



# Gliders, planeadores submarinos en el océano macaronésico

- *As tartarugas marinhas da Macaronésia*
- *MARPROF y el cangrejo rey*
- *Autonomous maritime surveillance system -AMASS-*
- *Segundo Período de Estágio de Controlo Operacional de Observações e Operações Oceânicas*



El Boletín Marino Marítimo Macaronésico B3M es publicado por el Consorcio Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN) como una acción editorial conjunta de los proyectos PCT (Programa de Cooperación Transnacional) Madeira, Azores, Canarias MAC 2007-1013.

Los editores no se hacen responsables de la veracidad de las informaciones ni de

las opiniones expresadas, que serán responsabilidad de los autores. El presente boletín se confecciona sin fines comerciales con el único objeto de favorecer la difusión de la información contenida. Las referencias a cualquier marca registrada no suponen ningún tipo de recomendación o apoyo por parte de los editores. Son bienvenidos los

comentarios, preguntas y colaboraciones tanto en español como en portugués que se pueden hacer enviando un correo electrónico a info@plocan.eu. La versión electrónica del B3M se encuentra en la página web de los proyectos, si desea copia en papel puede solicitarla al mismo correo electrónico.

O Consórcio da Plataforma Oceânica de Canárias (PLOCAN) publica o Boletim Marinha Marítima da Macaronésia numa acção editorial conjunta dos projectos PCT (Programa de Cooperação Transnacional) Madeira, Açores e Canárias MAC 2007-1013. Os editores não são responsáveis pela veracidade das informações ou das opiniões

expressas, elas serão da responsabilidade exclusiva dos autores. Esta publicação não tem fins lucrativos, o seu único objectivo é promover e divulgar a informação contida. Qualquer referência a marcas não implica que tenham tido a recomendação ou aprovação dos editores. São bem-vindos todos os comentários, questões e

opiniões expressos em espanhol ou em português, através do e-mail info@plocan.eu. A versão eletrônica do B3M encontra-se no site do projeto, se desejar uma cópia, pode solicita-lo através do e-mail acima referido. Comité Editorial. O Comité Editorial Carretera de Taliarte s/n 35200 Telde



## suMARio

GLIDERS	2
As tartarugas marinhas da Macaronésia	4
Gestión de aguas	7
MARPROF y el cangrejo rey	8
AMASS	10
MARES	12

## B3M Comité Editorial

Ricardo Araújo  
(Museu Municipal do Funchal)

Eduardo Brito de Azevedo  
(Universidade dos Açores)

Josefina Loustau  
(Plataforma Oceánica de Canarias)

Cecilia Correia  
(Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira, APRAM)

Susana Patrícia A. Cordeiro Furtado  
(Administração dos Portos das Ilhas de São Miguel e Santa Maria, APSM)

Dolores Gelado  
(Universidad de Las Palmas de Gran Canaria)

José Antonio González  
(Instituto Canario de Ciencias Marinas)

Nieves González-Henríquez  
(Instituto Canario de Ciencias Marinas)

Octavio Llinás  
(Plataforma Oceánica de Canarias)

**SECRETARIA DEL COMITÉ:**  
Maria José Rueda  
(Instituto Canario de Ciencias Marinas)

Edita: PLOCAN - Plataforma Oceánica de Canarias

ISSN: 2171-6617

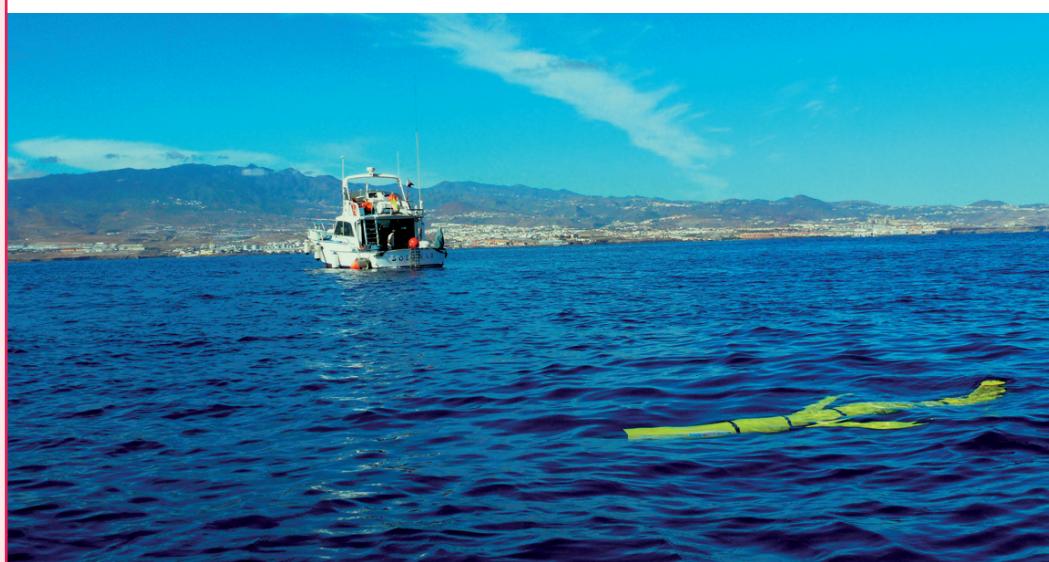
Depósito Legal: M-21953-2010

Diseño y Producción: SCAN 96, S.L.

©B3M Boletín Marino Marítimo Macaronésico / B3M Boletim Marinho Marítimo Macaronésico. 2010. Todos los derechos reservados. El presente boletín se confecciona sin fines comerciales, con el único objeto de favorecer la difusión de la información contenida. Se permite su copia y distribución siempre que se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras y no se realice ninguna modificación de las mismas.

