a.C., está compuesto mayoritariamente por monedas y en menor medida por otros bienes de plata. Estos últimos se han añadido tanto por su composición, como por la consideración social que le otorga, siendo bienes de prestigio cuyo hallazgo no es habitual.

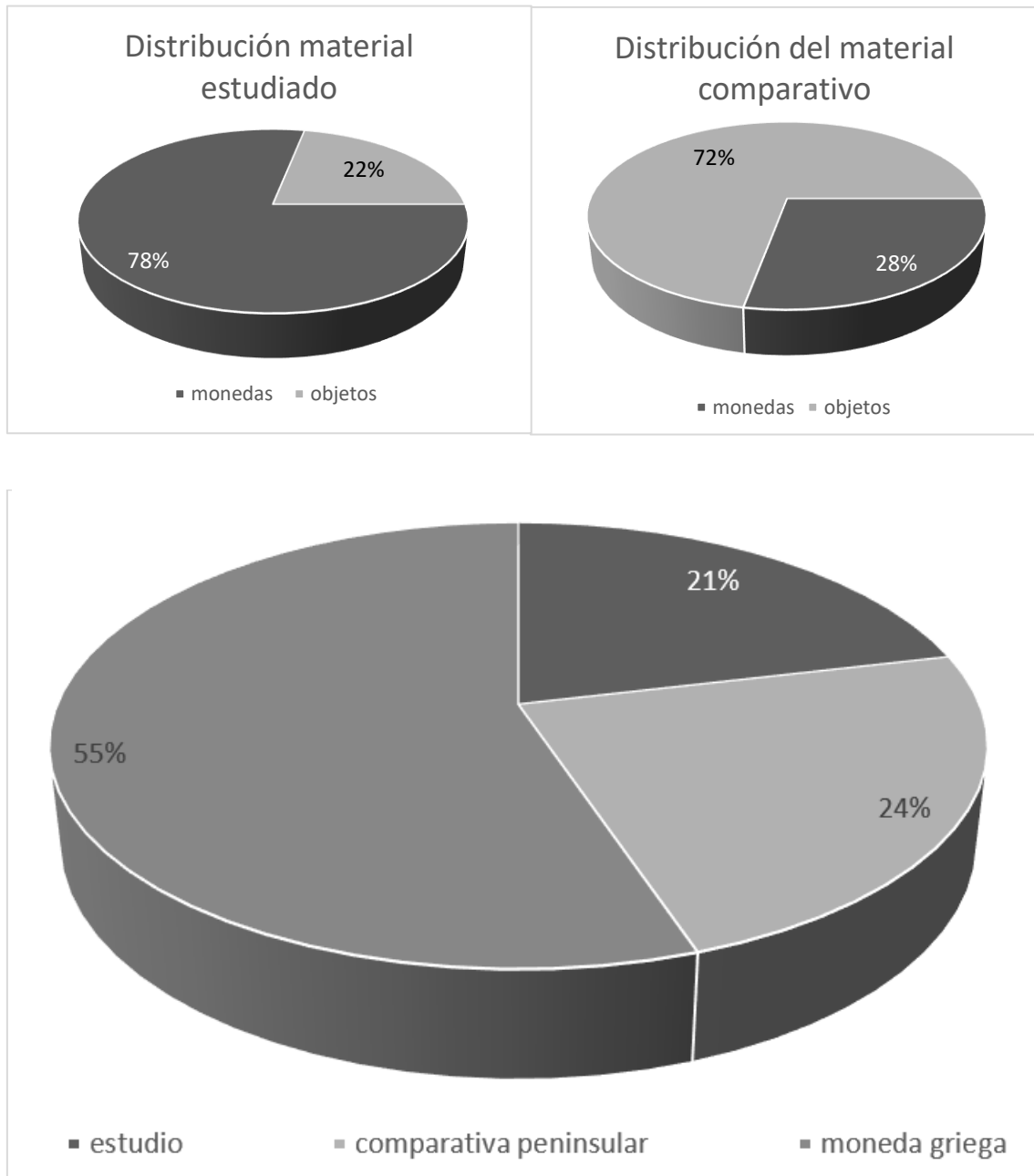


Figura 2 Distribución porcentual del tipo de material de estudio y de la comparativa

El número total de piezas estudiadas es 39, situándose la mayoría en el siglo IV y III a.C., abarcando el ibérico pleno, momento en el cual la sociedad ibérica tendría su principal

auge y donde las rutas comerciales y los contactos con las diferentes civilizaciones mediterráneas estarían consolidados, llegando a emitir moneda. La gran cantidad de individuos agrupados en esta cronología también se explica por ser los momentos precedentes y de duración del conflicto entre Cartago y Roma en los que tanto iberos como griegos colaboraron activamente.

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 en el trabajo a partir del análisis de 6 objetos comprendidos entre el siglo VI y V a.C.

La cronología más moderna se interpreta a partir de dos monedas del siglo II a.C, las cuales ya se han hecho siguiendo los patrones romanos. Por último, se analizan 5 elementos enmarcados en el II Hierro, cuya cronología exacta se desconoce, pero pueden aportar mucha información al estudio al tratarse de posibles cospeles.

La composición del objeto de estudio es mayoritariamente monedas representando un total del 78% de la muestra de estudio. Del otro 22% restante, casi un 12,5% de la muestra está constituido por objetos de bienes de prestigio, siendo el resto de elementos recipientes y una barra de plata, que se ha contabilizado como objeto al contrario que los cospeles al no estar presente de forma tan evidente la finalidad posterior.

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

## 2.1. Historiografía de los estudios arqueométricos

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 Klapproth 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, 2010, p. 21). Este tipo de investigación tenía como objetivo el interés por la materia prima que componía el objeto, sentando un precedente para estudios arqueométricos posteriores.

En el primer tercio del siglo XX los análisis radiográficos cobraron importancia aplicándose en 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, distinguiendo los elementos principales de los elementos trazas (Mohen, 1992, p. 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, p. 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. Dicha técnica se mostró, a su vez, inadecuada para la detección del lugar de procedencia, ya que era incapaz de distinguir entre grandes áreas geográficas (Montero & Hunt, 2006, p. 87).

Los primeros grupos de estudio empleando la espectrometría atómica de emisión se constituyeron en Halle, de la mano de W. Witter y H. Otto que estudiaron los metales y aleaciones existentes en Alemania durante el Neolítico y 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 (publicándose entre 1960 y 1974) (Pernicka, 2014, p. 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 en la afectación del marco cronológico dentro del proceso (Pernicka, 2014, p. 244). Con el fin de resolver este tipo de problemáticas empezaron a usarse los análisis de isótopos de plomo.

Los primeros estudios de los isótopos de plomo empiezan vinculados a la geología en la década de 1930, aplicándose en las ciencias naturales. En la década de 1960, Robert H. Brill lo introduce en los análisis arqueológicos. Se llevaron a cabo entre 1963 y 1965 las primeras muestras sobre objetos de plomo en la Universidad de Brookhaven (EUA), entre los cuales destacó su aplicación en monedas de bronce y plata (Montero & Hunt, 2006).

Siguiendo esta línea de investigación aplicada a las monedas, desde finales de los años 70 se empezaron a estudiar los lugares de obtención de la plata y el plomo en el Egeo desde la Edad del Bronce (Stos-Gale & Gale, 2009, p. 196). Se amplían posteriormente a los estudios de cobres y aleaciones de esta región, con el fin de determinar las interacciones producidas 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 se realizarían por el Max-Planck-Institute für kernphysik en Heidelberg (Pernicka, 2014, p. 259), cuyo objetivo principal se centró 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, disminuyendo 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 & Pernicka, 2008, p. 244; Montero & Hunt, 2006, p. 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 iconográficos de las piezas y en los patrones métricos de las mismas. Estos estudios fueron complementados a partir del último cuarto del siglo XX, consolidándose en la primera década del siglo XXI, por los análisis de composición de las monedas de Ampurias y Rhode llevados a cabo por Sejas (1993), Queral y Pitarch (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 la *Revista d'Arqueologia de Ponent* en el año 2008, presentó 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.

Dentro de los estudios de procedencia mediante la aplicación de isótopos de plomo en Cataluña cabe destacar también la publicación "Estudios de procedencia del metal en monedas prerromanas" publicado en las actas del V Congreso internacional sobre minería histórica en el suroeste europeo (Montero, et al., 2011), en el cual se analizan monedas de Ampurias, Ullastret, los cospeles de Mas Castellar (incluidos en este trabajo) y de otras regiones de la península como Orense y Lugo, en los cuales se muestra la dificultad de determinar la procedencia de la materia prima de este tipo de materiales numismáticos.

Entre las escasas contribuciones con análisis de isótopos de plomo cabe señalar el artículo "Sobre la procedencia de los metales de las primeras monedas del NE. Ibérico. Aplicación de análisis de isótopos de plomo" publicado en *Anejos de Archivo Español de Arqueología* en el que se hace un estudio composicional y de isótopos de plomo de un

conjunto de monedas ibéricas y romanas pertenecientes al museo de Lleida. En él se determinó la mezcla de materiales de distintas procedencias, encuadradas en el sureste peninsular, el sur de Francia y algunas mineralizaciones de Cataluña.

El último estudio realizado mediante esta técnica sobre monedas de plata peninsulares está publicado en el artículo “La moneda de un campo de batalla Baecula” en el cual se analizan dos monedas de plata localizadas en este yacimiento tratándose de un shekel y una dracma de Arse, en los cuales no se localizaron dracmas emporitanas, monedas empleadas para pagar parte de las tropas de este conflicto y cuya procedencia se pudo determinar en Cartagena o cercano a este campo isotópico (García-Bellido, et al., 2015).

Por tanto, este trabajo representa una continuación de la aplicación de métodos arqueométricos al estudio de las monedas de plata, que son relativamente novedosos en contextos peninsulares, pero que se empiezan a aplicar de forma generalizada.

## 2.2. Arqueometalurgia de la plata

La plata (Ag) es un metal escaso que tradicionalmente se ha empleado para la realización de objetos de un alto valor como monedas, bienes de prestigio o 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**, documentándose en distintas zonas del Próximo Oriente como son la ciudad mesopotámica de Uruk-Warka, el yacimiento de Alishar Hüyük situado en la provincia de Anatolia o en Biblos en el 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 en esos territorios y que posteriormente durante época colonial se introdujo en la Península Ibérica, por parte de griegos y fenicios.

La obtención de este material puede darse de forma nativa o en forma de cloruros, aunque son minerales escasos en la naturaleza (Giardino, 2002). Las principales especies minerales son la clorargirita o cerargirita (AgCl); la argentita (Ag<sub>2</sub>S); la pirargirita (Ag<sub>3</sub>SbS<sub>3</sub>); la proustita (Ag<sub>3</sub>AsS<sub>3</sub>) y la estefanita (Ag<sub>5</sub>SbS<sub>4</sub>). La obtención de la plata a

partir de estas formas 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).

A pesar de encontrarse en forma nativa, el mineral de plata suele extraerse de materiales que cuentan en su composición con otros elementos, dividiéndose las formas de obtención en a partir de minerales plumbíferos, de la familia de las jarositas y el electrón. Este último está compuesto por la unión de oro (Au) y plata (Ag), necesitando de procesos de refinado para separar ambos metales.

Dentro de los minerales plumbíferos está el grupo conformado por la cerusita ( $PbCO_3$ ), la anglesita ( $PbSO_4$ ) y la galena ( $PbS$ ), siendo este último la fuente más habitual de aprovisionamiento en las formas más ricas en plata. Los procesos necesarios para obtener la plata a partir de este tipo de minerales consistían en la reducción del mineral, para posteriormente aplicar la copelación al producto resultante (Giardino, 2002).

Los minerales de las familias de la jarosita son abundantes en la zona de Río Tinto y en el Sur peninsular siendo explotadas en esa región desde la prehistoria reciente. Los minerales de la familia de las jarositas son la jarosita, la argentojarosita y la plumbojarosita, para conseguir la obtención de plata a partir de estos minerales es necesaria en las dos primeras especies la adición de plomo en su reducción y posteriormente la copelación de estos elementos (Montero, 2014).

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, siendo insuficiente en la mayor parte de los casos la simple reducción del material. El mineral extraído se manifestaba en un primer momento como ganga, por lo cual era necesario someterlo primeramente a una temperatura entre 950 y 1200 °C en una atmósfera reductora para hacer aflorar la plata y eliminar las primeras impurezas. Posteriormente, se sometía esta amalgama a una nueva fundición a una temperatura cercana a los 1000 °C en una atmósfera oxidante para que el plomo y otros elementos se oxidasen y se separasen del oro y la plata (Giordano, 2002). En este punto también jugarían un importante papel en el caso de los minerales plumbíferos el contraste entre los puntos de fusión del plomo

(327 °C) y el de la plata (960.5 °C) permitiendo la ejecución de este proceso (Montero, 2014).

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, siendo el proceso básico en la confección de los objetos, en el cual el metal mediante la fundición pasa de sólido a líquido y posteriormente es vertido al interior de un molde permitiendo la adopción de 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 martilleado entre otros, dentro de este proceso estarían los métodos de acuñación explicados más adelante (Campo, 2008). El último de los procesos a aplicar se trataría de los tratamientos térmicos, no aplicables a este trabajo, pero que constituirían en volver a someter a la pieza a una elevada temperatura con el fin de producir cambios estructurales (Rovira, 1994).

### 2.3. Sistema monetario

El sistema monetario es el conjunto de elementos generalmente metálicos, con un valor propio y conocido por el conjunto de la sociedad, que sirve para el intercambio. La utilización del metal como material preponderante en este sistema responde al valor intrínseco y asociado a estos elementos, utilizándose el oro y la plata para funciones más valiosas, y aleaciones en 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.

La primera constancia de fabricación de moneda en Cataluña se da en las ciudades griegas de *Rhode* y *Emporion*. La fabricación de estos ponderales se llevaba a cabo en los *argyrokopeion*, talleres de acuñación de monedas y cecas (Campo, 2008). En las monedas griegas, aunque algunas de ellas anepigráficas, era habitual la presencia del nombre de las cecas, de los grabadores o de los magistrados de la ciudad.

Para la fabricación del numerario se empleaban un cospel, discos metálicos en los que se acuñaban los elementos característicos de la 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.



*Figura 3 Moneda de tipo fraccionario localizada en Ampurias núm. inv. 5917*

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 de los fraccionarios (Pitarch & Queralt, 2008). En fases más tardías y de influencia romana, este sistema monetario pasará a ser bimetálico, empleándose el bronce en la fabricación de algunos elementos de fracción (García-Bellido, 2000-2001, p. 553).

Una vez obtenido el soporte se pasaba a su acuñación. Para ello primeramente se ponía el cospel en el acuño anverso, denominado *acmones* o *aomonicoi*, que era fijo y se golpeaba sobre él con un martillo en el reverso, llamado *caracteres*, que era móvil. Este proceso permitía la creación de entre 7.000 y 20.000 monedas por cada acuño, según los estudios realizados por M. Campo (2008). Posteriormente, amortizado dicho elemento las autoridades de la ciudad lo destruían o lo ofrendaban en los lugares sagrados.

El número de acuños utilizadas en la emisión de monedas de la misma tipología varió en el tiempo y según las necesidades de la ciudad, según los cálculos de Villaronga hechos a partir de estimaciones, al no preservarse muchos de estos elementos. La variabilidad y durabilidad de éstos se ha asociado a la falta de expertos grabadores o al aumento de la demanda, que hizo que en algunos períodos estos se reparasen o se intentase alargar su vida útil (Campo, 2008).

Las primeras monedas griegas que llegan al horizonte ibérico remontan al siglo VI a.C. fruto de los primeros contactos entre ambos pueblos. No será hasta el siglo V a.C. cuando Ampurias empezará a acuñar moneda (Campo, 2012, p. 17). Estas primeras emisiones fechadas entre el 470 y el 460 a.C. tendrían representado la cabeza de cordero en el anverso y una cruz en el reverso, siendo anepigráficas (Pitarch & Queralt, 2008). El numerario de este periodo corresponde a imitaciones de Massalia, contando 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 & Queralt, 2008), estos fraccionarios anteriores a las dracmas

tendrán un peso de 0,90 gramos. Las primeras monedas de esta serie serán anepigráficas, no apareciendo la leyenda hasta comienzos del siglo IV a.C. Estas leyendas estarán influenciadas por las emisiones atenienses con inscripciones epigráficas ΑΘ, siendo EM la inscripción utilizada por esta ciudad (García-Bellido, 2013, p. 123). La influencia ateniense dentro de las emisiones emporitanas corresponde al auge del comercio y de la circulación monetaria de esta *polis*.

Entre el 360 y el 300 se producen nuevas emisiones, esta vez apareciendo el nombre de la ciudad al completo en las inscripciones, ΕΜΠΟΡΙΤΩΝ. Es en estas emisiones donde empieza a aparecer la figura del caballo parado como forma iconográfica, denotando 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

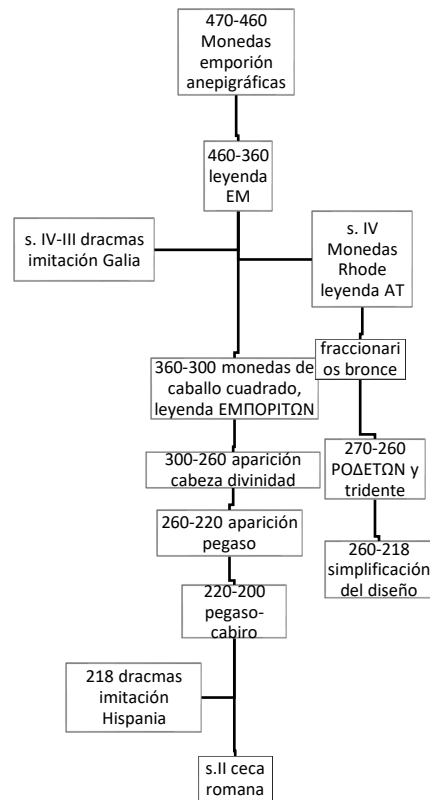


Figura 4 Aparición y evolución de las distintas cecas

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 300-260 a.C. en las que se añadirá la cabeza femenina en el reverso (Pitarch & Queralt, 2008). La cabeza femenina de las monedas hasta hace años se creía que podía ser tanto Aretusa, por la influencia siracusana, como Artemis, a partir de los elementos iconográficos.

A mediados del siglo III a.C., tras un breve parón en la ceca de Ampurias, se modifica el sistema monetario imponiéndose el uso de dracmas y de sus correspondientes divisores, los *Tritetartemorion*, equivalentes a un octavo de dracma, y los *Trihemitetartemorion*, equivalentes a una decimosexta parte (Campo, 2003). Estas emisiones de dracmas con un peso de 4,7 gramos, equivaldrían tanto en moneda principal como en fraccionarias, de un peso menor, al



Figura 5 Dracma de Emporion localizado en el yacimiento de Puig de Sant Andreu núm. inv. 4847

sistema monetario foceo. La iconografía del numerario emporitano en estas cronologías correspondería al pegaso, animal mitológico asociado al mar. En la década entre el 230 y el 220 a.C. se produce una modificación tipológica en la que la cabeza del pegaso se ve modificada y la producción aumenta (Campo, 2008).

Es en este siglo III a.C. cuando diversos pueblos de la Galia empezarán a acuñar moneda de imitación de las ciudades de *Rhode*, *Emporiton* y *Massilia* (Campo, 2008, p. 68). La influencia de estas ciudades se hizo plausible en dos zonas, el Languedoc-Rosellón y la zona de Poiteu y el valle del Garona. Así, pueden apreciarse la representación de la rosa de *Rhode* o el rostro femenino y el pegaso de *Emporiton* (Callegarin, et al., 2013). Este numerario en algunas ocasiones representa la idea que tenían las diferentes culturas galas en relación con las monedas griegas, representándose los rostros mirando en dirección incorrecta o faltando trazos en la epigrafía (Chevillon, 2014).

---

<sup>3</sup> Los shekel, transcripciones del fenicio škl, tenían diferentes valores y pesos, siendo el equivalente a los shekels empleados en Gades, heredados de la tradición de la ciudad fenicia de Tiro cuyo valor era 9,4 gramos (García-Bellido, 2000-2001, p. 255).

Entre el 218 y el 200 la producción de monedas en la colonia griega aumenta en el contexto de la II Guerra Púnica, al convertirse ésta en base militar al servicio de Roma. 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 empezarán a realizar sus primeras acuñaciones. 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 los dracmas y divisores emporitanos y los óbolos massaliotas (Campo, 2012, p. 19).



Figura 6 Mapa de cecas ibéricas (Campo, 2012, p.23)

Estas dracmas indígenas imitaban los motivos emporitanos del Pegaso modificado (Pitarch & Queralt, 2008), creándose tres tipologías de éstas: las monedas que copiaban los motivos pero eran anepigráficas, las que copiaban la leyenda con letras griegas correspondientes a ΕΜΠΟΡΙΤΩΝ pero con errores ortográficos, mala calidad estilística

o ausencia de caracteres, y por último las que contaban con inscripciones de topónimos (Campo, 2012).

Las monedas indígenas seguían los patrones metroológicos de las dracmas emporitanas siendo su peso de 4,7 gramos. Posteriormente, se seguirá emitiendo moneda local o *nummus* con el mismo peso, conociéndose en la bibliografía como denario ibérico (García-Bellido, 2000-2001, p. 563). Este tipo de denario varía de peso respecto al emitido en la Península Itálica, pero sería menos fluctuante al tener motivación recaudatoria.



Figura 7 Moneda indígena localizada en el yacimiento del Castellet de Banyoles núm. inv. 477226

La mayor parte de estas cecas, tanto en período de guerra como en los períodos posteriores, se concentraban en el Nordeste peninsular. Algunos de los talleres de emisión durante el conflicto fueron *Illirta*, *Bárkeno* y *Tarracon*, promocionándose por parte de Roma los talleres de *Untikesken*, *Kese* y *Illirta* una vez finalizada la guerra (Campo, 2012). Esta última ciudad sería una de las primeras en aplicar un sistema bimetalico, en base bronce y plata (García-Bellido, 2000-2001, p. 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 será reemplazado por el jinete galopando y la leyenda con el taller en escritura ibérica (Campo, 2012). Las emisiones perduran hasta el siglo I a.C.

Durante la II Guerra Púnica se acuñará por parte de Roma otra moneda con un peso y valor equivalente a la dracma emporitana, el victoriato, que será contemporáneo al denario. Este tipo de moneda se emitirá juntamente con dobles victoriatos, medios victoriatos y ases (García-Bellido, 2000-2001).

Durante la II Guerra Púnica finaliza la emisión de moneda de *Rhode*. *Rhode* era un pequeño enclave comercial, que en un principio hizo circular moneda de *Emporion* y *Massilia* y de otras culturas como la púnica (Campo, 2003, p. 323). Las emisiones de esta ciudad no fueron muy abundantes, empezando sus emisiones a finales del IV a.C. con la

inscripción AT o ANT, influenciados por las emisiones emporitanas y atenienses; dicha abreviatura se ha interpretado como las iniciales del grabador o del gobernador de la ciudad (Campo, 2003, p. 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 se podría corresponder a Aretusa o a Artemis, acompañada de la inscripción. El reverso se caracteriza por la estampación de la rosa, diseño original de la ciudad.

Las segundas emisiones de la ciudad adquieren el mismo patrón metrológico que las emporitanas pasando a pesar 4,70 gramos y a emitirse 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 a estas divisiones, aparecen fracciones de bronce (Campo, 2003).

Entre los años 270 y 260 a.C. se da la acuñación de dracmas de menor peso, devaluándose 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 de ΡΟΔΕΤΩΝ, manteniéndose la rosa en el reverso.



Figura 8 Dracma de Rhode localizado en el yacimiento de Puig de Sant Andreu núm. inv. 4237

El último período de la ceca de la ciudad transcurre entre el 260 y el 218 a.C. en la cual las monedas vuelven a adquirir el mismo patrón metrológico que las monedas de *Emporiton* y los circuitos monetarios. Conjuntamente al aumento de valor del numerario se produce una simplificación de la iconografía, eliminándose el tridente y manteniéndose únicamente divinidad y leyenda y simplificándose el diseño de la rosa (Campo, 2003, p. 325).

La ceca de *Rhode* al contrario que la de *Emporiton* 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 rápida 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 con nuevas tipologías. Este reciclaje conllevaba que se pudiesen mezclar platas de distintas procedencias lo que produce a la alteración de la firma isotópica original dificultando la identificación de su procedencia (Wood, et al., 2017, p. 1). Esta mezcla o cambio de valores isotópicos no se produce cuando el material del reciclaje procede del mismo depósito mineral.

La dificultad en la identificación del 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 alterada, quedando próxima a los materiales con mayor proporción en la muestra (Montero & Hunt, 2006, p. 88).

Para la identificación 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 de estos depósitos y la gestión de los datos isotópicos de los mismos en paralelo a la realización de los análisis de isótopos de plomo.

Las firmas 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 & Gale, 2009, p. 202). Este estudio cuidadoso puede revelar variaciones dentro de la misma zona, o depósitos con campos isotópicos muy amplios, pudiendo significar los primeros la existencia de minas de uso específico (Wood, et al., 2017, p. 3).

El análisis de composición de la plata permite que algunos elementos también puedan ser usados 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 surgió al principio de la aplicación de los isótopos de plomo y actualmente ya está superado al haberse probado que no se produce ese fraccionamiento que pueda alterar las proporciones entre los distintos isótopos (Stos-Gale & Gale, 2009).

### 3. Metodología empleada

#### 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, al tratarse de un método cualitativo, puesto que permite precisar los elementos químicos que componen el objeto, y cuantitativo porque permite calcular el porcentaje o proporción de dichos materiales. El estudio mediante este método también es aplicable a otros objetos 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 no eliminados por el nivel tecnológico de esas sociedades. 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.

Dentro de estos elementos secundarios están los añadidos intencionadamente, recibiendo el nombre de elementos aleados y que generalmente cuentan con una presencia de más de 1% y que alteran las características del objeto (dándole mayor dureza, ductilidad, resistencia a la corrosión, etc.). Por otra parte, en los metales se detecta también la presencia de elementos minoritarios con un porcentaje de entre 1% y un 0,1%, y los elementos trazas, menores a un 0,1%. Un ejemplo de ello encontramos en el bronce, el cobre (Cu), es la base o elemento

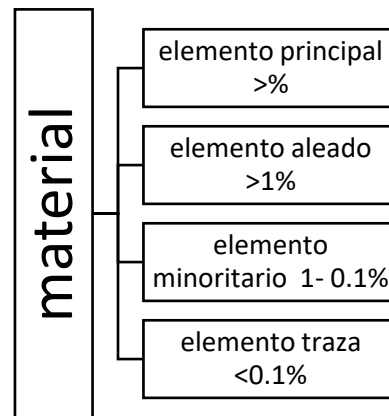


Figura 9 Esquema elementos compositivos de un material

principal, al que se le ha añadido o aleado estaño (Sn) para dotarlo de mayor dureza, y en cuyo interior encontramos elementos minoritarios o traza como el arsénico (As) o plomo (Pb). En el caso que el plomo tuviese valores más elevados pasaría a considerarse parte de la aleación, haciendo que el objeto fuese un bronce ternario.

El principio en el que se basa la espectrometría por fluorescencia de rayos X es la excitación de la materia. El átomo de un elemento químico tiene un número igual de

electrones y protones, variando el número de neutrones. Los electrones se encuentran situados alrededor del núcleo y cuentan con una energía determinada, que depende de la capa en la que se sitúa y del elemento, siendo 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 desprendiendo la energía sobrante en 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, pág. 420; Campaña, 2012, pág. 219).

Para la obtención de los datos de este trabajo 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, et al., 2008, p. 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 20mCi. 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 keV hasta 40 keV. El flujo de las fuentes incide sobre el plano de la muestra a analizar con un ángulo de 45°. 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, et al., 2008, p. 293).

El equipo esta calibrado a partir de un conjunto de patrones disponibles, estableciéndose una rutina de análisis de 150 segundos, siendo los límites de detección de 0,01 % para todos los elementos, salvo plata y antimonio que pueden detectarse hasta el nivel del 0,001 % o 10 ppm (Montero, 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., este va equipado con tubo de rayos X y ánodo de plata, emplea un voltaje de 35 kV y corriente de 20  $\mu$ A con un filtro de aluminio de 2 mm. El ánodo de plata condiciona la lectura de los elementos con rangos

energéticos superiores a 20keV, especialmente la propia plata y el antimonio cuyos límites de detección se sitúan en 0,15% (1.500 ppm) (Montero, et al., 2008).

Para la realización de estas mediciones se calibro el equipo a partir de un conjunto de patrones disponibles, estableciéndose una rutina de análisis de 40 segundos, que se ampliaba a 60 segundo cuando la presencia de elementos cercanos al límite de detección lo aconsejaría para su correcta cuantificación, especialmente en la plata para el Bi (bismuto) y el Au (oro) (Montero, et al., 2008).

La Fluorescencia de Rayos X es una técnica de análisis superficial. La aplicación de forma directa sobre el objeto condiciona los resultados obtenidos, al alterarse el análisis por el estado de corrosión, que hace que algunos valores incrementen en detrimento de otro. Por este motivo dichos análisis solo sirven de forma cualitativa al indicar los elementos presentes en el objeto, , y no poder calcularse las proporciones reales al estar alteradas por la corrosión (Pitarch & Queralt, 2010, p. 1682).

La limpieza de la zona a analizar es necesaria para evitar tanto la posible alteración por corrosión mencionada, como por los materiales utilizados en la conservación, que pueden también alterar los resultados (Tykot, 2016). La limpieza de una pequeña región es suficiente para obtener los resultados cuantitativos fiables.

La utilización de esta técnica de análisis en estudios numismáticos permite distinguir las falsificaciones de los originales en aquellos objetos sin contexto arqueológico claro (Karydas, 2007). Esto puede realizarse a partir de la detección de aleaciones modernas y de la falta de elementos secundarios, indicativo 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 & Queralt, 2008). Por último, se intentó aplicar dicho método para el análisis de la procedencia mediante el estudio traceológico, a pesar de que en la actualidad se considera insuficiente, empleándose para ese fin los análisis de isótopos de plomo.

La aplicación de Fluorescencia de Rayos X y los resultados reflejados en este trabajo se han hecho en objetos mayoritariamente en los que se ha eliminado la corrosión, de tal forma que se ha podido aplicar tanto de forma cuantitativa, como cualitativa.

### 3.2. Análisis de Isótopos de Plomo

Tras analizar la composición a partir de la Fluorescencia de Rayos X es necesario un estudio con análisis de isótopos de plomo para poder valorar la procedencia del metal y las posibles vías de comercio e intercambio en las que el metal está involucrado.

La utilización de esta técnica en los estudios arqueológicos se da a partir de dos vertientes. La primera es a través del estudio directo para conocer la procedencia de las materias primas que conforman los objetos. La segunda se da de forma indirecta al permitir el establecimiento y confirmación de hipótesis sobre procesos comerciales relacionados con la circulación del metal y sobre las formas de abastecimiento, pudiéndose tratar 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.

