

Introducción

Tierra y Mar: viejas cuestiones, nuevas perspectivas

Lázaro Lagóstena Barrios¹

La dicotomía con la que habitualmente percibimos la tierra y el mar, como dos elementos de la realidad geográfica, complementarios, pero diversos y separados, condiciona culturalmente nuestra percepción histórica de la organización social, del espacio y del territorio en épocas pasadas.

La tierra y la mar constituyen el sustento productivo en las sociedades preindustriales, y ambas nutren al tercer pilar de las economías, el tráfico de mercancías. En nuestra percepción contemporánea, el marinero y el campesino se muestran como arquetipos muy dispares, y ambos se insertan en modelos también aparentemente contrapuestos. Así la forma de vida de ambos colectivos, sus actividades cotidianas, sus saberes y habilidades profesionales, incluso los escenarios donde se desarrollan sus devenires vitales pertenecen, en nuestro imaginario colectivo, a dos mundos distintos y distantes, el agrario y el marítimo.

Esa dualidad de lo continental y lo litoral, lo agrario y lo marino, se proyecta también con frecuencia sobre las formas organizativas, políticas, territoriales y urbanas, como si las realidades de ambos paisajes respondieran a dos maneras diferentes, pero coexistentes, de ordenar el mundo, cada una con sus propias categorías y sus criterios. Probablemente esta percepción refleje, en gran medida, una realidad presente que, al mismo tiempo, contemplamos acentuando las diferencias y soslayando las similitudes y conexiones entre la tierra y el mar.

La cuestión que cabe plantearse es hasta dónde alcanzan las diferencias reales entre la vida del mar y de la tierra, y, por otra parte, si esa dicotomía que apreciamos puede aplicarse plenamente a otros períodos históricos, como la Antigüedad o el Medievo. Dicho de otra manera, si aceptamos esa diversidad contemporánea, cabe preguntarse sobre el proceso histórico que la conformó, y cabe reflexionar sobre si no estamos proyectando hacia nuestro análisis del pasado situaciones generadas en tiempos no tan lejanos.

1 Catedrático de Historia Antigua-Universidad de Cádiz.

Efectivamente son numerosos los estudios dedicados a la Antigüedad y al Medioevo que establecen como un apriorismo la diferencia entre lo marítimo y lo agrario, especialmente al tratar de sus aspectos económicos, pero también al abordar los elementos, lugares, edificios o infraestructuras que se relacionan con cada una de estas esferas. Obviamente las necesidades funcionales de las actividades desarrolladas en cada contexto conducen a la generación de instalaciones diversas en cualquier época. Pero no está tan clara la distancia en la consideración cultural entre la tierra y el mar, una sensación acusada conforme retrocedemos en las cronologías históricas.

Así, por ejemplo, en el mundo romano, la caracterización jurídica de una ciudad, de un asentamiento productivo, incluso de las vías públicas de comunicación y sus diferentes elementos, no establece diferencias conforme al contexto geográfico donde estos componentes del tejido político, productivo y conectivo se ubiquen. Aunque actualmente algunos autores buscan particularismos en el ordenamiento territorial y ocupacional romano cuando se trata de comunidades ribereñas, lo cierto es que el modelo de aplicación del orden jurídico y político romano sobre el territorio no difiere en las comunidades de interior o en las comunidades costeras. Así, los principios normativos, las unidades territoriales, los elementos de articulación, delimitación y explotación del territorio fueron básicamente los mismos en ambos contextos.

Entonces ¿cuál es el hecho diferencial en las comunidades litorales? Pues que los fines de su *territorium*, al menos parcialmente, están constituidos por el litoral marino. Esto tampoco es excepcional, la delimitación territorial de las comunidades antiguas se sustentó, esencialmente, en accidentes geográficos naturales. En el caso de las comunidades costeras, es el litoral marítimo el accidente que actúa como frontera. Pero esta frontera, por sus características y singularidades naturales, permitía una serie de actividades extractivas, de transformación y de distribución que no eran viables en las comunidades de interior.

El desarrollo histórico de los aprovechamientos de estas potencialidades permitió la diversificación –y por tanto la incorporación al catálogo clásico– de elementos constructivos y formas de ocupación del territorio que no son posibles en otros ámbitos. Estos elementos productivos, como los *vivaria*, las *salinae maritimae*, las *cetariae*, *ostrariae* y *purpurariae*, o las diversas instalaciones relacionadas con el tráfico marítimo, como todas las vinculadas a los sistemas portuarios, que normalmente siguen estando vinculados tanto a las organizaciones urbanas como a los sistemas fructuarios, enriquecen el catálogo de formas de ocupación, articulación y explotación del territorio de las

civitates marítimas hispanas. En efecto, aunque la expresión edilicia de estos elementos adquiera singularidades propias de su actividad y funcionalidad, los fundamentos de sus sistemas productivos también se sustentan, como los agrarios, en una urbe rectora, que organiza, conecta y articula un territorio político, y un conjunto de ambientes productivos, insertos o no en el sistema villático, explotados en beneficio de las gentes privilegiadas de la comunidad.

Sin embargo, este razonamiento no significa que no se desarrollen expresiones culturales específicas de los contextos marítimos y litorales, que se convierten en rasgos diferenciales e identitarios de estas comunidades. El fenómeno es muy común, asociado a geografías que se especializan en productos propios de sus tierras y ecosistemas diferenciados, sean ganaderos o agrarios. Es sin embargo otro nivel del constructo histórico, el nivel de la autorrepresentación social de las comunidades destacando rasgos significativos de sus fundamentos económicos y sus raíces culturales.

En el caso de las comunidades marítimas antiguas son numerosas las manifestaciones culturales, ideológicas y sociales que expresan su estrecha vinculación con el medio marino. Puede ser interesante, con objeto de explorar otros enfoques para el análisis, considerar la existencia de paisajes culturales ya en otras épocas. Y la existencia de paisajes culturales, fundamentados en el mar, cuya génesis se vincule a la historia de las comunidades litorales.

Un Paisaje Cultural determinado consta de dos elementos esenciales que se combinan. Un elemento natural, definido por el territorio, el ecosistema y el recurso económico principal objeto de interés social, y un elemento cultural, que no es sino el conjunto de manifestaciones sociales, económicas e ideológicas, generados con el devenir histórico por las comunidades que se sustentan en el aprovechamiento de ese recurso principal en el marco del contexto paisajístico que lo contiene. Los paisajes culturales se generan pues como resultado de un proceso histórico, aunque se aplican preferentemente a contextos continentales y actuales. No es habitual proponer su estudio para períodos del pasado, aunque la lógica de su definición es atemporal.