# GLIDERS

## planeadores submarinos en el océano macaronésico

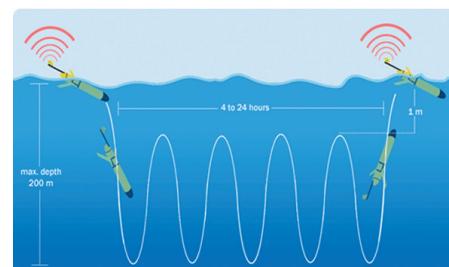


Planeador submarino (glider)

▼ Carlos Barrera

Durante las últimas décadas, un amplio rango de técnicas, estrategias y metodologías han sido usadas como vías de observación del océano. En este ámbito, y de manera concreta las realizadas de manera in-situ, se han resuelto inicialmente mediante el uso de barcos oceanográficos, asumiendo de la mejor forma posible elevados costes de operación y mantenimiento. Posteriormente, el avance tecnológico experimentado en disciplinas tales como la electrónica, las telecomunicaciones y la informática, posibilitaron incrementar cuantitativa y cualitativamente la observación del océano mediante el uso de instrumentación autónoma a través de complejos andajes, los cuales seguían requiriendo el uso de barcos oceanográficos de mediano y gran porte para su despliegue y operación.

En base a la experiencia acumulada y las necesidades identificadas, como siguiente paso evolutivo la tecnología actual pone a disposición nuevas plataformas de observación entre las que se incluyen vehículos submarinos autónomos con sensórica multidisciplinar integrada, capaces de realizar misiones durante largos períodos de tiempo de manera mucho más eficiente e inferiores costes asociados. Incluidos en estas nuevas plataformas de observación se encuentran los planeadores submarinos autónomos, también conocidos como gliders. Se trata de dispositivos no tripulados desarrollados para medir parámetros físico-químicos y biológicos de la columna de agua tanto en zonas costeras como oceánicas hasta profundidades máximas, por el



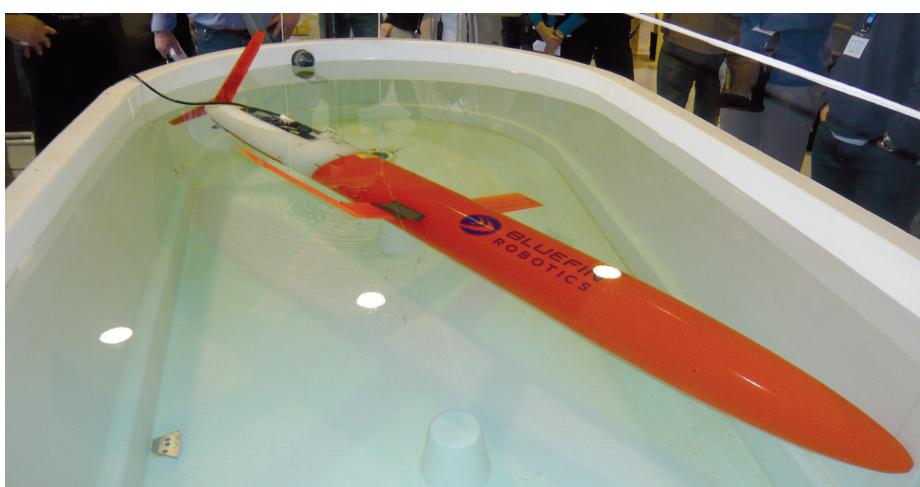
Principio de funcionamiento de un glider

momento, de 1000 m. y recorrer distancias de hasta 5000 kilómetros de manera efectiva y silenciosa.

Nacidos a partir de una idea original de Stommel en 1989, el primer test con una unidad prototipo se llevó a cabo en 1992. No obstante, el año 2002 se considera el momento en que este tipo de dispositivos se consolidan dentro de la comunidad científica y agencias gubernamentales como herramienta operacional de última generación en oceanografía destinada a la observación del medio marino.

Con una longitud media total de 2 metros, una envergadura de 1.2 metros y un peso aproximado de 50 kilos, este tipo de dispositivos de observación se caracterizan respecto al resto de ALPS (Autonomous Lagrangian Platforms and Sensors) por carecer de un sistema de propulsión basado en partes móviles o motores.

Su capacidad de movimiento se basa en el bombeo interno de aceite mineral entre dos compartimentos en forma de vejiga natatoria de alta resistencia (una interna y otra externa al cuerpo presurizado del



Calibración en laboratorio (Ballasting)

glider). El bombeo de aceite, alimentado por baterías de alta capacidad (normalmente litio o alcalinas), provoca variaciones de volumen en el dispositivo, convirtiéndolo en más o menos denso que el agua circundante, lo que le permite generar movimientos en la vertical de la columna de agua, los cuales se transforman en movimiento horizontal con la ayuda de las alas, generando un movimiento de planeo. Una vez alcanzada la profundidad programada, la misma bomba hidráulica desplaza el aceite aportando mayor flotabilidad, permitiendo el ascenso y retorno a superficie. El desplazamiento de aceite en sentido opuesto provocaría el efecto contrario (menor flotabilidad y hundimiento en profundidad). En ambos casos, los desplazamientos se producen a velocidades promedio de 0.25 m/s.

Tras previa programación de la misión a realizar, el operador desde tierra dirige/pilota al glider fijando unas coordenadas de navegación a las cuales éste debe dirigirse controlando simultáneamente su flotación y orientación (proporcionada por un preciso compás), a la vez que usando sus alas para desplazarse horizontalmente con un determinado ángulo de inclinación respecto a la vertical. Un sistema de navegación GPS y comunicación satélite bi-direccional, permite al operador en todo momento conocer la posición del vehículo una vez alcanza superficie, así como recibir datos y mandar nuevas órdenes a éste desde tierra, en caso de ser necesario corregir instrucciones inicialmente programadas.

Los datos registrados durante la misión, son transmitidos en tiempo cuasi real vía satélite como información de alto valor para su asimilación en herramientas o sistemas operacionales de predicción oceanográfica y meteorológica. Futuras aplicaciones de esta tecnología incluyen la opción de operar simultáneamente varias unidades en un mismo área, lo que proporcionará observaciones 3D multidisciplinares del interior del océano sin precedentes.