Para realizar este tipo de estudios es necesario fundamentarse en dos premisas. Por un lado, los distintos depósitos tienen composiciones isotópicas distintas y, por tanto, es posible distinguirlos, estudiarlos y categorizarlos (Hunt, 1998). Por otro lado, las composiciones de estos son inmutables a lo largo de todo el proceso de manufactura del metal (Stos-Gale & Gale, 2009).

La técnica de los análisis de isótopos de plomo se fundamenta en la proporción isotópica del plomo presente en el metal. Estos análisis analizan cuatro de los isótopos estables del plomo cuya cantidad varía en cada depósito, estableciendo de esta manera 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 el decaimiento radioactivo del uranio son el  $^{206}\text{Pb}$  y  $^{207}\text{Pb}$ , mientras que el isótopo final de la serie es el  $^{208}\text{Pb}$ . (Hunt, 1998). La proporción entre unos y otros es identificativa del depósito del mineral y varía, en primer lugar, por la edad geológica de formación del depósito, ya que el tiempo de transformación de los tres isótopos provocados por el decaimiento radioactivo 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 escaso tiempo 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 & Hunt, 2006).

Este método, por tanto, se puede emplear en cualquier metal o mineral que contenga muestras nanométricas de este elemento (Stos-Gale & Gale, 2009), pudiéndose emplear en otros materiales como son el cobre, oro o plata.

El análisis de isótopos de plomo es un tipo de prueba parcialmente destructiva, ya que requiere de la adquisición de una pequeña muestra de metal del objeto. Esta muestra se calienta a una alta temperatura para conseguir la ionización de los vapores generados en este proceso. Estos vapores son acelerados dentro del espectrómetro de masas y colimados, generando un haz de luz que entra en el campo magnético generado por un electroimán. El campo magnético desvía los iones, desviando menos los isótopos más pesados que los de menor masa. Estos haces de iones separados de su trayectoria son analizados por colectores que están conectados a una red electrónica de medición (Hunt, 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 aumentando la precisión de las lecturas (Stos-Gale & Gale, 2009).

Los análisis de isótopos de plomo que se manejan en este trabajo se han efectuado con dos equipos diferentes en el Servicio de Geocronología y Geoquímica Isotópica de la UPV-EHU. El primero de los cuales se trata de 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 Pb 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 uno de los isótopos de Pb analizados (Montero, et al., 2008, p. 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 TI. Los protocolos de tratamiento y procesado seguidos en el laboratorio son los descritos en Chernysev *et al.* (2007).

Además, algunas piezas se han analizado en el Institut fuer Geologie de la Universidad de Berna (Suiza) con un equipo de Espectrometría de Masas con fuente de Plasma Acopado (ICP-MS multicolector), en las que se realizó la separación en microcolumnas con resina EiChrom SrSpec (Montero, et al., 2008, p. 293).

La identificación de procedencias cuenta con limitaciones, la primera de las cuales es que la interpretación está condicionada al conocimiento de los campos isotópicos geológicos de las diferentes regiones (Montero & Hunt, 2006). Esto hace que no se pueda establecer una procedencia concreta si no se conoce datos de un depósito del 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 acotamiento de estas firmas isotópicas. El análisis de diferentes minas de una misma región y la comparativa de los resultados de las muestras minerales, permiten establecer la firma isotópica o campo isotópico de una zona minera (Stos-Gale & 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, pudiendo 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 & Hunt, 2006). Por último, los elementos de reciclaje tienen gran dificultad de interpretación, ya que, al añadirse plomo exógeno, los campos isotópicos se modifican (Wood, et al., 2017). La proporción del metal utilizado hace que los valores queden más próximos a uno u otro de los campos isotópicos de procedencia (Montero & Hunt, 2006), no situándose en ninguna de las dos regiones e imposibilitando su identificación, salvo en los casos en la que la procedencia de ambos metales reciclados fuese la misma.

El uso de los isótopos de plomo en este trabajo 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 la determinación de materiales que podrían haber sido fruto del reciclaje, intentando discernir las posibles procedencias o mezclas. A su vez, justifica la selección de las monedas como objeto de estudio al tratarse de objetos que tienden a una rápida reutilización.

### 3.3. Base de Datos

La cantidad de información a gestionar por cada una de las piezas ha llevado a la creación de una Base de Datos mediante el programa *FileMaker*, con el fin de poder buscar rápidamente información en distintos campos, y permitiendo una rápida comparativa.

La Base de Datos se divide en tres apartados:

- **Datos de identificación.** En este apartado se incluyen los datos básicos de la pieza, entre los que destaca el número de inventario, la ubicación y el yacimiento. En esta sección, también se indica el número de análisis, que señala la identificación que se le dio al objeto al analizarse mediante Fluorescencia de Rayos X.
- **Datos de la pieza.** En este campo se trata la descripción formal del objeto, donde se tiene en cuenta su tipología, que en este trabajo corresponde mayoritariamente a distintos tipos de numerarios de plata; su conservación, debido a que por la tipología del objeto pueden encontrarse en mal estado, fraccionados o desgastados por el uso; la descripción iconográfica, el peso y la epigrafía del objeto.  
Esta sección incluye datos relacionados con la pieza 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 a nivel interpretativo como la cronología, deducible a partir del contexto arqueológico y de la iconografía de la pieza, y el lugar de procedencia de la materia prima, resultado del análisis de isótopos de plomo.
- **Datos análisis arqueométrico.** En este área se encuentran los datos arqueométricos de los que se disponen que pueden proceder de análisis de

fluorescencia de rayos X (XRF) o 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.

Base de Datos TFM Rosa M. Mercado Guirado

Datos Identificación					
Nº de análisis	PA22810	Nº de inventario	MAC47226	Ubicación	MAC Barcelona
Yacimiento	Castellet de Banyoles	Municipio	Tivissa	Comarca y Provincia	Ribera d'Ebre, Tarragona

Datos pieza	
Tipología	Imitación dracma <span style="margin-left: 100px;">Conservación Buena</span>
Descripción	- Rostro femenino de la deidad de perfil hacia la derecha, pelo rizado representado esquemáticamente en un semirecogido, en el cuello un colgante representado con bolitas. A su alrededor tres delfines. - Pegaso con cabeza modificada en la que se detallan las plumas bajo las alas, en la parte inferior leyenda griega.
Epigrafía	Leyenda errónea traducible por Ku-ri
Lugar de procedencia materia prima	
Lugar del hallazgo	
Cronología	III a.C.
Ceca	Grupo Q
Observaciones	
Bibliografía	leyenda: MLH III.1, p. 246-247

Datos análisis arqueométrico											
Análisis XRF											Si
Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	0.51	nd	nd	98.9	nd	nd	0.27	0.16	0.08	
Notas											
LIA			UPV MC-ICP-MS								
208/206		207/206		206/204		208/204		207/204			
2.091974		0.8456877		18.54674		38.79928		15.68475			

Imagen 1



Imagen 2



*Figura 10 Ejemplo de ficha utilizada en la base de datos*

La base de datos responde en este trabajo a un mecanismo de almacenaje y comparación de datos, que permite establecer de forma rápida una comparativa separando por yacimientos, cronologías o tipologías.

#### 4. Estudio arqueométrico de los materiales analizados

Los datos arqueométricos manejados en el trabajo son una combinación de datos publicados e inéditos (ver fig. 11), los primeros de los cuales vuelven a estar reinterpretados debido a la nueva información geológica disponible. Los nuevos datos arqueológicos y su comparativa permiten hacer una reinterpretación de las piezas en algunos casos, mostrando la dualidad que tiene que existir entre este tipo de análisis arqueométricos y la búsqueda de las fuentes de aprovisionamiento durante la Antigüedad.

La información geológica empleada para la Península Ibérica y el Mediterráneo occidental procede de la base de datos de isótopos del proyecto de 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, 2018).

Nº inv.	Nº analisis	Yacimiento	Tipología	Publicada	Bibliografía
MAC47221	PA22806	Castellet de Banyoles	Victoriato	NO	
MAC47222	PA22806	Castellet de Banyoles	Victoriato	NO	
MAC47225	PA22808	Castellet de Banyoles	Imitación dracma	NO	
MAC47224	PA22809	Castellet de Banyoles	Imitación dracma	NO	
MAC47224	PA22809B	Castellet de Banyoles	Imitación dracma	NO	
MAC47226	PA22810	Castellet de Banyoles	Imitación dracma	NO	
MAC47220	PA22811	Castellet de Banyoles	Denario	NO	
MAC47219	PA22812	Castellet de Banyoles	Denario	NO	
MAC4723	PA22819	Castellet de Banyoles	Denario	NO	
5130	PA12291	Empúries	Fraccionario	SÍ	Montero, et al. 2008
5827	-	Empúries	obolo	SÍ	Montero, et al. 2008
6181	PA12290	Empúries	Fraccionario	SÍ	Montero, et al., 2008
2226	PA12292	Empúries	Anillo	SÍ	Montero, et al. 2008
23023	PA12524	Empúries	Cinturón	SÍ	Montero, et al., 2008

-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

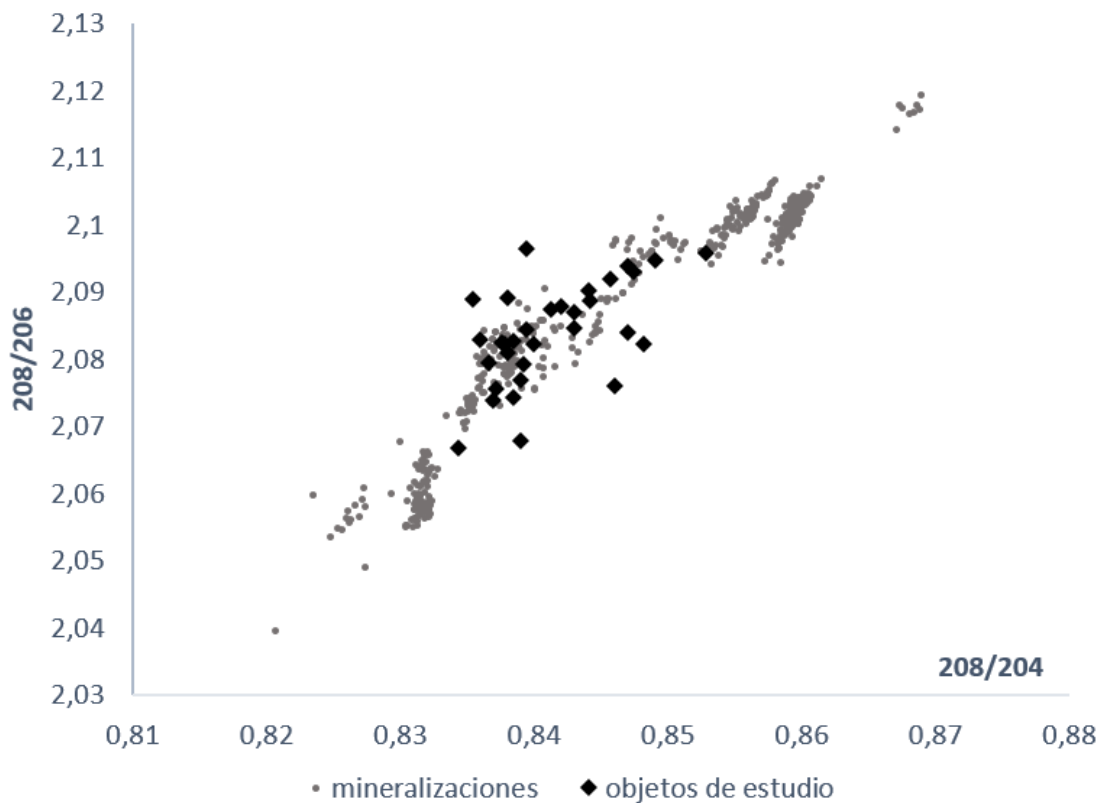
5832	PA12406	Empúries	Dracma	SÍ	Montero, et al., 2008
27794	PA12404	Empúries	Dracma	SÍ	Montero, et al., 2008
36460	-	Empúries	fraccionario	NO	
36461	-	Empúries	Fraccionario	NO	
5374	-	Empúries	Fraccionario	NO	
5917	-	Empúries	Fraccionario	NO	
2901	-	Empúries	Dracma	NO	
5779	-	Empúries	Fraccionario	NO	
5757	-	Empúries	Fraccionario	NO	
GNC 76082	-	Empúries	Fraccionario	NO	
GNC 76054	-	Empúries	Fraccionario	NO	
2168	-	Empúries	Fragmento fíbula	NO	
1	PA11009	Mas Castellar	Cospel	SÍ	Montero, et al. 2008
2	PA11010	Mas Castellar	Cospel	SÍ	Montero, et al., 2008
3	PA11011	Mas Castellar	Cospel	SÍ	Montero, et al., 2008
4	PA11012	Mas Castellar	Cospel	SÍ	Montero, et al., 2008
5	PA11013	Mas Castellar	Cospel	SÍ	Montero, et al., 2008
MCR 5.1	-	Mas Castellar	Fraccionario	NO	
-	PA12264	Castellet de Banyoles	Recipiente	SÍ	Montero, et al., 2008
-	PA12266	Castellet de Banyoles	Recipiente	SÍ	Montero, et al., 2008
-	PA12268	Castellet de Banyoles	Lámina-Brazalete	SÍ	Montero, et al., 2008
-	PA13409	Castellet de Banyoles	Fragmento barra	NO	
4817	-	Puig de Sant Andreu	Dracma	NO	
4237	-	Puig de Sant Andreu	Dracma	SÍ	Montero, et al., 2008
4847	PA13737	Puig de Sant Andreu	Dracma	NO	

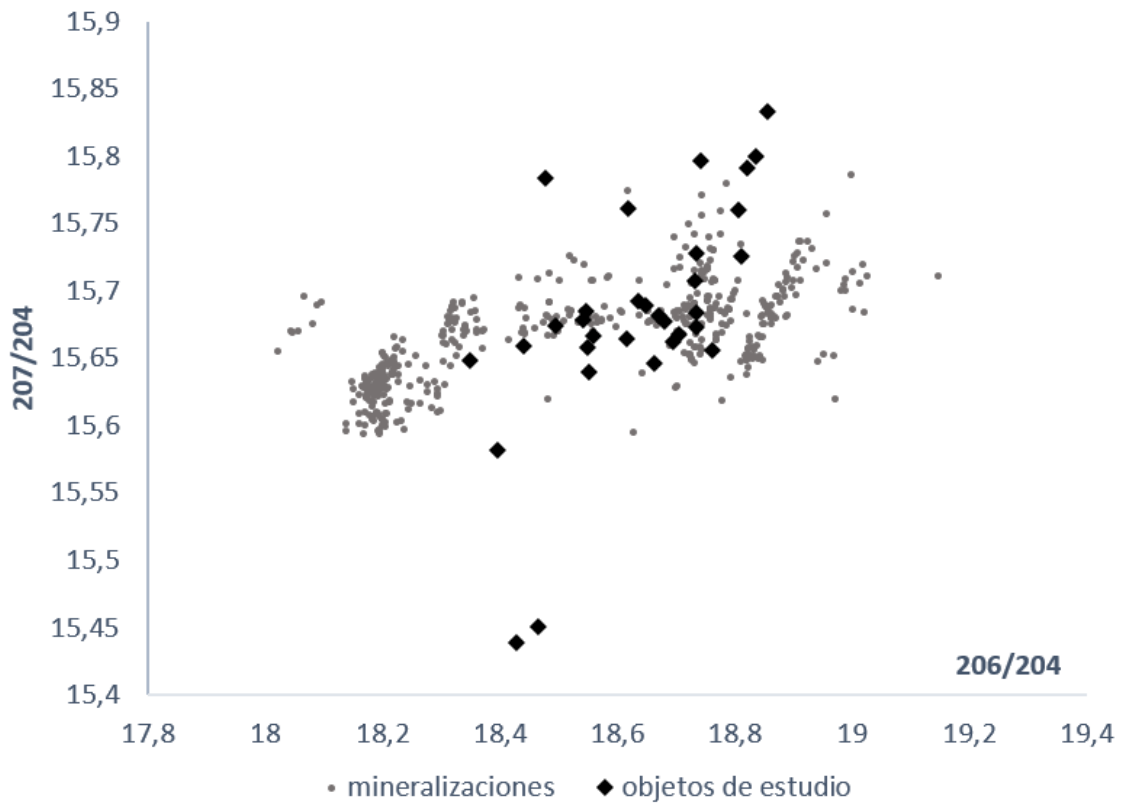
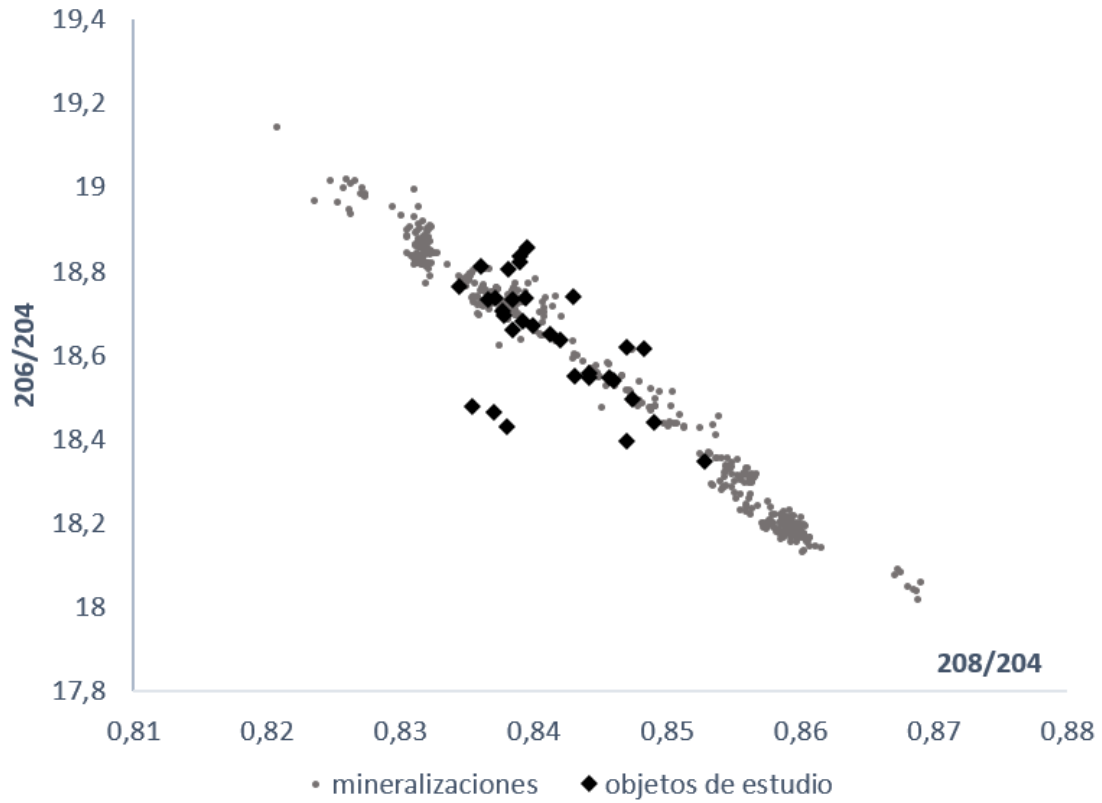
*Figura 11 Tabla de las piezas publicadas e inéditas*

La mayor parte de las piezas estudiadas cuentan con análisis de isótopos de plomo, pero algunos de los objetos no disponen de análisis de composición debido a dos circunstancias: la primera es que esas piezas no fueron enviadas a Madrid para la realización del análisis; y que aunque inicialmente se planificó un análisis con el alquiler

de un equipo portátil este no pudo realizarse, aunque si se tomó muestra para isótopos de plomo.

La distribución general de los resultados muestra una gran dispersión isotópica, tal como puede observarse en la figura 12, 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.





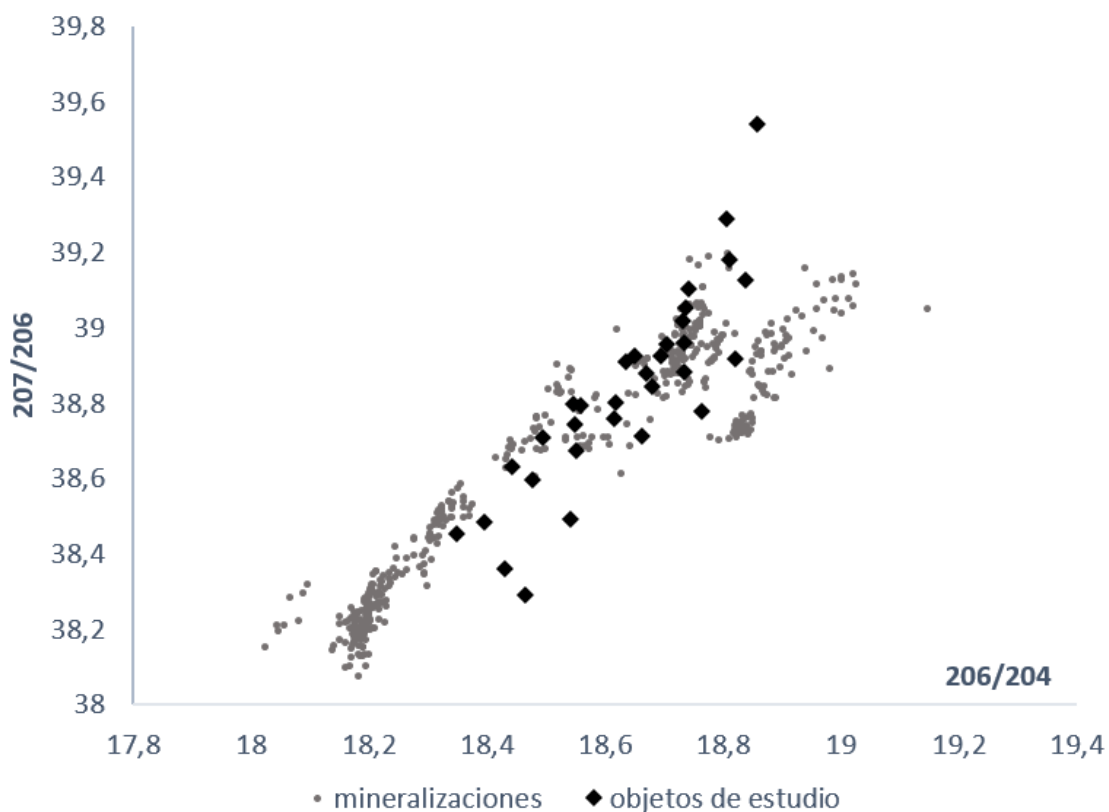


Figura 12 Distribución general de los objetos analizados en relación con las muestras minerales de la Península Ibérica y de las regiones del Lauron, Siphnos y monte Tauro

#### 4.1. Ampurias

El yacimiento de Ampurias es una de las dos colonias griegas situadas en el golfo de Rosas, se localiza en el municipio de l'Escala en la comarca del Alt Empordà. El asentamiento se trata de un enclave comercial griego fundado en el siglo VI a.C., convertido a municipio romano tras la II Guerra Púnica.

La polis griega se fundó siguiendo los modelos coloniales helenos en los que primero se establecieron en la palaiápolis en una isla frente a la costa 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).

El asentamiento que fue el primer lugar de desembarco de las tropas romanas que lucharon en la II Guerra Púnica, fue emisor de moneda desde el siglo VI a.C. introduciendo este tipo de materiales en el nordeste peninsular. En él se han documentado la existencia de distintos tipos de producciones metalúrgicas. La cultura

material, a su vez, revela 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

Entre los objetos encontrados en el yacimiento de Ampurias algunos análisis son cualitativos debido a que los resultados obtenidos no eran fiables para una cuantificación. Estos análisis indican la presencia de los elementos (Det.) aunque no se establece en qué proporción se encuentran

Nº inv.	Nº análisis	Tipología	Cu	Ag	Au	Pb
5130	PA12291	Fraccionario		74.7	19.3	5.99
6181	PA12290	Fraccionario	18.5	78.6	1.87	1.06
2226	PA12292	Anillo		99.9		
23023	PA12524	Cinturón		Det.		Det.
5832	PA12406	Dracma	Det.	Det.		Det.
27794	PA12404	Dracma	Det.	Det.	Det.	Det.

*Figura 13 Composición química de los objetos de Ampurias según los análisis de fluorescencia de rayos X*

En este yacimiento, al igual que en el del Castellet de Banyoles, se dispone de datos que no se refieren únicamente al numerario. Entre los objetos destaca el anillo, PA12292, por su alto porcentaje de plata, que con un 99,9% de proporción de este material da el valor más elevado de todo el conjunto de objetos a analizar. La cuestión que se desprende es el alto conocimiento de la tecnología de la copelación que permitió esta elevada pureza, en la que no quedan elementos trazas ni minoritarios. Ello implica que para realizar este objeto había una clara intencionalidad en conseguir esa pureza, por lo que se aplicó numerosas veces la técnica de la copelación. La aplicación repetida de este proceso eleva el grado de pureza, conociéndose que este proceso técnico se producía en las monedas dejando valores de una gran riqueza de plata superiores al 95%.

Dentro del conjunto de los objetos destaca el cinturón, PA12524, en el cual los dos únicos elementos detectados también corresponden a la plata, a la que en esta ocasión se suma el plomo, habiéndose eliminado los demás elementos, que, tal como hemos visto hasta ahora, quedaban en forma de trazas o de elementos minoritarios. La falta de

datos numéricos solo nos permite afirmar que en él se empleó esta técnica en la cual se añade plomo en el proceso.

En comparación con los procesos técnicos de los objetos en los que se buscaba la pureza de esta plata se encuentran los fraccionarios, en los que se puede apreciar la aleación de forma 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



*Figura 14 Moneda griega localizada en Ampurias núm. inv. 5130*

a la mezcla, produciéndose en un mayor porcentaje que en el resto de yacimientos y haciendo que la moneda fuese más costosa, aunque sería preciso estudiar si ello tuvo un impacto real en forma de inflación. Este caso podría también explicarse por una accidente o mezcla no intencional durante el proceso de fundición del 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 ganaría dureza, pero se devaluaría al contener un elevado porcentaje de cobre (18,5%). Al mismo tiempo, contiene restos de oro con valores más habituales en comparativa con los otros yacimientos y restos de plomo.

Respecto las dracmas, al no disponer de datos numéricos, solo se puede indicar la detección de plata como elemento principal. Si siguen las medias indicadas por los análisis de Pitarch y Queralt para este tipo de monedas en el siglo II a.C., tendrían una composición rica en plata, con más de un 95% (Pitarch & Queralt, 2008), mientras que los elementos de cobre, plomo y oro detectados serían minoritarios o trazas.

#### **4.1.2. Análisis de isótopos de plomo**

El yacimiento de Ampurias cuenta con un gran número de elementos analizados a partir de la técnica de isótopos de plomo. Esto hace que se puedan comparar la procedencia de una gran cantidad de piezas de cronologías diferentes, con las que se pueden

empezar a discernir los cambios en las tendencias de abastecimiento. Al mismo tiempo, la cuantía de las muestras entraña una dificultad acumulada 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.



*Figura 15 Fragmento de fíbula localizada en Ampurias  
núm. inv. 2168*

Entre las piezas del yacimiento que destacan por su composición se encuentra el anillo PA12292, que contenía una alta pureza de plata, que según los análisis puede determinarse que procede de la zona minera de Molar-Bellmunt-Falset, situándose cercano a la mina Linda Mariquita y a la zona de Ballcoll. Este hecho es remarcable al sostenerse la poca viabilidad de los minerales de galena para la obtención de plata (Valores medios inferiores a 500 ppm) y su empleo en la extracción del plomo (Montero Ruiz et al. 2008). Los valores de la pieza, al mismo tiempo, se encuentran cercanos a la firma isotópica del sur de Francia, aunque dentro de este estudio se ha descartado al ser más cercanos a los valores de Molar-Bellmunt-Falset. Siendo rigurosos en la interpretación del gráfico debería considerarse su procedencia dentro de esta región, en la que se conoce la explotación de la plata de Ballcoll en la Edad Media. La pureza del metal y la ausencia de plomo refuerzan esta idea frente a la posibilidad que se trate de plata procedente del suroeste empleando plomo de la zona del Molar-Bellmunt-Falset en los procesos de obtención de la plata, circunstancia que ha quedado acreditada en algunos restos del SW estudiados por isótopos (Murillo Barroso, et al., 2016).

El segundo objeto de representación analizado se trata de un fragmento de fíbula (nº 2168), fechado en el siglo IV a.C. La procedencia de este material no se puede discernir de forma clara debido a que tiene valores cercanos al campo isotópico de Ibiza, pero en los gráficos 207/206-208/206 y 207/206-206/204 se encuentra entre esta región y el Sur de Francia, lo que podría estar sugiriendo un posible reciclaje entre ambas regiones.

El último objeto analizado se trata de un cinturón, PA12524, el cual se encuentra cercano a los valores del Sur de Francia, y aunque podría tener un pequeño porcentaje de otra procedencia no ha sido posible discernir la otra localización.

nº inv.	nº análisis	cronología	Tipo	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204
2226	PA12292	VI a.C.	Anillo	2,09582	0,85287	18,348	15,648	38,454
23023	PA12524	VI a.C.	Cinturón	2,088749	0,844157	18,5485	15,6579	38,7444
5832	PA12406	II a.C.	Dracma	2,092994	0,84746	18,4949	15,6738	38,711
27794	PA12404	II a.C.	Dracma	2,082505	0,83764	18,7047	15,6679	38,9578
2901	-	III-II a.C.	Dracma	2,089	0,8354	18,478	15,783	38,596
5130	PA12291	III a.C.	Fraccionario	2,06681	0,8344	18,763	15,656	38,78
5827	-	IV a.C.	Fraccionario	2,0822	0,84826	18,615	15,664	38,759
6181	PA12290	III a.C.	Fraccionario	2,07441	0,83844	18,662	15,646	38,712
36460	-	III a.C.	Fraccionario	2,082275	0,837818	18,6942	15,6622	38,9278
36461	-	III a.C.	Fraccionario	2,09031	0,844139	18,5588	15,6663	38,795
SME 5374	-	IV a.C.	Fraccionario	2,081	0,838	18,429	15,439	38,361
5917	-	V a.C.	Fraccionario	2,068	0,839	18,821	15,791	38,917
5779	-	IV a.C.	Fraccionario	2,074	0,837	18,465	15,451	38,292
5757	-	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
2168	-	VI a.C.	Frag. Fíbula	2,087	0,843	18,741	15,796	39,103

*Figura 16 Tabla resultados aplicación isotópos de plomo a las piezas de Ampurias*

La dracma PA12406 se circunscribe a la zona del Sur de Francia, situándose 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.

