

# ANUARIO ARQUEOLÓGICO DE ANDALUCÍA

## 2008

BORRADOR / DOCUMENTO PRE-PRINT

# **ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PUNTUAL DE APLICACIÓN EXPERIMENTAL DE TÉCNICAS GEOFÍSICAS PARA LA LOCALIZACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DIFUSIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN LA ZONA DE LA CALETA (CÁDIZ).**

Aurora Higuera-Milena Castellano

Centro Arqueología Subacuática IAPH

[aurora.h.castellano@juntadeandalucia.es](mailto:aurora.h.castellano@juntadeandalucia.es)

**Resumen:** El proyecto de Actuación Arqueológica Puntual realizado entre 2008 y 2010, con la aplicación de técnicas geofísica en un área de La Caleta, intentó valorar las respuestas que proporcionan estos sistemas (sonar de barrido lateral, magnetómetro marino, ecosonda multihaz y perfilador sísmico), analizando su comportamiento en yacimientos arqueológicos con materiales variados (cerámicas, elementos de hierro, elementos de piedra), con diversidad en cuanto a profundidad y a tipos de fondo (arena, cascajo, limos y rocas).

**Palabras clave:** Prospección geofísica marina, yacimientos arqueológicos, sonar de barrido, magnetómetro, La Caleta.

**Abstract:** The Punctual Archaeological Project, conducted between 2008 and 2010, with marine geophysical survey techniques in La Caleta, attempted to assess the responses provided by these systems (side scan sonar, multibeam marine magnetometer and seismic profiler), analysed the performances in an area of great diversity, archaeological sites that provided a wide range of artefacts (pottery, iron items, stone items), with diverse depths and in terms of sea beds (sand, gravel, slime, rocks).

**Key words:** marine geophysical survey techniques, archaeological sites, side scan sonar, magnetometer, La Caleta.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Se exponen a continuación los resultados de la Actividad Arqueológica Puntual<sup>1</sup> en la que se han aplicado técnicas geofísicas en el análisis de yacimientos arqueológicos sumergidos en el entorno de La Caleta, enmarcando el proyecto dentro de la realización de la Carta Arqueológica Subacuática de Andalucía. La actuación se concentró en el entorno de las islas que configuraron las *Gadeira* de los textos antiguos, *Gadira*, *Gadir*, *Gades*, Cádiz, una zona de continuo paso, fondeaderos y naufragios que ha deparado gran abundancia de restos en sus aguas, con una gran variedad tipológica de yacimientos arqueológicos.

## **2. ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Cádiz se encuentra asentada sobre material rocoso plio-pleistoceno (“rocas ostioneras” o arenisca conchífera, conglomerados cementados con ostras y pectínidos) sobre la que se superpone una capa variable de arcillas rojas (glacis cuaternarios) y arena dunar. Los fondos de la Bahía se adaptan asimismo a esta morfología: afloraciones rocosas, rodeados de zonas arenosas y mas llanas, también colmatadas de fangos de los aportes del Guadalete.

El área objeto de estudio cuenta con un rico patrimonio arqueológico subacuático, con yacimientos que van desde época fenicio-púnica y romana, hasta medieval y moderna, por lo que se encuentra incluida dentro de la Zona de Servidumbre Arqueológica (ZSA) denominada “Espacio subacuático Bahía de Cádiz” localizándose dentro de ella seis Zonas Arqueológicas (ZA), “El Aculadero”, “Punta del Nao”, “Piedras de Molino”, “Bajo de Chapitel”, “Cepo de Plomo” y “Punta del Sur”<sup>2</sup>.

Fig 1: Izquierda Zona de Servidumbre Bahía de Cádiz, y derecha área del proyecto, con las zonas arqueológicas citadas.

En estos fondos se sitúan bajos peligrosos para la navegación que rodean antiguos canales de entrada hacia la población y hacia el interior de la bahía, pero también cuentan con lugares de fondeo inmejorables donde encontrar refugio al abrigo de los distintos vientos dominantes, así como puntos de aguada que han sido utilizados a lo largo de los siglos, dotando de

---

<sup>1</sup> Autorizada con fecha 12 de Mayo de 2008, ampliándose el plazo establecido el 13 de Julio de 2009, finalizándose la actividad el 31 de julio de 2010

<sup>2</sup> Orden de 20 de abril de 2009, en Boja 101 de fecha 28 de mayo de 2009 y Decreto 285/2009, de 23 de junio, en Boja 129 de 6 de julio de 2009.

infraestructura a un asentamiento habitado ya desde época fenicia. Un intenso pasado que ha visto sucederse guerras, asaltos, temporales, además de un prospero comercio y un complejo intercambio cultural, acontecimientos que han dejando su impronta bajo las aguas.

Desde las referencias sobre de la existencia en el mar de edificios antiguos y de “*ruinas de la antigua y primitiva ciudad*” (Ambrosio de Morales, 1575: 222-223 y Agustín de Horozco 1598, ed. 1929: 104), pasando por las primeras leyendas cartográficas que se refieren a la antigüedad de la zona, - Cailletta, “*Hic olim fuibe urbem, indicant ruina ingentes*” en Hoefnagel (*Carpetaniae partis descr. 1584; Vardusorum, sive Gvipvscoae regionis typvs; Sinus Gaditanus, nunc Baia de Cadiz* y “*Ruinas de Cádiz Antiqua*” en “*Gades ab Occiduis insulae partibus*”, 1564) -, son muchos los autores, como Fray Pedro de Abreu (1596, 11), que describen ruinas y vestigios, creando la imagen de una ciudad sumergida debido a los embates del océano, con noticias de restos arqueológicos desechos por la acción marina, por la violencia y continuación de las olas del mar, la condición del tiempo y la mano del hombre: Pedro de Medina (1493-1567), Suárez de Salazar (1610), Marqués de Mondéjar (1687), Concepción (1690), Conde de Maule (1813), Vera y Chilier (1887).

En la Memoria Final generada por el proyecto, y presentada en la Delegación de Cultura de Cádiz, además de un estudio de los resultados obtenidos, se ha realizado un amplio recorrido por la problemática de la zona: una aproximación a los estudios geomorfológicos y la paleogeografía de las islas gaditanas (desde Gavala, 1927, Ponce 1985, Corzo, 1982, a las últimas publicaciones en Arteaga 2008, Domínguez Bella 2008 y 2011, Sáez y Díaz 2012, Alonso, et alii, 2015 y Botto 2014), una recopilación de los primeros hallazgos arqueológicos documentados (Pemán 1959, Blanco 1970, García Bellido 1971, Bernal, 1993, Pérez Hormaeche, 1990 y 1993, Rodríguez Mariscal, 2002), así como un resumen de las campañas arqueológicas realizadas en esta zona y sus resultados (Vallespín, 1982, Ramirez 1982, López de la Orden y García Rivera, 1982, Alonso 1991, Muñoz, 1993, Alzaga 1999, Medero, 2006, Rodríguez y Martí, 2001, Martí y Rodríguez 2003), incluyéndose las obras consultadas en una amplia bibliografía, de la que presentamos en este artículo una selección.

### **3.- PLANTEAMIENTO Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Objetivos**

Los objetivos han ido encaminados a la consecución de diferentes mejoras en tres líneas principales de trabajo, que se resumen a continuación:

I. Desde el punto de vista de la Investigación:

Aplicación de técnicas geofísicas en el análisis de los yacimientos sumergidos.