Pese a las importantes ventajas que ofrece el uso de estas novedosas plataformas de observación oceanográfica, en determinadas circunstancias se pueden generar

limitaciones operacionales derivadas de su reducida velocidad de desplazamiento, operatividad reducida en misiones de pequeña escala espacial y en zonas de fuertes corrientes, limitación en profundidad (1000 metros) y la incapacidad de tomar muestras de agua in-situ. El uso regular de este tipo de dispositivos, ofrece la oportunidad de reducir de manera significativa costes asociados a la observación del océano, sustituyendo en gran medida tanto el uso específico de barcos de investigación para determinadas acciones, como el despliegue de anclajes multidisciplinares.

Bajo el mismo concepto de operación, existen actualmente tres tecnologías a modo de producto comercial: Slocum, Seaglider y Spray, comercializados por Teledyne Webb Research, i-Robot y Bluefin Robotics respectivamente.

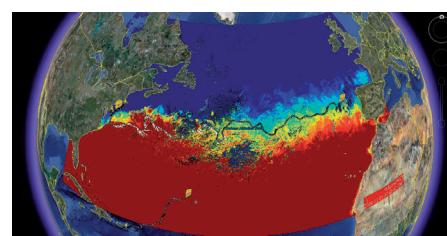
La Plataforma Oceánica de Canarias -PLOCAN- como iniciativa movilizadora de ciencia y tecnología marina de carácter general, cuenta entre sus objetivos principales la ocupación y operación oceánica de manera estable y sostenible, desde la cual permitir el acceso al océano profundo. Para ello se prevé utilizar y operar conectados o de forma remota, toda clase de vehículos, máquinas e instrumentos submarinos destinados a observar, producir, aprovechar recursos o instalar servicios en profundidades hasta ahora solo posibles para la industria del gas y el petróleo.

PLOCAN se encuentra ya involucrada de manera directa en la tecnología y operación específica de este tipo de plataformas en el área Macaronésica, ofreciendo servicio a instituciones que así lo requieren mediante el uso de vehículos tanto propios, como ajenos operados por personal técnico propio, así como cooperando en iniciativas internacionales en esta dirección.

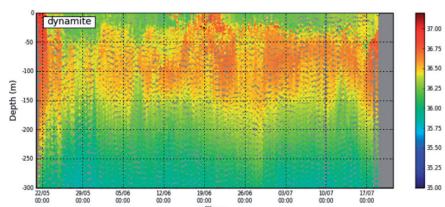
Claramente ejemplos de ello son la misión transatlántica liderada por Rutgers University (USA) bajo el nombre de Scarlet Knight y el proyecto Rapid WATCH liderado por el National Oceanographic Centre (Southampton, UK). En ambos casos, personal técnico de PLOCAN interviene de manera directa en tareas multidisciplinares relativas a la misión, tales como piloting, procesado y gestión de datos, operaciones en mar de despliegue y recogida.



Lanzamiento de un glider para inicio de misión



Misión transoceánica Scarlet Knight



Datos de salinidad durante la misión Rapid WATCH

El uso de estas nuevas plataformas autónomas de observación proporciona un nuevo escenario operacional, a través del cual aproximar en términos oceanográficos las distancias entre archipiélagos, permitiendo de esta forma aumentar, tanto cuantitativa como cualitativamente, el estudio de procesos y fenómenos que rigen el comportamiento del medio marino oceánico del área en su conjunto, repercutiendo de manera significativa en la mejora de herramientas y modelos de predicción, útiles y de aplicación directa en diversos sectores socio-económicos en la región Macaronésica, todo ello en consonancia y bajo los estándares establecidos por iniciativas y programas internacionales de observación marina.

#### Más información:

- <http://www.noc.soton.ac.uk/omf/projects/glider/index.php>
- <http://rucool.marine.rutgers.edu-atlantic/>
- [http://www.plocan.eu/divulgacion/images/stories/plataformas\\_observacion/Gliders/Gliders\\_PlataformasObservacion.pdf](http://www.plocan.eu/divulgacion/images/stories/plataformas_observacion/Gliders/Gliders_PlataformasObservacion.pdf)



# As tartarugas marinhas da Macaronésia

As tartarugas marinhas são animais com um ciclo de vida complexo, caracterizado pela exploração de diferentes habitats de alimentação ao longo do seu desenvolvimento. Estas espécies efectuam extensas migrações entre as áreas de alimentação e as praias de postura, mostrando a sua incrível capacidade de orientação.

► Catalina Monzón-Argüello, Adolfo Marco,  
Luis Felipe López-Jurado

Após o nascimento, as crias de tartaruga marinha adentram-se no mar e começam uma fase oceânica em que diversos estudos têm mostrado que seus movimentos estão ligados, principalmente, às correntes oceânicas. Durante esta fase, os juvenis com uma alimentação pelágica dispersam-se desde as suas populações de origem, podendo realizar migrações transoceânicas. Uma vez que os indivíduos estão próximos a atingirem a maturidade sexual, retornam para suas comunidades de origem, sob um comportamento conhecido como "natal homing" (Bowen et al. 2004). Durante o período de reprodução, machos e fêmeas aproximam-se-ão das praias de postura onde nasceram sob um comportamento conhecido como filopatria. Este comportamento filopátrico traduz-se em diferenças genéticas entre as populações nidificantes, embora os machos, ao copularem com fêmeas de diferentes populações, possam gerar um fluxo gênico (para uma revisão ver Bowen and Karl 2007). Os estudos moleculares têm sido um instrumento fundamental na definição da estrutura populacional e ligação entre as zonas de alimentação e as populações nidificantes, que são uma parte essencial para a elaboração de planos de manejo e conservação eficientes (Bowen and Karl 2007; Lee 2008).

Das sete espécies de tartarugas marinhas que existem hoje, seis foram descritas nas águas da Macaronésia: a tartaruga-comum ou boba (*Caretta caretta*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), tartaruga-de-escamas (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), tartaruga de kemp (*Lepidochelys kempii*), e tartaruga olivacea (*Lepidochelys olivacea*).