La dracma PA12404 tampoco presenta muestras de una posible mezcla entre regiones, debido a que se sitúa claramente en la parte inferior de los valores de Cartagena. No obstante, se puede observar como la dracma 2901 no puede situarse en ninguna región, estando en las zonas más alejadas de los gráficos y no presentando una tendencia clara hacia ninguna región en particular, por lo que no se puede discernir si es de una región minera no localizada o es fruto del reciclaje.

El fraccionario más antiguo (5917) 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.

El estudio de las monedas fraccionarias se justifica en el estudio de procedencias al tratarse de **numerario de menor valor** que la dracma, hecho en base plata, y por lo tanto de una mayor circulación y desgaste, teniendo también 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 del III a.C.

El fraccionario 5827 data del siglo IV; es uno de los casos de indeterminación parcial en el cual en los diferentes gráficos se sitúa en el grupo del Sur de Francia o en sus cercanías, pudiendo precisar únicamente que podría contener un porcentaje de material de esta región.

Dentro del mismo grupo se integran los fraccionarios SME 5374 y 5779, que cuentan con valores muy similares que les hacen situarse muy cercanos en los gráficos. La zona de procedencia de este numerario es indeterminada, no ajustándose a ninguna región de estudio. Podrían interpretarse como una mezcla con un porcentaje similar de materias primas de distintas zonas o la existencia de una firma isotópica no detectada.

Otro de los valores indeterminados es el fraccionario 5757, que se confina en las cercanías de los montes Taurus, sin estar circunscrito en este grupo. A pesar de ello no se puede señalar este conjunto al tener una firma isotópica extensa.

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



*Figura 17 Moneda griega localizada en Ampurias núm. inv. GNC 76054*

procedencias. No obstante, se puede observar cómo la moneda coincide con la firma isotópica de Taurus permaneciendo en los gráficos asociado a la región de Esendemirtepe.

La última de las muestras del siglo IV se trata del fraccionario GNC 76082, cuya posible procedencia mayoritaria es el Sur de Francia, dejando algunas dudas el hecho que en el gráfico 207/206-208/206 y 206/204-208/204 se aleje parcialmente de esta zona.

Con ello se puede observar como la moneda fraccionaria del siglo IV, siendo la de mayor circulación, comparte en el mismo objeto distintas procedencias del metal, lo que indica un gran reciclaje de estas piezas. Ello dificulta el proceso de identificación de las materias primas, haciendo que únicamente se puedan señalar posibles regiones de procedencia e impidiendo localizar todas las fuentes de aprovisionamiento, aunque es posible sugerir que plata del Mediterraneo oriental también forma parte del metal circulante.

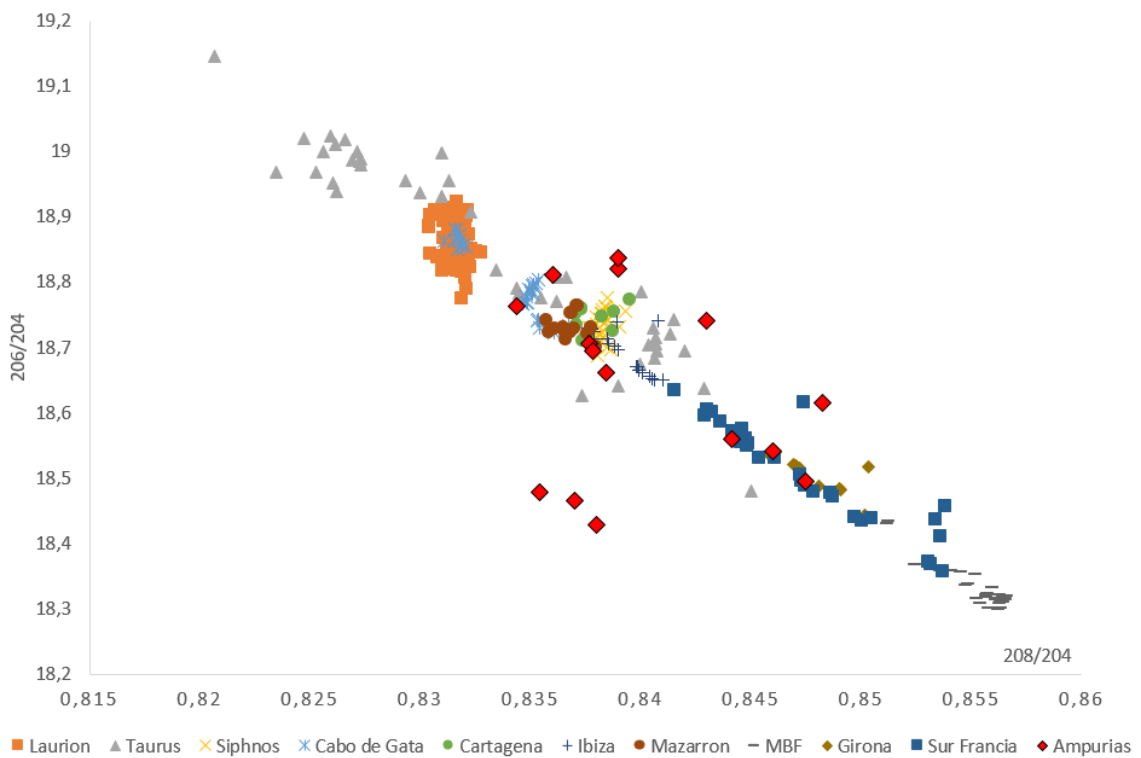
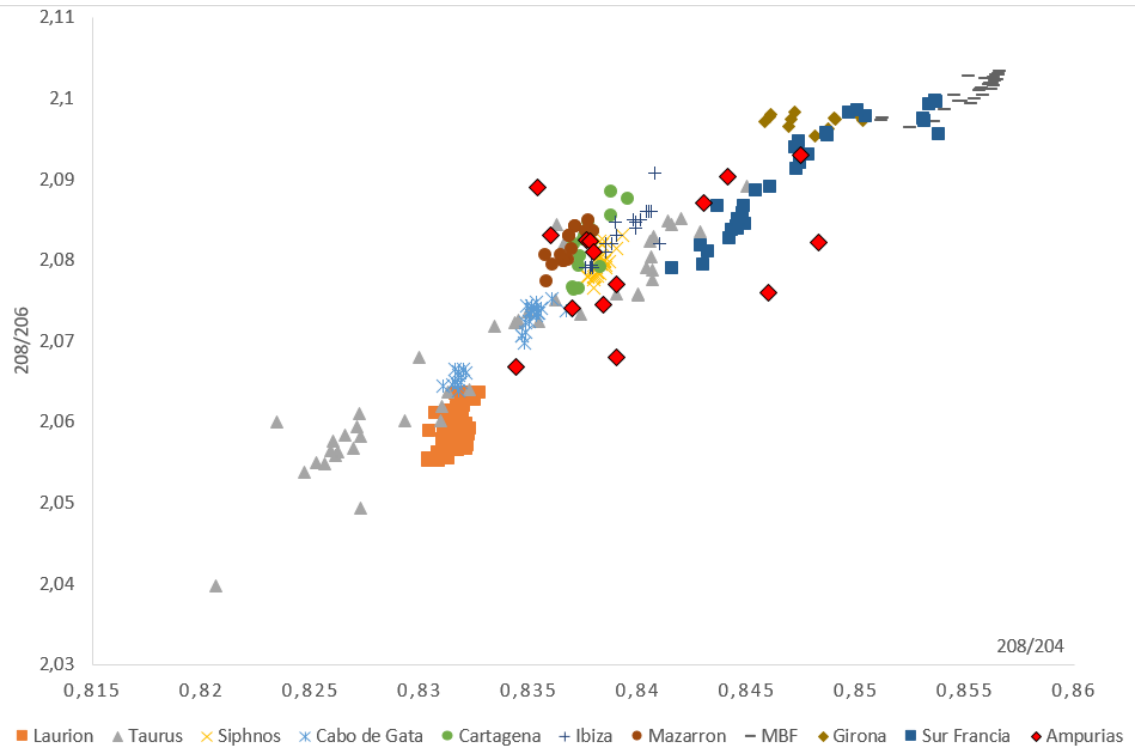
Dentro de los fraccionarios del siglo III se han analizado 4 muestras. De la misma forma que en el siglo anterior, las dificultades residen en el mayor uso de este tipo de monedas, que hacen que el desgaste sea más rápido y se refundan para crear nuevas emisiones, dificultando en la mezcla el proceso de determinación del lugar de origen.

Un ejemplo de esto 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 comparativa-moneda griega, y que se habría asociado a la mezcla de Laurion, origen que contrastaría con la importancia de Ampurias como puerto y colonia griega.

En este período se localiza 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 metal de esta región a la colonia griega estudiada y no únicamente a sus influencias iconográficas.

Procedente del sureste peninsular se localiza el fraccionario 36460, cuyo origen se sitúa en la zona minera de Cartagena, en esos momentos controlados por los pueblos púnicos. El último numerario analizado se trata del fraccionario 36461, siendo su procedencia el Sur de Francia.

-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER



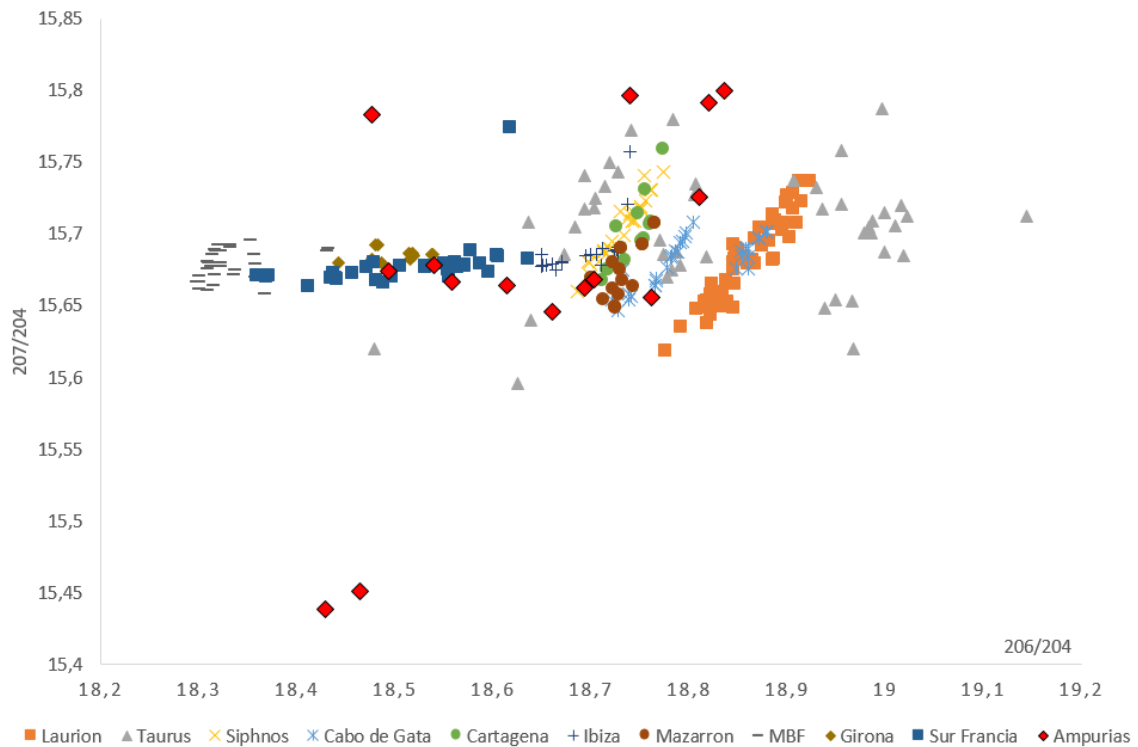
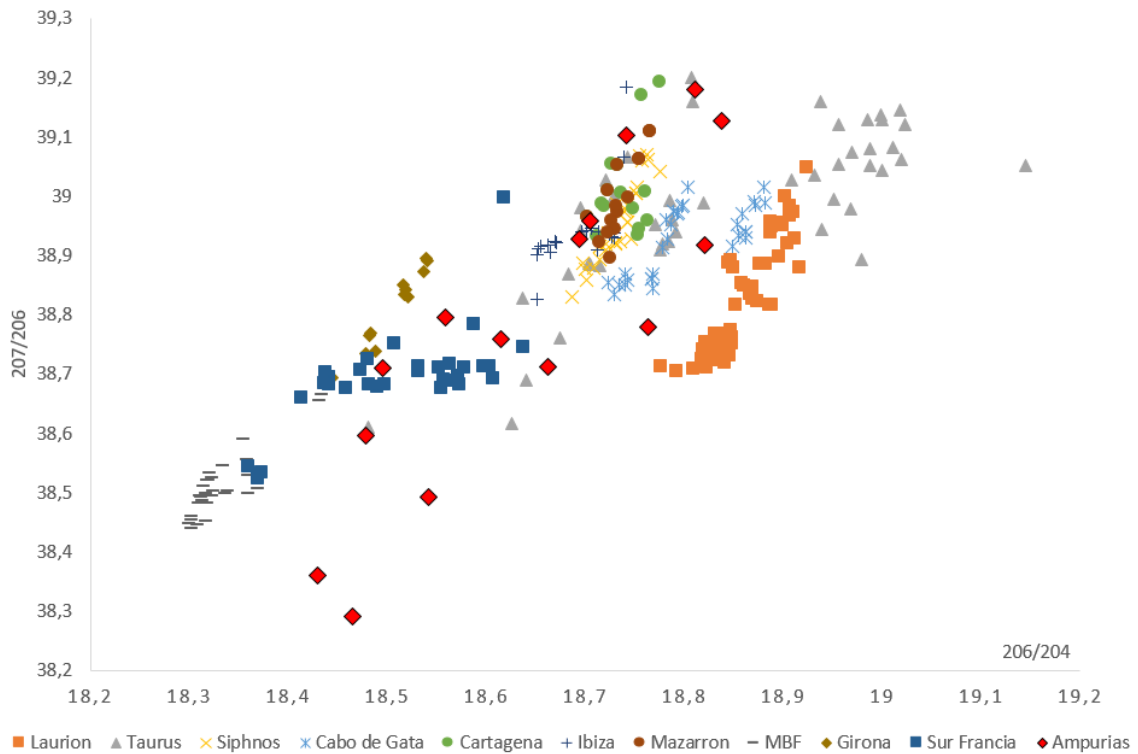


Figura 18 Distribución comparativa en varias ratios de los objetos de Ampurias con las distintas posibles zonas de procedencia

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 se ven incrementadas en el contexto de la II Guerra Púnica, por la necesidad de pagar a los soldados, mercenarios y los suministros. Cabe destacar que los principales canales de obtención de la plata son el sureste peninsular, controlado por los cartagineses y en guerra con Roma, de la cual Ampurias era aliada.

Esta hipótesis contrasta con el siglo II a.C., en el cual, tras la finalización del conflicto, se puede observar cómo las dracmas analizados en el presente trabajo vuelven a mostrar elementos indicativos del reciclaje al no poderse determinar con exactitud la procedencia de las materias primas.

#### 4.2. Castellet de Banyoles

El yacimiento del Castellet de Banyoles es un asentamiento ibérico del siglo III a.C. situada en la comarca de 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 la muralla de compartimentos, hecha a partir de la construcción de dos muros paralelos, que finaliza con las torres pentagonales de influencia helenística que protegen la entrada al recinto (Asensio, et al., 2012). A su vez, las características naturales del yacimiento hacen que este quede protegido de forma natural a partir del terreno escarpado, que hace que solo pueda ser atacado por esa zona.

El yacimiento se divide 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. Dentro del asentamiento se han encontrado indicios de actividades metalúrgicas en el bloque constructivo C, entre los que destacan nódulos de galena y la presencia de un horno de forja de hierro (Sanmartí, et al. 2012, p.56)

El Castellet de Banyoles podría haber sido una ciudad con un fuerte carácter administrativo en el territorio, debido a su tamaño, su fortificación y su posición estratégica y visual, en la cual se hubiesen desempeñado la metalurgia. Hecho que juntamente con su ubicación e influencias coloniales la hacen un lugar de estudio interesante para este tipo de estudios arqueométricos.

#### 4.2.1. Análisis de Fluorescencia de Rayos X

El análisis de Fluorescencia de Rayos X empleado en el 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 en cuanto a métrica y en algunos casos iconografía de la moneda griega.

Nº Inv.	Nº análisis	Tipología	Fe	Ni	Cu	As	Ag	Au	Pb	Bi	otros
MAC47221	PA22806	Victoriato	0.21		8.47	0.03	90.4	0.43		0.27	Mn 0.15
MAC47221	PA22806b	Victoriato			5.68		93.6	0.43		0.28	
MAC47225	PA22808	Im. Dracma	0.13		0.98		96.8		0.46	0.14	Br 1.42
MAC47224	PA22809	Im. Dracma	1.17		0.41		97.6	0.46		0.19	Br 0.11
MAC47224	PA22809b	Im. Dracma	0.28		0.37		98.4	0.36	0.16	0.01	Br 0.29
MAC47226	PA22810	Im. Dracma			0.51		98.9	0.27	0.16	0.08	
MAC47220	PA22811	Denario			0.62		96.4	0.67	0.48	0.06	Br 1.7
MAC47219	PA22812	Denario		0.05	0.26		90.0		0.12	0.2	Br 9.33
MAC4723	PA22819	Denario	0.51		0.27		92.2		0.03	0.16	Br 6.78
-	PA12264	Recipiente			1.8		95.6	2.04	0.49		
-	PA12266	Recipiente			3.80		94.3	1.07	0.84		
-	PA12268	Brazalete			7.3		88.2	2.94	1.51	0.23	

*Figura 19 Composición química de los objetos y monedas del Castellet de Banyoles según los análisis de fluorescencia de rayos X. Valores expresados en % en peso*

En el caso de la moneda romana de tipo victoriato, 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, del primero de ellos sobre pátina y en el segundo sobre la superficie limpia de la misma. El resultado compositivo de la pieza varía debido a que el estado de corrosión favorece la detección de unos valores respecto a otros. En ambos casos se puede observar cómo es un elemento compuesto mayoritariamente por plata, habiendo sido aleada con cobre, acción habitual para dotar de mayor dureza a la pieza; como elementos minoritarios hay presencia de oro y bismuto. No obstante, la ausencia de plomo es significativa, ya que revela que durante la copelación habría sido

eliminado este elemento. El análisis realizado 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 un enriquecimiento del cobre en superficie de un 5,68% a 8,47% en detrimento de la plata.

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



*Figura 20 Moneda romana localizada en el yacimiento del Castellet de Banyoles núm. inv. 47222*

La alta presencia de bromo se agudiza en los otros dos denarios estudiados llegando a su máximo con 9,33% en la pieza PA22811, haciendo que la cantidad de plata de esta pieza disminuya a 90%, marcando el mínimo de plata registrado en las analíticas de este yacimiento. El tercer denario, PA22819, tiene una disminución de bromo respecto al PA22811, a favor de un aumento de la plata situándose en valores de 92,2%. La presencia del bromo podría indicar restos de corrosión lo que significaría que los valores de la plata serían más elevados en los momentos de circulación de estas monedas, lo que se confirma por la baja proporción de cobre (< 1%).

En comparación, el estudio del numerario ibérico revela unas cantidades de plata muy elevadas, siendo superiores al 95% en los casos de estudio. El valor más elevado es el recogido en PA22810 con un 98,9% de plata.

Dentro de la moneda ibérica se da el caso de la doble analítica de MAC47224, PA22809 para el elemento con pátina y PA22809b para la limpieza posterior. La moneda en ambos casos preservaría altos niveles de plata, aumentando esta al limpiar la presencia de óxidos en detrimento de otros elementos como el hierro.

La muestra PA22808 representa el valor más bajo de las tres monedas, con un 96,8%, a pesar de contener un valor más elevado que las monedas romanas y los recipientes del mismo yacimiento.

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, representando el objeto con más presencia de este elemento, juntamente con plomo. La elevada cantidad de estos dos materiales puede indicar que la copelación de 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.



*Figura 21 Moneda indígena localizada en el yacimiento del Castellet de Banyoles núm. inv. 47225*

Los dos objetos restantes son recipientes, PA12264 y PA12266. En ambos hay una cantidad superior al 1% de cobre, pudiéndose considerar que se habría podido añadir intencionadamente para dotar de dureza a la pieza. En ambos casos la presencia de oro sería superior al que se encontraría en las monedas, pero inferior al brazalete. La plata de ambos objetos, con alto contenido, pudiendo indicar que los procesos de copelación llevados a cabo en su fabricación habrían sido 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 el Castellet de Banyoles aporta información sobre la procedencia de la materia prima, su reciclaje y los posibles contactos entre los distintos pueblos, permitiendo generar redes de captación de recursos.

nº inv.	nº análisis	cronología	tipo	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204
-	PA13409	III a.C.	Barra frag.	2,094789	0,84909	18,4415	15,6586	38,632
MAC47224	PA22809	III a.C.	Im. Dracma	2,087353	0,8412502	18,64902	15,68849	38,92709
MAC47226	PA22810	III a.C.	Im. Dracma	2,091974	0,8456877	18,54674	15,68475	38,79928
-	PA12268	III a.C.	Brazalete	2,08239	0,83994	18,67	15,682	38,878

-	PA12264	III a.C.	Recipiente	2,07555	0,83716	18,735	15,684	38,885
-	PA12266	III a.C.	Recipiente	2,08443	0,83945	18,736	15,728	39,055

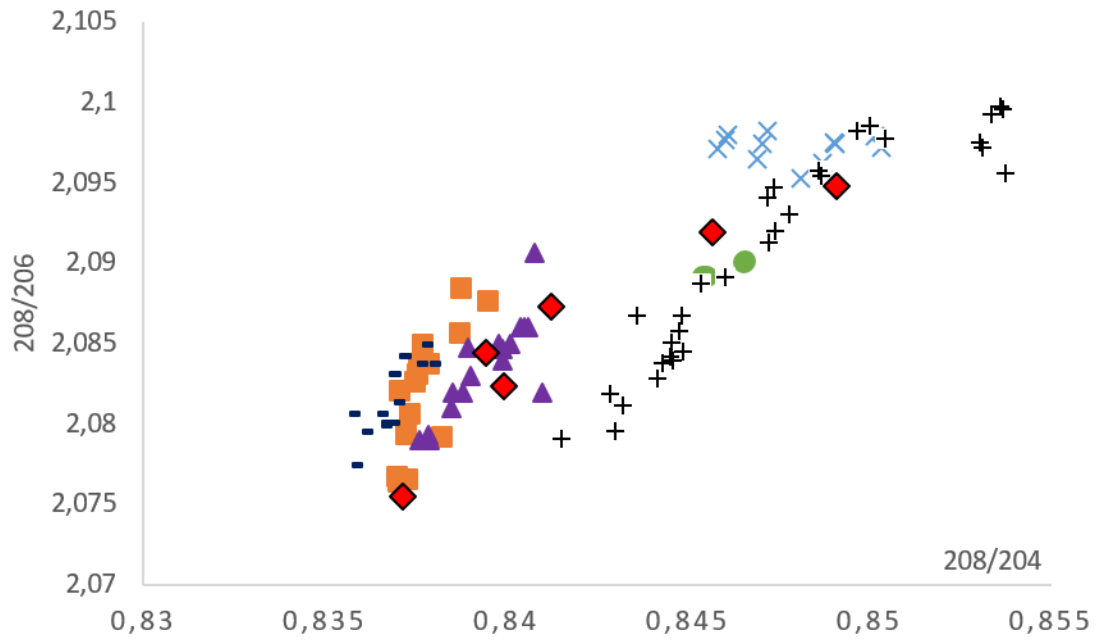
Figura 22 Tabla resultados aplicación isótopos de plomo a las piezas del Castellet de Banyoles

Dentro del numerario estudiado a partir de este tipo de métodos en el yacimiento del Castellet de Banyoles se determinó oportuno analizar dos monedas ibéricas. Los datos sobre moneda romana podrían haber distorsionado el ámbito del trabajo, centrado especialmente en la numismática de las colonias griegas de Rhode y Empúries 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 Ibiza o se aproximan a esos parámetros. En la figura 23, el gráfico que compara las ratios 207/206-208/206 se aprecia como los valores quedan muy cercanos, mientras en el resto quedan circunscritos a Ibiza, aunque quedándose de forma muy cercana a los valores del Sur de Francia.

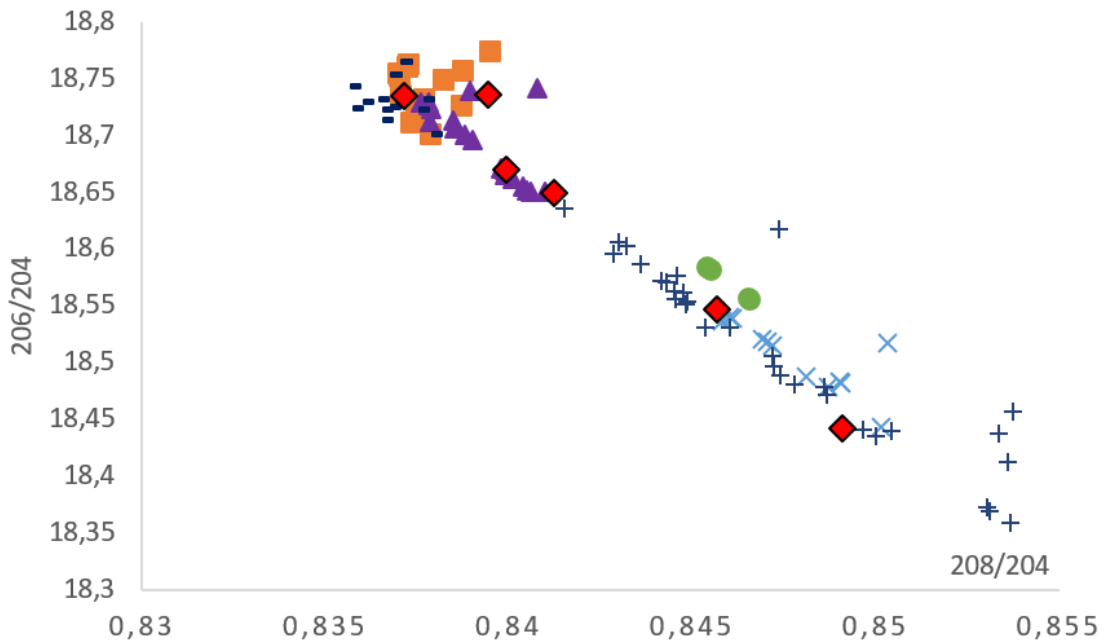
La segunda moneda estudiada, PA22810, se trata de un posible caso de reciclaje, en el que la muestra se halla en todas las confrontaciones de datos entre las regiones de los Pirineos Orientales, el Sur de Francia y la zona de Girona. Esto puede significar la utilización de materiales de mínimo dos de estas regiones en la fabricación del numerario, siendo la mezcla del Sur de Francia y de la zona de Girona las preponderantes, tal como se muestra en la cercanía con dichos valores en los gráficos 206/204-207/204 y 207/206-206/204.

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 el asentamiento revela valores que se inscriben en el Sur de Francia.

-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER



■ Cartagena ▲ Ibiza ■ Mazarron × Girona ● Pirineos orientales + Sur Francia ◆ Castellet de Banyoles



■ Cartagena ▲ Ibiza ■ Mazarron × Girona ● Pirineos orientales + Sur Francia ◆ Castellet de Banyoles

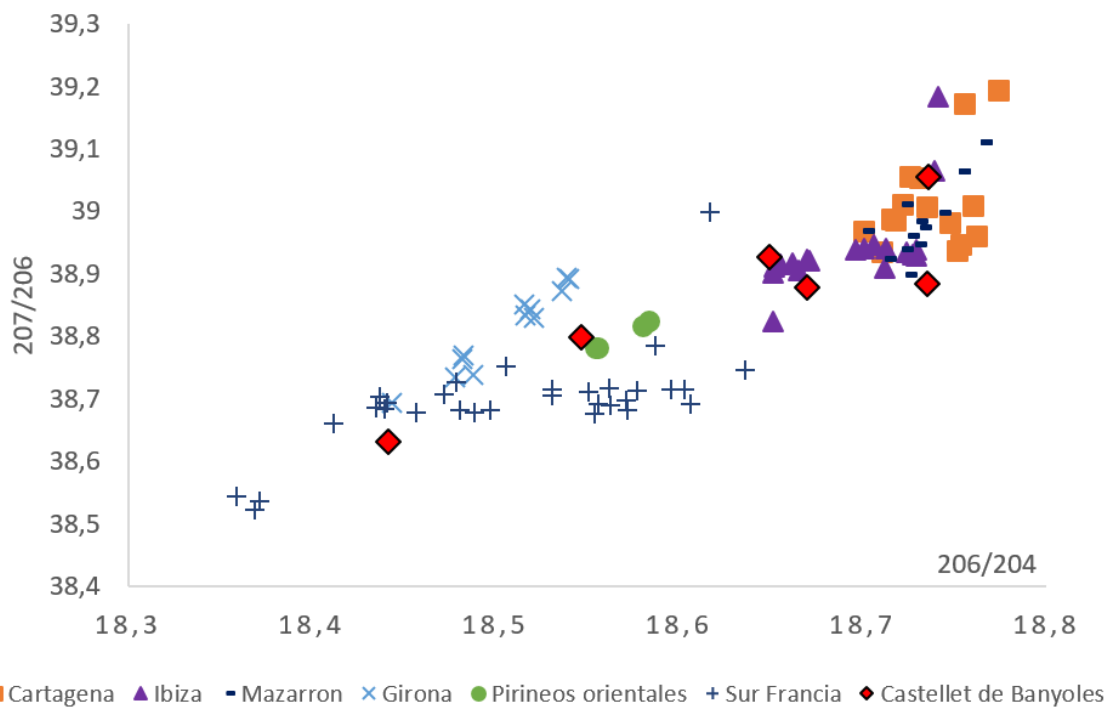
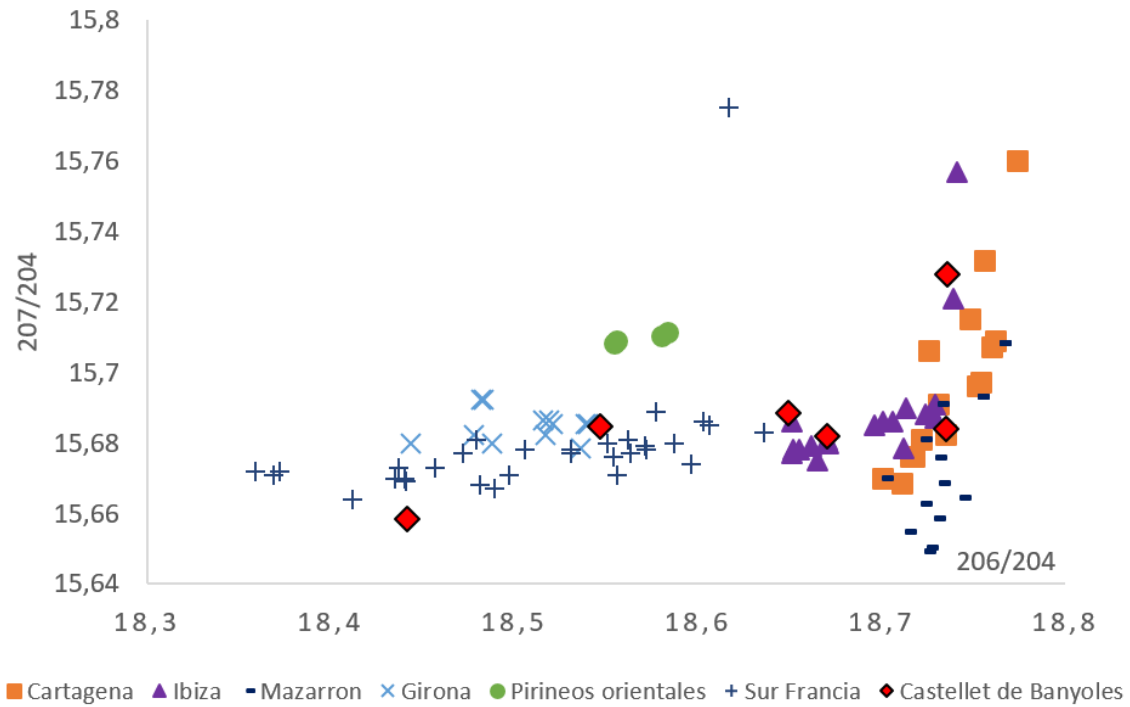


Figura 23 Distribución comparativa en varias ratios de los objetos del Castellet de Banyoles con las distintas posibles zonas de procedencia

El estudio de los objetos encontrados en el Castellet de Banyoles puede servir como paradigma, ya que, a pesar de que el metal tienda a la reutilización o reciclaje, en el cual es más probable que se mezclen materiales hechos a partir de materias primas de

distintas procedencias, en los objetos esta amortización es posible que no se de forma tan rápida como en las monedas. Esta hipótesis 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, localizándose de forma clara en las distintas ratios isotópicas o en ubicaciones geográficas más extensas.