II. Desde el punto de vista de la Protección

Localizar nuevos yacimientos, identificando los factores de riesgo y degradación de los mismos, concretando su extensión espacial de cara a su inclusión en MOSAICO, realizando propuestas de medidas correctoras que garanticen la protección física de los restos.

III. Desde el punto de vista de la Difusión

Obtener un levantamiento 3D de precisión del territorio objeto de estudio, así como registros e imágenes de alta precisión sobre los yacimientos arqueológicos sumergidos.

## **4.2. Metodología de investigación**

La actividad arqueológica se ha desarrollado siguiendo diversas metodologías de trabajo, ya que se ha partido de una prospección geofísica inicial, que se ha utilizado como base para la realización de prospecciones tradicionales por medio de buceadores, efectuando sondeos en las zonas de interés detectadas. Posteriormente, se ha llevado a cabo una completa labor de estudio y catalogación de los materiales localizados, de cara a la publicación de los resultados obtenidos.

### **4.2.1. Prospección Geofísica**

La prospección geofísica tuvo lugar en mayo de 2008, a cargo de la empresa consultora Tecmarin 1990, S.L., con la recogida de datos de campo con diferentes sistemas, a bordo del catamaran Montinuevo 2, siempre con la supervisión de un técnico del CAS, realizando posteriormente el procesado e interpretación de los datos en gabinete. Se generaron un total de 351 anomalías, repartidas en las zonas prospectadas elegidas, que fueron agrupadas para su inspección por cercanía, obteniendo diversos resultados.

Fig 2. Mosaico a partir del registro de sonar con los puntos de anomalías.

Se caracterizan a continuación, de forma muy resumida, los medios técnicos empleados:

a) Sonar de barrido lateral - Modelo Klein 3000- . Se ha empleado para cubrir la zona general, solapando calles cuya separación ha variado en función de la profundidad y el tipo de fondo. La emisión acústica de alta frecuencia va del sensor al fondo, por lo que el registro obtenido dependerá de su naturaleza y de los obstáculos que la onda acústica encuentre.

b) Ecosonda Multihaz - Modelo SeaBat 8125 de RESON, Sensor de movimiento y rumbo OCTANS, Posicionamiento sistema RTK, Velocidad del sonido sistema SVP-14, DigibarPro, Mareógrafo de presión Valeport 74-. Esta herramienta permite realizar modelos digitales del fondo marino de gran precisión para la realización de mapas batimétricos, vistas 3 D, cálculos volumétricos, caracterización de fondos y estudios de composición del terreno. El espacio entre líneas también ha estado condicionado por la profundidad.

c) Perfilador sísmico y Ecosonda paramétrica, que registra perfiles de alta resolución del subsuelo marino detectando objetos enterrados en las capas sedimentarias más superficiales.

d) Magnetómetro - Explorer Marine Magnetics/gradiómetro, Sensor Overhauser, Programa *GradDaddy* de *GSE Hypack* - fundamental en los estudios arqueológicos, ya podría localizar objetos con contenido férrico e incluso acumulaciones de otros elementos, como por ejemplo, la cerámica, que por su proceso de fabricación, pueden alterar el campo magnético.

El procesado de los datos se ha hecho utilizando los ficheros XTF generados utilizando el programa ISIS y DelphMap de Triton Imaging. Los kilómetros recorridos durante la toma de datos, con los distintos medio, fueron 290 en total, algunos simultáneos. La totalidad de la zona se ha dividido en varios sectores señalándose en cada uno los elementos a revisar, generando como se ha dicho anteriormente, un gran volumen de anomalías:

	<i>Chapitel</i>	<i>Pantera</i>	<i>PuntaNao</i>	<i>Aculadero</i>	<i>Mercante</i>	<i>Albujera</i>	<i>Boya</i>	<i>Sector Sur</i>
SBL	51	28	12	53	12		2	5
MAG	13	4	6	18	3			2
SIS	12	7	19	80	5	5	2	12
Total	.....76	.....39	.....37	.....151	.....20	.....5	.....4	.....19
<b>TOTAL</b>								<b>351</b>

Tabla 1: Anomalías detectadas

El sistema de sonar de barrido lateral empleó la doble frecuencia simultánea, por lo que se obtuvieron dos mosaicos,- uno de alta frecuencia (500KHz), con poca capacidad de penetrar los sedimentos, pero mayor que lo que se obtendría con visión directa o cámaras, y otro de baja frecuencia (100KHz), que penetra recubrimientos someros-, permitiendo diferenciar zonas en función de su respuesta acústica y alcanzar objetos enterrados someramente.

Fig 3: Mosaico obtenido con resolución de 10cm y HF(500KHz)  
y el obtenido con resolución de 10cm y LF(100KHz).

La información presentada por Tecmarin se complementa con cuadros generales por zonas y fichas particulares de cada anomalía, descripción, coordenadas, profundidad, etc. Los distintos archivos digitales generados permiten combinar información, abriendo con ArcGIS y gvSIG capas en las que se representan cotas, zonas rocosas, líneas de navegación y resultados de magnetómetro, etc. En cuanto al registro de yacimientos señalar que se han obtenido pocas imágenes de artefactos conocidos con las que se pretendía crear una tipología de registros geofísicos de yacimientos arqueológicos subacuáticos:

Fig4. :Arriba cañones sobre arena y abajo sobre roca

Un gran número de anomalías se han correspondido con pecios contemporáneos, chatarra, cables, neumáticos, etc.

Fig 5 . Pecio de fibra y pecio de hierro

### **5.2.2. Prospección visual**

Las prospecciones se realizaron principalmente los meses de mayo a septiembre de 2008, 2009 y 2010, realizando los trabajos a bordo del barco Trafalgar y con la embarcación del CAS. Los trabajos sirvieron en 2008 como marco de prácticas para el proyecto ArcheoMED, durante la realización del Curso Teórico-práctico de Arqueología Subacuática de Técnicas de Excavación, incluido en el Curso Internacional de Arqueología Marítima Mediterránea,

realizado del 2 al 14 de junio de 2008. Del mismo modo, los alumnos de estancia en el CAS de Cabo Verde se incorporaron a estas prácticas.

<b>Campaña</b>	<b>Actuaciones</b>	<b>nº inmersiones</b>
2008	Revisión de anomalías	..... 23
	Curso Archeo-Med	.....75
2009	Prospección, revisión de anomalías y sondeos	.....137
	2010	Prospección, revisión de anomalías y sondeos
<b>Total</b>		<b>296</b>

Tabla 2 : Número de inmersiones

Lam 1. Desarrollo de los trabajos de prospección.

### 5.2.3. Sondeos

La finalidad de los sondeos ha sido la identificación cronológica y tipológica de una serie de yacimientos, con el fin de contar con la delimitación espacial de los mismos para su adecuada protección legal y física. La cobertura gráfica ha sido amplia y acorde a la visibilidad de las aguas de la Bahía de Cádiz. Todos los datos anteriormente descritos se recogieron en Fichas de Trabajo de Campo, en la que consta una Ficha de Registro de Artefactos.