## Tartaruga-boba

A tartaruga-boba é a espécie mais comum na Macaronésia, com uma população nidificante nas ilhas de Cabo Verde, a segunda maior no Atlântico. Além disso, os juvenis desta espécie são distribuídos nas águas dos Açores, Madeira e Canárias. Todos os anos, milhares de fêmeas migram da costa ocidental de África ao arquipélago de Cabo Verde para depositarem seus ovos nas praias. A maior parte da nidificação ocorre na ilha da Boa Vista (90%), embora também exista nidificação nas ilhas do Sal, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau e Maio. Um estudo genético recente, utilizando tanto marcadores de DNA mitocondrial como de DNA nuclear (12 microssatélites), revelou que não existem

## «Das sete espécies de tartarugas marinhas que existem hoje, seis foram descritas nas águas da Macaronésia»

diferenças genéticas entre fêmeas de tartaruga-boba que nidificam nas diferentes ilhas. Portanto, a população de tartaruga-boba de Cabo Verde pode ser considerada como uma população panmítica e, por isso, uma mesma unidade de manejo. No entanto, esta população apresenta altos níveis de diferenciação

genética em relação a outras populações do Atlântico e do Mediterrâneo, demonstrando seu alto grau de isolamento e da necessidade de sua conservação. Além do mais, os marcadores moleculares têm permitido revelar algumas das rotas migratórias usadas pelos juvenis desta população. Os juvenis de tartaruga-boba nascidos em Cabo Verde alimentam-se em águas das Canárias, a Madeira, os Açores, Andaluzia e, ainda, alguns no Mediterrâneo ocidental. No entanto, é importante salientar que uma alta percentagem (43%) dos juvenis de Cabo Verde se alimenta em zonas ainda desconhecidas. Estes resultados assinalam a existência de lacunas significativas de conhecimento acerca das espécies, destacando a necessidade de estudos adicionais.

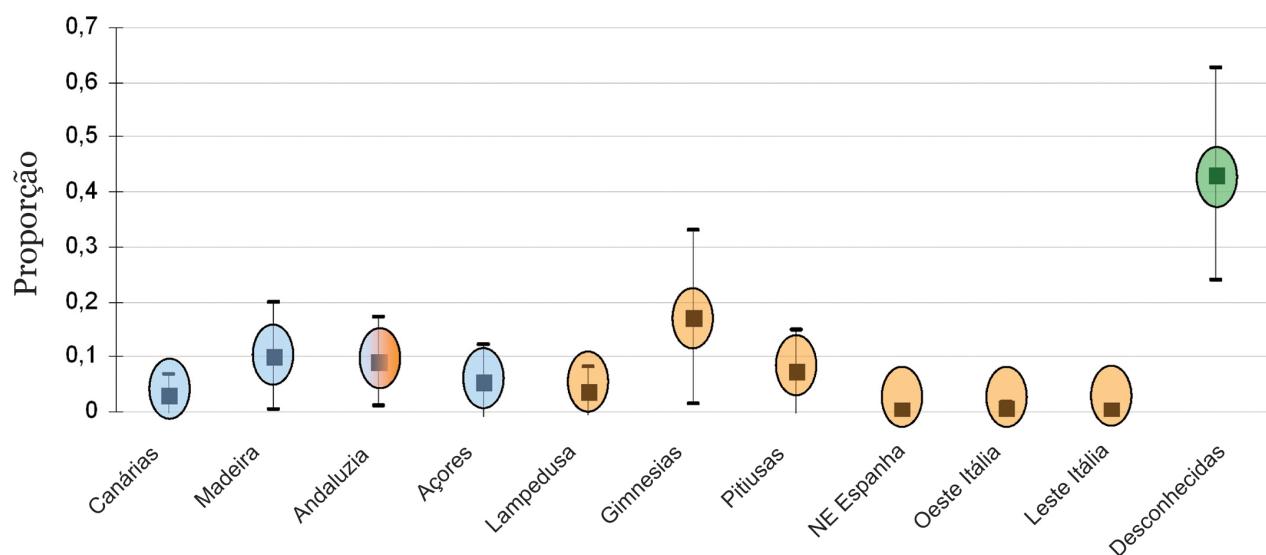




Tartaruga-boba regressando ao mar após fazer o ninho



Rastro de tartaruga numa praia de Cabo Verde



Distribuição dos juvenis de tartaruga-boba de Cabo Verde para cada uma das áreas de alimentação já estudadas. Além do mais, apresenta-se a categoria "Desconhecidas", que incluiria áreas não amostradas ou indivíduos que morrem e são eliminados do conjunto da metapopulação. As cores indicam a localização de cada área de alimentação: Atlântico (azul), Mediterrâneo (cor-de-laranja).

A análise de um fragmento da região controlo do DNA mitocondrial revelou que a Macaronésia constitui uma importante área de mistura para os juvenis de tartaruga-boba. Assim, nas águas dos Açores, Madeira e Canárias convergem indivíduos nascidos em populações dos Estados Unidos, México e Cabo Verde. Embora dependendo do ano a contribuição de cada população possa variar, também tem sido observado

um padrão latitudinal na distribuição de juvenis. Os juvenis de populações situadas no norte, como a população do Sul da Flórida, são mais frequentes nas áreas de alimentação do norte da Macaronésia, como os Açores; enquanto que os juvenis das populações mais ao sul, como o México, são mais abundantes em áreas de alimentação do sul da Macaronésia, como a Madeira e as Canárias.