Así, podemos ver como la procedencia de la materia prima del recipiente, PA12264, se ubica en el Sureste peninsular, en concreto en la zona de Cartagena-Mazarrón, integrándose principalmente en la región de Cartagena, pero estando en todas las gráficas cercana a la zona de Mazarrón, muy próxima geográficamente, de tal forma que no es posible descartar ninguna de las dos regiones.

El segundo recipiente, PA12266, se localiza dentro del grupo de Ibiza, igual que el brazalete, PA12268. El contacto entre los pueblos púnicos, establecidos en la isla de Ibiza y en el sur peninsular, y los iberos del curso inferior del Ebro, queda de esta forma documentado también en la procedencia de las materias primas metálicas, sumándose 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 a las dos colonias griegas de la época Rhode y Emporion.

El asentamiento consta de tres fases, empezando su ocupación en el siglo VI a.C. durante el Ibérico Antiguo, donde se crea un pequeño asentamiento fortificado. Durante el siglo IV a.C. el núcleo fortificado se abandona, substituyéndose por un poblado no fortificado en el cual existen edificios de arquitectura compleja, con estructuras de transformación y de representación política (Asensio & Pons, 2015). Una de las características que definen este yacimiento es su campo de silos que se han asociado a una acumulación para el comercio.

A finales del siglo V o principios del IV cuando empiezan a dar evidencias de actividades metalúrgicas y siderúrgicas en 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 evidencia 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 puede aportar información sobre la composición de los cospel, es decir, del momento anterior a la fabricación de monedas. Es de suponer que, al estar las superficies preparadas para la acuñación, la composición elemental de estas no hubiese variado al no aplicarse nuevamente procesos de copelación.

Nº inv.	Nº análisis	Tipología	Cu	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi
1	PA11009	Cospel	0.67	75.9			0.16	23.3	
2	PA11010	Cospel	1.29	98.5	1.06			0.19	
3	PA11011	Cospel	11.4	86.7		0.15	0.78		
4	PA11012	Cospel	1.3	89.2				9.55	
5	PA11013	Cospel	2.33	94.1			2.09	0.46	1.06

Figura 24 Composición química de los objetos de Mas Castellar según los análisis de fluorescencia de rayos X

La composición de plata del grupo estudiado en Mas Castellar varía entre 75,9% en las muestras con cantidades más bajas de este material, hasta 98,5% en la pieza más elevada. El análisis PA11009 es el que muestra cantidades de plata más bajas (75,9%), presentando a su vez niveles de plomo muy elevados (23,3%) que pueden ser indicativos de un proceso de copelación insuficiente, siendo el resultado la preservación de gran cantidad del plomo. La muestra, a su vez, presenta unos niveles de oro residuales y la presencia de cobre que, aunque solía añadirse para dar dureza a la pieza, sus bajos niveles inferiores al 1%, serían indicativos que se trataría de una posible intrusión.



Figura 25 Cospel localizado en Mas Castellar núm. inv. 1

Otra de las muestras con una amplia cantidad de plomo es la PA11012. A pesar de presentar niveles inferiores a la anterior, situándose en un 9,55%, valor aún muy elevado para platas refinadas.

La pieza 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, la 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 entre los minerales de plata pero que se pierde en los procesos de reducción y copelación, por ello es más probable que vaya asociado al cobre aleado con la plata, en este caso ese cobre contendría una proporción del 1-1,5 % Sb.

El cospel PA11013 presenta niveles de cobre que, como en la pieza anterior, la hubiesen 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 podrían decidir el nivel de pureza de las piezas.

Este conjunto de cospeles destaca por la heterogeneidad en su composición, que indican que proceden de coladas distintas, aunque no podemos precisar el tiempo transcurrido entre ellas y si ha sido un proceso acumulativo en el tiempo al no conocer el contexto de aparición. Por otro lado, se observa que a nivel compositivo solo algunas tienen porcentajes de plata similar al de las monedas de la época, lo que lleva a preguntarse si los objetos con valores inferiores iban a ser copelados o si se trataría de monedas devaluadas.

#### **4.3.2. Análisis de isótopos de plomo**

Los datos estudiados mediante isótopos de plomo del yacimiento de Mas Castellar son interesantes para discernir el origen de los cospeles y, por lo tanto, si se hicieron con metales de la misma procedencia o proceden de distintos momentos de realización del numerario. Ello puede aportar información sobre si se mezclaban distintos materiales

en el destino o si por el contrario cuando llegaba nuevo mineral se realizaban dichos procesos.

nº inv.	nº análisis	cronología	tipo	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204
1	PA11009	II Hierro	Cospel	2,0892	0,83806	18,806	15,76	39,289
2	PA11010	II Hierro	Cospel	2,07959	0,8366	18,734	15,673	38,959
3	PA11011	II Hierro	Cospel	2,08456	0,84304	18,552	15,64	38,673
4	PA11012	II Hierro	Cospel	2,09648	0,83947	18,857	15,833	39,539
5	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

Figura 26 Tabla resultados aplicación isótopos de plomo a las piezas de Mas Castellar

A su vez, en el yacimiento se realizó el análisis de un fraccionario del siglo V a.C., MCR 5.1, el cual reveló vinculación parcial con el sur de Francia, aunque mezclado con otra procedencia desconocida. Esto es debido a que en la confrontación de las ratios 207/206-208/206 y 206/204-208/204 en la figura 28 los valores quedan muy próximos a esta región, mientras que en otros gráficos con diferentes ratios siguen la tendencia



Figura 27 Fraccionario localizado en Mas Castellar núm. inv. MCR 5.1

de esa localidad, que 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 al encontrarse cercana a los valores del Sur de Francia, inscribiéndose en ellos en algunas ocasiones, pero con valores ligeramente inferiores.

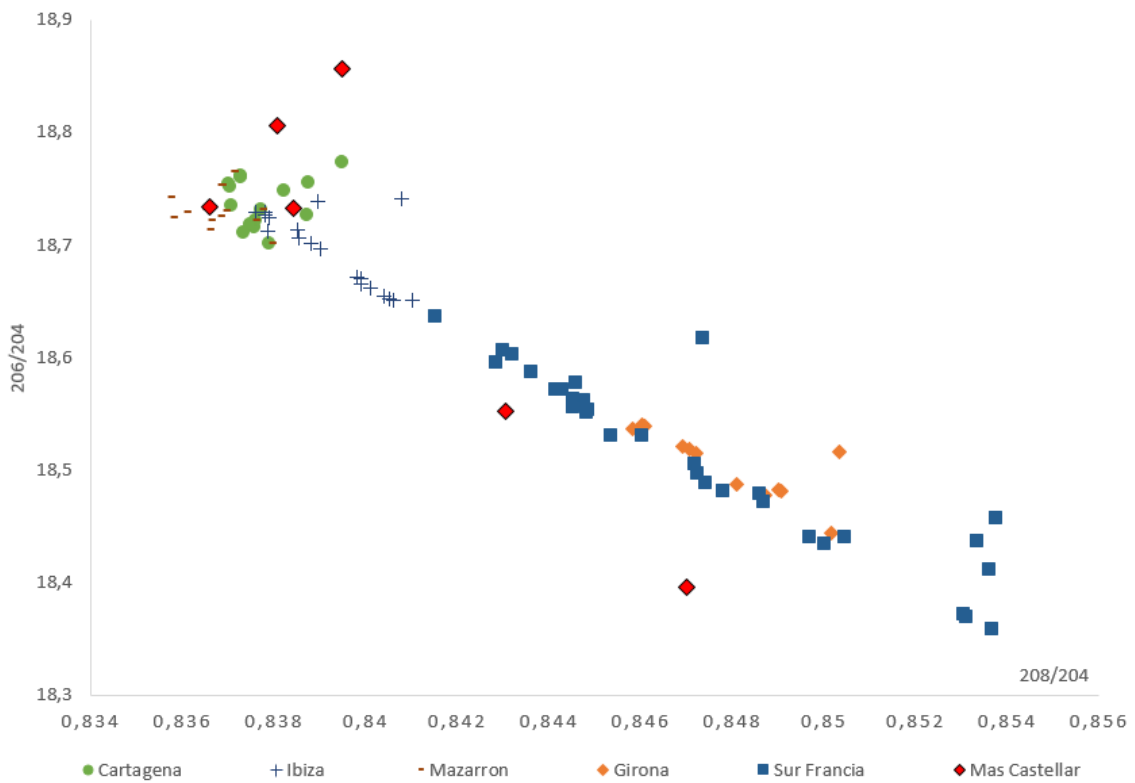
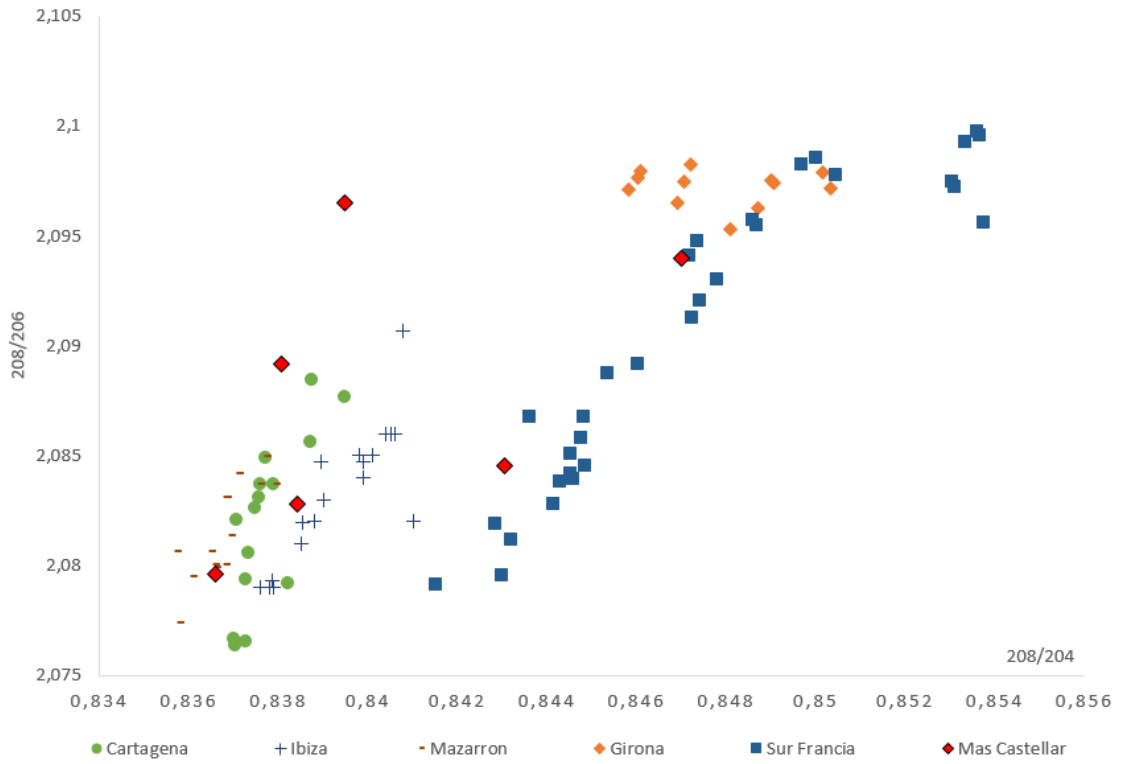
El cospel PA11013 presenta valores cercanos a dos regiones que por cronología estuvieron fuertemente en contacto con el asentamiento y el territorio del nordeste peninsular, tal como atestiguan los materiales cerámicos. Los valores de esta pieza se localizan en una zona donde se solapan los campos isotópicos de Cartagena y de Ibiza, en los cuales no es posible discernir cual es la región preponderante al situarse en todos los gráficos entre ambas regiones. Aunque en el estudio de 2008 se proponía Cartagena

(Montero Ruiz et al. 2008: 312) en ese momento no se conocían los datos de Ibiza y cualquiera de las dos opciones, o incluso la mezcla de ellas son posibles.

La única pieza que puede inscribirse con certeza en una región concreta es PA11010, situada 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, p. 312).

La pieza PA11012 es un cospel cuyo origen de la materia prima es desconocido, situándose en algunas graficas próximo a los valores del sureste peninsular, pero por encima de los mismos 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 alineada se encuentra el cospel PA11009 que podría ser interpretado como una mezcla entre metal de mazarrón y 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 del Sur de Francia, con otra zona aún por determinar, probablemente no peninsular dada la ausencia de valores similares en la base de datos. La dificultad que entraña este yacimiento en cuanto la identificación de la procedencia se puede asociar al tipo de material, que al tratarse de cospeles es sensible a la utilización de materiales de distintas procedencias o al reciclaje de objetos o monedas anteriores.

-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER



-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

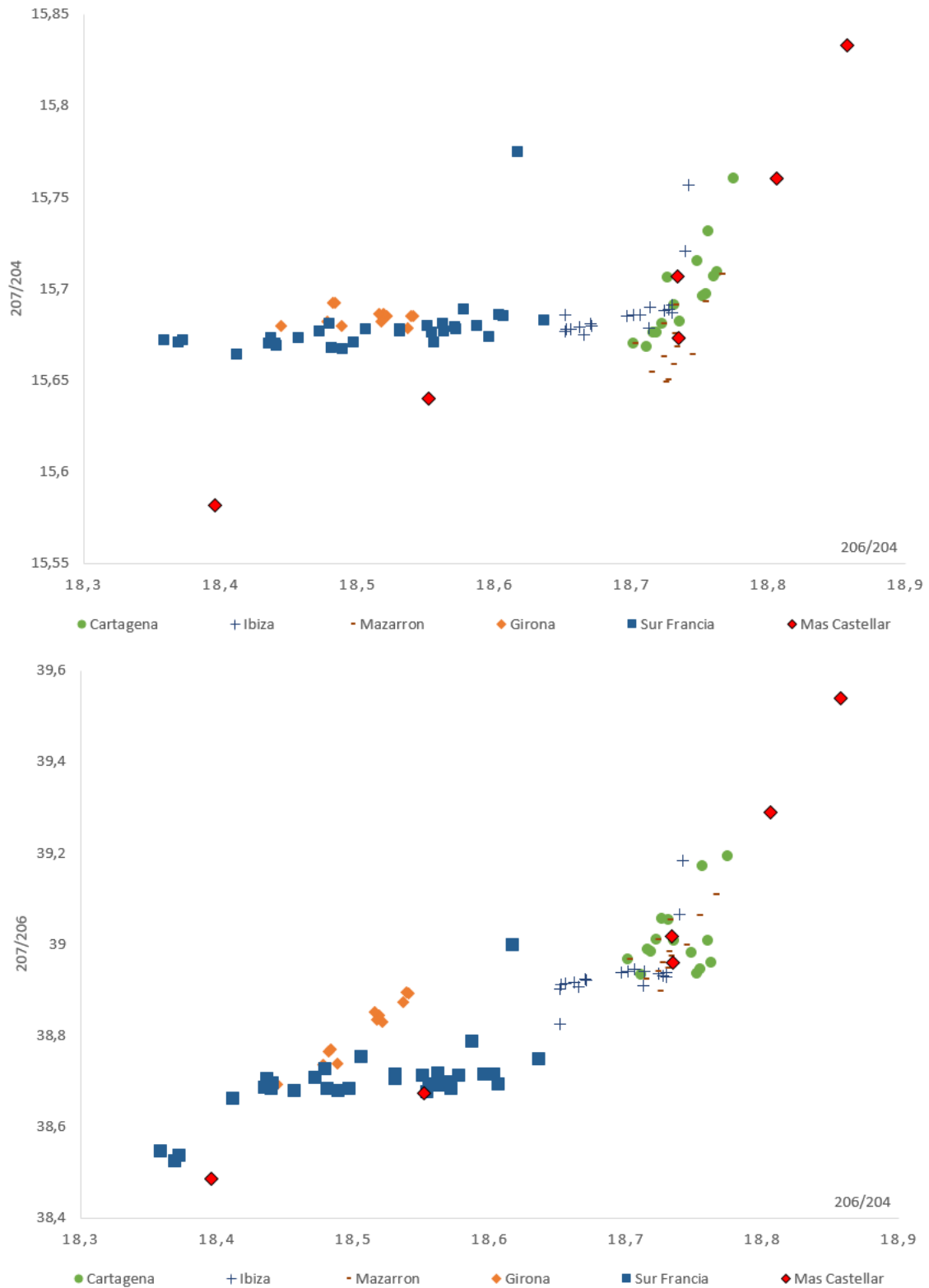


Figura 28 Distribución comparativa en varias ratios de los objetos de Mas Castellar con las distintas posibles zonas de procedencia

#### 4.4. Puig de Sant Andreu

El yacimiento del Puig de Sant Andreu se localiza en el municipio de Ullastret, en la comarca del Baix Empordà (Girona), situándose encima de una elevación con un control visual de la zona formada mayoritariamente por marismas.

Se trata de una ciudad ibérica de grandes dimensiones cercana a la colonia griega de Ampurias (15 km). La ocupación se inicia a finales del siglo VI, llegando a su máxima extensión de unas 12 hectáreas entre el V y el IV a.C. (Olmos, 2008). Se caracteriza por su gran complejidad poliorcética cuya influencia se enmarca en la cultura griega, contando con unas estructuras defensivas de entrada complejas, elementos avanzados, foso, torres y muralla (de Prado, 2010).

La estructura urbana del yacimiento, a su vez, es también compleja con presencia de una trama urbana planificada a partir de calles y cisternas. En el ámbito estructural se caracteriza por casas que tienden a ser rectangulares y de gran complejidad al tener varias habitaciones e incluso patios y por contar con la presencia de edificios públicos de representación e incluso tres recintos de culto (Casas, et al., 2005). Una de las características que distinguen el yacimiento es la práctica de las cabezas cortadas, que tradicionalmente se habían asociado al mundo celta. En el asentamiento se han documentado la existencia de actividades metalúrgicas, así como de campos de silos tanto dentro como fuera del perímetro amurallado (Asensio & Pons, 2015, p. 221), que podían servir tanto como mecanismos de almacenamiento y consumo, como servir para el intercambio comercial con otras regiones.

##### 4.4.1. Análisis de Fluorescencia de Rayos X

En el yacimiento de Puig de Sant Andreu solo se realizó un análisis de fluorescencia de rayos X sobre una dracma emporitana encontrada en el estrato superficial. La composición de esta moneda revela un contenido muy alto en plata, con niveles similares a los valores descritos

por Pitarch y Queralt (2008) sobre las monedas de Ampurias.

Mostrando el alto nivel de la copelación llevada a cabo en este

Nº inv.	Nº análisis	Tipología	Cu	Ag	Au	Pb
4847	PA13737	Dracma	0.91	97	0.56	1.64

Figura 29 Composición química de los objetos del Puig de Sant Andreu según los análisis de fluorescencia de rayos X

yacimiento, a su vez, presenta como elementos minoritarios el cobre, con valores cercanos al 1%, el oro y el plomo.

#### 4.4.2. Análisis de isótopos de plomo

El yacimiento de Puig de Sant Andreu es la ciudad ibérica más grandes del nordeste peninsular. El análisis isotópico de este yacimiento cuenta con tres monedas, aunque solo una dispone de análisis elemental y se presenta interesante al analizarse monedas de tipo dracma, objetivo principal de este trabajo.

nº inv.	nº análisis	cronología	Tipo	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204
4817	-	III a.C.	Dracma	2,084	0,847	18,618	15,761	38,804
4237	-	III a.C.	Dracma	2,079368	0,839226	18,68	15,6768	38,8438
4847	PA13737	III a.C.	Dracma	2,087925	0,842021	18,6359	15,6919	38,9113

Figura 30 Tabla resultados aplicación isótopos de plomo a las piezas del Puig de Sant Andreu

Las monedas de este yacimiento, aunque con valores próximos a algunas minas, no se ajustan de forma clara a ninguna región. La moneda 4847 se vincula a los valores del Sur de Francia, inscribiéndose en su campo isotópico en la mitad de los gráficos, hecho que hace pensar que dentro de la composición de esta moneda habría una parte del metal procedente de esta región. Su ubicación, no obstante, cercana a los valores de Ibiza, hace suponer que podría ser una mezcla entre metal de ambas regiones.

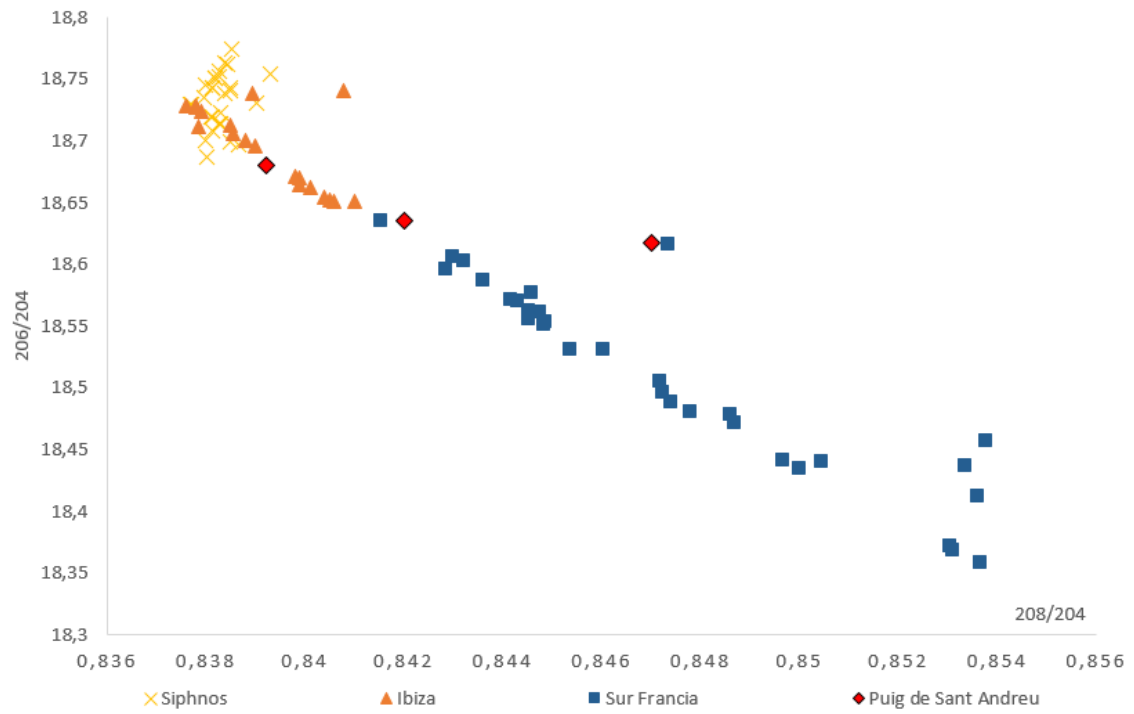
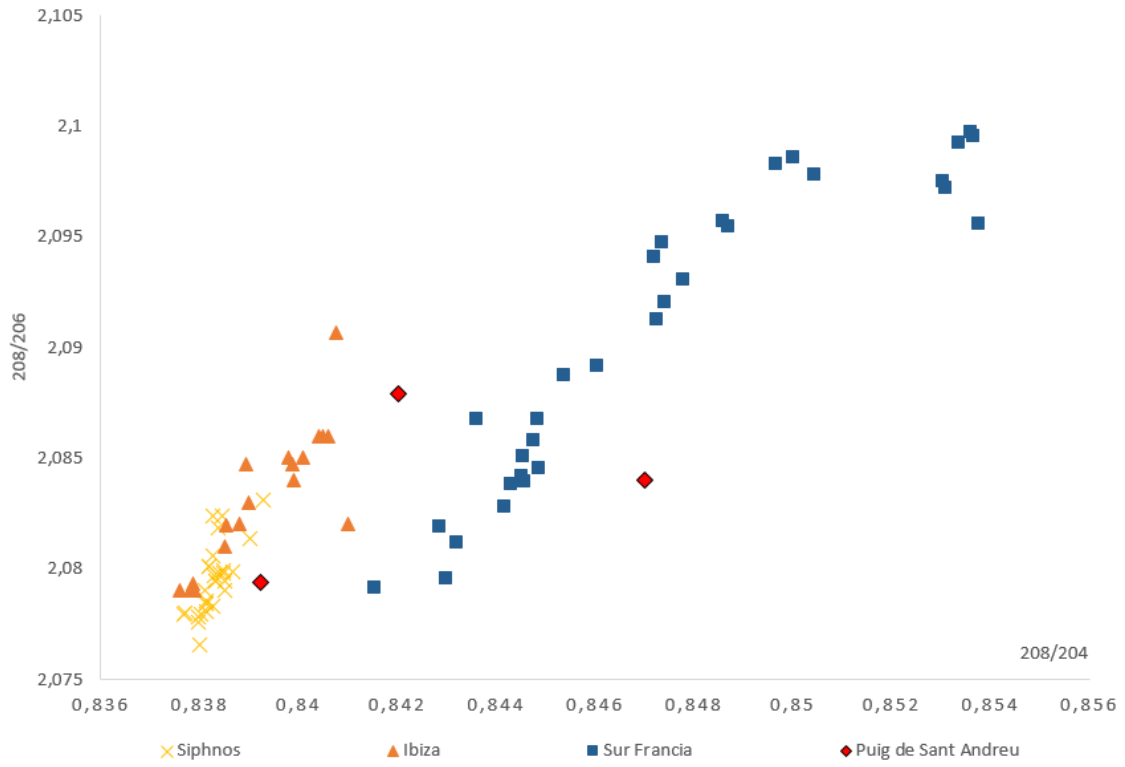
Otro de los elementos parcialmente indeterminados es la pieza 4817. Se sitúa cercano a la mineralización de Eygas en el Sur de Francia, aunque alejado del resto de valores de esa zona.

Por último, la dracma 4237 se sitúa en la firma isotópica de Ibiza, aunque cercana de la región de Siphnos en las islas Cícladas, quedando entre ambas firmas isotópicas en algunos de los gráficos lo que podría sugerir la utilización de materiales de ambas regiones.



Figura 31 Dracma localizada en Puig de Sant Andreu núm. inv. 4817

-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER



-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

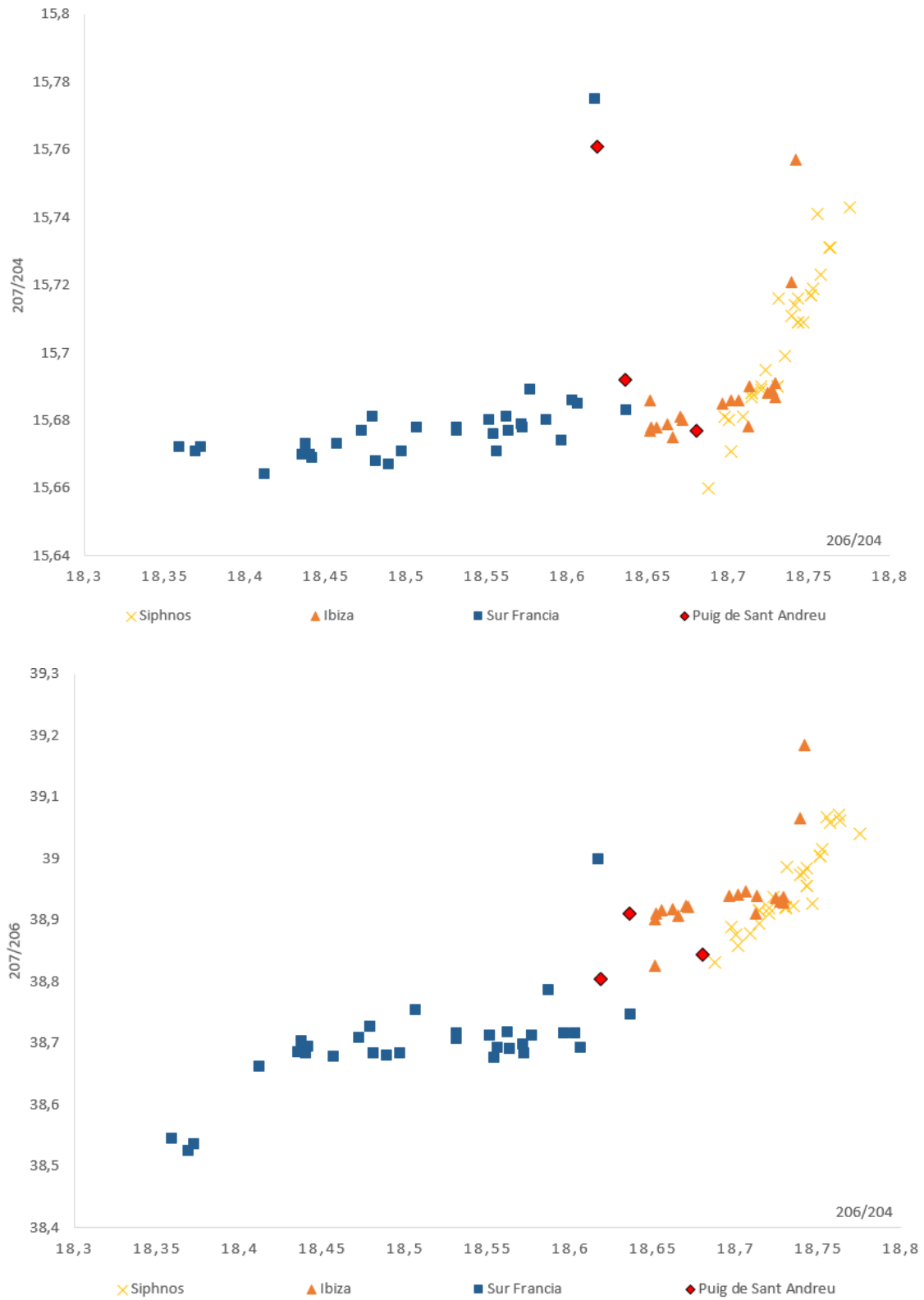


Figura 32 Distribución comparativa en varias ratios de los objetos del Puig de Sant Andreu con las distintas posibles zonas de procedencia

## 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 orientalizante** (Murillos Barroso et al. 2016) o **monedas griegas de plata** (Bugoi, et al., 1999; Montero, et al., 2008; Montero, et al., 2011; Stos-Gale & 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 han 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 estudiar a parte.