Lam 2 : Sondeos en Canal del Sur 5

### 5.2.4. Trabajo de laboratorio y gabinete

Se han tratado, dibujado, fotografiado y clasificado un total de 634 piezas de distinta naturaleza, garantizando la conservación y protección de las mismas, de acuerdo con las directrices contempladas en el apartado 5 del proyecto original, relativas a las medidas de



protección física y conservación preventiva de objetos muebles. Se ha procedido a su inventario, catalogación, cuantificación por yacimientos, análisis e interpretación.

El material arqueológico recuperado durante la campaña ha sido agrupado en cada uno de las zonas trabajadas, clasificado según tipologías y épocas, identificado las piezas de manera individual a través de una sigla, ficha inventario, dibujo y fotografía todo ello incluido en la Base de Datos del CAS. Ejemplo de sigla: BCH/CA-09/01 (Bajo de Chapitel/Cádiz-2009/ pieza nº 1)

A través del estudio de las formas y las características arqueométricas – color, textura y composición- se han identificado fragmentos de una misma pieza, para acercarnos al cálculo de individuos reales (número mínimo de individuos). La acción del mar ha dificultado la descripción de las pastas ya que su color se ve alterado por el medio en el que se han conservado. Se ha realizado el dibujo de cada pieza, de forma tradicional, con herramientas tales como perfilador, compás y calibre, así como con Autocad y Adobe Photoshop. Se ha almacenado en cajas de cartón, etiquetadas según zona, año de campaña, época y tipología, para ser depositadas en el Museo de Cádiz.

#### **5.2.5. Equipamiento e infraestructura en la campaña**

-Posicionamiento preciso mediante GPS de yacimientos y objetos aislados - GPS GARMIN 2006 C TRIMBLE.

-Toma de fotografías y videos de alta resolución: *Nikon D 70*, con carcasa *Ikelite*, *Olimpus 740* con carcasa *PT 034*, Cámara *Sony HDV 1080i* de alta definición con carcasa *Light & Motion*.

-Embarcaciones utilizadas:

-Tetis, embarcación del Centro de Arqueología Subacuática Cataluña. (Foto 1)

-Embarcación rígida Alnasur Montenuovo 2(Foto 2)

-Embarcación semirígida 7,50 m, motor de 250 c.v. Waterbags Diving Center S.L..

-Embarcación semirígida de 5,36 m, motor 80 c.v del CAS(Foto 3)

-Embarcación rígida Trafalgar.

-Embarcación semirígida de 5,360 con motor 80 c.v del CAS

-Motobomba Honda 6X160, modelos WH 20X y WB 30X, con manga de succión de 15 mm

## 5. DESCRIPCIÓN DE LOS YACIMIENTOS LOCALIZADOS Y ESTUDIO DE LOS MATERIALES

A partir de la investigación de los hallazgos arqueológicos localizados, su distribución y origen, hemos delimitado una serie de puntos que corresponden con nuevos yacimientos arqueológicos.

Fig 6. Zonas Prospectadas y Yacimientos localizados

### **5.1.-Yacimiento de Canal del Sur 1**

Se trata de una zona en medio de la llamada Canal Vieja o Canal del Sur, con una importante dispersión de restos cerámicos púnicos y romano imperial, diseminadas en un fondo de rocas, sobre todo material anfórico, con una cronología muy amplia (siglos V a C - V d C), sin que se observara ninguna concentración que indicará la presencia de pecios (siendo los grupos más numerosos los de T 8.2.1.1. con siete ejemplares y T 9.1.1.1 con ocho aunque no se puede asegurar una contemporaneidad o "contexto" para todos ellos como parte de un mismo naufragio). La zona ha podido tener una importante actividad como fondeadero, como lo demuestra el amplio abanico de cronologías aportadas por el conjunto cerámico estudiado, así como el hallazgo de restos aislados por todo el bajo.

### **5.2.-Yacimiento de Canal del Sur 5**

El material se encontraba concentrado en un círculo de unos 10 m de radio. A partir del estudio de los restos han podido observarse tres horizontes principales:

- a- materiales del siglo V o inicios del IV a.C. (entre ellos, 4 ánforas T-11210, 3 ejemplares de T-8211, 2 ánforas de pequeño tamaño, 17 quemaperfumes/tapaderas, etc., 2 ampollas, 1 soporte y un fragmento de terracota).
- b- materiales datados en el tramo inicial del siglo II a.C. (caracterizado por 16 ejemplares de T-9111 locales, dos con sello).
- c- materiales altoimperiales (ánforas Dr. 7/11, Dr. 20, Haltern 70, Beltrán II y algún individuo de fondo plano).

Domina en todas las fases el material producido en la propia Bahía de Cádiz. No podemos descartar la presencia de vuelcos de cargamentos o verdaderos pecios en este entorno de Canal del Sur.

Señalar también que en esta zona rocosa, que configura un montículo de poca altura, se han localizado estructuras relacionadas con escapes de fluidos o chimeneas carbonatadas (Mata, 2009).

Lam 4: Detalle de chimenea carbonatada

### **5.3.- Yacimiento Canal del Sur -Piedras de Molino**

Se localizaron cuatro piedras de molino de 1,10 m de diámetro.

### **5.4.- Yacimiento de La Cepera**

La prospección y los sondeos parecen haber documentado una zona de fondeo con amplia perduración de uso, lo que corroboran los materiales estudiados, aunque no descartamos la existencia de posibles naufragios sobre zona de roca, ya que llama la atención el elevado número de ejemplares de algunos de los tipos localizados en una zona en torno a unos diez metros de radio, así como la influencia de la dinámica marina, ya que se trata de un entrante en el bajo donde podría quedar atrapado material de los alrededores. Señalamos entre los materiales localizados los datados en los siglos VII-VI a C.,- ánforas fenicias arcaicas T-10121 y pithoi-, los de los siglos V - III a C. - envases púnicos T-11210, T-12111 y T-8211 , así como del siglo II a C. abundantes T-9111 locales y T-7433 importada. En cuanto a época romana, se detecta una gran variedad de formas, desde época republicana al Bajo Imperio, contabilizando pocos ejemplares de Dressel 1, Haltern 70, Dressel 7/11, 14, LdC67, Tripolitana, Gala 4, y las Keay IV, V, VI, XVI.

### **5.5.- Yacimiento de Punta del Nao**

Además de algunos ejemplares de T-11213, T-12111 tardías de importación, T-9111 , un quemaperfume y un fragmento de askos aviforme, se detecta una importante concentración de restos cerámicos altoimperiales, algunos individuos de Haltern 70, Dr. 12, Dr. 7/11 y Beltrán IIA, obteniendo un grupo mayoritario de contenedores Dressel 20 – con al menos 13 bordes, 12 asas, 8 bases y 12 opérculos-. No se ha detectado la presencia de maderas. Estos

materiales podrían proceder de uno o varios pecios cercanos o material de fondeadero y al ser arrastrado por la dinámica del fondo han parado al chocar con las rocas. También se plantea la posibilidad de que guardara relación con un pecio de Dressel 20 que se encuentra en la orilla contraria del canal de la Caleta, La Albuja, no por la dinámica marina que no es en este caso norte/sur, sino como un primer punto donde el barco en peligro pudiera haber perdido parte de su cargamento.