Es legítimo postular que en geografías del litoral hispano se pudieron generar en el pasado paisajes culturales vinculados con los aprovechamientos del mar. Plantear la existencia de un paisaje cultural determinado, ya construido en la Antigüedad o en el Medievo, permite establecer un enfoque diferente para el estudio de las sociedades históricas, y permite adoptar una perspectiva holística, que coloca en el centro la relación sociedad-medio ambiente y las manifestaciones

culturales surgidas de esa relación. Un Paisaje Cultural se manifiesta en buena parte de las facetas de las sociedades que lo han construido y permea la cultura regional.

El concepto de Paisaje Cultural, en su dimensión histórica y analizado en períodos y lugares concretos, puede ser una vía para estudiar las diferentes expresiones ideológicas de las sociedades agrarias y marinas, máxime cuando ambas comparten los fundamentos estructurales. Para el caso del litoral bético, es posible plantear la existencia, ya en la Antigüedad, de un Paisaje Cultural de la Almadraza centrado en el Golfo de Cádiz. Y las últimas investigaciones proponen identificar un Paisaje Cultural de la Púrpura para el litoral almeriense. Ningún perjuicio puede producir adoptar estas perspectivas en nuestras investigaciones.

La obra que introducimos aborda desde muy diversas perspectivas elementos relacionados con la dualidad Tierra y Mar, focalizando el análisis en el territorio almeriense, en otros contextos geográficos marítimos, y en espacios continentales conectados con el litoral.

Los puertos como nodos de la conectividad entre los territorios ultramarinos, las urbes y el hinterland, constituyen el argumento de varias contribuciones. Las de Morhange, Delanghe, Devilliers, Frontini y Aragón, por una parte, y Athanasopoulos, Vafeiadou, Kourkoumelis, Loven y Micha por otra, se concretan en el estudio de los ambientes portuarios mediterráneos, con una perspectiva metodológica la primera, y centrado en el caso del puerto corintio de Lechaion en la segunda. Desde una cronología medieval, Bujalance aborda en su capítulo el estudio de la actividad y la circulación portuaria de Almería, a través de la evolución de sus puertas y accesos.

Tres contribuciones analizan casos relativos a la comunicación terrestre, sus itinerarios y elementos, que precisamente constituyen la red de comunicación hacia los puertos. Fornell estudia la conexión entre el Alto Guadalquivir y el litoral mediterráneo, entre dos enclaves geoestratégicos interconectados de la costa y el interior, como son *Portus Magnus* y *Castulo*. También la aportación de Argüelles se dedica a la posible identificación de un *iter* de la red antigua fosilizada en el Camino Viejo de Almería. Por su parte Rondán aborda el análisis, mediante técnicas de investigación no invasivas, de un tramo de la *via Augusta* en el territorio gaditano, y algunos de sus elementos destacados.

Al paisaje marítimo y litoral, a sus transformaciones y a la necesidad de su restitución para la comprensión histórica, se dedican varios capítulos de la obra. Belmonte lo analiza en el caso de Punta Entinas-Sabinar donde los cambios del litoral amenazan el patrimonio histórico que

contiene. Aragón, Argüelles y Trapero estudian la paleocosta asociada al Andarax y su relación con el paisaje histórico. Díaz Marcilla plantea la consideración del mar como paisaje político en el Medievo a través de su representación en las fuentes cronísticas.

La realidad urbana es otro elemento esencial en la ecuación que articula el contenido del libro. La aportación de Franco analiza la evolución de la red urbana en tiempo de los Omeyas y en el marco del occidente andalusí. Mientras López Medina y Aragón analizan algunos aspectos de *Urci*, núcleo rector del territorio estratégico conectado con *Portus Magnus*, particularmente se trata del manejo del agua en el marco de la ciudad. Bujalance Silva por su parte se centra en el análisis de la relevancia política que tuvo la taifa de Almería y cómo el urbanismo se tuvo que adaptar a las necesidades socio-económicas del momento.

Es el agua precisamente uno de los recursos esenciales del territorio, si bien no el único. Rodríguez Ruiz estudia su rol y sus sistemas de almacenamiento en el contexto de los saladeros antiguos. Con una perspectiva holística y diacrónica, López Medina, Román, Berenguel, Moreno Márquez, Moreno Lampreave y González Alcaráz presentan un análisis de la explotación de los recursos del mar y la transformación en los modelos extractivos en un sector de la costa almeriense.

En definitiva, paisaje y territorio, conectividad y comunicación, organización y gestión del espacio, aprovechamiento, manejo y explotación de los recursos, y el rol de las comunidades urbanas en todo ello, conforman las realidades que conectan la Tierra y el Mar y que son objeto de interesantes análisis en las contribuciones que reúne esta obra.



PARTE I:

EL MAR MEDITERRÁNEO EN LA HISTORIA



¿Por qué estudiar los antiguos entornos portuarios? Cuestiones y ejemplos de casos prácticos en las costas españolas

Christophe Morhange¹

Doriane Delanghe²

Benoit Devillers³

Mauro Frontini Miguel⁴

Enrique Aragón Núñez⁵

Resumen

El presente artículo pretende abordar una cuestión tan directa como compleja de ¿Por qué estudiar los antiguos entornos portuarios? En este sentido, los autores han realizado una revisión de los estudios realizados hasta la fecha desde la óptica de la geo-arqueología y la propia arqueología que nos ayude a entender en profundidad los diferentes planteamientos que han imperado al respecto. Finalmente, se presenta un protocolo de actuación necesario en todo estudio portuario con el fin de obtener parámetros claves para la correcta interpretación de estos espacios históricos y su evolución.

Palabras clave: Geo-arqueología; modelización; paisaje histórico; transformación costera.

1 Aix Marseille Univ, CNRS, IRD, INRAE, CEREGE, Aix-en-Provence, France. Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE-SHP-Paris) PSL-AOROC (Archéologie & Philologie d'Orient et d'Occident), France. ORCID: 0000-0002-1910-151X. morhange@cerege.fr

2 Aix Marseille Univ, CNRS, IRD, INRAE, CEREGE, Aix-en-Provence, France. ORCID: 0000-0001-6050-4823. Delanghe@cerege.fr

3 UMR 5140 – Archéologie des sociétés méditerranéennes, Université Paul Valéry, Montpellier, France. ORCID: 0000-0002-8405-0659. benoit.devillers@univ-montp3.fr

4 Aix Marseille Univ, CNRS, IRD, INRAE, CEREGE, Aix-en-Provence, France. ORCID: 0000-0002-6776-7156. frontini@cerege.fr

5 Universidad de Almería |Grupo ABDERA|CEIMAR|CEI-PATRIMONIO. RCID: 0000-0001-7707-1374. enrique.aragon@ual.es

Abstract

This article aims to address a question as direct as it is complex: Why study ancient port environments? In this sense, the authors have reviewed the studies carried out from the point of view of geoarchaeology and archaeology to help us understand the remains that arise in this area in greater depth. Finally, an action protocol is proposed, which is necessary for any port study to obtain critical parameters for correctly interpreting these historical spaces and their evolution.