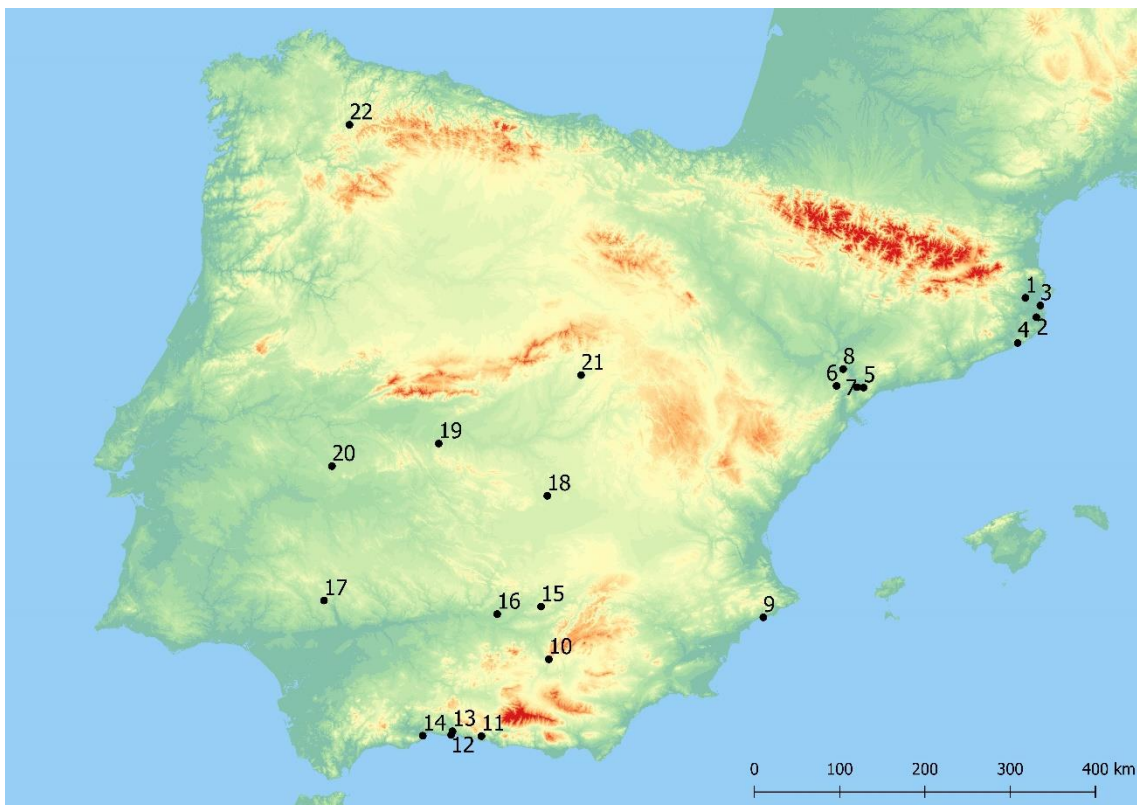


Figura 33 Mapa localización yacimientos mencionados en el trabajo: 1. Mas Castellar, 2. Puig de Sant Andreu, 3. Ampurias, 4. Puig Castellet, 5. Coll del Morro Serra d'Almos, 6. Coll del Moro, 7. Castellet de Banyoles, 8. Santa Madrona, 9. Poble Nou, 10. Castellones de Ceal, 11. Laurita, 12. Toscanos, 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 Maria

Posteriormente a esta primera confrontación de los datos estudiados con el conjunto peninsular, se procederá a cotejarlos con algunos de los datos disponibles sobre las monedas griegas de plata. Debido a que, tal como se ha observado en el estudio analítico, algunas de los orígenes de las monedas podrían estar asociado a procedencias de origen griego o a mezclas con las minas del Laurion, Siphnos y montes Tauro, hecho que confirmaría el carácter de emporio comercial que tenía Ampurias 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 estudiados por distintos autores de la composición química de otros elementos numismáticos de plata griegos o son un alto grado de influencia de cronologías afines a los datos estudiados.

## 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, la comunidad autónoma de Andalucía y la provincia de Cáceres. La cronología de estos objetos se enmarca en el I y II Hierro, siendo algunos de ellos de cronologías anteriores a las piezas de estudio.

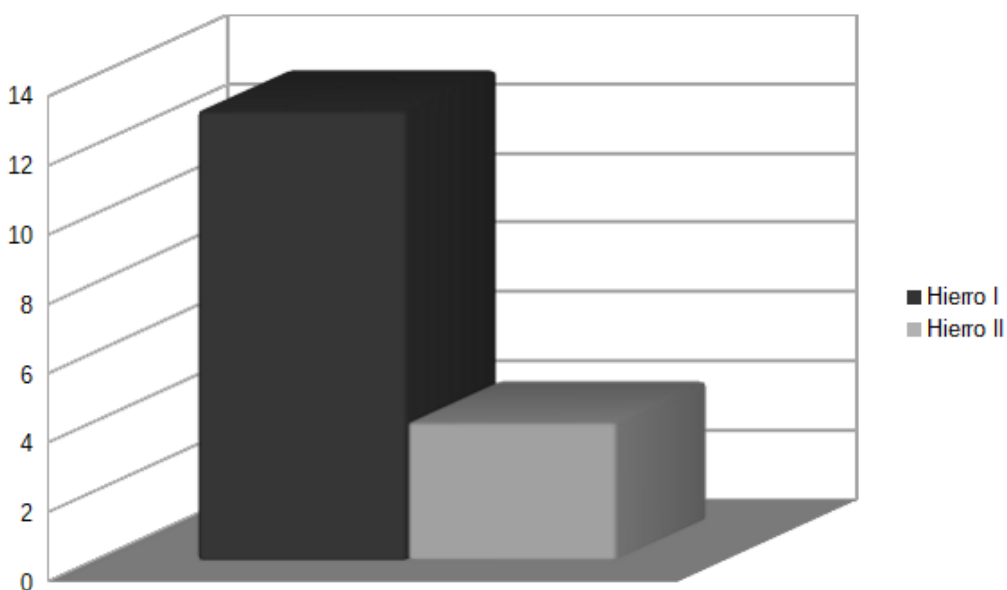


Figura 34 Distribución materiales comparativa del sur peninsular

Dentro de los yacimientos del I Hierro en la zona más oriental se sitúa el yacimiento del Poble Nou en la Provincia de Alicante, en su excavación se hallaron y posteriormente analizaron 3 bienes de prestigio de carácter personal, un anillo, un colgante y un brazalete (ID: 1147, 1148, 1149 respectivamente). Los tres materiales tienen un origen indeterminado, aunque situándose en posiciones relativamente cercanas a diferentes campos isotópicos, lo que podría indicar un posible reciclaje o reaprovechamiento de la materia prima, pero impediría precisar el origen de estas. De esta forma el colgante se sitúa cercano a la firma isotópica de Ibiza, el brazalete se localiza cercano al Cabo de Gata sin llegar a enmarcarse en ninguno de los gráficos a 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.

Otros de los yacimientos cuya procedencia de la materia prima se localiza en el sur de Francia es el objeto analizado de Toscanos y un escarabeo (1227) localizado en la necrópolis de Laurita. Ambos materiales son catalogados por Murillo-Barroso como de procedencia indeterminada, no obstante, ambos valores se representan en los 4 gráficos cercanos entre ellos y circunscritos en el grupo del sur de Francia.

Dentro de esta necrópolis, además, se localizó un aro (1226), interesante a nivel de comparativa porque al igual que el anillo (nº inv. 2226) se circunscribe a la región minera del Molar-Bellmunt-Falset, quedando 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 arqueometalurgia, el mineral extraído de algunas zonas del sur peninsular se caracterizaba por tenerse que mezclar con plomo con el fin de facilitar su obtención, de forma que se puede afirmar una posible utilización de mineral de la región de Molar-Bellmunt-Falset sin poder acabar de confirmar cuál es la posible procedencia del resto de materiales empleados. Murillo-Barroso también sostiene esta posibilidad en el análisis de estas piezas, indicando que puede deberse al plomo empleado en los procesos de obtención de la plata (Murillo Barroso, 2013, p. 379).

ID	Yacimiento	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204	Bibliografía
1165	San Isidro	2,10407	0,85653	18,22356	15,60898	38,34319	Murillo-Barroso, 2013
1162	Lagos	2,10537	0,85491	18,3212	15,66255	38,57182	Murillo-Barroso, 2013
1164	Toscanos	2,0953	0,84911	18,42862	15,64764	38,61286	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, et al., 2015
1739	Palacio III	2,10483	0,85895	18,211	15,6424	38,331	Murillo-Barroso, et al., 2015
1740	Palacio III	2,10297	0,85783	18,2478	15,6534	38,3745	Murillo-Barroso, et al., 2015
1738	Palacio III	2,10108	0,85413	18,3095	15,6387	38,4697	Murillo-Barroso, et al., 2015
468	Perotito	2,085536	0,838447	18,7142	15,691	39,0307	
469	Perotito	2,083708	0,838245	18,6929	15,6691	38,9521	
470	Perotito	2,084938	0,838754	18,6914	15,6777	38,9722	
473	Castellones de Ceal	2,084755	0,839263	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	15,669	38,7402	Murillo-Barroso, 2013
1148	Poble Nou	2,08298	0,84054	18,6385	15,6665	38,8236	Murillo-Barroso, 2013

*Figura 35 Tabla datos isotópicos región del sur peninsular*

Este hecho es similar a la representación del anillo (1162) localizado en el yacimiento de Lagos, cuya procedencia queda indeterminada, estando cercano a los valores de la región de Molar-Bellmunt-Falset y a la zona de Gador. Otro de los objetos indeterminados es el 1741 del yacimiento de Palacio III, cuya caracterización isotópica no se enmarca en ninguna región peninsular, quedando separado del resto de individuos. En el artículo en que se estudió ya se sostenía que podría tratarse de plata exógena (Murillo-Barroso, et al., 2015, p. 327).

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 firma isotópica de la Faja Píritica, conjuntamente al elemento 1740, aunque éste tiende a acercarse

quedando incluso circunscrito 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 Píritica 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 Píritica (Murillo-Barroso, et al., 2015, p. 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, llegando 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 Ibiza, 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 del mineral de Linares. Sería interesante analizar en detalle esta situación, ya que la galena de Linares no es argentífera en este momento histórico y por tanto solo serviría para plomo o para copelar minerales como los del SW. El aprovechamiento de galenas argentíferas en Cartagena, Mazarrón e Ibiza convierte en innecesario el plomo de Linares y por tanto en su entorno solo se encuentra plata de las zonas productoras vecinas. En el SW se importa principalmente plomo de las zonas anteriores y Linares tampoco aparece. 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 la misma, entre las que se documentan 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 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 I Edad del Hierro, localizándose 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, convirtiéndolo en una región de interés para el estudio por la posible necesidad del reciclaje de este metal.

ID	Yacimiento	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204
654	Palomar de Pintado	2,087083	0,843554	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

Figura 36 Tabla datos isotópicos región del centro peninsular publicados en Murillo-Barroso, 2013, p.376

Este hecho se observa en el vaso 774 que queda alejado de todas las firmas isotópicas de estudio, pudiéndose asociar a un material fruto del reciclaje o de procedencia indeterminada foránea. Murillo-Barroso 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 (Murillo Barroso, 2013, p. 379).

Otro objeto procedente del yacimiento de la Casa del Carpio es un aro de plata cuyo análisis arqueométrico podría permitir 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 situaría ligeramente alejado de esta región, quedando más cercano a los valores del sur de

Francia, por lo que no se podría asegurar con una total seguridad del origen de este material, siendo el reciclado la mejor opción

En el caso a estudiar del anillo (654) del yacimiento del Palomar del Pintado, los valores isotópicos se localizan en la región del sur de Francia, poniendo en relación este territorio con esa región, seguramente a partir de diferentes culturas que podrían comerciar.

El territorio del centro peninsular durante el I Hierro era proclive al reciclaje del material, cuyos resultados han podido demostrar cómo en cronologías más tempranas a las estudiadas propiamente en el análisis arqueométrico ya existía una utilización del mineral del sur peninsular y del sur de Francia en regiones alejadas de estos dos puntos.

### 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 estudio arqueométrico en este trabajo. 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 del Molar-Bellmunt-Falset. Los yacimientos del nordeste peninsular utilizados para la comparativa están comprendidos entre el I Hierro y el II Hierro.

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, et al., 2008
334	Ullastret	2,075397	0,837338	18,7134	15,6695	38,8389	Montero, et al., 2008
69	Puig Castellet	2,08737	0,84269	18,593	15,669	38,812	Montero, et al., 2008
474	Santa Madrona	2,080806	0,837118	18,7285	15,6781	38,9714	Montero, et al., 2008
341	Coll del Moro	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, et al., 2008

*Figura 37 Tabla datos isotópicos región del nordeste peninsular*

Dentro del I Hierro se localiza el yacimiento del Coll del Moro de Serra d'Almos, en el cual se encontró un lingote (340) cuyos valores se enmarcan en el Sur de Francia, en el artículo en que aparecen publicados se aprecia como para esta pieza se sostiene que se encuentra próxima tanto a esta región, como a la zona de mineralización de Girona (Montero, et al., 2008, p. 311). No obstante, la comparativa con los diferentes gráficos lo alejan en algunas ocasiones de la firma isotópica de esta provincia catalana (ver gráfico superior fig. 39), mientras que en otras se integra dentro de ambos grupos (ver

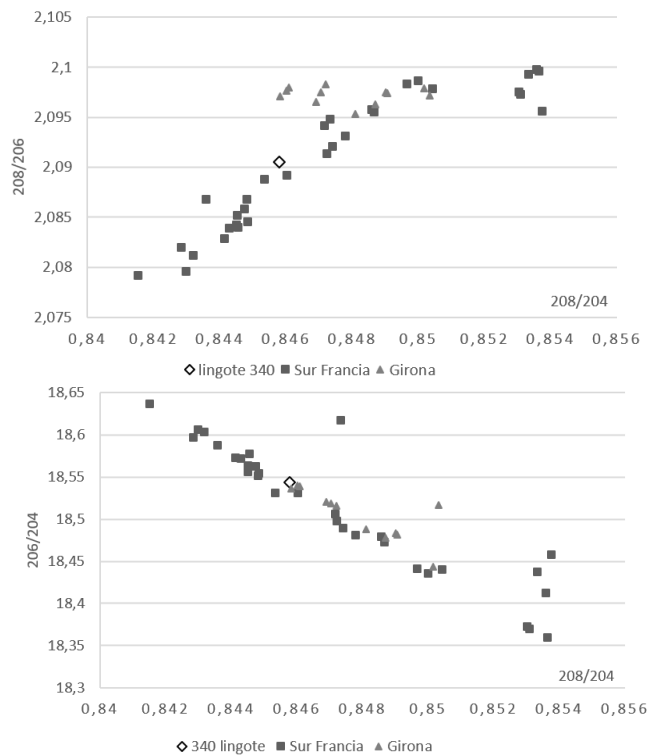


Figura 38 Distribución isotópica comparativa lingote del Coll del Moro con mineralizaciones del Sur de Francia y Girona

gráfico inferior fig. 39), todo ello conduce a pensar que la 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.

Por último, el pendiente (339) tendría una localización discutible, ya que, en los diferentes gráficos está tanto en los grupos cercanos a Gador, como en los de la región de Molar-Bellmunt-Falset más cercana al yacimiento y cuyo campo isotópico se adaptaría más, concordando con lo publicado respecto a este último material (Montero, et al., 2008).

Dentro de la provincia de Tarragona se ha estudiado también el yacimiento del I Hierro e ibérico final de Santa Madrona, en el cual la pieza 474 (de la fase ibérica) tendría un origen del sureste peninsular, encontrándose tanto en los grupos de Cartagena, como en los de Mazarrón, quizás tendiendo un poco hacia esta última región, pero sin poderse corroborar.

También en esta provincia, se encuentra el yacimiento del Castellet de Banyoles, estudiado en este trabajo, para el cual en este apartado de comparativa se ha añadido al estudio un anillo, para el cual se ha propuesto una posible procedencia en la Toscana (Montero, et al., 2008, p. 312). En este caso, la firma 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, siendo necesario 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 región de procedencia podría ser el brazalete localizado en Ullastret en la necrópolis de Puig de Serra (Serra de Daró), que se sitúa en todos los gráficos en los valores de Cartagena. En la misma provincia, cercano a la costa se localiza el yacimiento de Puig Castellet, cercano a los valores del sur de Francia, sin llegar a enmarcarse en algunos gráficos, no pudiéndose por tanto afirmar de una forma segura su procedencia en esta región.

Si se analizan los datos de esta procedencia 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 remarcable la escasa cantidad de metal reciclados o de procedencia indeterminada en comparación con el conjunto de monedas, lo que reafirmaría la hipótesis de una amortización y reciclaje más rápido de ese último tipo de piezas.

#### 5.1.4. Monedas

Las características propias de las monedas, como su rápido reciclaje y el propio interés del trabajo en estudiarlas, propician que se hayan separado del conjunto de objetos con los que se ha intentado caracterizar mínimamente los posibles orígenes de la plata en la Península Ibérica. Dentro del conjunto de monedas utilizadas para la comparativa, estos se pueden dividir entre el numerario peninsular y en el de origen griego.

ID	Yacimiento	208/206	207/206	206/204	207/204	208/204	Bibliografía
639	Las Zorreras	2,084987	0,838986	18,6827	15,6745	38,9543	
375	Castro de Santa Maria	2,099745	0,851426	18,3757	15,6457	38,586	

640	El Molón (Bolskan)	2,088797	0,843135	18,5745	15,661	38,7994	Montero, et al., 2011
629	Bolskan	2,096206	0,848824	18,4353	15,6485	38,6452	Montero, et al., 2011
630	Bolskan	2,086492	0,839153	18,7143	15,7042	39,0482	Montero, et al., 2011
627	Itirtasalirban	2,091954	0,84462	18,589	15,7007	38,8885	Montero, et al., 2011
628	Itirtasalirban	2,091445	0,845404	18,5622	15,6926	38,8228	Montero, et al., 2011
626	Itirtasalirustin	2,085025	0,839083	18,6975	15,6888	38,9857	Montero, et al., 2011
631	Kese	2,092271	0,845408	18,5831	15,7102	38,8818	Montero, et al., 2011
642	Baecula	2,0865	0,84126	18,64	15,681	38,892	García-Bellido, et al., 2015
643	Baecula	2,0844	0,83941	18,688	15,687	38,953	García-Bellido, et al., 2015

*Figura 39 Tabla datos isotópicos monedas peninsulares*

Las principales zonas de procedencia de la materia prima de estos materiales se enmarcan en las zonas de Ibiza, el sur de Francia y el Sureste Peninsular, siendo en muchos de estos casos únicamente cercanas a estos grupos y no acabándose de circunscribir, hecho que podría indicarnos la presencia de pequeñas cantidades de elementos de distinta procedencia utilizados en la mezcla.

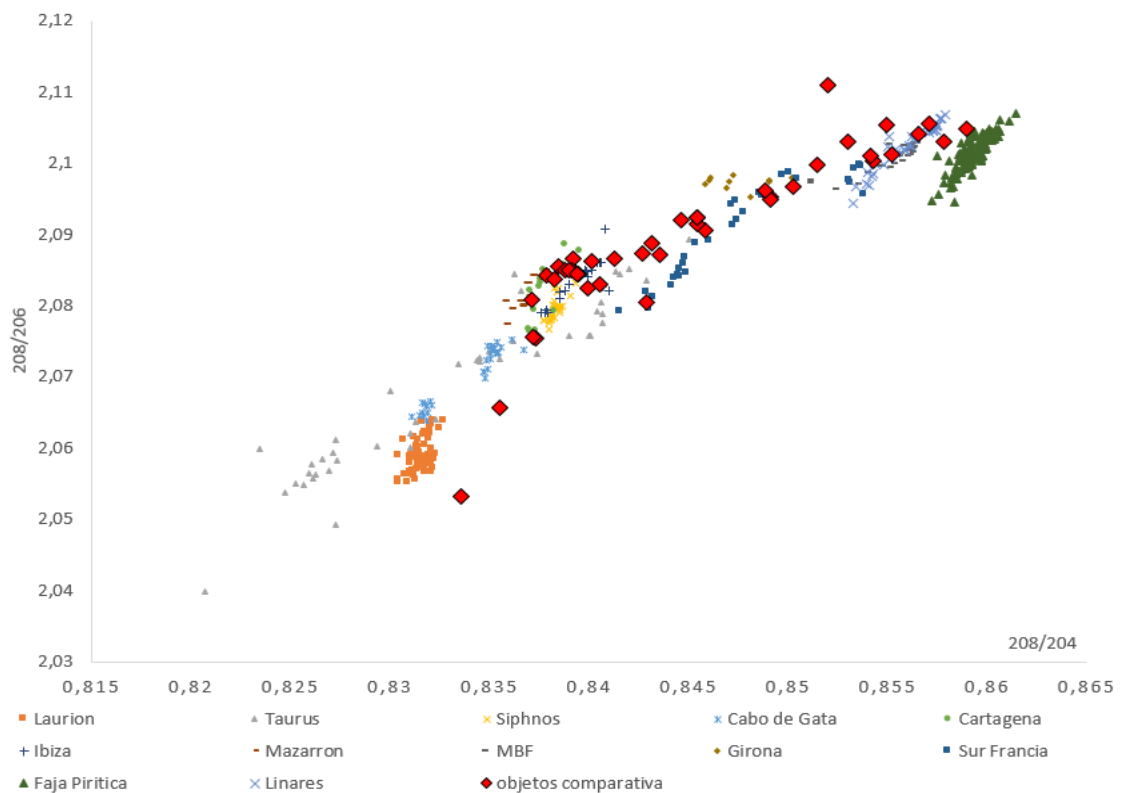
Dentro de las monedas cuya procedencia de la materia prima se engloba en la isla de Ibiza se encuentra la 626, cuya ceca es Itirtasalirustin, ubicándose dentro de los valores isotópicos de esta región. De Ibiza, también habría podido proceder la plata de la moneda 643 localizada en Baecula y acuñada en Sagunto, 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 que se encontraría próxima a esta firma isotópica de Ibiza sería la localizada en las Zorreras de la ceca de Sekobirikes, no llegando a circunscribir en ella lo que impediría asociar la procedencia de la materia prima a la isla, pudiendo incorporar plata de otra procedencia.

La moneda 630 acuñada en Bolskan, también se acerca a los valores asociados a Ibiza, pero al analizarla con mayor detalle en los diferentes gráficos se observa que tiende a circunscribirse en Cartagena, cuya firma isotópica se aproxima a la de Ibiza, llegando coincidirá solaparse en algunas zonas. Las otras monedas acuñadas en la misma ceca tienen valores que se quedan cercanos a los datos asociados al sur de Francia, teniéndolas que poner como indeterminadas, pero podrían provenir de mezclas con gran cantidad de esta región.

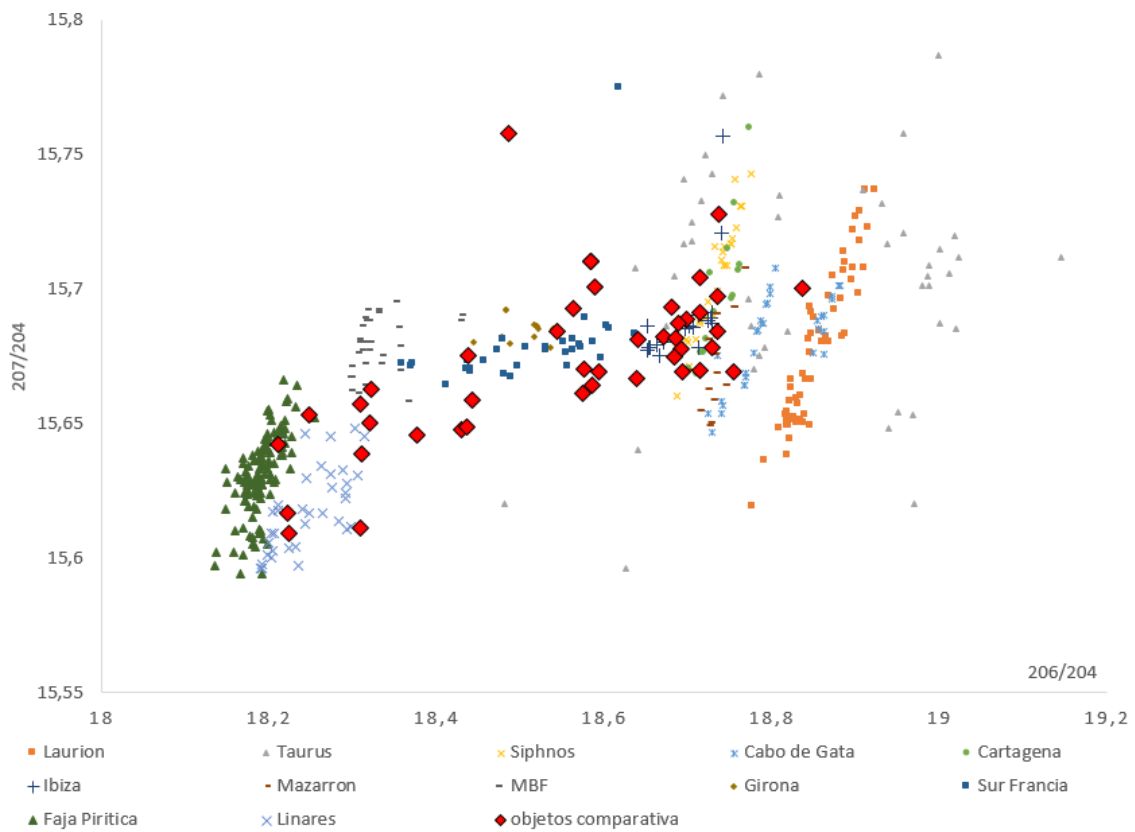
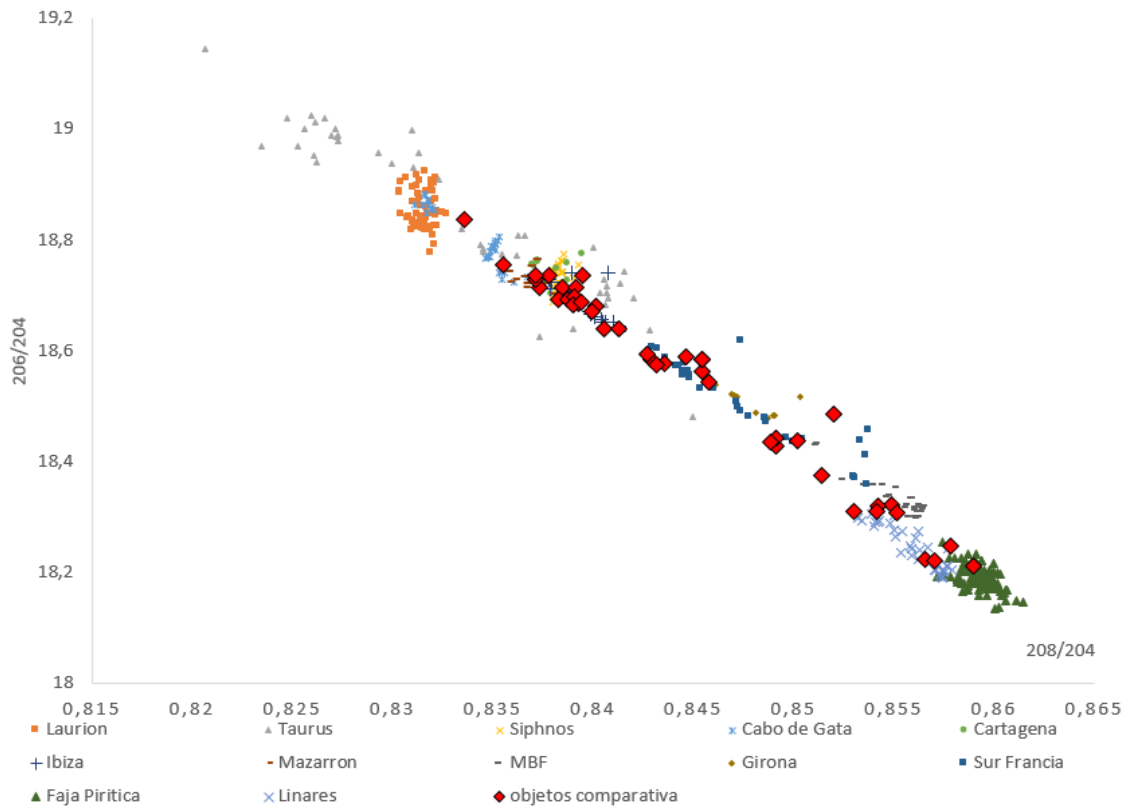
Este mismo hecho se detecta en las monedas de Kese, cercanas tanto a los valores del sur de Francia, como a los de los Pirineos orientales, teniéndose que clasificar como

indeterminadas. El numerario de Itirtasirban 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 que tanto los valores de Bolskan, Kese e Itirtasirban se situen cercanos a esta zona podrían 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 Maria 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, siendo posible que se trate de un reciclaje de metales. Este análisis comparativo permite observar como es habitual que al igual que las monedas de Ampurias 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 se deben indicar como indeterminadas, siendo un claro indicio del habitual reciclaje de estos objetos.