#### **5.6.-Yacimiento de Laja Herrera**

Se trata de una zona cerca del cantil que une el bajo de Chapitel con Laja Herrera. En una inmersión se localizaron 6 quemaperfumes/ tapaderas y 4 fragmentos de ánforas púnicas T 9.1.1.1.

**5.7.-Grupo de cuatro cañones de Laja Herrera:** Se localizaron sobre fondo de arena y roca, a unos 11 metros de profundidad, y se posicionó también un zuncho de vigota completo de hierro y una barra de este mismo material.

**5.8.-Grupo de seis cañones en Chapitel:** Se buscaba una gran anomalía de magnetómetro a unos 9 metros de profundidad,. Tendría relación con el conjunto de artillería localizada en el bajo de Chapitel y con los restos del *Boucentaure*, naufragado en 1805, Martí Solano (2013).

**5.9.-Grupo de 4 cañones de retrocarga en La Cepera,** localizados en la zona más occidental del bajo, a unos 17 m de profundidad, los cuales fueron identificados como falconetes pedreros utilizados entre los siglos XVI al XVIII.

**5.10.-Yacimiento Mercante de los bajos de San Sebastián:** Se trató de una intervención en un yacimiento ya conocido, con la finalidad de limpiar en 2008 parte de la estructura que estaba descubierta para su documentación gráfica. En 2010 se realizaron dos sondeos para determinar el carácter de las piezas más superficiales. El estudio de los materiales presenta una cronología de finales del siglo XVIII o primeros años del siglo XIX.

**5.11.- Ancla de la Punta del Sur:** Se trata de un ancla del tipo “Almirantazgo” o de cepo, una de las cuatro grandes anclas que portaban los buques de finales del siglo XVIII- inicios del siglo XIX. Es un ancla de hierro forjado con 5 metros de caña larga de sección octogonal y más de tres metros entre las uñas. En la parte alta de la caña presentaba un engrosamiento rectangular con un macho donde iría encajado el cepo. Este ancla, por su ubicación en el extremo de un bajo, debió de usarse para intentar retener un navío de gran porte.

## **CONCLUSIONES**

Los objetivos que se perseguían con el desarrollo de este proyecto iban encaminados a la consecución de diferentes mejoras en tres líneas principales de trabajo, que desarrollamos a la hora de hacer un balance de las conclusiones obtenidas:

- **Desde el punto de vista de la Investigación**, se pretendía con la aplicación de las técnicas geofísicas en el análisis de yacimientos sumergidos, determinar la eficacia de los diferentes sistemas para su localización, a partir de un ejemplo práctico en una zona amplia, con variados tipos de fondos y donde se tenía la constancia de la existencia de restos arqueológicos de distinta naturaleza en superficie, así como introducir mejoras desde el punto de vista metodológico e instrumental, creando pautas específicas y estrategias para trabajos posteriores. Se han delimitado estos fondo de forma general (arena, rocas), registrándose imágenes de los mismos y la respuesta con artefactos muy diversos (cerámicas, elementos de hierro, elementos de piedra).

De cara a la realización de proyectos futuros se señalan las siguientes consideraciones:

### **Sobre el equipo técnico empleado:**

- Se produjeron interferencias de la sísmica sobre el resto de los registros de SBL durante la toma de datos.
- Se considera imprescindible sacar más de una copia de seguridad adicional, para evitar pérdidas de información.
- Se tuvo una cobertura deficiente del posicionamiento RTK , por lo que hubo de colocar la antena base en un lugar más elevado y con mejor cobertura sobre la zona.
- Se detectaron interferencias de la Ecosonda Multihaz sobre el SBL, al tener que trabajar muy próximos y sobre abundante fondo de roca.

- Se debe garantizar la cobertura total de la zona mediante barridos sistemáticos, con la resolución apropiada para detectar elementos arqueológicos, desde objetos aislados a grandes concentraciones (ánforas o cañones que señalen la existencia de un pecio enterrado a grandes concentraciones), para luego realizar barridos de exploración o de detalle a alta resolución sobre zonas donde se detecten anomalías de interés.
- El SBL Klein 3000 (frecuencias Baja 100 y Alta 500Khz y con condiciones del mar no del todo idóneas) no ha dado los resultados esperados en cuanto a la creación de un catálogo de imágenes, no obstante, la tecnología avanza, comprobando buenos resultados en campañas posteriores<sup>3</sup>.

### **Sobre los resultados geofísicos obtenidos:**

- Se comprueba la necesidad de una primera discriminación en tiempo real, durante el visionado de los registros de sonar, elaborando un primer catálogo de anomalías con una primera valoración arqueológica, anotando los datos necesarios para poder volver al visionado de los registros: Técnicos, Zona de Trabajo, Fecha, Survey, Target, Hora, Línea, Frecuencia, Profundidad, Tipo de fondo y Descripción. Esto reducirá el número de anomalías considerablemente, y sobre este catálogo, determinar las más significativas sobre las que volver a realizar pasadas con sonar de alta frecuencia, perfilador de sedimentos y obtener la imagen de las mismas con ROV o pareja de buceadores.
- Las anomalías de Magnetómetro abarcaban zonas muy amplias, que hubo que prospectar para detectar de donde venía la anomalía en el registro.
- Se considera fundamental para la planificación de los trabajos contar con el software necesario para obtener mosaicos del fondo de cobertura total, que ayudan a la programación de las inmersiones y localización de los resultados, con el conocimiento preciso de los fondos.

### **Sobre las condiciones meteorológicas:**

- Las fechas de la campaña cerradas suponen un gran riesgo en cualquier trabajo que se desarrolla en el mar. En este caso, los temporales de poniente, que no son frecuentes

<sup>3</sup>

Plan Nacional 2010-2011, con el SBL Klein 3900 frecuencia (455-900) (Martí, 2013)

en mayo, no permitieron un estado óptimo del agua en casi ningún momento. Se consiguió baja calidad de los datos de SBL: el movimiento inducido en el pez remolcado a causa del oleaje provocaba distorsiones en el registro que no pudieron corregirse a pesar de los programas utilizados, debido al movimiento excesivo de los sensores.

- El gradiómetro también acusó errores debido al mal tiempo.
- Los datos de la EPAR no son adecuados con el oleaje pese a los sensores de movimiento.
- El fuerte oleaje de poniente no permitió pasar la Ecosonda Multihaz ni el gradiómetro en algunas de las zonas de interés.

#### **Sobre la naturaleza de los fondos:**

- Hubo peligro de enganche en zona cercana a bajos: el gradiómetro quedó enganchado en una mala maniobra.
- Se considera indispensable un estado del mar en calma. Es incompatible el trabajo con vientos superiores a 13 nudos, con un estado del mar igual o superior a marejadilla o mar de fondo, o con altura de ola superior a 1,5 m. El registro no es aceptable a pesar de los software de corrección. Asimismo señalar que la velocidad de la embarcación debe estar por debajo de 6 nudos.
- El mosaico de caracterización de fondos es un importante avance en el conocimiento de la Bahía de Cádiz, que facilitará la planificación de los trabajos en un medio difícil por la visibilidad que presenta, pero que necesitará ser completado y perfeccionado en futuras intervenciones. Se ha obtenido un mapa batimétrico y un mosaico de calidad baja/media/alta sonográfico.