Keywords: Coastal transformation; geo-archaeology; historical landscape; modelling.

1. Introducción

El litoral, como entorno con recursos accesibles (comercio, pesca, sal, agricultura, etc.) parece prestarse al asentamiento de sociedades humanas (Marzano, 2013). En efecto, las costas aparecen como lugares que se han ido familiarizando poco a poco, que se han ido modelando a veces durante milenios y que siguen cristalizando nuestros esfuerzos por dominar estos entornos móviles y constrictivos. Las dinámicas de apropiación están asociadas a los imperativos de adaptación (variaciones relativas del nivel del mar, balance de sedimentos, impactos energéticos, etc.) y la vida en el litoral, al borde del continente, induce, por tanto, una relación necesariamente singular con el medio y sus recursos, pero también con los retos de la comunicación y el intercambio. Esto es lo que distingue al litoral de otros entornos terrestres: su naturaleza de interfaz está inscrita en el modo en que las sociedades le dan forma y lo desarrollan.

¿Por qué estudiar los antiguos entornos portuarios? ¿Qué respuestas pueden aportar a la crisis medioambiental que atraviesan nuestras sociedades en el contexto del actual calentamiento global? Es a estas complejas cuestiones a las que los pocos elementos que siguen intentan dar respuestas parciales centrándose en la evolución geo-arqueológica del litoral español a largo plazo. Los recientes avances en la investigación arqueológica portuaria y el estudio integrado de las paleo-riveras ponen de relieve los problemas medioambientales y socioeconómicos pasados y presentes, vinculados al desarrollo costero. Ilustraremos nuestras observaciones con algunos ejemplos de la costa española, sin pretender ser exhaustivos.

Si en el pasado los puertos antiguos fascinaron durante mucho tiempo a peregrinos, anticuarios y arqueólogos, a menudo fue por motivos

diversos, ligados, por ejemplo, al atractivo de la arqueología bíblica o a la estela de la búsqueda de Homero de las diferentes etapas del largo viaje de Ulises en la imagen de la obra de Victor Bérard. En cambio, los geólogos prestaban muy poca atención a los paleo-ambientes en un contexto arqueológico, ya que los sedimentos se consideraban «alterados» y muy recientes. Sin embargo, en los últimos cuarenta años, la arqueología costera ha cambiado profundamente. En particular, bajo la influencia del mundo anglosajón, ha crecido el interés por una nueva dialéctica medioambiente-sociedad, de modo que la investigación geo-arqueológica interdisciplinaria se ha vuelto cada vez más esencial para comprender mejor la vulnerabilidad y resistencia de las costas a largo plazo (Butzer, 1982). Parece ser que, en España, G. Hoffmann (1988) fue uno de los primeros geógrafos en centrarse en estas cuestiones en su tesis sobre la Andalucía costera mediterránea, bajo la supervisión del geoquímico Horst D. Schulz de la Universidad de Bremen en Alemania (Schulz, 1983) y en colaboración con numerosos colegas alemanes, entre ellos H. Schubart (1988, 1991) del Instituto Arqueológico Alemán (IAD) y españoles, como Oswaldo Arteaga Matute de la Universidad de Sevilla.

2. Estudios sobre los cambios relativos del nivel del mar en los últimos 6.000 años

Hace más de un siglo, un polémico debate enfrentó al francés Lucien Cayeux con el griego Phocion Negrís, a propósito de la supuesta fijeza del nivel del mar en tiempos históricos, defendiendo Cayeux el dogma fijo propuesto por la escuela vienesa de geología bajo la dirección de Suess. Negrís, más cercano al terreno helénico, insistió con razón en la movilidad local del nivel relativo del mar durante varios milenios (Figura 1). Este debate se ha cerrado gracias a los avances tecnológicos (la datación por radiocarbono es mucho más precisa y fiable que las cronologías relativas) y metodológicos mediante la medición altimétrica o batimétrica de los paleo-niveles biológicos que caracterizan el nivel del mar sobre las estructuras arqueológicas. Estos trabajos sobre la movilidad del nivel del mar permiten al geólogo, mediante la comparación entre varios lugares de estudio, estimar y comprender mejor las movilidads relativas del sustrato, en términos tectónicos e isostáticos, y de las formaciones superficiales, en particular los problemas relacionados con la compactación de los sedimentos en un contexto deltaico. Para más detalles, el lector interesado puede remitirse a dos artículos como Morhange y Mariner (2015), que presenta la metodología aplicada sobre el terreno relativa a la medición precisa de los paleo-niveles marinos en un contexto portuario, y a Vacchi *et al.* (2016) para una presentación

moderna de las variaciones relativas del nivel del mar en el Mediterráneo occidental durante los últimos 6.000 años.

Para los arqueólogos, los datos sobre el nivel del mar, comparados con los fondos sedimentarios marinos sincrónicos, según un modelo edad-profundidad, permiten sobre todo estimar la altura de las paleo-columnas de agua, como en la cuenca portuaria de Claudio en Roma, donde la columna de agua tenía unos seis metros de profundidad hace 2.000 años. Esta batimetría era suficiente para que los grandes barcos antiguos de gran calado pudieran acceder, circular y estacionarse en una cuenca interior de más de 30 hectáreas. La síntesis de Salomon *et al.* (2016 y 2017) permite aplicar este enfoque bidimensional con bastante facilidad a muchos yacimientos si se dispone de cronologías suficientemente precisas. El diagrama PADM (*Palaeoenvironmental Age-Depth Model*) es una figura que combina múltiples indicadores cronológicos y de altitud. Permite evaluar el potencial portuario de una masa de agua y su evolución a lo largo del tiempo. El diagrama se construye a partir de un modelo clásico edad-profundidad al que se añade la estratigrafía y todos los parámetros pertinentes para la interpretación de un entorno determinado. Para una muestra de núcleo cuyo potencial portuario se quiere determinar, se integran los siguientes datos: (1) una curva de la evolución del nivel relativo local del mar; (2) los niveles potenciales de dragado; y (3) el calado de los buques cargados durante un periodo determinado.