#### Tartaruga-verde

As águas costeiras das ilhas de Cabo Verde constituem uma área importante para o desenvolvimento de juvenis de tartaruga-verde. Em suas águas podem-se encontrar centenas de juvenis durante todo o ano. No resto dos arquipélagos da Macaronésia podem observar-se, ocasionalmente, juvenis desta espécie. Um estudo genético, baseado na análise de um fragmento

«As águas costeiras das ilhas de Cabo Verde constituem uma área importante para o desenvolvimento de juvenis de tartaruga-verde»

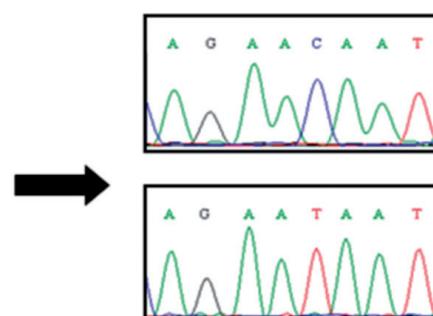
da região controlo do DNA mitocondrial, revelou que nas ilhas de Cabo Verde confluem juvenis de populações da América do Sul e África, bem como da Ilha de Ascensão. Mais de 38% dos juvenis presentes em Cabo Verde provêm da população do Suriname. Além disso, a comparação destes resultados com dados de bóias de deriva sugere que as correntes oceânicas



desempenham um papel importante nos movimentos transatlânticos de juvenis, favorecendo a chegada a Cabo Verde de juvenis nascidos em populações espalhadas a ambos os lados do Atlântico.

#### Tartaruga-de-escamas

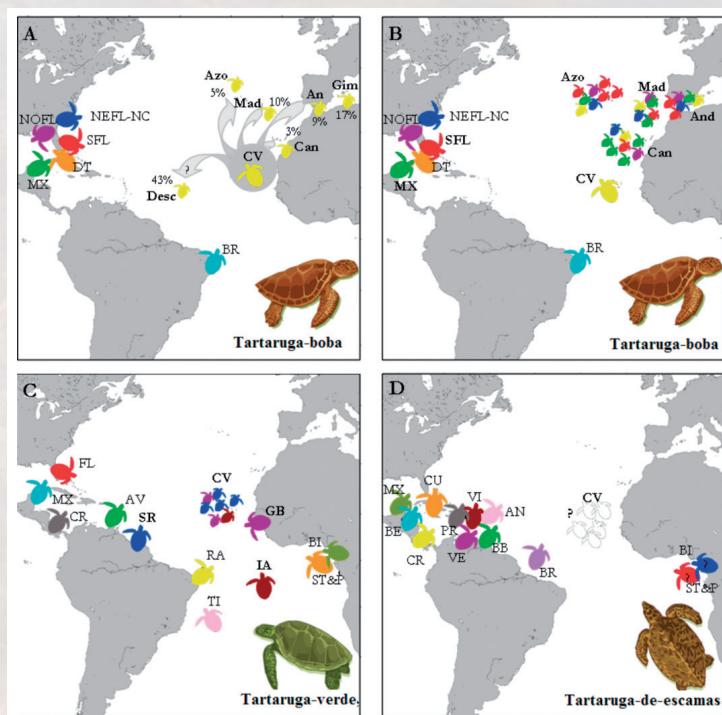
Como acontece no caso da tartaruga-verde, a tartaruga-de-escamas pode ser observada ocasionalmente nas ilhas dos Açores, Madeira e Canárias. Porém, as águas costeiras de Cabo Verde constituem uma área importante para o desenvolvimento de juvenis desta espécie. Um estudo genético realizado recentemente indicou que mais de 86% dos juvenis que se alimentam nas águas de Cabo Verde provêm de populações ainda não estudadas, provavelmente na costa africana. Este resultado destaca a necessidade de continuar investigando e complementar as lacunas existentes nas amostragens. Hoje em dia, não existe qualquer caracterização genética das populações de tartaruga-de-escamas nidificantes na costa africana. Além disso, os poucos juvenis de Cabo Verde identificados como haplótipos, característicos das



Análise de laboratório para a obtenção de sequências da região controlo do DNA mitocondrial

**«Un estudio genético realizado recientemente indicou que mais de 86% dos juvenis de tartaruga-de-escamas que se alimentam nas águas de Cabo Verde provêm de populações ainda não estudadas»**

populações das Caraíbas, poderiam sugerir eventuais migrações transoceânicas desta espécie. Finalmente, pode-se concluir que a Macaronésia é uma área importante para o desenvolvimento e nidificação das tartarugas marinhas. Nesta região misturam-se indivíduos nascidos a ambos os lados do Atlântico. A conservação e proteção dos juvenis, assim como da comunidade de Cabo Verde constituem uma prioridade de modo a garantir a conservação destas espécies.



Estrutura genética populacional das tartarugas marinhas na Macaronésia e ligação com outras populações do Atlântico. Cada cor indica uma população. As tartarugas de menor tamanho representam juvenis dessa população nas áreas de alimentação. Assinalam-se em negrito as populações mais relevantes para a Macaronésia.

A. Estrutura genética populacional da tartaruga-boba no Atlântico e dispersão dos juvenis da população de Cabo Verde. Para facilitar a clareza da figura, apresentam-se as linhas com curvatura, mas não indicam, em qualquer caso, a trajectória seguida pelos juvenis.

B. Composição das áreas de alimentação no Atlântico leste, e distribuição espacial dos juvenis de tartaruga-boba nestas áreas.

C. Estrutura genética populacional da tartaruga-verde no Atlântico,

mostrando a composição da área de alimentação de Cabo Verde.

D. Estrutura genética populacional da tartaruga-de-escamas no Atlântico, mostrando a composição da área de alimentação de Cabo Verde. Os juvenis não coloridos correspondem a agregações com uma origem maioritariamente desconhecida. ?: Populações não estudadas geneticamente. Abreviaturas: NEFL-NC, nordeste da Flórida-Carolina do Norte; NOFL, noroeste da Flórida; SFL, sul da Flórida; DT, Dry Tortugas; MX, México; BR, Brasil; CV, Cabo Verde; Desc, área/s desconhecida/s; Azo, Açores; Mad, Madeira; Can, Canárias; And, Andaluzia; Gim, Gimnésias; FL, Flórida; CR, Costa Rica; AV, Aves; SR, Suriname; RA, Atol das Rocas; TI, Ilha da Trindade; IA, Ilha de Ascensão; GB, Guiné-Bissau; BI, Bioko; ST&P, São Tomé e Príncipe; CU, Cuba; BE, Belize; VI, Ilhas Virgens; PR, Porto Rico; VE, Venezuela; BB, Barbados; AN, Antígua.