Consideramos que las técnicas geofísicas, si son aplicadas en condiciones aptas (estado del mar idóneo, equipo técnico y personal adecuado), pueden considerarse una herramienta indispensable para el estudio de grandes zonas de trabajo, muy útil para la documentación de yacimientos arqueológicos, así como para la elaboración de herramientas -mapa batimétrico y mosaico sonográfico- de gran utilidad para la programación de trabajos arqueológicos en unas zonas de rico patrimonio arqueológico.

**-Desde el punto de vista de la Protección** señalar que se han localizando nuevos yacimientos, identificando los factores de riesgo y degradación de los mismos, elaborando propuestas de medidas correctoras para garantizar su protección física, concretándose su extensión espacial de cara a su inclusión en MOSAICO, Sistema de Gestión e Información de los Bienes Culturales de Andalucía, desarrollado en el ámbito de la Secretaría General de Cultura por la Dirección General de Bienes Culturales e Instituciones Museísticas, el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico y las Delegaciones Territoriales de Educación, Cultura y Deporte.

**-Desde el punto de vista de la Difusión** se ha obtenido, a través del tratamiento de la información obtenida y la aplicación de software, una batimetría de la zona objeto de estudio, además de un mosaico realizado a partir del sonar de barrido, de gran utilidad para futuros trabajos en este área (Alonso et alii, 2007)

- Se ha elaborado para la Memoria Final un apartado de antecedentes históricos y arqueológicos, una minuciosa puesta al día de la amplia documentación bibliográfica disponible de una zona tan emblemática de la Bahía de Cádiz, desde época antigua a la actualidad, recopilación que aún no ha finalizado, ya que sigue actualizándose continuamente, con la incorporación de nuevos documentos inéditos localizados, estudios y conclusiones a raíz de nuevas publicaciones sobre la zona, así como por la aportación de los buceadores deportivos y profesionales que se prestan ahora a colaborar con la administración, y que aportan datos sobre yacimientos, que necesitan ser comprobados.

Fig 7. Batimetría del área

- Se ha generado una amplia documentación gráfica (levantamientos planimétricos, croquis, imágenes fotográficas y de vídeo) que forma parte del fondo gráfico del CAS y que se volcará en el repositorio de archivos digitales del IAPH, a través del software Dspace. (<http://repositorio.iaph.es/>). Algunas de las imágenes han sido utilizadas en la web y en los cuadernillos didácticos publicados.
- Se ha obtenido una gran cantidad de registros de los distintos medios geofísicos utilizados, que con la evolución de las técnicas actuales y los nuevos software de



datos, son susceptibles de ser tratadas de nuevo para intentar obtener nuevos y mejores resultados.

- Se ha colaborado en mayo de 2008 en la realización del Curso teórico-práctico de arqueología subacuática de técnicas de excavación del Proyecto ArcheoMed, con prácticas de prospección y documentación gráfica en los yacimientos de la zona.
- Se ha presentado póster y artículo con los resultados preliminares de la campaña en el I Congreso de Arqueología Náutica y Subacuática Española celebrado en Cartagena en Marzo de 2013 (Higueras y Sáez, 2013).
- Se están elaborando varios artículos a partir de los datos obtenidos en los que se expondrán los resultados finales, la amplia recopilación documental realizada, así como estudios de piezas puntuales.

No se proyectaba llevar a cabo una investigación completa del área objeto de estudio, inabarcable por su amplitud y mala visibilidad, pero de gran riqueza arqueológica, por lo que al margen de los resultados obtenidos, si se ha puesto en evidencia, como conclusión principal, la necesidad de desarrollar proyectos de investigación sistemática en esta zona, que permitan interpretar el inmenso volumen de datos sobre historia naval, comercial, cultural, etc, que se encuentran ocultos en las aguas gaditanas, que permitan localizar nuevos vestigios, su documentación y protección, debido al potencial arqueológico de la zona y al riesgo de expolio. Se han recuperado materiales arqueológicos de un abanico cronológico amplio, documentos que narran aspectos de la Historia Marítima, Bélica, Comercial y de las Creencias, sobre todo de Época Fenicia y Romana y que vienen a corroborar la intensidad del comercio de la zona en momentos determinados, con una potente industria cerámica y salazonera, que aporta sugerentes novedades respecto a la información que se tenía sobre esta zona. Podemos afirmar, con contundencia, que las conclusiones de las campañas de 2008-2010<sup>4</sup> se encaminan hacia un análisis espacial de todo este entorno de bajos, hasta ahora conocido de forma fragmentaria, así como hacia la apertura de nuevas vías de investigación.

---

<sup>4</sup> La actividad ha estado dirigida por Aurora Higueras-Milena Castellano, con la coordinación de Carmen García Rivera ( Jefa del Centro de Arqueología Subacuática) y un amplio equipo de investigación ( Milagros Alzaga García, Josefa Martí Solano, Nuria E. Rodríguez Mariscal, José Manuel Higueras-Milena Castellano, Mercedes Gallardo Abarzuza, Ernesto J. Toboso Suárez. Francisco Juan Bañuelos Fuentes, Ana Isabel Miñano Domínguez, Francisco José Delgado Alcedo y Jorge Carrillo Palacín) de difusión y documentación (Carlos Alonso Villalobos, Lourdes Márquez Carmona. Milagrosa Jiménez Melero y David Benítez López), de

ALONSO, C. GRACIA, F. J., RODRÍGUEZ-POLO, S; MARTÍN PUERTA, C (2015). El registro de eventos energéticos marinos en la bahía de Cádiz durante épocas históricas. *Cuaternalario y Geomorfología*, 29 (1-2), pp 95-117.

ALONSO VILLALOBOS, C, FLORIDO NAVARRO, C, MUÑOZ VICENTE, A (1991) : Aproximación a la tipología anfórica de la Punta del Nao (Cádiz, España). Estratto da Atti del Congresso Internazionale di Studi Fenici e Punici, pp 601-616.

ALONSO VILLALOBOS, C (1989): Informe de la campaña de prospecciones subacuáticas en la zona noroeste de la Playa de La Caleta (Cádiz) AAA, vol II, pp 329-330.

ALZAGA, M, MARTÍ, J y NAVARRO, M (1999): Documentación y análisis del riesgo antrópico del Patrimonio Arqueológico subacuático de Andalucía, PH Boletín, 26, pp 122-129.

BERNAL CASASOLA, D y DAURA JORBA, A, 1990 Anforiscos púnicos inéditos del Museo de Ceuta. Actas del II Congreso Internacional “El Estrecho de Gibraltar”, Ceuta, 1990, pp 129-138

BOTTO (2014) : Los fenicios en la Bahía de Cádiz, nuevas investigaciones.

DE ABREU, P (1866): Historia del saqueo de Cádiz por los ingleses en 1596 .

DE LA CONCEPCIÓN, J. (1690) Emporio de el orbe, Cádiz Ilustrada, investigación de sus antiguas grandezas, Amsterdam

DE MEDINA. P. (1548) : Libro de grandezas y cosas memorables de España, en A. González Palencia, Obras de Pedro de Medina. CSIC, Madrid.

DE MORALES, A. (1575): *Antigüedades de las ciudades de España*, volumen 9.