Este enfoque se adapta especialmente bien al análisis geo-arqueológico de las antiguas cuencas portuarias, para las que es posible así trazar la evolución del potencial de navegación a lo largo del tiempo, ya que integra los datos relativos al grado de protección y elementos artificiales procedentes de los análisis paleo-ambientales, con especial interés en la reconstrucción diacrónica de la columna de agua disponible. Al diagrama pueden añadirse datos arqueológicos (datación de estructuras portuarias, reconstrucción del calado de los barcos en una época determinada) e históricos (fecha de construcción de las estructuras portuarias, dragado, etc.) para obtener información sobre la verticalidad, el uso y la cronología de la zona estudiada. Se basa en el análisis de varios testigos de sedimentos, cuyas fechas se integran en un modelo de edad-profundidad. A continuación, se añade información sobre la evolución de la línea de flotación y toda la información procedente de la arqueología para estimar e interpretar el modelo de edad-profundidad (niveles de los muelles, etc.). Este diagrama permite evaluar la evolución de las condiciones deposicionales y la movilidad de la columna de agua disponible a lo largo del tiempo en el corazón del sistema portuario

estudiado. La diversidad de información que puede añadirse lo convierte en una herramienta eficaz para el diálogo interdisciplinar entre las geo-ciencias, las bio-ciencias y las arqueo-ciencias. Trata de sacar a la luz todos los datos e incertidumbres sobre los que se evalúa la potencialidad del puerto.

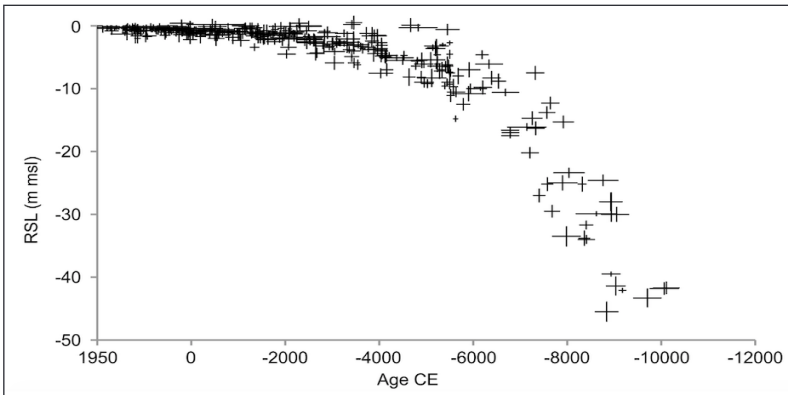


Fig. 1. Diagrama de las variaciones relativas del nivel del mar en el Mediterráneo occidental (2018)

(Fuente: de Vacchi *et al.*)

3. Deformación de las costas

En un contexto general de estabilización del nivel del mar desde hace unos 6000 años, la geografía de los paleo-riveras ha sufrido profundos cambios debido al presupuesto sedimentario de origen fluvial, especialmente a nivel de los deltas (Anthony *et al.* 2014). En efecto, con niveles de base casi estables, el aporte de sedimentos de origen terrígeno en las desembocaduras de los ríos ha provocado un avance considerable de las orillas, dando lugar a un cerramiento casi sistemático de las cuencas portuarias hacia el interior. Esta evolución geomorfológica condujo al dragado generalizado de las cuencas portuarias a partir de la Edad de Hierro y a su considerable desarrollo bajo el Imperio Romano. El problema de la hiper-sedimentación en el interior de cuencas portuarias bien protegidas parece haber sido el principal problema de gestión de las sociedades antiguas para permitir la circulación de los barcos. Dos ejemplos españoles ilustran este tema.

Los cuatro puertos de Ampurias en Cataluña (Figura 2) han sido durante mucho tiempo objeto de investigación arqueológica (Marzoli, 2005; Nieto *et al.*, 2005; Castanyer *et al.*, 2022). La zona conocida como

el «puerto griego» está situada entre los dos promontorios rocosos de Palaiapolis, en Sant Martí d'Empúries, y Neapolis, al sur. Limita al oeste con un acantilado muerto. Esta zona llana y sellada está situada en el borde meridional de una zona deltaica y está protegida de las crecidas del río por el promontorio de la Palaiapolis. La morfología de esta zona, así como su proximidad a los yacimientos de ocupación griega, ha sugerido a muchos autores la hipótesis de que esta zona corresponde al puerto griego. Esta interpretación preliminar ha sido cuestionada por el sondeo de Bony *et al.* (2011). Este estudio, que confronta los datos bio-sedimentológicos con los geofísicos, ha permitido caracterizar con mayor precisión la evolución paleo-ambiental y la geometría de esta zona litoral.

Esta zona correspondía más bien a una costa relativamente maltratada y sólo era accesible por el noreste. Las formaciones arenosas demuestran que el mar llegaba a batir a los pies de la Neápolis y la Palaiópolis. Por tanto, esta zona sólo pudo servir de puerto abierto al mar para pequeñas embarcaciones, ya que el agua era poco profunda y de difícil acceso. La geomorfología de esta zona y la ausencia de infraestructuras portuarias indican que este puerto estaba destinado a una actividad comercial limitada en la que los marineros podían arrastrar sus embarcaciones hasta la playa. Este contexto no corresponde, pues, a un entorno favorable para el desarrollo de una dársena portuaria bien protegida que hubiera estado a la altura de la reputación comercial del emporio de Ampurias. De hecho, los grandes buques comerciales no podían utilizar esta zona. La presencia de un gran puerto estuarino al norte de la Palaiópolis parece ser la solución adecuada para desarrollar un importante comercio marítimo en la interfaz de los dominios marítimo y fluvial (Rimbaud, 2005; Montaner *et al.*, 2014). Más recientemente, un buen trabajo ha abordado la compleja cuestión de la colmatación y la movilidad litoral en los puertos de Cádiz. El estado de la cuestión se expone claramente en Bernal-Casasola (2022). Salomon *et al.* (2020) han realizado recientemente un sondeo profundo del paleocanal de la isla Bahía-Caleta, obteniendo una sedimentación de más de 45 m en menos de 3000 años, lo que la convierte en una de las series sedimentarias más dilatadas en un contexto portuario del mundo antiguo.