-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER



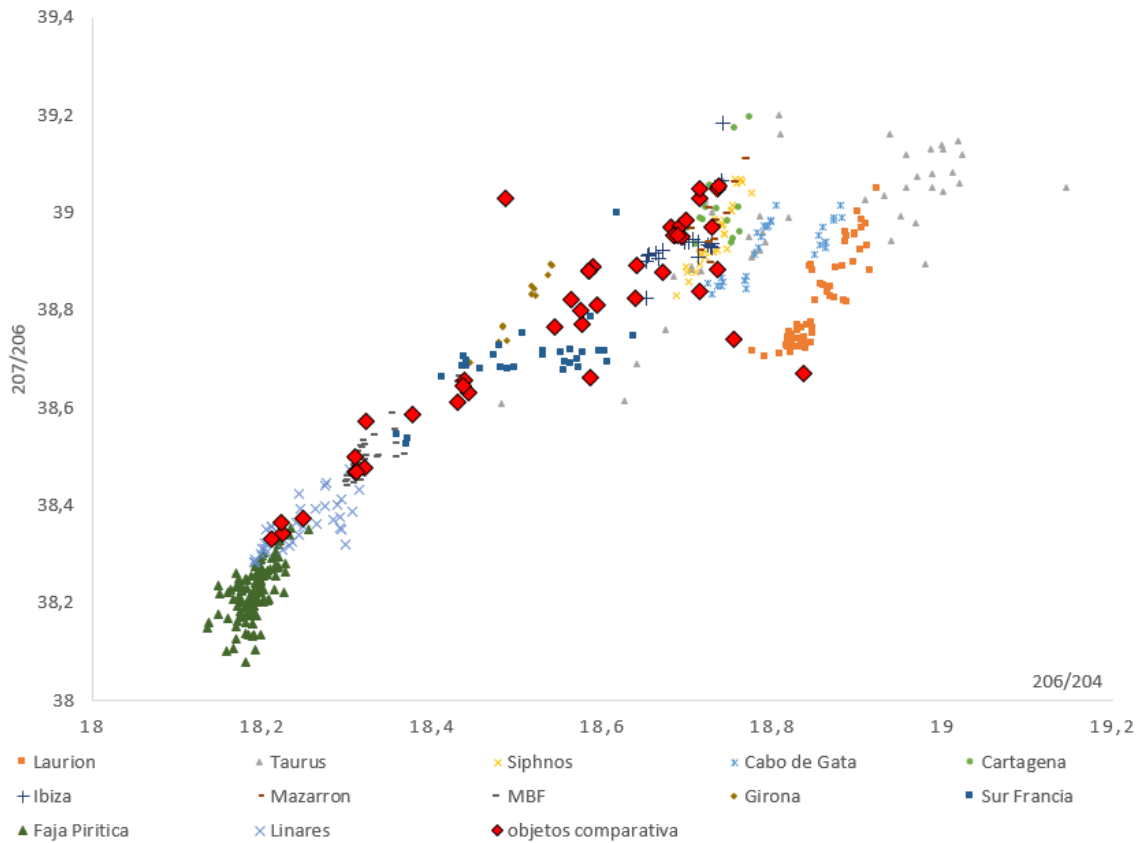


Figura 40 Distribución comparativa en varias ratios de los objetos y monedas de la comparativa con las distintas posibles zonas de procedencia

### 5.1.5. Monedas griegas

La hipótesis que parte de las monedas producidas en Emporion podrían haberse hecho a partir de plata de origen griego o del reciclaje de esta en un primer momento llevó a la inclusión de las regiones de Laurion, Siphnos y Taurus a las zonas de estudio. También se incluye una comparación de las monedas griegas del Egeo, que mayoritariamente se han vinculado con esas procedencias

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	Tetradrachm	2,0596	0,8322	18,851	15,6878	38,825
17	Tetradrachm	2,0611	0,8323	18,872	15,7071	38,897
19	Tetradrachm	2,06195	0,83239	18,859	15,6980	38,886
31	Tetradrachm	2,05923	0,83133	18,855	15,6747	38,826
32B	Tetradrachm	2,0577	0,83128	18,851	15,6704	38,789
33B	Tetradrachm	2,0573	0,83116	18,841	15,6598	38,7615

34	Tetradrachm	2,06116	0,83198	18,902	15,7260	38,9600
35B	Tetradrachm	2,05832	0,83148	18,853	15,6758	38,8055
36	Tetradrachm	2,0612	0,83186	18,85	15,6805	38,8536
37	Tetradrachm	2,05772	0,83126	18,852	15,6709	38,7921
39	Tetradrachm	2,06206	0,83154	18,878	15,6978	38,9275
40	Tetradrachm	2,05871	0,8312	18,858	15,6747	38,8231
63	Tetradrachm	2,05863	0,83157	18,833	15,6609	38,7701
KIM	Tetradrachm	2,06297	0,83231	18,869	15,7048	38,9261
KIM	Tetradrachm	2,0623	0,83247	18,835	15,6795	38,8434
KIM	Tetradrachm	2,06154	0,83229	18,838	15,6786	38,8352
21	Tetradrachm	2,06249	0,83252	18,85	15,6930	38,8779
PARIS	Tetradrachm	2,06175	0,83264	18,833	15,6811	38,8289
KIM	Tetradrachm	2,06275	0,83239	18,857	15,6963	38,8972
PARIS	Tetradrachm	2,05749	0,83186	18,777	15,6198	38,6334
41	Tetradrachm	2,06024	0,83191	18,858	15,6881	38,8520
38	Tetradrachm	2,05974	0,83247	18,829	15,6745	38,7828
AA	(Turkish)	2,06029	0,83234	18,812	15,6579	38,7581
BB	(Turkish)	2,05969	0,83183	18,834	15,6666	38,7922
CC	(Turkish)	2,06014	0,83224	18,818	15,6610	38,7677
DD	(Turkish)	2,05912	0,83094	18,847	15,6607	38,8082

*Figura 41 Tabla datos isotópicos monedas griegas procedentes región Laurion, Stos-Gale & Gale, 2009*

La primera serie de monedas de procedencia de origen griego que se han querido incluir como objeto de comparativa en el trabajo son las estudiadas por Stos-Gale y Gale (2009) en las que se analiza un conjunto de monedas atenienses al ser uno de los tipos más extendidos por Grecia y su circuito comercial griego y mediterráneo. Estas monedas comprendidas entre el siglo V y IV a.C. se enmarcan todas dentro de los valores de las minas del Laurion. La presencia únicamente de esta procedencia dentro del grupo de monedas griegas de esta región no descartaría la posibilidad que estas hubiesen sido recicladas. Simplemente indicaría que si el reciclaje se hubiese producido se habría hecho con plata de la misma procedencia, a pesar de que no hay pruebas para demostrar o desmentir esta práctica.

Este tipo de monedas contrastan con el numerario de estudio, ya que, principalmente las estudiadas procedan de una misma ciudad Emporion y en menor medida de Rhode

y los asentamientos indígenas, tiene diversas fuentes de aprovisionamiento que dificultan su identificación en el caso de reciclaje o mezcla de la materia prima. Las monedas griegas al pertenecer a Atenas, ciudad que controlaba la producción y manufactura de la plata del Laurion, tienden a poder identificarse mejor la procedencia de éstas.

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 and Wagner 1980
MPI 92 (PW 187)	2,06856	0,83346	18,802	15,6707	38,8931	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 33 (407-421)	2,05730	0,83116	18,841	15,6599	38,7616	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 35 (407-421)	2,06182	0,83281	18,867	15,7126	38,9004	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 37 (PW 407-421)	2,05772	0,83126	18,852	15,6709	38,7921	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 38 (PW 407-417)	2,06448	0,83338	18,760	15,6342	38,7296	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 39 (PW 407-421)	2,06206	0,83154	18,878	15,6978	38,9276	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 40 (PW 357)	2,05811	0,83120	18,858	15,6748	38,8118	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 19	2,06195	0,83239	18,859	15,6980	38,8863	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 79 (PW 673)	2,06029	0,83200	18,878	15,7065	38,8942	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 80 (PW 685)	2,06031	0,83251	18,869	15,7086	38,8760	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 81 (PW 684)	2,07052	0,83523	18,795	15,6981	38,9154	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 30 (672)	2,06900	0,83515	18,730	15,6424	38,7524	Gale, Gentner and Wagner 1980
BM 1866.12-1.3682	2,06860	0,83438	18,788	15,6760	38,8641	Hardwick et al. 1998
BM 1918.2-4.144	2,06424	0,83286	18,828	15,6814	38,8662	Hardwick et al. 1998
BM 1919.11-20.100	2,07175	0,83575	18,761	15,6791	38,8671	Hardwick et al. 1998
BM 1921.3-23.4	2,09917	0,85320	18,291	15,6055	38,3951	Hardwick et al. 1998
BM 1921.3-23.5	2,06477	0,83297	18,851	15,7025	38,9233	Hardwick et al. 1998
BM 1924.4-12.4	2,07163	0,83424	18,776	15,6637	38,8969	Hardwick et al. 1998
BM 1924.4-12.5	2,06673	0,83397	18,848	15,7187	38,9537	Hardwick et al. 1998
BM 1949.4-11.808	2,09820	0,85533	18,240	15,6013	38,2714	Hardwick et al. 1998
BM 1949.4-11.809	2,07730	0,84073	18,593	15,6318	38,6236	Hardwick et al. 1998
BM 1949.4-11.809	2,06999	0,83538	18,722	15,6401	38,7545	Hardwick et al. 1998
BM 1949.4-11.818	2,06283	0,83241	18,860	15,6994	38,9054	Hardwick et al. 1998

-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

BM 1949.4-11.819	2,06621	0,83517	18,750	15,6591	38,7407	Hardwick et al. 1998
BM 1949.4-11.820	2,06642	0,83307	18,819	15,6772	38,8870	Hardwick et al. 1998
BM 1949.4-11.821	2,06212	0,83238	18,811	15,6575	38,7895	Hardwick et al. 1998
BM 1949.4-11.845	2,06684	0,83326	18,852	15,7086	38,9641	Hardwick et al. 1998
BMC31 B1841	2,06857	0,83328	18,889	15,7398	39,0732	Hardwick et al. 1998
BMC32	2,06944	0,83401	18,804	15,6823	38,9127	Hardwick et al. 1998
MPI 117 (PW 614)	2,07028	0,83424	18,790	15,6754	38,9006	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 108 (PW 745)	2,07364	0,83663	18,760	15,6952	38,9015	Gale, Gentner and Wagner 1980
BM 1859.10-13.7	2,06493	0,83290	18,807	15,6639	38,8341	Hardwick et al. 1998
BM 1921.4-12.9	2,06775	0,83516	18,681	15,6012	38,6266	Hardwick et al. 1998
MPI 143	2,06400	0,83345	18,829	15,6930	38,8631	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 68 (62)	2,06693	0,83233	18,802	15,6495	38,8624	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 70 (64)	2,06678	0,83224	18,808	15,6528	38,8720	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 71 (63)	2,06735	0,83212	18,821	15,6613	38,9096	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 73 (88)	2,06718	0,83246	18,798	15,6486	38,8588	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 72 (PW 92)	2,06596	0,83243	18,799	15,6489	38,8380	Gale, Gentner and Wagner 1980
MPI 103 (PW 791)	2,06506	0,83284	18,826	15,6790	38,8768	Gale, Gentner and Wagner 1980
T1971/171	2,07720	0,83749	18,712	15,6711	38,8686	Gale et al. 1988
T1973/113	2,07738	0,83708	18,716	15,6668	38,8802	Gale et al. 1988
T1977 (GD1)	2,07119	0,83707	18,609	15,5770	38,5428	Gale et al. 1988
T1978 (GE)	2,07577	0,83787	18,712	15,6782	38,8418	Gale et al. 1988
T1979	2,07578	0,83788	18,737	15,6994	38,8939	Gale et al. 1988
T1980	2,07232	0,83562	18,808	15,7163	38,9762	Gale et al. 1988
T1980A	2,06912	0,83376	18,794	15,6697	38,8870	Gale et al. 1988
T1982 (GB)	2,06669	0,83503	18,846	15,7370	38,9488	Gale et al. 1988
T1985	2,06300	0,83313	18,831	15,6887	38,8484	Gale et al. 1988
T1987	2,06833	0,83508	18,772	15,6761	38,8267	Gale et al. 1988
T1993 (GH)	2,06089	0,83133	18,816	15,6423	38,7777	Gale et al. 1988
T1994	2,06463	0,83328	18,801	15,6665	38,8171	Gale et al. 1988
T1996 (GF)	2,07134	0,83450	18,850	15,7303	39,0448	Gale et al. 1988

-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

T1997 (GA)	2,06834	0,83337	18,784	15,6540	38,8517	Gale et al. 1988
T1998 (GC)	2,06873	0,83458	18,757	15,6542	38,8032	Gale et al. 1988
T1999	2,07011	0,83837	18,694	15,6725	38,6986	Gale et al. 1988
T2000	2,07333	0,83732	18,701	15,6587	38,7733	Gale et al. 1988
T2001	2,07202	0,83737	18,689	15,6496	38,7240	Gale et al. 1988
T2005 (G16)	2,07466	0,83923	18,657	15,6575	38,7069	Gale et al. 1988
T777	2,08282	0,84718	18,370	15,5627	38,2614	Gale et al. 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
J5? not published?	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 and Wagner 1980
MPI 109 (PW 11)	2,07709	0,83898	18,653	15,6495	38,7440	Gale, Gentner and Wagner 1980

*Figura 42 Tabla datos isotópicos monedas griegas*

-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

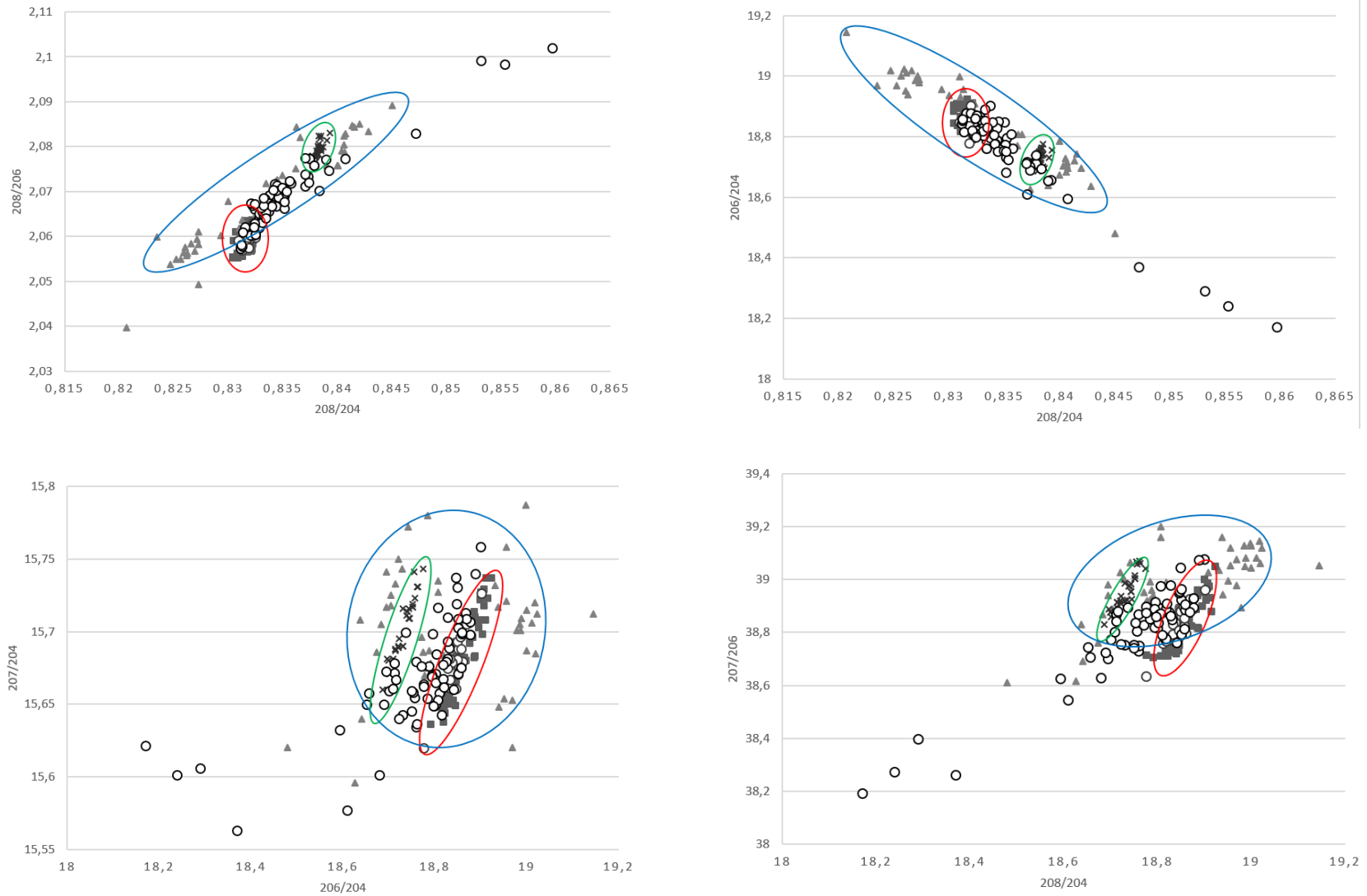


Figura 43 Distribución comparativa en varias ratios de las monedas griegas con las distintas posibles zonas de procedencia Laurion (rojo), Taurus (azul), Siphnos (verde)

Al valorar las distintas composiciones isotópicas de las monedas griegas, fig. 44, se puede apreciar cómo la dispersión de estas es menor que las de los objetos de estudio. Dentro del numerario heleno se observa cómo estas se agrupan principalmente en torno a las tres regiones incluidas en el trabajo como posibles lugares de procedencia, Taurus, Siphnos y Laurion.

Las monedas cuya procedencia se basa en el Laurion adquieren gran relevancia confirmando la importancia de la explotación de estos depósitos en la Antigüedad y la significación que tuvieron en el comercio y producción de monedas de plata en el mundo heleno, en las que la polis de Atenas tuvo un papel relevante.

Alrededor de esta signatura isotópica y alrededor de la zona de Taurus se enmarcan un gran número de monedas helenas, esto podría tanto significar el origen de la plata en este territorio o la mezcla con la región del Laurion, que haría que las monedas quedaran cercanas a estas dos zonas.

Por último, se puede observar como la zona de Siphnos, 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 grafico 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 pudiendo significar que son fruto de mezcla de materiales más que de una misma procedencia desconocida.

## 5.2. Composición monedas influencia griega

Para efectuar una comparación dentro de la composición química de las piezas estudiadas se han elegido diversas tablas según criterios cronológicos o de influencia. En un primer momento se han seleccionado dos tablas que 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. al considerarse una fecha que enmarca los preparativos del conflicto, los pagos a las tropas y mercenarios y los momentos inmediatamente posteriores.

Nº 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	-

*Figura 44 Tabla composición piezas de la ceca de Rhode siglo III estudiadas en Pitarch & Queralt, 2008, p. 31*

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 alcanzan valores superiores al 97% en el caso de Rhode y de 98,18% en la media de Emporion. Esta media es superior a los datos estudiados dentro del trabajo, a pesar de que las monedas analizadas también tienen una gran pureza de plata poseyendo más de un 90% de plata en el caso de monedas romanas y de un 95% en el caso de las griegas o ibéricas.

Nº 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
-------	-------	------	------	------	------	---	------	------	------	------	-----	------	-----

*Figura 45 Tabla composición piezas de la ceca de Emporion de monedas de entre el año 218 y 200 a.C. Pitarch & Queralt, 2008, p. 35*

Como elementos minoritarios, tanto en las dracmas de Rhode como de Emporion, se encuentran de forma mayoritaria el cobre, el oro y el plomo, de forma parecida a las que se dan 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 trazas 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.

Nº 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 dyrrachium	96-98	0.5-2	0.2-0.8	0.2-0.7	-	-
II	Dracma de apolonia y dyrrachium	78-92	4-20	0.2-0.8	2-4	-	-
III	Dracma de apolonia y dyrrachium	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	-

*Figura 46 Tabla composición piezas estudiadas en Bugoi, et al., 1999, p. 779*

La tabla 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 las particularidades es que no da números exactos, como es habitual, sino que juega a una 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 como la mayor parte de las monedas tendrían una composición en plata de más de un 95%, siendo los elementos minoritarios predominantes 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. Los tetradracmas tracios y las dracmas de las ciudades griegas tendrían una composición química muy parecida si no fuese por el individuo número II de las dracmas al que se habría devaluado su composición mediante la adición de cobre aleando ambos metales.

Otra de las regiones en las que los griegos tuvieron una gran importancia en los procesos de expansión del helenismo fue en la región del levante mediterráneo durante la expansión efectuada por Alejandro Magno que conquisto esos territorios históricamente en manos de los persas, convirtiéndose en gobernante de esa región hacia el 330 a.C.

La tabla que representa esta región es interesante desde el punto de vista que permite ver la composición química de las piezas tanto en los momentos anteriores a la limpieza de estas, como posteriormente, permitiendo apreciar las diferencias químicas entre uno y otro estado. Las monedas sin corrosión son el objeto de la comparativa al presentar los valores reales de la composición primigenia de la pieza.

Nº Catalogo	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	-

-Análisis arqueométrico de elementos numismáticos en el nordeste peninsular-  
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

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 p. helenístico	Lingote	Limpia	90.55	5.05	4.4	tr.	-
621	Inicio p. helenístico	Lingote	Antes de limpiarla	85.5	2.7	11.8	tr.	-
624	Inicio p. helenístico	Lingote	Limpia	89.9	5.85	4.1	0.15	-
624	Inicio p. helenístico	Lingote	Antes de limpiarla	81.85	4.55	4.4	9.2	-

*Figura 47 Tabla composición diferentes piezas estudiadas en Israel y su comparación según estado de limpieza. Shalev & Shilstein, 2016, table 24, p.173-174*

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

El resto de monedas presentadas en la misma tabla tienen una composición dispar en el porcentaje de plata, en las que se pueden apreciar dos grupos, las monedas comprendidas entre más de un 65% y menos de un 81% y las que tienen valores cercanos a un 90% de plata.

El primer grupo está aleado con una gran cantidad de cobre, superando el 15% de este elemento con el fin de devaluarlas. A su vez, cuentan con elementos minoritarios de oro inferiores al 0,5% y con plomo con 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, que contiene un porcentaje alrededor del 90%, se caracteriza por la presencia de cobre, plomo y oro. El porcentaje más alto se da en los niveles de cobre, quedando como elementos minoritarios el oro y el plomo. Este segundo grupo contiene un porcentaje de plata que se acerca más a las monedas estudiadas a lo largo del trabajo, aunque dista positivamente en las cantidades de otros elementos, en las que, aunque se puede llegar a asemejar a los niveles de plomo, los niveles de oro son en este caso ligeramente inferiores y los de cobre son sutilmente superiores al contener generalmente en las monedas estudiadas 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 tienden a unas formas de fabricación uniformes en las que compositivamente se caracterizan por una abundante presencia de cobre y en 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%, diferenciándose del resto de elementos por el aumento en la cantidad del oro y presentando 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

Los objetos de plata estudiados del nordeste peninsular han aportado gran cantidad de información, con la cual la influencia y posible utilización de plata griega se ha tenido que descartar. No obstante, al tratar únicamente una pequeña muestra de los miles de monedas que se estima que se acuñaron en ambas polis no se puede determinar si hay un ínfimo porcentaje del global que haya sido confeccionado con este tipo de materia prima. A pesar de ello, la cantidad de muestras es lo suficientemente numerosa como para hacerse una idea general de lo que podría haber sido **el origen de la plata del nordeste.**

Alrededor de la mitad de las monedas y objetos de plata analizados mediante isótopos de plomo no se enmarcan con claridad en los distintos campos isotópicos que caracterizan las posibles regiones de procedencia, esto hace que se hayan clasificado como indeterminadas. A pesar de ello se puede proponer una o varias localizaciones de procedencia para este grupo. Si se analiza detenidamente se observa como esas mezclas pueden proceder de zonas como estas posibles regiones corresponden a las zonas del sureste peninsular, al sur de Francia, Ibiza, los territorios griegos y en menor medida de la región de Girona.

Estas posibles localizaciones de origen de los objetos indeterminado se han analizado en el apartado estudio arqueométrico de los materiales, en el cual se expresa 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 muestran las consecuencias del reciclaje o de las **mezclas** de distintas procedencias. Esto coincide con la dificultad de abastecimiento de la plata y la necesidad de reciclar producciones previas, ya sean 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, desplazados a gran distancia, con gran probabilidad por vía marítima, siendo muy escaso el metal producido a partir de recursos del territorio del nordeste. La procedencia de los objetos estudiados se enmarca en el sureste peninsular, representando un 16% del origen de las monedas.

Esta región puede desglosarse en Cartagena, Mazarrón y Cabo de Gata, como zonas mineras de explotación que estarían suministrando el material al nordeste peninsular.

Otra de las grandes regiones de aprovisionamiento estaría caracterizada por el Sur de Francia, que tendría una gran representatividad en los cuatro yacimientos estudiados y que englobaría 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 produciría también por vía marítima, en las cuales podría haber jugado un papel importante el comercio con la colonia griega de Massalia y con los pueblos indígenas de esas regiones, influencia que se aprecia en la utilización de elementos iconográficos de las monedas griegas en la confección del numerario propio.

La tercera región más representada se trata de la isla de Ibiza, aunque únicamente esté de forma clara en el Castellet de Banyoles, representando un 9% del origen del total de las piezas. 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 mismo nordeste tendría una escasa relevancia, en la que, en los gráficos sobre la procedencia, se observa cómo se circunscribe a la región del Molar-Bellmunt-Falset. No obstante, tal como se ha mencionado en el apartado arqueometría sería necesario un análisis más profundo sobre el anillo para determinar si se trataría de un objeto procedente de las minas de Ballcoll o si el análisis de isótopos de plomo habría marcado el plomo utilizado en la copelación y se trataría 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 muy interesante al tratarse de yacimientos relativamente cercanos a la zona de beneficio, a pesar de que su 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, siendo un punto de gran relevancia a la hora de determinar el contacto y el intercambio entre Grecia y la polis de Emporion.

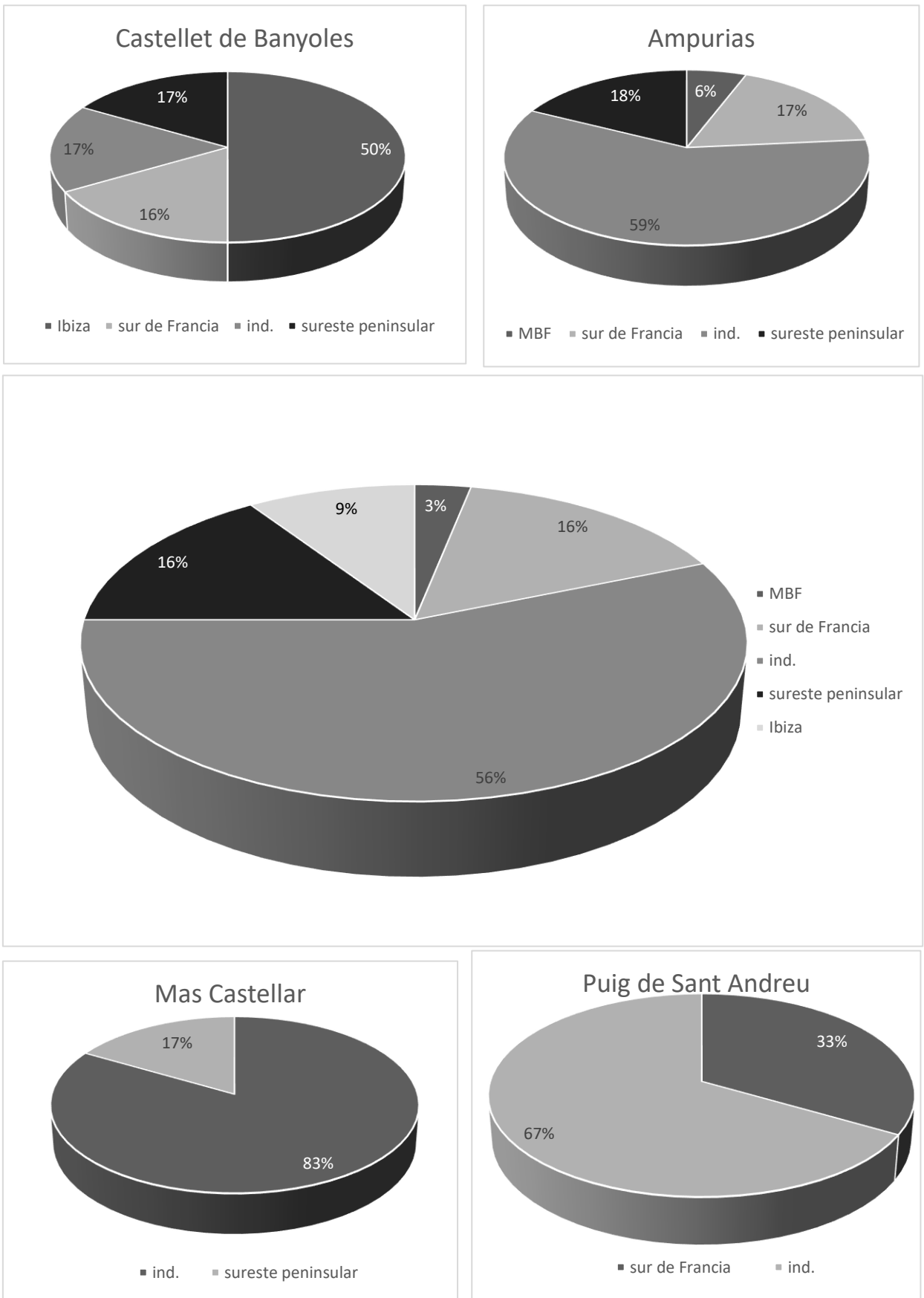


Figura 48 Posible procedencia materias primas

Los yacimientos estudiados del nordeste peninsular no parecen haber sido ubicados en los distintos emplazamientos como asentamientos de explotación del mineral. Si bien en todos ellos se ha documentado el trabajo del metal, éste seguramente les llegaba de otras regiones, teniendo muy poca importancia en este tipo de trabajos el material de origen local. Esta situación es contraria a lo representado en la comparativa para la zona del sur peninsular, en la cual tendrían 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 seguirían estrategias comerciales para el aprovisionamiento, las cuales se llevarían a cabo en el caso de estudio con las regiones ibéricas y púnicas del sureste peninsular, la zona de Ibiza controlada también por los púnicos y el Sur de Francia. La utilización de estas estrategias comerciales para la obtención del mineral explicaría en gran medida el gran número de indeterminadas, ya que la plata de las diferentes regiones tendería a mezclarse, en la cual independientemente del objeto no se utilizaría el material de una localización concreta.