DOMINGUEZ-BELLA, S (2008) : Geología en el entorno de la ciudad de Cádiz. Rampas 10, pp 117-130

(2011) Reconstrucción del marco geológico de la Bahía de Cádiz: recursos líticos y materias primas. Gadir y el Círculo del Estrecho revisados: Propuesta de la arqueología desde un enfoque social, 2011, pp 33-51

HIGUERAS-MILENA CASTELLANO, A y SÁEZ ROMERO, A. M. (2013): Aplicación experimental de técnicas geofísicas para la localización, investigación y difusión del

---

conservación (Luís Carlos Zambrano Valdivia, Cristina Guerrero López y Abel Bocalandro Rodríguez), de geofísica (Francisco González Sánchez, José Manuel Jódar Tenor, Elda María Delgado García, Eduardo González Mellídez) y de estudio de materiales: (Antonio M. Sáez Romero y Aurora Higuera-Milena).

patrimonio arqueológico en la zona de La Caleta (Cádiz). I Congreso de Arqueología Náutica y Subacuática. pp 992-1007.

HOROZCO, A. (1591): Discurso de la Fundación y Antigüedades de Cádiz y los demás sucesos que por ella han pasado, Cádiz.

- (1598): Historia de la ciudad de Cádiz.

LÓPEZ DE LA ORDEN, M<sup>a</sup> D y GARCÍA RIVERA, C. (1982): Ánforas púnicas de la Caleta, VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina, Cartagena, pp 393-397.

MARTÍ SOLANO, J y RODRÍGUEZ MARISCAL, N. (2003): Problemática y situación actual de la arqueología subacuática en la Bahía de Cádiz. Monte Buciero, 9, pp 399-416

MÁRQUEZ CARMONA, L (2006) El sistema portuario de la Bahía de Cádiz durante el siglo XVIII . Revista Historia de El Puerto. N°. 36, 2006, pp 11-47

MATA, FERNÁNDEZ-PUGA Y PÉREZ-OUTEIRAL (2009): Estructuras submarinas producidas por escapes de gases, pp 1-61

MEDEROS, A. (2006): Los inicios de la arqueología subacuática en España, Mayurqa, 31, pp. 365-366

MUÑOZ VICENTE, A. (1993): “Las cerámicas fenicio-púnicas de origen submarino del área de la Caleta (Cádiz)”, Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses, 15 (1990-1991), pp 287-333.

PEMÁN, C. (1959): El capitel, de tipo protojónico, de Cádiz, *Archivo Español de Arqueología* XXXII, pp 58-70.

PEREZ HORMAECHE, E (1990): Arqueología gaditana I: quemaperfumes púnicos, Gades n° 19, pp 9-24,

- (1993): Arqueología gaditana II: Ungüentarios púnicos, ,Gades 2, pp 261-268

PONCE CORDONES, F. (1985): “Consideraciones en torno a la ubicación del Cádiz fenicio”, *Anales de la Universidad de Cádiz*, II, Cádiz, pp. 99-121

RAMÍREZ (1982): La campaña arqueológica submarina de 1981 en el litoral de Cádiz, Breve avance de los resultados, Boletín Club M.G. La Caleta n°7 pag 14.

- (1982): Los primitivos núcleos de asentamiento en la ciudad de Cádiz, pp 1-258

- (1992): Terracota negroide en la Punta del Nao (Cádiz), pp 31-36 Boletín del Museo de Cádiz.

- (1993-94):Terracota orientalizante de la Punta del Nao (Cádiz) , VI BMC pp 93-102

- RAMÍREZ DELGADO, J. R.; & MATEOS ALONSO, V. (1985): La arqueología subacuática en la bahía de Cádiz, VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina (Cartagena, 1982), pp. 75-81.
- ROMERO DE TORRES, E. (1934): Catálogo monumental de España. Provincia de Cádiz (1908-1909), Madrid.
- RODRÍGUEZ MARISCAL N. E. Y ALZAGA GARCÍA M. (1997) Actuaciones de reconocimiento y valoración del patrimonio arqueológico subacuático del litoral andaluz PH Boletín 34, pp 97-103
- RODRÍGUEZ MARISCAL, N. y MARTÍ SOLANO, J . (2001) Actuación arqueológica subacuática en los Bajos al noroeste de la ciudad de Cádiz. Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico nº 36, Sevilla , pp 75-82
- RODRÍGUEZ MARISCAL, N (2002) “Localización y extracción de información del material arqueológico subacuático, procedente de aguas de La Caleta, depositado en el Museo de Cádiz” Consultoría y asistencia técnica para el CAS/IAPH.
- SÁEZ ROMERO, A.M. Y DÍAZ RODRIGUEZ, J.J. (2012): “Entre tierra y mar, entre lo púnico y lo romano. Adaptaciones económicas y territoriales en un medio cambiante: algunas notas sobre paleografía y sistemas de explotación del hinterland insular de Gadir/Gades”. En La etapa neopúnica en Hispania y el mediterráneo centro occidental: identidades compartidas , pp 259-299
- (2010): Comercio, procesado y consumo. Análisis evolutivo de algunas familias cerámicas gadiritas de época púnica y tardopúnica. *Saguntum* 9 extra, pp 304-313
- (2010): «La producción alfarera y la economía salazonera de Gadir: balance y novedades», *Mainake* 32. 2, pp 885-932.
- SUÁREZ DE SALAZAR, J. B. (1610): Grandezas y antigüedades de la isla y ciudad de Cádiz, Cádiz (edición facsímil anotada por R. Corzo, 1985).
- VALLESPÍN, O. (1985): “Carta Arqueológica de la Caleta”, en VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina(Cartagena, 1982), Madrid, pp. 59-74.
- (1995): La Caleta: Puerto antiguo de Cádiz, Congreso Internacional de Estudios Fenicios Púnicos, pp. 915-921.

**ACTIVIDAD ARQUEOLÓGICA PUNTUAL DE APLICACIÓN EXPERIMENTAL DE TÉCNICAS GEOFÍSICAS PARA LA LOCALIZACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DIFUSIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN LA ZONA DE LA CALETA (CÁDIZ)**