Fig. 2. Fotografía aérea del «puerto griego» de Ampurias
(según Castanyer et al., 2022)

4. Impactos de la antropización (contaminación por plomo, degradación de las biocenosis marinas y continentales)

Los puertos antiguos han sido los nodos en torno a los cuales se han articulado los intercambios migratorios, culturales y comerciales desde la Antigüedad. En la actualidad, los avances de las bio-ciencias (como la palinología) y las geo-ciencias (como el estudio geoquímico de los isótopos estables del plomo) están poniendo de relieve y aclarando el papel que las variaciones del entorno natural, y en particular del clima, pueden haber tenido en los asentamientos humanos y las sociedades. A la inversa, estos estudios permiten a los arqueólogos revelar las irreparables modificaciones infligidas por las personas a los ecosistemas costeros próximos a estas ciudades portuarias. Por último, aportan elementos de reflexión para la aplicación de un desarrollo urbano sostenible a largo plazo. El lector interesado en estos enfoques paleo-ecológicos podrá leer estudios relativos, por ejemplo, al antiguo puerto de Cartagena, que acaba de ser bien documentado. Ortiz *et al.* (2022) utilizaron la racemización de aminoácidos y la datación por C14 para establecer el marco cronológico de la evolución paleo-ambiental de la bahía durante el Holoceno y los procesos antrópicos que afectaron a esta zona costera.

Los autores se centraron en las condiciones paleo-ambientales y la contaminación por metales. Los estanoles fecales y los oligoelementos se utilizaron conjuntamente para reconstruir la aparición (3600-1700 años cal BP) y el declive (<1700 años) de la antigua ciudad. Cabe destacar que la máxima aportación de Pb antropogénico se produjo durante la época romana, como era de esperar. La contaminación atmosférica de Pb se caracteriza por valores elevados durante las épocas fenicia, púnica y romana. El Pb antropogénico disminuyó significativamente tras el fin del Imperio Romano, atribuible al declive de la minería y la metalurgia. La concentración de Pb aumentó a partir de ca. 1400 años cal BP pero nunca recuperó los valores anteriores. Gil-García *et al.* (2022) realizan un análisis palinológico de un registro holoceno de alta resolución para establecer la evolución paleo-ambiental durante los últimos 7300 años. El análisis estadístico permite reconstruir las condiciones de paleo-temperatura y paleo-humedad. En Cartagena, el óptimo del Holoceno medio tuvo lugar entre 6800 y 4000 años cal BP caracterizado por un clima mediterráneo y un desarrollo de bosque abierto, predominantemente compuesto por taxones mediterráneos y árboles caducifolios. El aumento gradual de la aridez (4000-1700 años cal BP) provocó la sustitución del bosque mediterráneo por vegetación esteparia y xerófila. Paralelamente a la degradación forestal causada por el aumento de la aridez, el registro muestra marcadas evidencias de la influencia humana desde 4000 años cal BP, que aceleró la progresión de los paisajes abiertos desde el Calcolítico en adelante, siendo este cambio especialmente marcado durante el periodo romano. La importante denudación del paisaje puede atribuirse al uso del fuego, así como a la agricultura y el pastoreo, siendo la intensa actividad metalúrgica y minera de la zona una de las principales causas.

5. Asistencia en el diagnóstico arqueológico (localización y datación de estructuras portuarias en ausencia de costosas excavaciones arqueológicas)

En el contexto de la complejidad técnica de la realización de excavaciones arqueológicas en un contexto a menudo urbanizado y del coste desorbitado de las excavaciones arqueológicas bajo el nivel del mar, las técnicas bio-sedimentológicas para el estudio de los testigos representan una metodología interesante, poco costosa, relativamente rápida y menos destructiva. Este enfoque permite, por ejemplo, una mejor contextualización espacial, como la localización de las cuencas portuarias colmatadas, y una caracterización crono-estratigráfica de los terrenos sedimentarios que caracterizan diferentes tipos de ambientes deposicionales. Por ejemplo, es posible identificar antiguas cuencas portuarias acoplando

el estudio bio-sedimentológico al análisis geofísico. También es posible datar por radiocarbono los cimientos de las estructuras de protección de los puertos, como muelles o rompeolas. El lector interesado puede encontrar muchos ejemplos en las dos publicaciones siguientes (Marri-ner y Morhange, 2008 y Morhange *et al.*, 2016).

Para la Península Ibérica, el ejemplo del Río Guadiaro (Málaga, Andalucía, May *et al.*, 2022) es particularmente revelador este enfoque. A partir de numerosos análisis sedimentológicos, geoquímicos, cronológicos y de microfauna de más de una docena de testigos, este estudio geo-arqueológico reconstruyó los ambientes y cambios costeros en las proximidades del puerto fenicio de Los Castillejos de Alcorrín. La interpretación de los transeptos de tomografía eléctrica y el análisis de los testigos permiten diferenciar los paleo-ambientes sucesivos y establecer una cronoestratigrafía local del relleno sedimentario del valle inferior. Hasta el 2500 a. C. aproximadamente, persistieron las condiciones lagunares, sustituidas por un entorno fluvial, caracterizado por canales móviles y masas estancadas de agua dulce. Hay indicios de una colmatación de la llanura de origen fluvial. Contrariamente a trabajos anteriores, estos resultados sugieren que los fenicios se encontraron con un paisaje dominado por los ríos en el momento del establecimiento de los primeros contactos comerciales en el siglo VIII a. C. El acceso a Montilla en barco se realizaba, por tanto, a través de un antiguo brazo del río Guadiaro. Posteriormente, el sellado acelerado del valle inferior provocó probablemente el rápido declive y posterior abandono del yacimiento. Así pues, estos cambios paleo-ambientales influyeron considerablemente en las pautas de asentamiento local y en la ubicación de los puertos en las desembocaduras de los ríos, en un contexto de estabilización del nivel del mar y de progradación de las costas de origen terrígeno.

En cambio, el yacimiento arqueológico de Sagunto (Levante español) es uno de los primeros puertos que se ha beneficiado de un análisis multidisciplinar (Aranegui Gascó *et al.*, 2005). La génesis de la zona costera del Grau Vell está vinculada a la transgresión marina del Holoceno y a la progradación aluvial desde la desembocadura del Palancia. La evolución geomorfológica indica una importante progradación de la línea de costa por aportes fluviales después de 4000 BP. La aparición de restos cerámicos en los sondeos realizados en las zonas pantanosas y a diferentes profundidades, atribuibles a la cronología del yacimiento, confirma su cronología del Holoceno superior y su continuidad en época ibero-romana. El estudio sedimentológico ha permitido caracterizar la zona húmeda adyacente al Grau Vell. La formación de un banco crea estanques y pequeñas zonas pantanosas estrechas, protegidas tras la

barrera costera de guijarros, grava y arena. El humedal habría tenido unos 2 m de profundidad y habría sido funcional en el periodo contemporáneo del yacimiento.