Para uma informação mais detalhada sobre estes trabalhos, é recomendada a leitura dos seguintes artigos:

- Monzón-Argüello, C., López-Jurado, L.F., Rico, C., Marco, A., López, P., Hays, G.C., Lee, P.L.M. 2010. Evidence from genetic and Lagrangian drifter data for transatlantic transport of small juvenile green turtles. *Journal of Biogeography* 37, 1752-1766.
- Monzón-Argüello, C., Rico, C., Naro-Maciel, E., Varo-Cruz, N., López, P., Marco, A., López-Jurado, L.F. 2010. Population structure and conservation implications for the loggerhead sea turtle of the Cape Verde Islands. *Conservation Genetics* 11, 1871-1884.
- Monzón-Argüello, C., Rico, C., Marco, A., López-Jurado, L.F., López-Jurado, L.F. 2010. Genetic characterization of eastern Atlantic hawksbill turtles at a foraging group indicates major

undiscovered nesting populations in the region. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 387, 9-14.

- Monzón-Argüello, C., Rico, C., Carreras, C., Calabuig, P., Marco, A., López-Jurado, L.F. 2009. Variation in spatial distribution of juvenile loggerhead turtles in the eastern Atlantic and western Mediterranean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 373, 79-86.
- Monzón-Argüello, C., Muñoz, J., Marco, A., López-Jurado, L.F., Rico, C. 2008. Twelve new polymorphic microsatellite markers from the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) and cross-species amplification on other marine turtle species. *Conservation genetics* 9, 1045-1049.



# Sistema de gestión de la calidad de aguas portuarias: ROM 5.1

## Experiencia en Puertos de Tenerife

■ Cayetano Collado

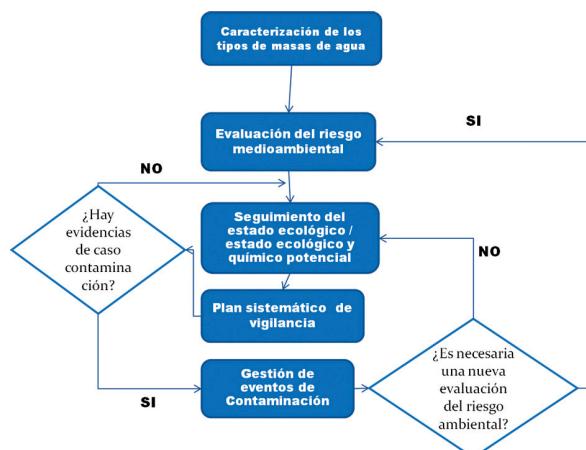
El sistema portuario es un elemento muy importante para el desarrollo de las actividades económicas y sociales de su entorno más cercano. En el caso del archipiélago canario, y al igual que otros sistemas isleños, su importancia se incrementa, al gestionar el transporte de los ciudadanos y de los turistas, al dar cobertura a los sectores comercial e industrial, además de dotar al sector pesquero de instalaciones e infraestructuras. Los puertos garantizan el transporte marítimo de mercancías y energía imprescindible (petróleo y sus derivados, gases licuados, etc.) y de los productos alimenticios y otras mercancías necesarias para el desarrollo y supervivencia de las actividades comerciales.

Las actividades portuarias, su expansión y desarrollo, llevan asociadas implicaciones ambientales que han sido consideradas por la Unión Europea. En este sentido, se han desarrollado desde el marco legislativo directivas que permitan garantizar la calidad y conservación de los entornos costeros. Entre las normativas ambientales europeas, está la Directiva 2000/60/CE, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de agua, conocida como Directiva Marco de Aguas (DMA), cuyo objetivo es proteger las aguas europeas, prevenir o reducir su contaminación y mejorar al estado de los ecosistemas acuáticos; la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres; y la Directiva 76/160/CEE, relativa a la calidad de las aguas de baño.

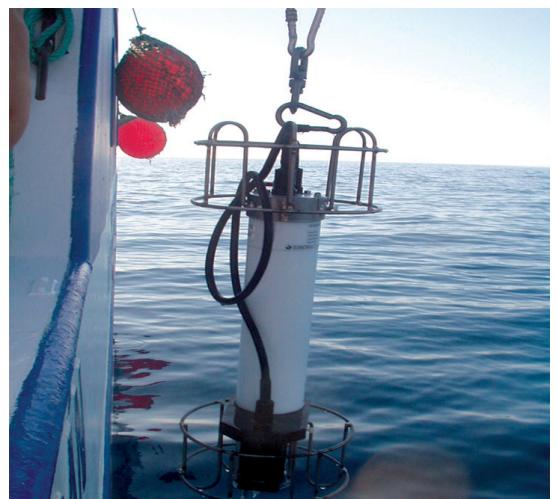
Armonizar desarrollo portuario con la política ambiental, especialmente en ámbito de la conservación del medio, es una situación a la que se enfrentan los sistemas portuarios y el litoral en general. Existe una preocupación y una necesidad tanto por las autoridades portuarias como por la propia ciudadanía para conciliar las actividades portuarias, las actividades de ocio y la conservación ambiental. En consecuencia, las autoridades portuarias deben desarrollar sistemas de gestión ambiental capaz de compatibilizar las actuaciones y necesidades de su entorno, especialmente en materia de mejora y conservación de la calidad de agua. En este efecto, Puertos del Estado ha editado la Recomendación para Obras Marítimas ROM 5.1-05 (en lo sucesivo ROM 5.1), relativa a la calidad del agua en las áreas portuarias. Esta norma, enmarcada en el Programa de Recomendaciones de Obras Marítimas (Programa ROM) se ha concebido para ser una herramienta

metodológica avalada científicamente y con incidencia directa en los procesos ambientales de los sistemas portuarios, tanto en la fase de diseño, evaluación y seguimiento de las actividades y operaciones portuarias. Esta recomendación está adaptada a los sistemas portuarios, por lo suyo implementación se adecua a la gestión portuaria.