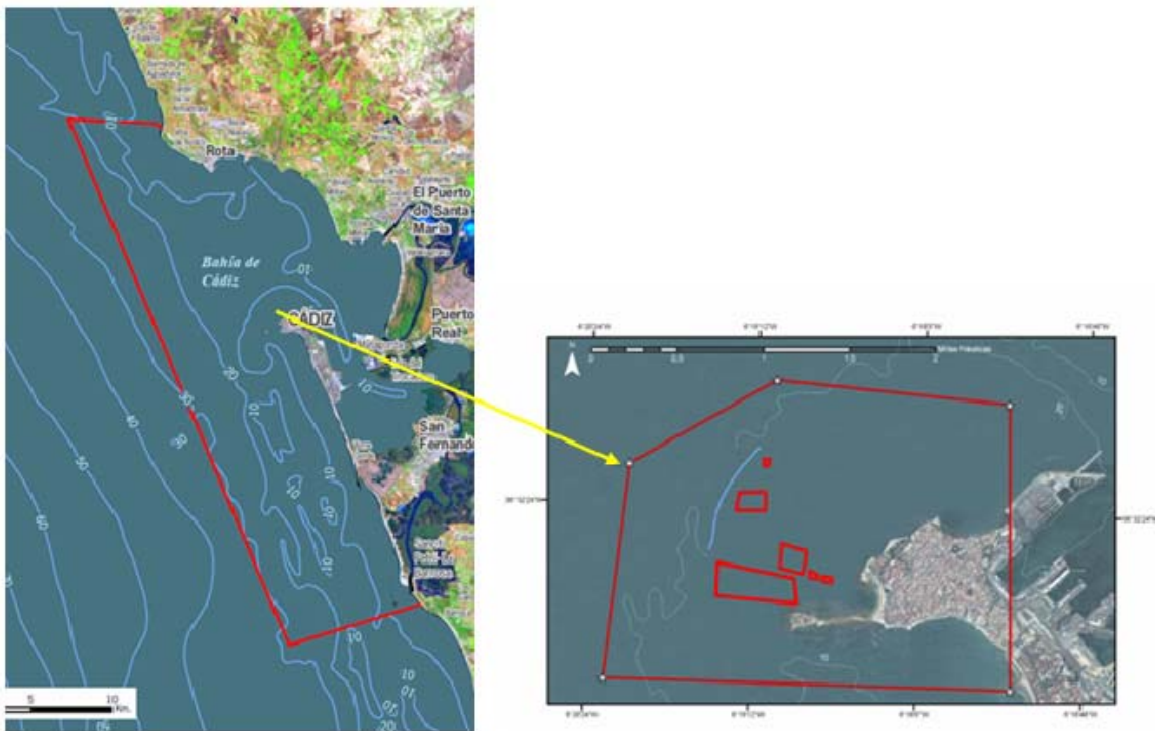


Fig 1: Izquierda Zona de Servidumbre Bahía de Cádiz, y derecha área del proyecto, con las zonas arqueológicas citadas.

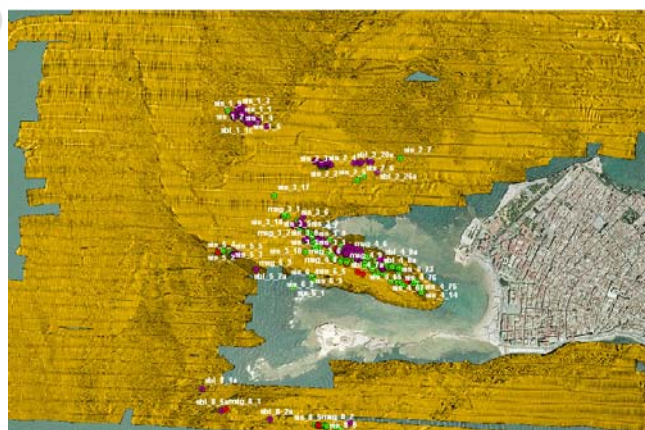


Fig 2. Mosaico a partir del registro de sonar con los puntos de anomalías.

	<i>Chapitel</i>	<i>Pantera</i>	<i>PuntaNao</i>	<i>Aculadero</i>	<i>Mercante</i>	<i>Albujera</i>	<i>Boya</i>	<i>Sector Sur</i>
SBL	51	28	12	53	12		2	5
MAG	13	4	6	18	3			2
SIS	12	7	19	80	5	5	2	12
Total	.....76	.....39	.....37	.....151	.....20	.....5	.....4	.....19
<b>TOTAL</b>								<b>351</b>

Tabla 1: Anomalías detectadas

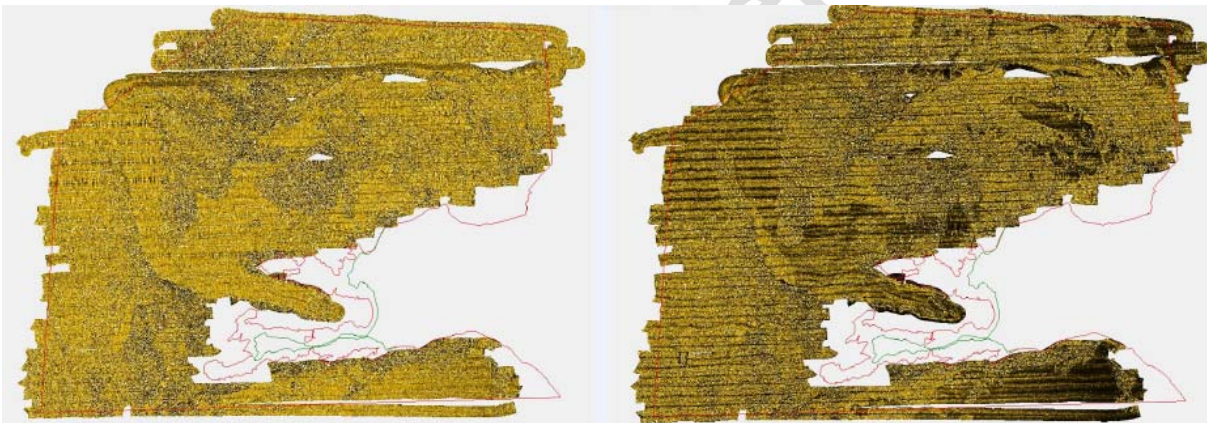


Fig 3: Mosaico obtenido con resolución de 10cm y HF(500KHz) y el obtenido con resolución de 10cm y LF(100KHz).