Los autores descartan una comunicación natural permanente de la laguna-estanque con el mar, pues los autores no han encontrado en ningún sondeo, ni en las catas próximas, sedimentos marinos. Las arenas encontradas son una población de finos muy mal clasificada y heterométrica y el contenido en arcilla es siempre muy alto. Sin embargo, esto no implica que en cualquier momento de la historia del puerto de *Saguntum* se practicara una conexión artificial entre el mar y la laguna. A partir de la investigación realizada, los autores pueden concluir que la ubicación de las instalaciones portuarias en El Grau Vell/Alter del Colomer fue seleccionada por reunir una serie de condiciones favorables. Se encuentra en la intersección de los ambientes geomorfológicos del abanico aluvial, la barrera litoral y el humedal interior, lo que posibilita disponer a la vez de buena accesibilidad por tierra firme hasta el mar desde *Saguntum*, para la aproximación de embarcaciones a la costa y un importante manantial de agua dulce junto a la misma playa. Además, la orientación de este tramo litoral lo hace menos expuesto a los violentos temporales marinos de NE. Así pues, la elección de este emplazamiento como puerto no es casual, sino que obedece a unas condiciones geográficas muy favorables, apreciadas desde la Antigüedad (Aranegui Gascó, 2021). Otros puertos antiguos de la costa valenciana han sido objeto de trabajos mutiproxy comparables (Carmona González y Pérez Ballester, 2011).

En un contexto urbano denso, el enfoque geo-arqueológico es aún más útil, como en Tarraco, por ejemplo. Son de interés los recientes trabajos de síntesis de Terrado Ortuño P. (2019) y Lasheras González y Terrado Ortuño (2022). Las aportaciones de las disciplinas histórica, arqueológica, cartográfica, geomorfológica y paleo-ambiental comienzan por fin a combinarse en este importante yacimiento portuario de Tarracón.

6. Modelización

El estudio de un puerto marítimo semi-artificial o artificial, ahora como en la Antigüedad, comporta concebirlo como un sistema dinámico e inestable sujeto tanto a parámetros antrópicos como a parámetros climáticos marítimos, ya que se sitúa en una franja de interacción entre ambos. El sistema estará condicionado tanto por el clima marítimo del lugar como por las capacidades técnicas y materiales de una sociedad para una cronología determinada y, regido por el objetivo del puerto. Sin embar-

go, el campo de interacción entre el clima marítimo y las estructuras o espacios portuarios antiguos ha sido poco desarrollado a pesar de ser el mar, el elemento que vincula y articula muchos de los componentes del sistema. A nivel internacional, encontramos los trabajos de Millet (Millet *et al.*, 2000; Millet y Goiran, 2007; Millet *et al.*, 2014) que son algunas de las primeras referencias del acercamiento al conocimiento de las dinámicas hidrológicas en este tipo de contextos antiguos. Los resultados de dichos trabajos establecen, desde, por ejemplo, una comparativa de las diferencias de operatividad en cuanto a la colmatación sedimentaria y la navegabilidad, en base a dos geometrías portuarias (Millet y Goiran, 2007 y Millet *et al.*, 2014) hasta un acercamiento a la sectorización de la cuenca portuaria en base a identificar espacios con mayores prestaciones para el desarrollo de actividades marítimas (Millet *et al.*, 2000). En el caso del litoral español, encontramos como punta de lanza, el trabajo de Felipe Cerezo (Cerezo *et al.*, 2020) centrado en la utilización del clima marítimo y la modelización del oleaje para establecer consideraciones diacrónicas sobre la operatividad del sistema portuario de Cartagena en base a establecer índices de seguridad para el fondeo.

Es, mediante la caracterización del clima marítimo que podemos conocer el contexto físico local de un emplazamiento portuario. Es decir, contextualizar. Comprender el comportamiento, por ejemplo, de las corrientes, el oleaje o las mareas, nos permite poner las estructuras portuarias en el medio para y por el que han sido diseñadas y ubicar los espacios portuarios en su entorno de explotación, bajo las restricciones y limitaciones propias. Esto, conlleva un acercamiento científico mediante el cruce interdisciplinario, a la pregunta ¿Por qué la sociedad que estudiamos se relacionó con el espacio marítimo de ese modo? Es decir, teniendo una sociedad con limitaciones y un contexto físico con restricciones pero que deben trabajar conjuntamente, como sistema portuario, la forma en que se manifieste esa sinergia y, que, de forma a geometrías o espacios portuarios concretos, nos permitirá comprender o establecer consideraciones sobre cómo se articulaba la sociedad. Y, si atendemos a los puertos, son entes dinámicos, conocer su evolución.

Recuperando el concepto de inestabilidad del sistema, cuando el propósito para el que ha sido construido un puerto cambia o cuando deja de ser operativo, se establecen procesos adaptativos de reacondicionamiento o éste, sufre procesos de abandono más o menos abruptos. En el segundo caso, el sistema portuario sufre una degradación paulatina (actualmente acelerada por el cambio climático) que lo transforma en nuestro objeto de estudio. Siguiendo esa línea, quisiéramos hacer referencia a la publicación de Tomás Fernández-Montblanc (Fernán-

dez-Montblanc *et al.*, 2022) quién utiliza el clima marítimo en la Bahía de Cádiz para evaluar el nivel de riesgo de daño que puede sufrir el patrimonio cultural marítimo/costero y ayudar a establecer estrategias para su gestión. Si bien el artículo cuenta con dos casos de estudio que son pecios, la posibilidad de aplicar metodologías similares, adaptándola a los parámetros contextuales en los que encontramos los restos de un sistema portuario antiguo, puede suponer un avance significativo en el control y la gestión del patrimonio sumergido y costero español.

La introducción de los análisis derivados del estudio del clima marítimo en los contextos portuarios antiguos ya sea para el estudio retrospectivo de los complejos portuarios como para promover maniobras en pro de la conservación, preservación y protección del UCH se articulan como un proxy capaz de complementar los enfoques tradicionales e integrarse en los más innovadores.

En el contexto intelectual actual, en el que la invocación de la resiliencia de los sistemas costeros se ha vuelto casi obligatorio, el estudio geomorfológico de los puertos antiguos muestra claramente que no sólo las actividades humanas reducen la resiliencia de la naturaleza costera, sino que es evidente que la vulnerabilidad socioeconómica viene determinada menos por la capacidad técnica que por la habilidad cultural de una sociedad para combatir o incluso hacer frente a los impactos de la naturaleza costera. De hecho, pocos ecosistemas han estado tan sometidos a las presiones humanas como los entornos portuarios a largo plazo. Al contrarrestar la evolución natural mediante el desarrollo de puertos, las sociedades han introducido disfunciones en los sistemas costeros que a menudo son perjudiciales para la sostenibilidad de las instalaciones.