La tipología del objeto de estudio, tratándose mayoritariamente de 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 contiene la plata y el de bismuto, en los que a mayores resultados más posibilidades existen de este

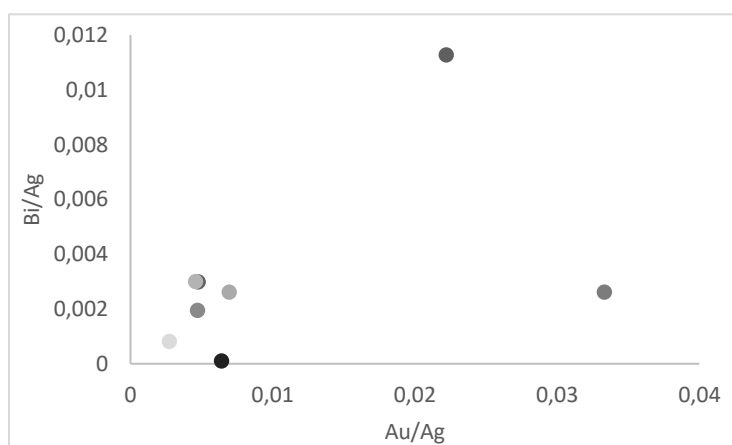


Figura 49 Contenido de bismuto en función de los valores del oro, en relación con la plata

posible reciclaje. El problema en la aplicación de este método en el objeto de estudio es el escaso número de individuos estudiados que tiene dentro de su composición química el bismuto.

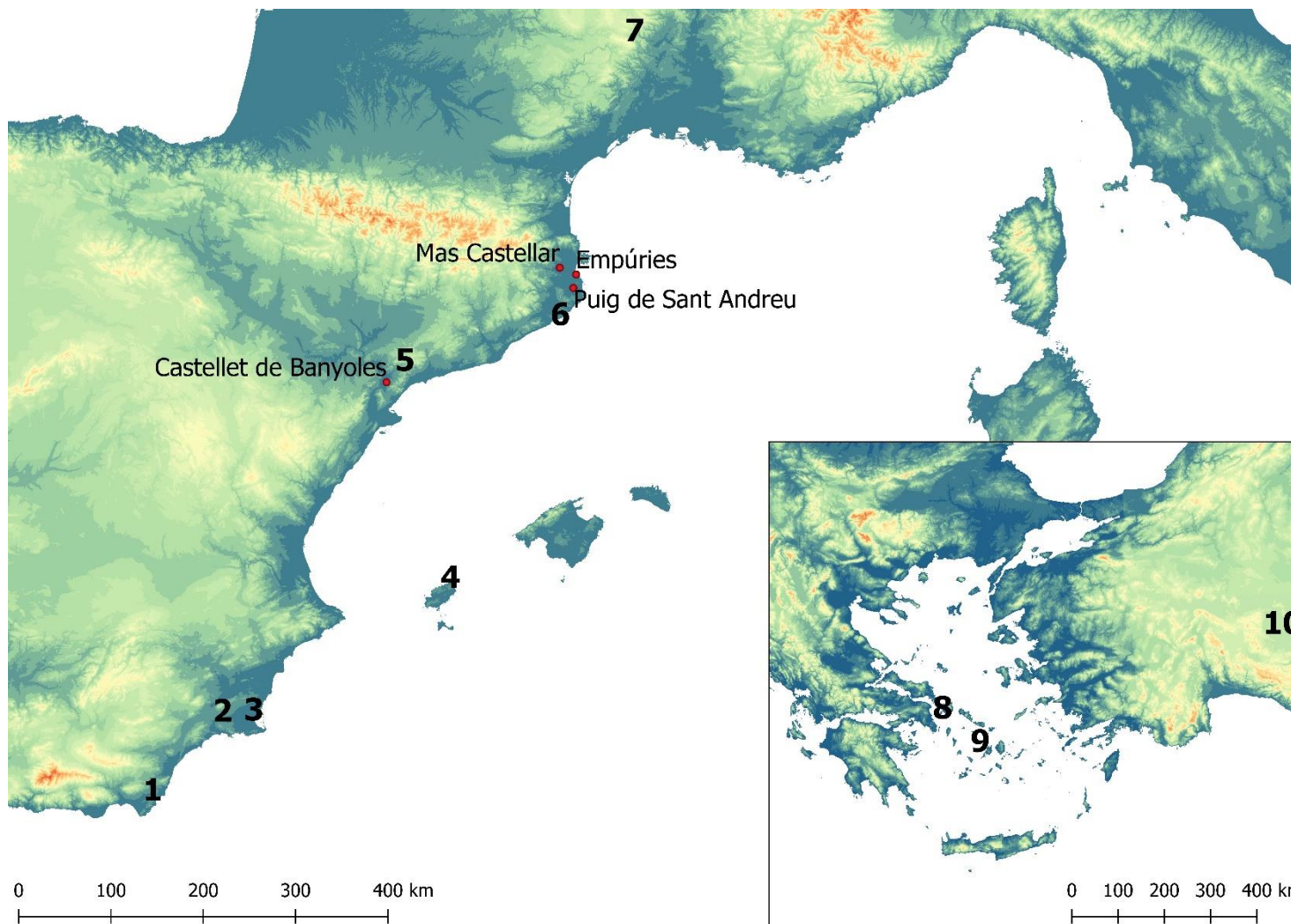


Figura 50 Mapa yacimientos de estudio y posibles lugares de procedencia de la materia prima. 1. Cabo de Gata, 2. Mazarrón, 3. Cartagena, 4. Ibiza, 5. Molar-Bellmunt-Falset, 6. Girona, 7. sur de Francia, 8. Laurion, 9. Siphnos, 10. Monte Tauro

A pesar de ello, se observa cómo solo dos de estos tienen un porcentaje relativamente alto, aunque no lo suficiente como para afirmar rotundamente que se han sometido a grandes procesos de reciclaje.

No obstante, el escaso número de individuos no es determinante para poder afirmar que no se producían estos procesos, más teniendo en cuenta que algunos de los que se han podido incluir en el gráfico (fig. 49), tenían un lugar de procedencia claro y, por tanto, podrían no haberse sometido a estos procesos. Queda en duda en aquellas piezas indeterminadas sin contenido de bismuto u oro si podrían ser resultado de metal reciclado

Estos resultados 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 la composición de las monedas de los últimos siglos a.n.e. Así mismo el presente trabajo parece indicar las mismas hipótesis con respecto a la indeterminación de los objetos, en los que se sugiere que para obtener la plata de su fundición se tendía a refundir objetos ya existentes para la confección final del objeto, 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, pago de mercenarios o 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 los 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, personalizándose 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 a 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 mayoritariamente no suelen alcanzar valores muy elevados, estando por debajo del 1%, que les situaría como elementos minoritarios o traza. La superación de estas cifras tal como se puede ver en el gráfico (fig. 51) se da en los elementos de oro, cobre y plomo.

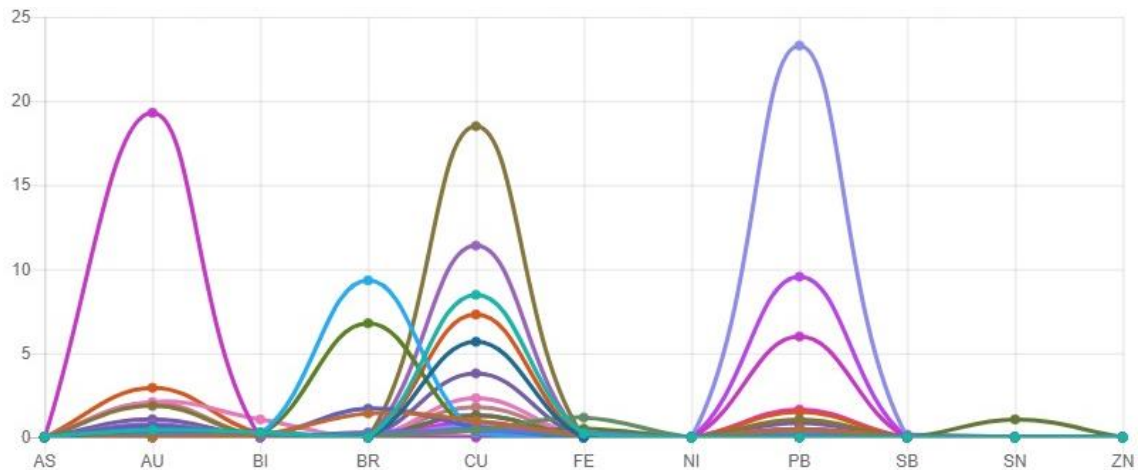


Figura 51 Gráfico de los elementos secundarios de la composición química de la materia de estudio

Los elevados valores en cobre superiores al 5% en el gráfico podrían asociarse a una práctica de devaluación, pero éstos tal como se observa son minoritarios, siendo una constante los bajos niveles de este material. Los altos niveles de cobre son más comunes y pueden ser causados por 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.

En caso de los valores del oro, a pesar de ser bajos salvo en una excepción, tal como se ha podido observar en el apartado comparativa suelen estar representados con bajos niveles en los objetos y monedas de plata.

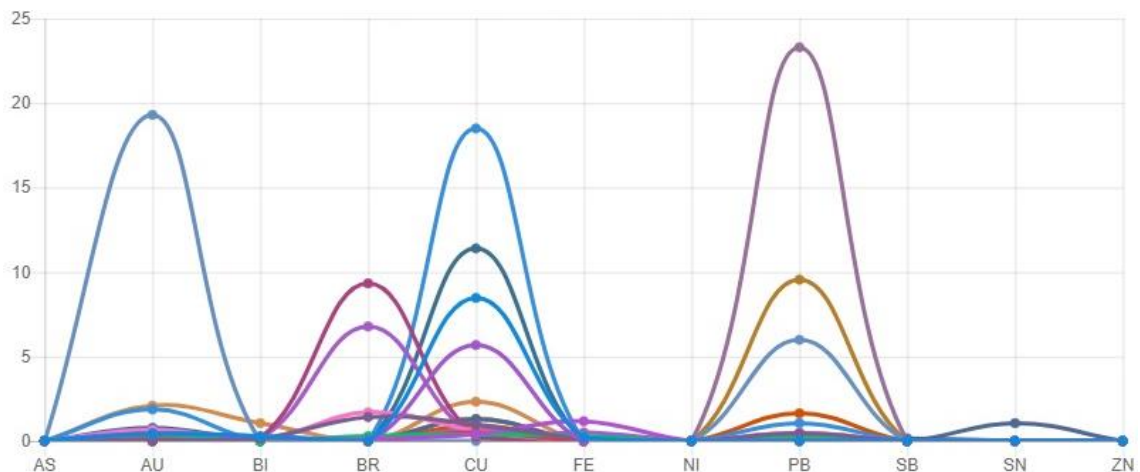


Figura 52 Gráfico de los elementos secundarios de la composición química de las monedas de estudio

Al realizar el segundo gráfico para comparar los elementos secundarios manteniendo únicamente las monedas, fig. 52, se aprecia como los elementos más sobresalientes permanecen. Lo que podría mostrar como los objetos poseen una ley de plata y muy similar, sugiriendo el empleo de los mismos procesos para la manufactura tanto de objetos y monedas.

No se puede apreciar una relación directa entre las cantidades de plata y la calidad iconográfica de las muestras, en la que los porcentajes de 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 de procedencia, manteniéndose a grandes rasgos estables independientemente del origen de éstas. A pesar de ello, permiten complementar la información disponible sobre los materiales y sobre su proceso productivo, en los cuales destacan los procesos de copelación de galenas como mineral de origen principal.

## 7. Conclusiones

Desde el siglo VI a.C. en el nordeste peninsular se encuentran una serie de elementos en base plata que podrían haber tenido influencia griega y que se caracterizan por la gran pureza de la plata fruto del dominio de la técnica de la copelación. Durante el transcurso de la II 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 dichas monedas se intensifica en los preludios 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 diferentes sociedades ibéricas. Diferentes ciudades ibéricas, durante este período, empezaron a contar en sus inmediaciones con cecas en las que copiaban los patrones métricos e iconográficos de las monedas de la ciudad de Rhode y Emporion.



Figura 53 Moneda ibérica núm. inventario 47225

Estas 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 intentaban copiar los caracteres griegos sin demasiado éxito. El peso y composición de las mismas recordaban a éstas, y podían ser intercambiadas fácilmente entre estas dos civilizaciones. Así mismo los patrones métricos fenicio-púnicos vigentes en la Península Ibérica podrían haber facilitado, a su vez, el intercambio con estos pueblos.

La procedencia de estas materias primas se correspondería principalmente a la isla de Ibiza, el sur de Francia, las regiones griegas y la zona del sureste peninsular, en las que jugarían un importante papel las minas de Cartagena y Mazarrón y en menor medida la región del Cabo de Gata. Este hecho significaría que **las minas del nordeste no tendrían 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 aportan información muy significativa conforme a la reutilización y mezcla de materiales de distintas procedencias. Estos procesos de mezcla

y/o reciclado podrían desprenderse de la necesidad de grandes desplazamientos para abastecerse, lo que favorecería el refundido de objetos ya existentes. La mezcla de elementos de distinta procedencia es una constante en todos los objetos analizados en el trabajo, 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 la misma, procedente de territorios de influencia fenicio-púnica, marca una clara relación entre las polis griegas peninsulares y esta cultura, 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. Comercio que, por otro lado, permitió financiar la contienda a favor de Roma y con ello posteriormente el paso de las minas a las estructuras romano-republicanas.

Por otro lado, el intercambio con el sur de Francia y sus diferentes culturas ibéricas y celtas quedó atestiguado en su cultura material en la que alrededor del siglo IV-III a.C. aparecieron las primeras dracmas de imitación, en las que destacan las que copian los valores iconográficos de Rhode (Callegarin, et al., 2013).

En conclusión, las colonias griegas del nordeste peninsular jugaron un verdadero papel de emporio comercial en el que se recibían materiales de distinta procedencia. La arqueometría se presenta de esta forma como una disciplina auxiliar muy valiosa a la hora de establecer o confirmar este tipo de relaciones, en las que se puede afirmar de forma rotunda la influencia directa o indirecta que tuvieron las cecas de Emporion y Rhodes con el resto de territorios del nordeste. A su vez, permite matizar la rivalidad entre pueblos fenicios y griegos en los que las estrategias de solidaridad e intercambio jugaron un papel relevante en las actividades metalúrgicas de la plata en Cataluña.

## Bibliografía

Adroher, A., Pons, E. & Ruíz de Arbulo, J., 1993. El yacimiento de Mas Castellar de Pontós y el comercio del cereal ibérico en la zona de Emporió y Rhode (s. IV-II a.C.). *Archivo español de arqueología*, 66(167-168), pp. 31-70.

Antelo, T., Brueso, M., Gabaldon, A. & Martín, A., 2010. *La técnica radiográfica en los metales históricos*. Madrid: Ministerio de Cultura.

Aquilué, X., 2012. Las colonias griegas en Iberia. En: X. Aquilue & P. Cabrera, eds. *Iberia graeca. El legado arqueológico griego de la Península Ibérica*. Sant Martí d'Empúries: Iberia Graeca, pp. 46-57.

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*. Aix-en-Provence: Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme, pp. 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: M. Belarte, y otros eds. *Iberos del Ebro: actas del II congreso internacional (Alcañiz-Tivissa, 16-19 de noviembre de 2011)*. Alcañiz: Institut Català d'Arqueologia Clàssica, pp. 173-193.

Baqué, C., Casas, S. & Martín, A., 2007. El yacimiento ibérico de Ullastret y su relación con el entorno. En: P. Varela, ed. *IV Congreso Internacional sobre Musealización de Xacementos Arqueolóxicos: Conservación e presentación de xacementos arqueolóxicos no medio rural. Impacto social no territorio*. A Coruña: Xunta de Galicia, pp. 177-182.

Benito-Calvo, A., Campaña, I. & Karampaglidis, T., 2014. Conceptos básicos y métodos en geoarqueología: geomorfología, estratigrafía y semintología. *Treballs d'Arqueologia*, 1(20), pp. 41-54.

Bugoi, R. y otros, 1999. Archaeometrical studies of Greek and Roman silver coins. *Journal of Radioanalysis and Nuclear Chemistry*, 3(242), pp. 777-781.

Cabrera, P., 2012. Los griegos en occidente. En: X. Aquilue & P. Cabrera, eds. *Iberia graeca. El legado arqueológico griego de la Península Ibérica*. Sant Martí d'Empúries: Iberia Graeca, pp. 17-24.

Callegarin, L., Geneviève, V. & Hiriart, E., 2013. Production et circulation monétaire dans le sud-ouest de la Gaule à l'âge du Fer (IIIe-1er s.a.C.). En: A. Collin & F. Verdin, eds. *L'âge du Fer en Aquitaine et sur ses marges*. Santander: Aquitania Supplément 30, pp. 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.)*. Glasgow: International Numismatic Congress, pp. 199-237.

Campo, M., 1998. Les primeres monedes dels ibers. En: *II Curs d'Història monetària d'Hispania. La moneda en la societat ibèrica*. Barcelona: Gabinet Numismàtic de Catalunya, pp. 27-48.

Campo, M., 1999. Els exèrcits i la monetització d'Hispania (218-45 a.C.). En: *III Curs d'Història monetària d'Hispania. Moneda i exèrcits*. Barcelona: Gabinet numismàtic de Catalunya, pp. 59-82.

Campo, M., 2003. Nuevos datos sobre la moneda en la colonia de Rhode. En: C. Alfaro, C. Marcos & P. Otero, eds. *XIII Congreso Internacional de Numismática*. Madrid: Ministerio de Cultura, pp. 323-330.

Campo, M., 2008. La fabricació de moneda als tallers grecs d'ibèria: Emporion i Rhode. En: M. Campo, ed. *XII Curs d'Història monetària d'Hispania: els tallers monetaris*. Barcelona: Museu Nacional d'Art de Catalunya.

Campo, M., 2008. Tesoro de dracmes emporitanes hallado en el Puig de Sant Andreu (Ullastret). Estudio de las monedas). *NVMISMA*, 1(251), pp. 65-78.

Campo, M., 2012. Els cultes i les primeres imatges monetàries d'Emporion. En: *Déus i mites de l'antiguitat. L'evidència de la moneda d'Hispania*. Barcelona: Museu Nacional d'Art de Catalunya, pp. 14-19.

Campo, M., 2012. La moneda ibérica en el nordeste de la citerior. En: G. Sinner, ed. *La moneda de los íberos. Ilturo y los talleres layetanos*. Premià de Mar: Museu de l'Estampació de Premià de Mar, pp. 17-87.

Caridi, F. y otros, 2013. XPS and XRF depth patina profiles of ancient silver coins. *Applied surface science*, 1(272), pp. 82-87.

Casas, S., Martín, A. & Baqué, C., 2005. El yacimiento ibérico de Ullastret de la excavación a la contextualización. En: C. de Francia & R. Erice, edits. *Congreso Internacional sobre Musealización de Yacimientos Arqueológicos. De la excavación al público: procesos de decisión y creación de nuevos recursos*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico, pp. 229-234.

Chernyshiev, I.V.; Chugaev, A.V. & Shatagin, K.N., 2007. High-Precision Pb Isotope Analysis by Multicollector-ICP-Mass-Spectrometry using 205Tl/203 Tl normalization: Optimization and Calibration of the Method for the Studies of Pb Isotope Variations, *Geochemistry International*, 45 (11), pp. 1065-1076.

Chevillon, J., 2014. Le monnayage de Marseille grecque et sa diffusion territoriale dans le milieu indigène du Sud-Est. En: S. Bouffier & D. Garcia, edits. *Les territoires de Marseille antique*. Arles: errance, pp. 121-132.

de Prado, G., 2010. La fortificación ibérica del Puig de Sant Andreu (Ullastret, Cataluña): aspectos técnicos, formales y funcionales. En: H. Tréziny, ed. *Grecs et Indigènes de la Catalogne à la Mer Noire. Actes des rencontres du programme européen Ramses*. Aix-en-Provence: Errance, pp. 567-580.

Diloli, J. & Ferré, R., 2007. Arquitectura de las fortificaciones y sus elementos defensivos en el curso inferior del Ebro durante la época ibérica. En: VV.AA, ed. *Actes del IV Congreso Internacional sobre fortificaciones. Las fortificaciones y el mar*. Alcalá de Guadaíra: Ayuntamiento de Alcalá de Guadaíra, pp. 291-301.

Eiroa, J., Bachiller, J., Castro, L. & Lomba, J., 1999. *Nociones de tecnología y tipología en prehistoria*. Barcelona: Ariel.

Fernández, M. y otros, 1999. Análisis de muestras arqueometalúrgicas mediante técnicas nucleares. *Caesaraugusta*, 1(73), pp. 177-184.

Flament, C. & Marchetti, P., 2004. Analysis of ancient silver coins. *Nuclear instruments and methods in physics research B.*, 1(226), pp. 179-184.

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), pp. 551-577.

García-Bellido, M., 2013. Los griegos de Iberia en época arcaica y clásica según datos metrológicos y numismáticos. En: M. De Hoz & G. Mora, edits. *El oriente griego en la Península Ibérica. Epigrafía e Historia*. Madrid: Real Academia de la Historia, pp. 111-136.

García-Bellido, M., Bellón, J. & Montero, I., 2015. La moneda de un campo de batalla Baecula. En: *La Segunda Guerra Púnica en la península ibérica: Baecula: arqueología de una batalla*. Jaén: Universidad de Jaén, pp. 397-425.

Genera, M., 2015. *Seguint la petja dels ibers. Una panoràmica del Camp de Tarragona i de les Terres de l'Ebre*. Tarragona: Diputació de Tarragona.

Giardino, C., 2002. *I metalli nel mondo antico. Introduzione all' archeometallurgia*. Roma: Editorial Laterza.

Hunt, M., 1998. Análisis de isótopos de plomo aplicados a la arqueología. En: J. Fernández & F. Sarabia, edits. *Arqueometalurgia del bronce. Introducción a la metodología de trabajo*. s.l.:Studia Archaológica, n.86, pp. 46-68.

Ixer, R., 1999. Role of ore geology and ores in the Archaeological Provenancing of Metals. En: S. Young, A. Pollard, P. Budd & R. Ixer, edits. *Metals in Antiquity*. Orford: BAR International Series, pp. 43-52.

Karydas, A., 2007. Application of a portable XRF spectrometer for the non-invasive analysis of museum metal artefacts. *Annali di Chimica*, 1(97), pp. 419-432.

Kassianidou, V., 2003. Early extraction of Silver from complex polymetallic ores. En: P. Craddock & J. Lang, edits. *Mining and metal production. Through the ages*. London: British Museum Press, pp. 198-206.

Macfarlane, A., 1999. The lead isotope method for tracing the sources of metal in archaeological artefacts: strengths, weaknesses and applications in the western hemisphere. En: S. Young, A. Pollard, P. Budd & R. Ixer, edits. *Metals in Antiquity*. Oxford: BAR International Series, pp. 310-316.

Maintenant, J. & Munoz, M., 2017. L'exploitation des gisements non-ferreux des Pyrénées de l'Est aux toix derniers siècles avant notre ère: une ruée vers l'argent? Les cas des Corbières. *Treballs d'Arqueologia*, 1(21), pp. 149-179.

Margall, J. y otros, 2004. La zona 14 de l'oppidum del Puig de Sant Andeu d'Ullastret un conjunt arquitectònic dels segles IV i III a.C.. *Cypsela*, 15(1), pp. 265-284.

Mar, R. & Ruiz de Arbulo, J., 1993. *Ampurias Romana. Historia, Arquitectura y Arqueología*. Sabadell: AUSA.

Mohen, J., 1992. *Metalurgia prehistórica. Introducción a la paleometalurgia*. Barcelona: Masson.

Moncunill, N., 2007. La llengua de les inscripcions ibèriques sobre moneda. En: M. Campo, ed. *La interpretació de la moneda: passant i present. XI Curs d'Història monetària d'Hispania*. Barcelona: Gabinet de numismàtica de Catalunya, pp. 87-102.

Montero Ruiz, I., 2010. *Manual de arqueometalurgia*. Alcalà de Henares: s.n.

Montero Ruiz, I., 2018. La procedencia del metal: consolidación de los estudios isotópicos de plomo en la Península Ibérica. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 28 (1).

Montero, I., Galán, E. & Martínez, M., 2016. Objetos o materia prima: problemas en la interpretación de procedencias con análisis de isótopos de plomo. En: *Boletín del museo arqueológico nacional*. Madrid: Ministerio de educación, cultura y deporte, pp. 81-98.

Montero, I. y otros, 2008. Caracterización analítica de la producción metalúrgica protohistórica de plata en Cataluña. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 18(1), pp. 292-316.

Montero, I. & Hunt, M., 2006. Aplicació d'anàlisis d'isòtops en la investigació arqueometal·lúrgica. *Cota Zero*, Volum 21, pp. 87-95.

Montero, 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), pp. 203-212.

Montero, I. y otros, 2011. Estudio de procedencia del metal en monedas prerromanas. En: *Actas del V congreso internacional sobre minería histórica en el suroeste europeo (León, 2008)*. La Pobra de Segur: Sedpgym, pp. 312-325.

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 ed. Granada: Universidad de Granada.

Murillo-Barroso, M. y otros, 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), pp. 322-334.

Murillo-Barroso, M., Montero, I. & Bartelheim, M., 2014. Native silver resources in Iberia. En: *Metals of power. Early gold and silver*. Halle: Tagungen des landesmuseums für vorgeschichte, pp. 257-267.

Noguera, J., 2002. *Ibers a L'Ebre*. Flix: Centre d'Estudis de la Ribera d'Ebre.

Noguera, J., 2008. Los inicios de la conquista romana de Iberia: los campamentos del curso inferior del río Ebro. *Archivo Español de Arqueología*, 81(1), pp. 31-48.

Olmos, P., 2008. Adaptación metrològica grega en l'arquitectura bèrica de Catalunya: Puig de Sant Andreu d'Ullastret i Mas Castellar de Pontós. *Cypselà*, 17(1), pp. 273-285.

Patisot-Sillon, C. & Sarah, G., 2018. Production monétaire et stratégies d'approvisionnement de l'argent en Occident nord-méditerranéen (II-I siècle av.n.è.). *Rico, Ch.; Orejas, A. (coord.). Los metales preciosos: de la extracción a la acuñación (Antigüedad-Edad Media). Dossier des Mélanges de la Casa de Velázquez*, 48(1), pp. 137-163.

Pena, M., 2012. Imatges gregues a emissions d'Ibèria. En: *Déus i mites de l'antiguitat. L'evidencia de la moneda d'Hispania*. Barcelona: Gabinet numismàtic de Catalunya, pp. 20-26.

Pernicka, E., 2014. Provenance determination of archaeological metal objects. En: B. Robert & C. Thornton, edits. *Archaeometallurgy in global perspective*. New York: Springer, pp. 239-268.

Pernicka, E., 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*, 1(XXX), pp. 1-4.

Petrillo, P., 1994. Técnica monetaria e metalli monetali, il problema dei "falsi". En: M. De la Bandera & F. Chaves, edits. *Métodos analíticos y su aplicación a la arqueología*. Ecija: Gráficas Sol, pp. 51-66.

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: M. Campo, ed. *XII Curs d'Història monetària d'Hispania: els tallers monetaris*. Barcelona: Museu Nacional d'Art de Catalunya, pp. 29-41.

Pitarch, A. & Queralt, I., 2010. Energy dispersive X-ray fluorescence analysis of ancient coins: The case of Greek silver drachmae from Emporion site in Spain. *Elsevier*, 1(268), pp. 1682-1685.

Rafel, N., Montero, I., Hunt, M. & Armada, X., 2014. Nuevos datos sobre la minería pre y protohistórica en Cataluña. *CPAG*, 1(24), pp. 147-166.

Rafel, N. y otros, In Press. Lead and copper mining in Priorat country (Tarragona, Spain): from cooperative Exchange networks to colonial trade (2600-500 BC). En: *Metals, minds and mobility: integrating scientific data with archaeological theory*. s.l.:Oxbow Books.

Rehren, T. & Pernicka, E., 2008. Coins, artefacts and isotopes. Archaeometallurgy and archaeometry. *Archaeometry*, 2(50), pp. 232-248.

Ripollès, P., 2012. La numismática griega en iberia. Cecas y circulación monetaria. En: X. Aquilue & P. Cabrera, edits. *Iberia graeca. El legado arqueológico griego de la Península Ibérica*. Sant Martí d'Empúries: Iberia graeca, pp. 74-81.

Rovira, C., 1993. Metal·lúrgia ibèrica: identificació i interpretació dels atuells de reducció gressols arran de les troballes de l'Illa d'en Reixac (Ullastret, Baix Empordà). *Cypsele*, 1(10), pp. 61-69.

Rovira, M., 1997. De bronzistes a ferrers: dinàmiques de la metal·lúrgia protohistòrica al nord-est peninsular. *Cota Zero*, 13(1), pp. 59-70.

Rovira, M., 2000. Los talleres de herrero en el mundo ibérico: aspectos técnicos y sociales. *Sagvntvm-Plav*, 1(extra 3), pp. 265-270.

Rovira, S., 1994. Composición y estructura de los objetos metálicos arqueológicos: metodología analítica. En: M. De la Bandera & F. Chaves, edits. *Métodos analíticos y su aplicación a la arqueología*. Ecija: Gráficas Sol, pp. 33-50.

Ruiz de Arbulo, J., 1984. Emporion y Rhode. Dos asentamientos portuarios en el Golfo de Roses. *Arqueología espacial*, 4(1), pp. 115-140.

Ruiz de Arbulo, J., 1989. Soportes y toberas. Los ejemplares de Emporion. *Archivo español de arqueología*, 62(159-160), pp. 315-324.

Ruiz de Arbulo, J., 1992. Emporion, ciudad y territorio (s.VI-I a.C.). *Revista d'arqueologia de Ponent*, 2(1), pp. 59-74.

Ruiz de Arbulo, J., 2002-2003. Santuarios y fortalezas. Cuestiones de indigenismo, helenización y romanización en torno a Emporion y Rhode (c. VI-I a.C.). *Cuadernos de prehistoria y arqueología*, 28-29(1), pp. 161-202.

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), pp. 43-63.

Sardà, S., Diloli, J., Bea, D. & R., F., 2010. El espacio de las élites: poder y ritual en la protohistoria del curso inferior del Ebro (siglos VII-III ANE). *Aqueología Espacial*, 28(1), pp. 65-90.

Scaife, B., Budd, P., McDonnell, J. & Pollard, A., 1999. Lead isotope analysis, oxide ingots and the presentation of scientific data in archaeology. En: S. Young, A. Pollard, P. Budd & R. Ixer, edits. *Metals in Antiquity*. Oxford: BAR International Series, pp. 122-133.

Shalev, S. & Shilstein, S., 2016. XRF Analysis of silver coins and various silver objects. En: Y. Farhi, ed. *The numismatic finds. Coins and related objects*. Jerusalem: Israel Exploration Society, pp. 167-184.