Puertos de Tenerife, gestionado por la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, controla los puertos de Santa Cruz de La Palma, San Sebastián de la Gomera, La Estaca (Isla de El Hierro) y Santa Cruz de Tenerife y los Cristianos (Isla de Tenerife). En estos puertos confluyen usos portuarios-usos no portuarios, identificándose en sus zonas de servicio varias zonas



de baño e incluso Lugares de Interés Comunitario (LIC). Una gestión ambiental del sistema portuario debería incluir, además de un Programa de Vigilancia Ambiental de las aguas, un Programa de Evaluación de Riesgos Ambientales y un Programa de Gestión de Episodios Contaminantes. Puertos de Tenerife, desde 2006 ha optado por la implantación de este sistema de gestión ambiental en sus aguas, asesorado por el grupo de Calidad Medioambiental del Dpto. de Química de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. La aplicación se ha llevado a cabo mediante diferentes fases, cumpliendo los programas descritos por la ROM 5.1. Así, se han hecho una zonificación de usos del medio acuático, establecimiento de las categorías y la asignación de tipos de las unidades de gestión (masas de agua). Se ha realizado la identificación de las presiones contaminantes y la ejecución del programa de vigilancia sistemática de las aguas. Está previsto que el resto de las fases se desarrolle en trabajos posteriores.



En la zona de servicio se han identificado un importante número de presiones ejercidas sobre la calidad de las aguas con diferente tipología tanto de tipo puntual o difusa, con emisiones ajenas al entorno portuario, emisiones de empresas autorizadas y emisiones portuarias. La evaluación de la calidad de las aguas se ejecuta mediante el "Plan de Vigilancia Sistemática". Este sistema permite evaluar la calidad, tanto química como ecológica, de las masas de aguas portuarias y servir de aviso ante la existencia de posibles episodios contaminantes. La calidad se cuantifica mediante el uso de indicadores, cuya función es informar sobre el estado y las tendencias de sus variaciones con respecto a la calidad de las aguas portuarias. La elección de estos indicadores, tanto para la calidad química o del estado o potencial ecológico, se establecieron siguiendo las propuestas realizadas por la ROM 5.1.

La evaluación del plan de vigilancia en los dos últimos años ha permitido observar que todas las masas de aguas estudiadas presentan buen estado químico en general. Todos los parámetros analizados, o cumplieron con los objetivos de calidad o estaban por debajo de los límites de cuantificación. Sin embargo, es necesario un seguimiento de los indicadores químicos para los que se obtuvieron valores cercanos a los recomendados (níquel y tributilestoño). La evaluación del estado o potencial ecológico han dado resultado de bueno y muy buenos, pero detectándose la necesidad de un control de las concentraciones de hidrocarburos en las aguas para evitar la pérdida de la calidad.

Esta evaluación inicial ha permitido que el plan de vigilancia se haya readaptado para los sucesivos muestreos. Se propone un ajuste de los parámetros químicos analizar, con un menor número de ellos, con evaluaciones trianuales de las sustancias prioritarias que no han sido encontradas y cuya evaluación esté recogida por la DMA. Este nuevo plan supone una disminución de los costes de ejecución. Esta evaluación también, ha demostrado ser una herramienta eficaz para la estimación de la calidad de las aguas y actuar como un sensor de evolución de la calidad ambiental.



# MARPROF y el cangrejo rey

Desde su primera captura documentada en Canarias en 1985 por este grupo de investigación, a bordo del Buque Oceanográfico "Taliarte" del ICCM, diversos proyectos han demostrado la presencia de poblaciones de cangrejo rey de moderada importancia en estas islas. La actividad pesquera/marisquera sobre este recurso en Canarias se encuentra en estado incipiente, con capturas comerciales moderadas en Gran Canaria y ocasionales en las restantes islas. A pesar de ello, es poco conocido por los pescadores y restauradores canarios.

■ J.A. González, J.I. Santana, J.G. Pajuelo, R. Triay, E. Capote-Kerr, D. Hernández-Castro & V. García Martín

Hasta 2009, el cangrejo rey (*Chaceon affinis*) ha sido objeto de estudio en siete proyectos de investigación. Los stocks de Tenerife y Gran Canaria han sido objetivo de pescas experimentales fundamentalmente dirigidas a estudiar aspectos biológicos. No obstante, los stocks insulares de cangrejo rey de Canarias no han sido prospectados ni evaluados.

Hoy día sabemos que el cangrejo rey es el crustáceo que mayores biomassas presenta en aguas profundas (a más de 500 m) los archipiélagos de Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde.

Uno de los objetivos principales del proyecto MARPROF (PCT MAC 2007-2013, código MAC/2/M065) consiste en culminar el estudio de la biología del cangrejo rey, estimar su biomasa, desarrollar un sistema de pesca sostenible y poner en valor este "nuevo" producto marisquero en la Macaronesia.

## Biología

Forma colonias discontinuas que se desplazan con notable movilidad sobre fangales con rocas, con mayor abundancia entre 600 y 1000 m de profundidad. Crecen hasta 18,6 cm AC y 2,150 kg de peso fresco. A partir de un tamaño medio de 13 cm AC, se reproducen todo el año, sobre todo de diciembre a mayo, con una fecundidad media de 300 mil huevos. Presenta hábitos carnívoros, aunque también se alimenta de carroñas. Conocido desde el sur de Islandia hasta Senegal, incluidas las islas Azores, Madeira, Canarias, Cabo Verde y montañas submarinas adyacentes.