7. Conclusiones

Para concluir, nos gustaría destacar la dinámica de la investigación multidisciplinar en el contexto arqueológico y litoral de las costas españolas, brillantemente ilustrada por varios simposios en Valencia en 2001 (Berlanga, Ballester, 2003), en Pisa en 2003 (Urteaga Artigas, Noain Maura, 2005), más recientemente en Tarragona (Lasheras *et al.* 2022) y en Irún en 2021 (Coloquio internacional «Entre Mares: localizaciones, infraestructuras y organización de los puertos romanos») y finalmente en Almería en 2022, que tuvimos el honor de presentar (congreso internacional Tierra y mar: organización y ocupación del paisaje del sureste peninsular durante el mundo antiguo - medieval y su contexto mediterráneo), así como prometedoras síntesis preliminares como la de Ramallo Asensio *et al.* (2017) o Nieto Prieto (2022); estudios tanto más valiosos cuanto que el patrimonio arqueológico costero está desapareciendo rápidamente,

engullido por la subida del nivel del mar y la erosión generalizada de las costas (Devillers, Olmos Benlloch, Castanyer, 2021).

8. Referencias bibliográficas

- ANTHONY, E. J., MARRINER, N. Y MORHANGE, C. (2014). Human influence and the changing geomorphology of Mediterranean deltas and coasts over the last 6000 years: from progradation to destruction phase? *Earth Science Reviews*, 139, 336-361.
- ARANEGUI GASCÓ, C. (2021). Saguntum se abre al mar (ss. V a.C.-I d.C.). En: E. Alba Pagán, E. (ed.). *Arqueología de la internacionalización saguntina, comercio marítimo, vino y algo más. Sagunt, camins patrimonial, cruïlles culturals*, Universidad de Valencia, Valencia 145-166.
- ARANEGUI GASCÓ, C., RUIZ PÉREZ, J. M. Y CARMONA GONZÁLEZ, P. (2005). El humedal del puerto de Arse-Saguntum. Estudio geomorfológico y sedimentológico. *Saguntum*, 37, 153-163.
- BERLANGA, G. P. Y BALLESTER, J. P. (2003). *Puertos fluviales antiguos: ciudad, desarrollo e infraestructuras, IVe jornadas de Arqueología subacuática*, Actas, Facultat de Geografia i Historia, Universitat de Valencia, Generalitat Valenciana., 382 p.
- BERNAL-CASASOLA, D. (2022). *Gades, puerto principal de redistribución comercial de Hispania. Síntesis de su sistema. 5º congres Internacional d'Arqueologia i Món Antic. Ports romans. Arqueologia dels sistemes portuaris. Actes*. Tarragona. Institut Català d'Arqueologia Clàssica i Universitat Rovira i Virgili, 37-60.
- BONY, G., MORHANGE, C., MARRINER, N. Y NIETO, X. (2011). Géographie archéologique du port grec d'Empuries: Un port ouvert ou fermé?, *Méditerranée*, 117, 81-87.
- BUTZER, K. W. (1982). *Archaeology as Human Ecology. Method and Theory for a Contextual Approach*. Cambridge.
- CASTANYER, P., SANTOS, M., MARZOLI, D., JULIÀ, R., GELI, R., TREMOLEDA, J., HERNÁNDEZ, E. Y BOUZAS, M. (2022). *El projecte de recerca arqueològica dels espais portuaris de l'antiga Empúries: els ports de la ciutat grega d'Emporion. Actes del 5e Congrés internacional d'Arqueologia i món antic.: Ports romans. Arqueologia del sistemes portuaris*. Tarragona, 24-27 de novembre de 2021. / coord. por A. Lasheras González A., J. Ruiz de Arbulo J. , P. Terrado Ortuño, P., 109-123.
- CARMONA GONZÁLEZ, P. Y PÉREZ BALLESTER, J. (2011). Geomorphology, geoarchaeology and ancient settlement in the Valencian Gulf (Spain), *Méditerranée*, 117, 61-72.

- CEREZO-ANDREO, F., LÓPEZ-CASTEJÓN, F. J., RAMALLO-ASENSIO, S. F. Y GILABERT-CERVERA, J. (2020). Wave Hindcasting and Anchoring Activities in Ancient Harbours: The Impact of Coastal Dynamics on Ancient Carthago Nova (Cartagena, Spain). *Journal of Maritime Archaeology*, 15(2), 209-237.
- DEVILLERS, B., OLMOS BENLLOCH, P., CASTANYER, P. (eds.) (2021). Les paysages littoraux. Évolution et risque d'érosion du patrimoine, *Méditerranée*, 133.
- FERNANDEZ-MONTBLANC, T., BETHENCOURT, M., Y IZQUIERDO, A. (2022). Underwater Cultural heritage risk assessment methodology for wave-induced hazards: The showcase of the Bay of Cadiz. *Frontiers in Marine Science*, 9.
- GIL-GARCÍA, M. J., RUIZ-ZAPATA, B., ORTIZ, J. E., TORRES, T., ROS, M., RAMALLO, S., LÓPEZ-CILLA, I., GALÁN, L. A., SÁNCHEZ-PALENCIA, Y., MANTECA, I., RODRÍGUEZ-ESTRELLA, T., BLÁZQUEZ, A., Y GÓMEZ-BORREGO, A. (2022). Paleoenvironmental variability and anthropic influence during the last 7300 years in the western Mediterranean based on the pollen record of Cartagena Bay, SE Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 589, 110839.
- GIAIME, M., MORHANGE, C., CAU ONTIVEROS, M. A., FORNÓS, J. J., VACCHI, M. Y MARRINER, N., (2017). In search of Pollentia's southern harbour: geoarchaeological evidence from the bay of Alcúdia (Mallorca, Spain), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 466, pp. 184-201.
- HOFFMANN, G. (1988). *Holozänstratigraphie und Küstenlinienverlagerung an der andalusischen Mittelmeerküste, Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen, Fachbereich Geowissenschaften: Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen*, 2.
- MILLET, B., BLANC, F. Y MORHANGE, C. (2000). Modélisation numérique de la circulation des eaux dans le Vieux Port de Marseille vers 600 ans avant J.-C.(Note). *Méditerranée*, 94(1), 61-64.
- MILLET, B. Y GOIRAN, J. P. (2007). Impacts of Alexandria's Heptastadion on coastal hydro-sedimentary dynamics during the Hellenistic period: a numerical modelling approach. *International Journal of Nautical Archaeology*, 36(1), 167-176.
- MILLET, B., TRONCHÈRE, H. Y GOIRAN, J. P. (2014). Hydrodynamic Modeling of the Roman Harbor of Portus in the Tiber Delta: The Impact of the North-Eastern Channel on Current and Sediment Dynamics. *Geoarchaeology*, 29(5), 357-370.