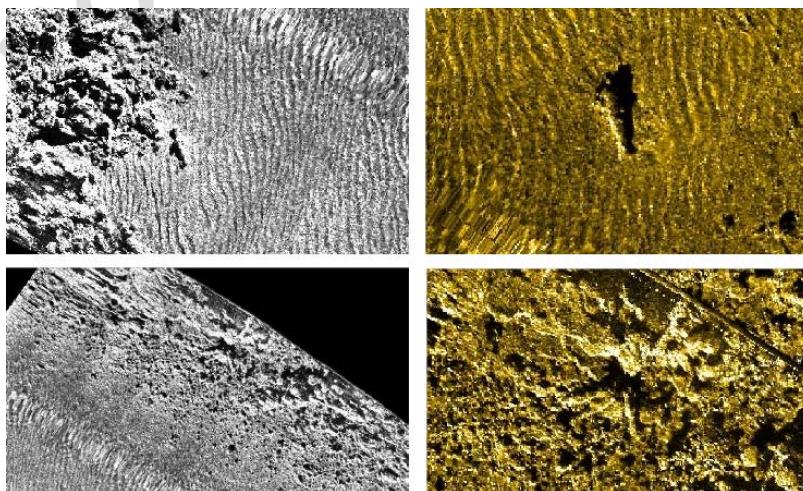


Fig4.: Detalles de cañones sobre arena y sobre roca

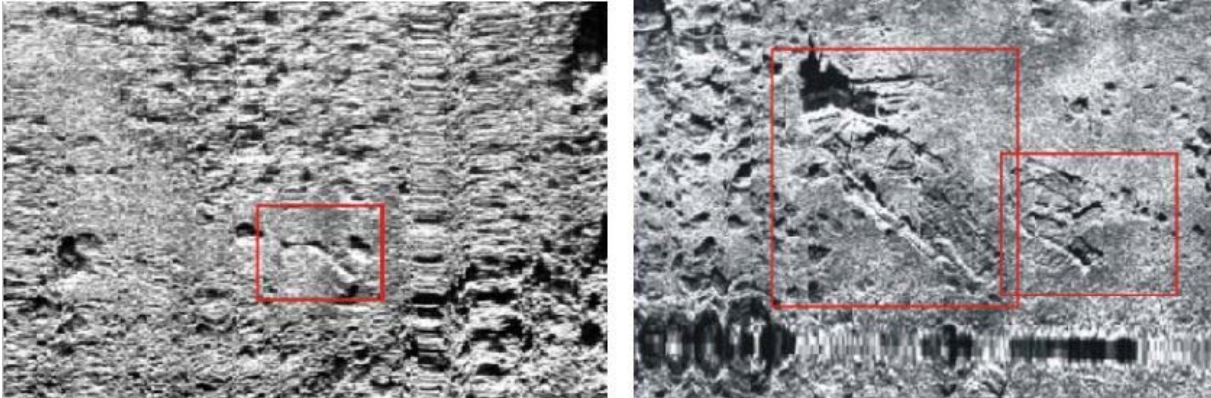
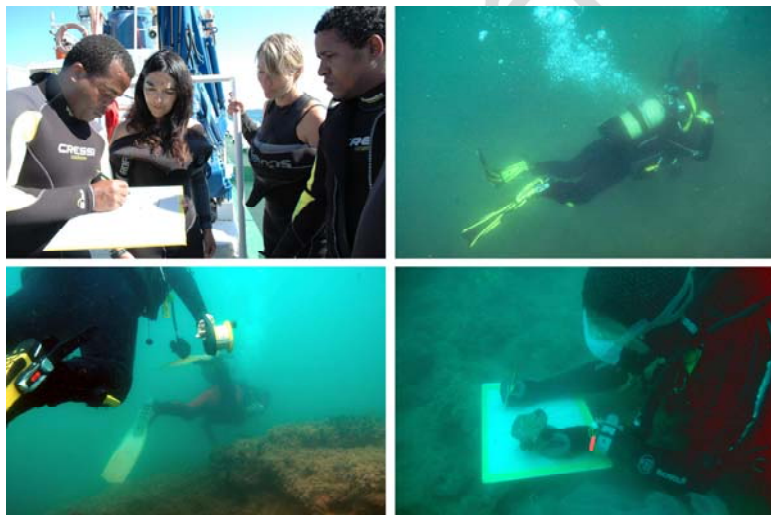


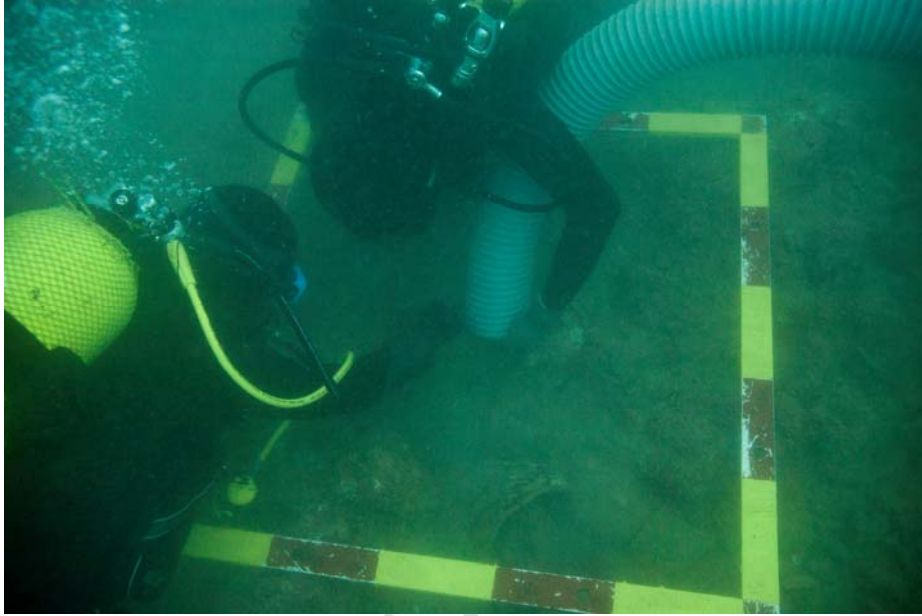
Fig 5 . Pecieo de fibra y pecieo de hierro



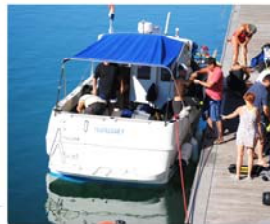
Lam 1. Desarrollo de los trabajos de prospección.

Campaña	Actuaciones	nº inmersiones
2008	Revisión de anomalías	..... 23
	Curso Archeo-Med	.....75
2009	Prospección, revisión de anomalías y sondeos	.....137
2010	Prospección, revisión de anomalías y sondeos	.....61
<b>Total</b>		<b>296</b>

Tabla 2 : Número de inmersiones



Lam 2 :  
Sondeos en Canal  
del Sur 5





Lam 3. Embarcaciones utilizadas

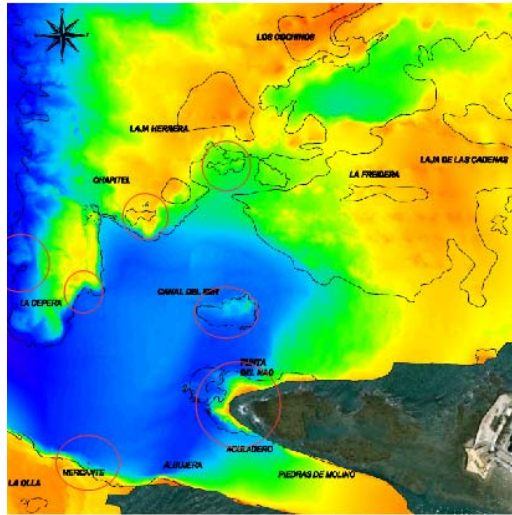
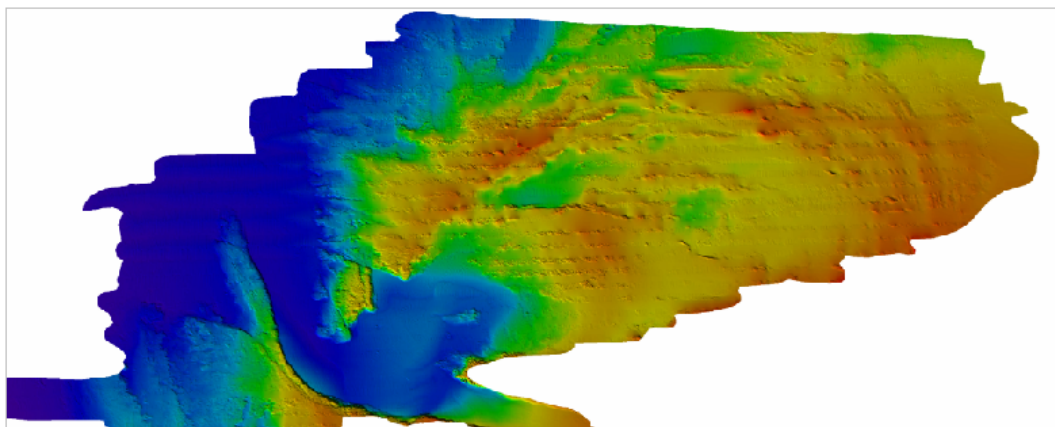


Fig 6. Zonas Prospectadas y Yacimientos localizados



Lam 4. Detalle de chimenea carbonatada



Borrador / Preprint