Soriano, I., 2013. *Metalurgia y sociedad en el nordeste de la Península Ibérica (finales del IV-II milenio ANE)*. Oxford: BAR International Series.

Stos-Gale, Z. & Gale, N., 2009. Metal provenancing using isotopes and the Oxford archaeological lead isotope database (OXALID). *Archaeol Anthropol Sci*, Volumen 1, pp. 195-213.

Tykot, R., 2016. Using nondestructive portable x-ray fluorescence spectrometers on stone, ceramics, metals and others material in museums: advantages and limitations. *Applied spectroscopy*, 1(70), pp. 42-56.

Tylecote, R., 1987. *The Early History of Metallurgy in Europe*. Londres: Longman Archaeology Series.

Villaronga, L., 1997. *Monedes de plata emporitanes dels segles V-IV a.C.*. Barcelona: Societat Catalana d'Estudis Numismàtics. Institut d'Estudis Catalans.

Villaronga, L., 2000. *Les monedes de plata d'Emporion, Rhode i les seves imitacions. De principis del segle III a.C. fins l'arribada dels romans al 218 a.C.*. Barcelona: Societat Catalana d'Estudis Numismàtics. Institut d'Estudis Catalans.

Wood, J., Charlton, M., Murillo-Barroso, M. & Martín-Torres, M., 2017. Iridium to provenance ancient silver. *Journal of Archaeological Science*, 1(81), pp. 1-12.

## Anexo: Base de datos

**Datos Identificación**

Nº de análisis	PA22806	Nº de inventario	MAC47221	Ubicación	MAC Barcelona
Yacimiento	Castellet de Banyoles	Municipio	Tivissa	Comarca y Provincia	Ribera d'Ebre, Tarragona

**Datos pieza**

Tipología Victoriato Conservación Buena

Descripción Moneda de plata en forma de circunferencia:

- Deidad masculina, representada con barba y rizos, rostro de perfil mirando hacia la derecha. A su alrededor se contornea el numerario con una línea de puntos.
- Victoria alada entregando corona de laurel a soldado con casco y escudo redondo, en la parte inferior leyenda recta.

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

Lugar de procedencia materia prima

Lugar del hallazgo

Cronología III a.C.

Ceca Roma

Observaciones

Bibliografía

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF

Si

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 de análisis PA22806      Nº de inventario MAC47222      Ubicación MAC Barcelona  
 Yacimiento Castellet de Banyoles      Municipio Tivissa      Comarca y Provincia Ribera d'Ebre,  
 Tarragona

**Datos pieza**

Tipología Victoriato      Conservación Buena, parcialmente gastada

Descripción Moneda circular de plata:  
 - Rostro masculino de perfil hacia la derecha con barba y pelo rizado circunscrito dentro de un círculo formado por puntos.  
 - Victoria alada posando la corona de laurel sobre guerrero con casco y escudo redondo, bajo estos la leyenda ROMA y sobre los dos separando la deidad del

Epigrafía Leyenda recto con la palabra ROMA, O formada por un único punto, letra M muy abierta y A sin astil central.

Lugar de procedencia materia prima

Lugar del hallazgo

Cronología III a.C.

Ceca Roma

Observaciones

Bibliografía

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	5.68	nd	nd	93.6	nd	nd	0.43	nd	0.28	

Notas

LIA No

208/206

207/206

206/204

208/204

207/204

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis	PA22808	Nº de inventario	MAC47225	Ubicación	MAC Barcelona
Yacimiento	Castellet de Banyoles	Municipio	Tivissa	Comarca y Provincia	Ribera d'Ebre, Tarragona

**Datos pieza**

Tipología Imitación dracma                      Conservación Desgastada

**Descripción** - Rostro femenino de la deidad de perfil hacia la derecha, muestra el pelo recogido y rizado, la figura luce un collar y esta acompañada por un delfín, quedando los otros dos desplazados de la moneda probablemente por un error de acuñación.  
 - Pegaso, con cabeza modificada, encabritado bajo el cual reposa la figura de un lobo, bajo la cual se halla la leyenda en ibero siguiendo el contorno de la moneda.

**Epigrafía** I-L-TI-R-TA sigue el controrno de la moneda, parte inferior del símbolo TA representado con una X borrado.

**Lugar de procedencia materia prima**

**Lugar del hallazgo**

**Cronología** III a.C.

**Ceca** Itirta

**Observaciones**

**Bibliografía**

**Datos análisis arqueométrico**

**Análisis XRF** Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
0.13	nd	0.98	nd	nd	96.8	nd	nd	nd	0.46	0.14	br= 1.42

**Notas**

**LIA** No

208/206

207/206

206/204

208/204

207/204

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis	PA22809	Nº de inventario	MAC47224	Ubicación	MAC Barcelona
Yacimiento	Castellet de Banyoles	Municipio	Tivissa	Comarca y Provincia	Ribera d'Ebre, Tarragona

**Datos pieza**

Tipología Imitación dracma                      Conservación Buena

Descripción - Rostro femenino de la deidad de perfil hacia la derecha, pelo rizado representado esquemáticamente en un semirecogido, en el cuello un colgante representado con bolitas. A su alrededor tres delfines.  
- Pegaso con cabeza modificada en la que se detallan las plumas bajo las alas, en la parte inferior leyenda griega.

Epigrafía Leyenda errónea traducible por Ku- $\rho$ n

Lugar de procedencia materia prima Ibiza

Lugar del hallazgo

Cronología 225-220 a.C.

Ceca Grupo Q

Observaciones

Bibliografía leyenda: MLH III.1, p. 246-247

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

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

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.087353	0.841250	18.64902	38.92709	15.68849

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis PA22809B      Nº de inventario MAC47224      Ubicación MAC  
 Yacimiento Castellet de Banyoles      Municipio Tivissa      Comarca y Provincia Ribera d'Ebre, Tarragona

**Datos pieza**

Tipología Imitación dracma      Conservación Buena

Descripción - Rostro femenino de la deidad de perfil hacia la derecha, pelo rizado representado esquemáticamente en un semirecogido, en el cuello un colgante representado con bolitas. A su alrededor tres delfines.  
 - Pegaso con cabeza modificada en la que se detallan las plumas bajo las alas, en la parte inferior leyenda griega.

Epigrafía Leyenda errónea traducible por Ku-rn

Lugar de procedencia materia prima

Lugar del hallazgo

Cronología III a.C.

Ceca Grupo Q

Observaciones Misma moneda que PA22809 limpia

Bibliografía leyenda: MLH III.1, p. 246-247

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
0.28	nd	0.37	nd	nd	98.4	nd	nd	0.36	0.16	0.01	Br= 0.29

Notas

LIA UPV MC-ICP-MS

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.087353	0.8412502	18.64902	38.92709	15.68849

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis	PA22810	Nº de inventario	MAC47226	Ubicación	MAC Barcelona
Yacimiento	Castellet de Banyoles	Municipio	Tivissa	Comarca y Provincia	Ribera d'Ebre, Tarragona

**Datos pieza**

Tipología Imitación dracma                      Conservación Buena

Descripción - Rostro femenino de la deidad de perfil hacia la derecha, pelo rizado representado esquemáticamente en un semirecogido, en el cuello un colgante representado con bolitas. A su alrededor tres delfines.  
- Pegaso con cabeza modificada en la que se detallan las plumas bajo las alas, en la parte inferior leyenda griega.

Epigrafía Leyenda errónea traducible por Ku- $\rho$ n

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo

Cronología III a.C.

Ceca Grupo Q

Observaciones

Bibliografía leyenda: MLH III.1, p. 246-247

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	0.51	nd	nd	98.9	nd	nd	0.27	0.16	0.08	

Notas

LIA UPV MC-ICP-MS

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.091974	0.8456877	18.54674	38.79928	15.68475

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis PA22811      Nº de inventario MAC47220      Ubicación MAC Barcelona  
 Yacimiento Castellet de Banyoles      Municipio Tivissa      Comarca y Provincia Ribera d'Ebre, Tarragona

**Datos pieza**

Tipología Denario      Conservación Muy gastada

Descripción - Rostro femenino de perfil hacia la derecha, porta un casco bajo el cual se puede apreciar la cabellera rizada.  
 - Jinetes galopando bajo los cuales de enmarca la leyenda.

Epigrafía (RO)MA

Lugar de procedencia materia prima

Lugar del hallazgo

Cronología III a.C.

Ceca Roma

Observaciones

Bibliografía

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

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



**Datos Identificación**

Nº de análisis PA22812      Nº de inventario MAC47219      Ubicación MAC  
 Yacimiento Castellet de Banyoles      Municipio Tivissa      Comarca y Provincia Ribera d'Ebre, Tarragona

**Datos pieza**

Tipología Denario      Conservación Muy desgastada, rallada y con gran presencia de óxido

Descripción - Figura femenina muy desgastada en la que no se aprecian detalles.  
 - Jinetes bajo los cuales se encuentra la leyenda recta enmarcada, ilegible por el desgaste.

Epigrafía No legible

Lugar de procedencia materia prima

Lugar del hallazgo

Cronología III a.C.

Ceca Roma?

Observaciones

Bibliografía

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	0.05	0.26	nd	nd	90.0	nd	nd	nd	0.12	0.2	Br= 9.33

Notas

LIA No

208/206

207/206

206/204

208/204

207/204

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis	PA22819	Nº de inventario	MAC4723	Ubicación	MAC
Yacimiento	Castellet de Banyoles	Municipio	Tivissa	Comarca y Provincia	Ribera d'Ebre, Tarragona

**Datos pieza**

Tipología Denario                      Conservación Muy desgastada

Descripción - Figura femenina con casco muy desgastada en la que no se aprecian detalles.  
- Jinetes.

Epigrafía

Lugar de procedencia materia prima    Ilegible

Lugar del hallazgo

Cronología                      III a.C.

Ceca                                Roma?

Observaciones

Bibliografía

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF											Si
Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
0.51	nd	0.27	nd	nd	92.2	nd	nd	nd	0.03	0.16	Br= 6.78

Notas

LIA                                 No

208/206

207/206

206/204

208/204

207/204

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis PA12291

Nº de inventario 5130

Ubicación MAC Empuries

Yacimiento Empúries

Municipio L'Escala

Comarca y Provincia Alt Empordà,  
Girona

**Datos pieza**

Tipología Fraccionario

Conservación Desgastada, fragmentada en 4 partes e  
incompleta

Descripción Tritartemorion

- Cabeza femenina de perfil hacia la derecha, porta un peinado recogido y rizado.
- Irreconocible por el desgaste.

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo Parking relacionada con hornos metalúrgicos tardorrepublicanos

Cronología 240-200 a.C.

Ceca Empúries

Observaciones Fecha hallazgo 1983

Bibliografía Montero, et al. 2008; Castanyer, et al., 2008; Montero, et al., 2009a;  
Montero. et al. 2011b; Rafel. et al. 2010b

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	nd	nd	nd	74.7	nd	nd	19.3	5.99	nd	

Notas

LIA TIMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.06681	0.8344	18.763	38.78	15.656

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis -	Nº de inventario 5827	Ubicación MAC Empúries
Yacimiento Empúries	Municipio l'Escala	Comarca y Provincia Alt Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología obolo Conservación muy desgastada y fragmentada

Descripción Atribuible a las emisiones de fraccionarios de Emporion anteriores a los dracmas  
 - Cabeza femenina  
 - Jinete

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo

Cronología Segunda mitad s.IV a.C.

Ceca Empúries

Observaciones Grupos 6-2 de Villaronga 1997; 0,57 gr.

Bibliografía Montero, et al. 2008; Castanyer, et al. 2008; Montero, et al. 2009; Rafel, et al.. 2010; Montero. et al. 2011

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF No

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

**Notas**

LIA TIMS UPV

<b>208/206</b>	<b>207/206</b>	<b>206/204</b>	<b>208/204</b>	<b>207/204</b>
2.0822	0.84826	18.615	38.759	15.664

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis	PA12290	Nº de inventario	6181	Ubicación	MAC Empúries
Yacimiento	Empúries	Municipio	L'Escala	Comarca y Provincia	Alt Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología Fraccionario                      Conservación Mala, fragmentada

Descripción Tritartemorion  
Anverso: cabeza femenina  
Reverso: pegaso

**Epigrafía**

Lugar de procedencia materia prima ind.

**Lugar del hallazgo**

Cronología III a.C.

Ceca Empúries

Observaciones No disponible en el museo

Bibliografía Montero, et al., 2008; Castanyer, et al. 2008; Montero, et al. 2009a;  
Montero. et al. 2011b; Rafel. et al. 2010b

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	18.5	nd	nd	78.6	nd	nd	1.87	1.06	nd	

**Notas**

LIA TIMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.07441	0.83844	18.662	38.712	15.646

Imagen 1

Imagen 2

**Datos Identificación**

Nº de análisis PA12292      Nº de inventario 2226      Ubicación MAC Empúries  
Yacimiento Empúries      Municipio L'Escala      Comarca y Provincia Alt Empordà,  
Girona

**Datos pieza**

Tipología Anillo      Conservación Fragmentado y muy corroído.

Descripción Anillo formado por una fina lámina de plata de 4mm de anchura sin decoraciones.  
Material martilleado y recocido

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima Cataluña? MBF

Lugar del hallazgo Necrópolis paleoibérica de la muralla NE

Cronología VI a.C.

Ceca NO

Observaciones Metalografía, 18x4mm.

Bibliografía

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	nd	nd	nd	99.9	nd	nd	nd	nd	nd	

Notas

LIA TIMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.09582	0.85287	18.348	38.454	15.648

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis PA12524

Nº de inventario 23023

Ubicación MAC Empúries

Yacimiento Empúries

Municipio L'Escala

Comarca y Provincia Alt Empordà,  
Girona**Datos pieza**

Tipología Cinturón

Conservación Buena

**Descripción** Diadema o cinturón de plata, estructura hecha a partir de malla formada por 5 anillos en vertical unidos mediante la técnica de la soldadura y unidas a su vez a la siguiente columna mediante una grapa elíptica rectangular. La pieza finaliza en los extremos en una pieza semitriangular, con los cantos redondeados y rematados a su vez por formas circulares con un relieve en espiral que permite circunvalar la pieza, la parte superior está rematada con una forma también circular exenta permitiendo el paso posiblemente de un cordel. En su interior se representan 6 círculos que conforman una pirámide y que en su interior en bajo relieve se representan otro círculo concéntrico. Por último se encuentra un amuleto circular de unos 6 cm de diámetro, el cual estaría muy ricamente decorado a partir de círculos concéntricos.

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo

Cronología VI a.C.

Ceca NO

Observaciones Estuvo quemada por el fuego y restaurada de antiguo

Bibliografía Montero, et al., 2008

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

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

Notas

LIA TIMS

208/206

207/206

206/204

208/204

207/204

2.088749

0.844157

18.5485

38.7444

15.6579

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis PA12406                  Nº de inventario 5832                  Ubicación MAC Empúries  
 Yacimiento Empúries                  Municipio L'Escala                  Comarca y Provincia Alt Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología **Dracma**                          Conservación Buena, parcialmente desgastada

Descripción - Rostro femenino de la divinidad de perfil hacia la derecha, luce el pelo rizado recogido.  
 - Pegaso modificado bajo el cual se encuentra la leyenda recta

Epigrafía          Leyenda recta: ΕΜΠΟΡΙΤΩΝ

Lugar de procedencia materia prima          Sur de Francia

Lugar del hallazgo                          Indeterminado

Cronología                          200-150 a.C.

Ceca                          Empúries

Observaciones                  Grupo 1 de Villaronga 2002; 3,86 gr.

Bibliografía                  Montero, et al., 2008; Castanyer, et al. 2008; Montero, et al. 2011b; Rafel et al. 2010

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF											Si
Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
		det.			det.				det.		

Notas

LIA	TIMS UPV
-----	----------

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.092994	0.84746	18.4949	38.711	15.6738

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis PA12404      Nº de inventario 27794      Ubicación MAC Barcelona  
Yacimiento Empúries      Municipio l'Escala      Comarca y Provincia Alt Empordà,  
Girona

**Datos pieza**

Tipología Dracma      Conservación Desgastada

Descripción - Cabeza femenina de la divinidad, pelo rizado y recogido con los tres delfines  
- Pegaso con cabeza modificada

Epigrafía Leyenda recta: ΕΜΠΟΡΙΤΩΝ

Lugar de procedencia materia prima SE de la Península Ibérica (Cartagena)

Lugar del hallazgo

Cronología II a.C. (inicio)

Ceca Empúries

Observaciones Grupo I de Villaronga 2002 nº 38

Bibliografía Montero, et al., 2008; Castanyer, et al. 2008; Montero, et al.; 2011; Rafel et al. 2010

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF      Si

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

Notas

LIA      TIMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.082705	0.83764	18.7047	38.9578	15.6679

Imagen 1

Imagen 2





**Datos Identificación**

Nº de análisis	-	Nº de inventario	36461	Ubicación	MAC Barcelona
Yacimiento	Empúries	Municipio	L'Escala	Comarca y Provincia	Alt Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología Fraccionario                      Conservación Desgastada

Descripción - elemento irreconocible por el desgaste  
- caballo

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima sur de Francia

Lugar del hallazgo

Cronología 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

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.09031	0.844139	18.5588	38.795	15.6663

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis -	Nº de inventario 5374	Ubicación MAC Empúries
Yacimiento Empúries	Municipio L'Escala	Comarca y Provincia Alt Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología Fraccionario                      Conservación Muy desgastada

Descripción - Cabeza femenina de frente  
- Jinete

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo Neapolis

Cronología V a.C.

Ceca Empúries

Observaciones 0,81 gr

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 de análisis	-	Nº de inventario	5917	Ubicación	MAC Empuries
Yacimiento	Empúries	Municipio	L'Escala	Comarca y Provincia	Alt Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología Fraccionario                      Conservación Buena

Descripción - Cabeza de león  
- Cabeza de cordero

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo Indeterminado

Cronología V a.C.

Ceca Empúries?

Observaciones 0,62 gr.

Bibliografía Vilaronga, 1994

**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>
2.068	0.839	18.821	38.917	15.791

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis - Nº de inventario 2901 Ubicación MAC Empúries  
 Yacimiento Empúries Municipio L'Escala Comarca y Provincia Alt Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología Dracma Conservación Regular, muy gastada

Descripción - Cabeza femenina de perfil hacia la derecha, porta el cabello rizado recogido y está rodeada por delfines  
 - Pegaso modificado con leyenda en la parte inferior siguiendo la orientación de esta.

Epigrafía ΕΜΠΟΡ(ΙΤΩΝ) parte final sale de la moneda

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo

Cronologia 220-175 a.C.

Ceca Empúries

Observaciones 3,73 gr.; 17 mm.

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  
 2.089 0.854 18.478 38.596 15.783

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis	-	Nº de inventario	5779	Ubicación	MAC Empúries
Yacimiento	Empúries	Municipio	L'Escala	Comarca y Provincia	Alt Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología	Fraccionario	Conservación	Desgastado
-----------	--------------	--------------	------------

Descripción

Epigrafía	Epigrafía ilegible
-----------	--------------------

Lugar de procedencia materia prima	ind.
------------------------------------	------

Lugar del hallazgo

Cronología	IV a.C.
------------	---------

Ceca	Empúries?
------	-----------

Observaciones	No disponible en el museo
---------------	---------------------------

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 de análisis	-	Nº de inventario	5757	Ubicación	MAC Empúries
Yacimiento	Empúries	Municipio	L'Escala	Comarca y Provincia	Alt Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología Fraccionario                      Conservación Muy desgastada

Descripción - Cabeza con un posible casco  
- Cabra

Epigrafía EM(ΠΟΡΙΤΩΝ)

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo

Cronología IV a.C.

Ceca Empúries

Observaciones 0,9 gr

Bibliografía Vilaronga, 1994

**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
2.077	0.839	18.837	39.128	15.8

Imagen 1

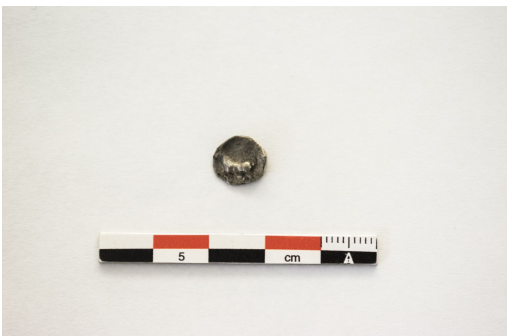


Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis - Nº de inventario GNC 76082 Ubicación Gab. Numis. Cat.  
 Yacimiento Empúries Municipio L'Escala Comarca y Provincia Alt Empordà,  
 Girona

**Datos pieza**

Tipología Fraccionario Conservación Desgastada y fraccionada en la parte superior

Descripción - Cabeza masculina posiblemente Apolo, representado con cabellera rizada y corta.  
 - Figura zoomorfica con posible epigrafía recta en la parte inferior.

Epigrafía Posible epigrafía pero ilegible

Lugar de procedencia materia prima sur de Francia

Lugar del hallazgo

Cronología IV a.C. (inicios)

Ceca Empúries?

Observaciones Tesorillo 1926, cuño A1R2, 0,93 gr

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
2.076	0.846	18.541	38.492	15.678

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis - Nº de inventario GNC 76054 Ubicación Gab. Numis. Cat.  
 Yacimiento Empúries Municipio L'Escala Comarca y Provincia Alt Empordà,  
 Girona

**Datos pieza**

Tipología Fraccionario Conservación Desgastada, fraccionada en la parte superior

Descripción - Cabeza femenina de la divinidad  
 - Irreconocible

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima sureste peninsular

Lugar del hallazgo

Cronología IV a.C. (inicios)

Ceca Empúries

Observaciones Tesorillo 1926, cuño A1R2, 0,96 gr

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
2.083	0.836	18.811	39.18	15.726

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis -	Nº de inventario 2168	Ubicación MAC Empúries
Yacimiento Empúries	Municipio l'Escala	Comarca y Provincia Alt Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología Fragmento fíbula                  Conservación Se conserva la parte superior

Descripción Fragmento superior de fíbula posiblemente zoomorfica, en el extremo izquierdo del arco se conserva el enganche con forma de caracol, mientras que en el derecho presenta una aleta o arpón que sugiere la cabeza de un posible caballo.

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima ind.  
 Lugar del hallazgo necrópolis muralla NE  
 Cronología 550-500 a.C.  
 Ceca NO  
 Observaciones 32x15mm  
 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
2.087	0.843	18.741	39.103	15.796

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis PA11009

Nº de inventario 1

Ubicación Mac Girona

Yacimiento Mas Castellar

Municipio Pontós

Comarca y Provincia Alt Empordà,  
Girona**Datos pieza**

Tipología Cospel

Conservación Buena

Descripción Cospel o lingote pequeño en forma de lagrima, con presencia convexa en el centro

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo

Cronología II Hierro

Ceca NO

Observaciones nº inv. museo 41327, 9,5 gr.

Bibliografía Montero, et al. 2008

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	0.67	nd	nd	75.9	nd	nd	0.16	23.3	nd	

Notas

LIA TMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.0892	0.83806	18.806	39.289	15.76

Imagen 1



Imagen 2



### Datos Identificación

Nº de análisis	PA11010	Nº de inventario	2	Ubicación	
Yacimiento	Mas Castellar	Municipio	Pontós	Comarca y Provincia	Alt Empordà, Girona

### Datos pieza

Tipología Cospel                      Conservación Buena

Descripción Forma circular-ovalada, plana por un lado, por el otro presenta un canal convexo en el centro.

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima SE de la Península Ibérica (Mazarrón)

Lugar del hallazgo

Cronología

Ceca NO

Observaciones nº inv. museo 41328; 1,77 gr.

Bibliografía Montero, et al., 2008

### Datos análisis arqueométrico

Análisis XRF                      Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	1.29	nd	nd	98.5	nd	nd	nd	0.19	nd	

#### Notas

LIA                                      TIMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.07959	0.8366	18.734	38.959	15.673

Imagen 1



Imagen 2





**Datos Identificación**

Nº de análisis PA11012      Nº de inventario 4      Ubicación MAC Girona  
 Yacimiento Mas Castellar      Municipio Pontós      Comarca y Provincia Alt Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología Cospel      Conservación Buena

Descripción Forma circular-ovalada plano por un lado, forma concava por el otro.

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo

Cronología II Hierro

Ceca NO

Observaciones nº inv. museo 41330; 1,73 gr.

Bibliografía Montero, et al., 2008

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	1.30	nd	nd	89.2	nd	nd	nd	9.55	nd	

Notas

LIA TIMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.09648	0.83947	18.857	39.539	15.833

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis PA11013      Nº de inventario 5      Ubicación MAC Girona  
Yacimiento Mas Castellar      Municipio Pontós      Comarca y Provincia Alt Empordà,  
Girona

**Datos pieza**

Tipología Cospel      Conservación Buena

Descripción Forma circular-ovalada, casi tirando a cuadrangular la forma, plano por ambos lados

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo

Cronología II Hierro

Ceca NO

Observaciones nº inv. museo 41331; 1,73 gr.

Bibliografía Montero, et al., 2008

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	2.33	nd	nd	94.1	nd	nd	2.09	0.46	1.06	

**Notas**

LIA TIMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.08281	0.83843	18.733	39.018	15.707

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis - Nº de inventario MCR 5.1 Ubicación MAC Girona  
 Yacimiento Mas Castellar Municipio Pontós Comarca y Provincia Alt Empordà,  
 Girona

**Datos pieza**

Tipología Fraccionario Conservación Parcialmente desgastado

Descripción - Cabeza de caballo representada esquemáticamente  
 - Forma indeterminada con presencia de un cuadrado incuso

Epigrafía NO

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo Superficial

Cronología 600-400 a.C.

Ceca ¿?

Observaciones 1,69 gr.; 9-10 mm.

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
2.094	0.847	18.396	38.487	15.582

Imagen 1



Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis	PA12264	Nº de inventario	-	Ubicación	
Yacimiento	Castellet de Banyoles	Municipio	Tivissa	Comarca y Provincia	Ribera d'Ebre

**Datos pieza**

Tipología	Recipiente	Conservación	
Descripción			
Epigrafía			
Lugar de procedencia materia prima	sureste peninsular		
Lugar del hallazgo			
Cronología	III a.C.		
Ceca			
Observaciones	No fue posible verla		
Bibliografía	Montero, et al., 2008		

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF											Si
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				
208/206	207/206	206/204	208/204	207/204		
2.07555	0.83716	18.735	38.885	15.684		

Imagen 1

Imagen 2

**Datos Identificación**

Nº de análisis	PA12266	Nº de inventario	-	Ubicación	
Yacimiento	Castellet de Banyoles	Municipio	Tivissa	Comarca y Provincia	Ribera d'Ebre, Tarragona

**Datos pieza**

Tipología	Recipiente	Conservación	
-----------	------------	--------------	--

Descripción

Epigrafía

Lugar de procedencia materia prima Ibiza

Lugar del hallazgo

Cronología III a.C.

Ceca

Observaciones No fue posible verla

Bibliografía Montero, et al., 2008

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	3.80	nd	nd	94.3	nd	nd	1.07	0.84	nd	

Notas

LIA TIMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.08443	0.83945	18.736	38.055	15.728

Imagen 1

Imagen 2

**Datos Identificación**

Nº de análisis	PA12268	Nº de inventario	-	Ubicación	
Yacimiento	Castellet de Banyoles	Municipio	Tivissa	Comarca y Provincia	Ribera d'Ebre, Tarragona

**Datos pieza**

Tipología Lámina-Brazalete      Conservación Buena

Descripción Brazalete trenzado de 3 cabos. Manufactura hecha a partir de la deformación del metal y posterior recrsitalizado

Epigrafía

Lugar de procedencia materia prima Ibiza

Lugar del hallazgo

Cronología III a.C.

Ceca

Observaciones Metalografía; No fue posible verla

Bibliografía Montero, et al., 2008

**Datos análisis arqueométrico**

Análisis XRF Si

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	7.30	nd	nd	88.2	nd	nd	2.94	1.51	0.23	

Notas

LIA TIMS UPV

208/206	207/206	206/204	208/204	207/204
2.08239	0.83994	18.67	38.878	15.682

Imagen 1

Imagen 2

**Datos Identificación**

Nº de análisis	PA13409	Nº de inventario	-	Ubicación	
Yacimiento	Castellet de Banyoles	Municipio	Tivissa	Comarca y Provincia	Ribera d'Ebre, Tarragona

**Datos pieza**

Tipología	Fragmento barra	Conservación	
-----------	-----------------	--------------	--

Descripción

Epigrafía

Lugar de procedencia materia prima sur de Francia

Lugar del hallazgo superficial

Cronología III a.C.

Ceca

Observaciones No fue posible verla

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

208/206

207/206

206/204

208/204

207/204

2.094789

0.84909

18.4415

38.632

15.6586

Imagen 1

Imagen 2



**Datos Identificación**

Nº de análisis -                                  Nº de inventario 4237                                  Ubicación MAC Ullastret  
 Yacimiento Puig de Sant Andreu                                  Municipio Ullastret                                  Comarca y Provincia Baix Empordà, Girona

**Datos pieza**

Tipología Dracma    Conservación Buena

Descripción - Cabeza de la divinidad de perfil hacia la izquierda, pelo rizado recogido, porta pendientes. Leyenda a un lado.  
 - Rosa vista desde abajo, pétalos izquierdos salen fuera de la moneda, permitiendo interpretar que el acuño no estaba centrado.

Epigrafía ΡΟΔΗΤΩΝ, leyenda en vertical

Lugar de procedencia materia prima ind.

Lugar del hallazgo muralla este

Cronología Primera mitad s. III a.C.

Ceca Rhode

Observaciones Campo grupo 2a

Bibliografía Montero, 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



<b>Datos Identificación</b>		
Nº de análisis PA13737	Nº de inventario 4847	Ubicación MAC Ullastret
Yacimiento Puig de Sant Andreu	Municipio Ullastret	Comarca y Provincia Baix Empordà, Girona

<b>Datos pieza</b>	
Tipología Dracma	Conservación Buena, aunque presenta algunas ralladuras
Descripción	- Cabeza femenina de la divinidad, pelo recogido y rizado con corona formada por su pelo trenzado a su alrededor delfines. - Pegaso con cabeza modificada, bajo el cual leyenda.
Epigrafía	EMTIOPITQN, leyenda semicircular y desgastada, la parte inferior de las últimas letras quedan fuera de la moneda
Lugar de procedencia materia prima	ind.
Lugar del hallazgo	Superficial
Cronología	230-200
Ceca	Empúries
Observaciones	nº restauración R1620, 18mm
Bibliografía	

<b>Datos análisis arqueométrico</b>											
Análisis XRF										Si	
Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi	Otros elementos
nd	nd	0.91	nd	nd	97	nd	nd	0.56	1.64	nd	
Notas											
LIA					TIMS UPV						
208/206			207/206		206/204			208/204		207/204	
2.087925			0.842021		18.6359			38.9113		15.6919	

Imagen 1



Imagen 2