- LASHERAS, A., RUIZ DE ARBULO, J. Y TERRADO, P. (eds.) (2022). *5º congrés Internacional d'Arqueologia i Món Antic. Ports romans. Arqueologia dels sistemes portuaris*. Actes. Tarragona. Institut Català d'Arqueologia Clàssica i Universitat Rovira i Virgili., 316 p.
- LASHERAS GONZÁLEZ, A. Y TERRADO ORTUÑO, P. (2022). *El sistema portuario de Tarraco (siglos II a.C.-V d.C.)*. Actes del 5e Congrés internacional d'Arqueologia i món antic.: Ports romans. Arqueologia del sistema portuaris. Tarragona, 24-27 de novembre de 2021. / coord. por A. Lasheras González, J. Ruiz de Arbulo, P. Terrado Ortuño, 93-108.
- MARRINER, N. Y MORHANGE, C. (2007). Geoscience of ancient Mediterranean harbours. *Earth Science Reviews*, 80, 137-194.
- MARRINER, N. Y MORHANGE, C. (2008). Preserving Lebanon's coastal archaeology: Beirut, Sidon and Tyre. *Ocean and Coastal Management*, 51, 5, 430-441.
- MARRINER, N., MORHANGE, C., KANIEWSKI, D. Y CARAYON, N. (2014). Ancient harbour infrastructure in the Levant: tracking the birth and rise of new forms of anthropogenic pressure. *Nature Scientific Reports*, 4, 5554.
- MARZANO, A. (2013). Harvesting the Sea. The Exploitation of Marine Resources in the Roman Mediterranean, *Oxford Studies on the Roman Economy*, OUP. , 384 p.
- MARZOLI, D. (2005). Die Besiedlungs und Landschaftsgechichte em Emporda, von der Endbronzezeit bis zum Beginn der Romanisierung, *Iberia Archaeologica*, 5., 427 p.
- MAY, S. M., BRÜCKNER, H., NORPOTH, M., PINT, A., WOLF, D., BRILL, D., MARTIN, C. L., STIKA, H.-P., PADILLA, J. S., MORET, P. Y MARZOLI, D. (2022). Holocene coastal evolution and environmental changes in the lower Río Guadiaro valley, with particular focus on the Bronze to Iron Age harbour 'Montilla' of Los Castillejos de Alcorrín (Málaga, Andalusia, Spain). *Geoarcheology*, 1-27.
- MONTANER, J., JULIÀ, R., CASTANYER, P., TREMOLEDA, J., SANTOS, M., RIERA, S., USERA, J. Y SOLÀ, J. (2014). El paleopaisatge fluvio-estuari d'Empúries, *Estudis del Baix Empordà*, 33, 11-53.
- MORHANGE, C. Y MARRINER, N. (2015). Archeological and biological relative sea-level indicators. In Shennan, I., Long, A. J., Horton, B. P. (eds.). *Handbook of Sea Level Research*, 146-156. Wiley.
- MORHANGE, C., MARRINER, N. Y CARAYON, N. (2016). Eco-history of ancient Mediterranean harbours. In Bekker-Nielsen, T. y Gertwagen, R. (dir). *The Inland Seas, Towards an Ecohistory of the Mediterranean and the Black Sea*, Verlag, 85-106.

- NIETO PRIETO, X. (2022). *Sistemas portuarios y arqueología subacuática. Actes del 5e Congrés internacional d'Arqueologia i món antic.: Ports romans. Arqueologia del sistemes portuaris*. Tarragona, 24-27 de novembre de 2021. / coord. por A. Lasheras González, J. Ruiz de Arbulo, P. Terrado Ortuño, 15-20.
- NIETO, X., REVEL, A., MORHANGE, C., VIVAR, G. Y RIZZO, E. (2005). La fachada marítima de Ampurias: studios geofísicos y datos arqueológicos, *Empuri s*, 54, 71-100.
- ORTIZ, J. E., TORRES, T., S NCHIZ-PALENCIA, Y., ROS, M., RAMALLO, S., LÓPEZ-CILLA, I., GAL N, L. A., MANTECA, I., RODRÍGUEZ-ESTRELLA, T., BLÁZQUEZ, A., GÓMEZ-BORREGO, A., RUIZ-ZAPATA, B. Y GIL, M. J. (2022). Lipid biomarkers and metal pollution in the Holocene record of Cartagena Bay (SE Spain): Coupled natural and human induced environmental history in Punic and Roman times. *Environmental Pollution*, 297, 118775.
- RAMALLO ASENSIO, S. F., FELIPE CEREZO ANDREO, F. Y VIZCAINO S NCHIZ, J. (2017). Puertos y espacios portuarios entre la antigüedad y la alta edad media: nuevos escenarios de investigación. In: Diarte-Blasco P. (ed.). *Cities, Lands and Ports in Late Antiquity and the Early Middle Ages: Archaeologies of Change*. Roma: BraDypUS, 159-174.
- RAMBAUD, F. (2005). Reconstrucción de la línea de costa en el territorio de Ampurias, *Empúries*, 54, 59-70.
- SALOMON, F., KEAY, S., CARAYON, N. Y GOIRAN, J.-P. (2016). The Development and Characteristics of Ancient Harbours - Applying the PADM Chart to the Case Studies of Ostia and Portus. *Plos One*, 11, 9, e0162587.
- SALOMON, F., KEAY, S., CARAYON, N. Y GOIRAN, J.-P. (2017). Un «modèle  ge-profondeur pal oenvironnemental» pour interpréter les s quences s dimentaires en milieu portuaire (Portus, Italie). *Quaternaire*, 28, 2, 167-172.
- SALOMON, F. ET AL. (2020). High resolution late Holocene sedimentary cores record the long history of the city of Cádiz (south-western Spain). *Scientific Drilling*, 27, 35-47.
- SCHUBART, H. (1988). Endbronzezeitliche und ph nizische Siedlungsfunde von der Guadiaro-M ndung, Prov. Cádiz. Probegrabung 1986. *Madriider Mitteilungen*, 29, 132-173.
- SCHUBART, H. (1991). Investigaciones geol gicas y arqueológicas sobre la relación costera de los asentamientos fenicios en la Andalucía Mediterr nea. *Collezione di Studi Fenici*, 30, Roma, 1245-1251.