Se recomienda la regulación de una Talla Mínima de Captura en el caladero canario de 13 cm de anchura de caparazón (AC) para cangrejo rey. El establecimiento de esta medida de gestión pesquera favorecería la conservación y pesca sostenible de este recurso.



## Nasas cangrejeras

En el marco de la cooperación entre los socios del partenariado MARPROF, un prototipo de nasa cangrejera, desarrollado por la Estación de Biología Marina de Funchal (CMF – MMF/EBMF), fue transferido al Instituto Canario de Ciencias Marinas (ACIISI – ICCM) para su ensayo y adaptación a las peculiaridades de Canarias. La nasa cangrejera es una trampa de pesca de 80x50x50 cm, dotada de armazón de hierro de 8 mm revestido con malla de plástico verde (725 g/m) de 30 mm de abertura. Posee de una única entrada superior, formada por un elemento plástico tronco-cónico de 23 cm de diámetro exterior y 19 cm interior.

Durante las pescas experimentales ha sido utilizado en la modalidad de tren o ristra de 20 unidades, con una separación de 50 m entre nasas (cada tren abarca 1100 m lineales), provistas de caballa (*Scomber colias*) ligeramente salada como carnada. El aparejo fue calado con dos cabeceras de flotación para evitar pérdidas por enroque. El tiempo efectivo de pesca se mantuvo alrededor de 36 h (tiempo transcurrido entre el calado y el virado de las nasas).

## Área útil y campañas de prospección

La estimación del área útil de pesca (superficie proyectada) de este recurso entre las cotas de 600 y 1000 m de profundidad alrededor de Gran Canaria, isla piloto de este estudio, proporcionó 563 km de perímetro y 462 km<sup>2</sup> de extensión de caladero. La metodología

empleada para estos cálculos consistió en interpolación entre isobatas con software específico (Arcview) a partir de carta náutica convenientemente digitalizada.

En el conjunto de los ocho sectores perimetrales cuyas coordenadas y área útil fueron establecidas, en general, se observaron dos tipos de hábitat: a) áreas relativamente amplias más o menos aplazadas con predominio de fondos fangosos con rocas, situadas al NE-E y al NW-W de Gran Canaria; y b) áreas estrechas más o menos inclinadas con predominio de fondos rocosos, localizadas en los restantes sectores de la Isla.

En relación con la metodología de evaluación, las experiencias de depleción intentadas recientemente en Canarias y Madeira, en el marco del proyecto precedente PESCPROF-3, no tuvieron éxito. El modelo de depleción controlada, aplicado con éxito en camarón soldado (*Plesionika edwardsii*), asume la inexistencia de emigraciones a corto espacio de tiempo (baja movilidad) y una distribución espacial más o menos continua del recurso. Todo indica que no ocurre así en el caso del cangrejo rey, especie que presenta distribución espacial discontinua, a "manchas", con un grado de movilidad superior al que se presupone.

Por estas razones, en la actualidad MARPROF aplica una metodología novedosa para estudiar la abundancia de este recurso de densidad discontinua y la variación de su distribución espacial. Para ello, MARPROF ensaya una técnica estadística apropiada para el análisis de datos espaciales de carácter pesquero: el análisis geo-estadístico, dirigido a estimar la abundancia de los stocks a partir de datos de captura-por-unidad-de-esfuerzo (CPUE) obtenidos en puntos de pesca geo-referenciados y en el entorno de los mismos. El programa geo-estadístico GS+ (*Geostatistics for the Environmental Sciences*, v. 9.0, b.11) de la Universidad de Leeland Stanford Junior (EE.UU.) está siendo empleado satisfactoriamente.

A bordo del Buque Oceanográfico "Profesor Ignacio Lo-



zano”, adscrito al ICCM, la primera campaña MARPROF de prospección (CHACE-GC) de este recurso tuvo lugar frente a la costa de Maspalomas-Arguineguín, entre 500 y 900 m de profundidad, del 29 de junio al 11 de julio de 2010. La zona escogida corresponde a un área estrecha e inclinada con fondo rocoso. Fueron efectuadas 30 pescas experimentales, a lo largo de 10 estaciones abarcando 14,3 km. Los rendimientos (CPUE, en kg de cangrejo rey por nasa) en las “manchas” detectadas fueron bajos a moderados. En el centro de la “mancha” principal se obtuvieron 1,798 kg/nasa (32 cangrejos rey en este tren de nasas).

La segunda campaña de prospección (CHACE-GC2) se llevó a cabo frente a la costa de Telde, entre 500 y 850 m de profundidad, del 16 al 22 de septiembre de 2010. La zona escogida corresponde a un área amplia y llana con fondo fangoso. Fueron efectuadas 12 pescas experimentales, a lo largo de 4 estaciones abarcando 4,4 km. Los rendimientos (CPUE) en las “manchas” detectadas fueron moderados a altos. En el centro de la “mancha” principal se obtuvieron 4,567 kg/nasa (202 cangrejos rey en este tren de nasas).

Observadas las grandes diferencias de rendimiento entre ambos tipos de hábitat, se planteó la conveniencia de llevar a cabo al menos otras dos campañas de 12 pescas en idénticas coordenadas y profundidad que CHACE-GC2. Sus objetivos consisten en: a) analizar la posible variación estacional (febrero-septiembre-noviembre) de la ecología espacial pesquera del cangrejo rey en Canarias; b) estudiar el grado de recuperación del recurso (su vulnerabilidad) ante el efecto de la pesca estacional repetitiva; c) determinar si existen diferencias significativas entre las nasas cangrejeras y las bentónicas tradicionales.

La tercera campaña (COL-C1T) tuvo lugar frente a Telde, del 7 al 17 de febrero de 2011. Los datos de abundancia están siendo procesados en estos momentos. Una cuarta campaña (COL-C4T) ha sido programada para noviembre de 2011, al objeto de recabar datos del tercer cuatrimestre del ciclo anual.

#### Estimaciones preliminares de la biomasa y perspectivas futuras

Los resultados y conclusiones preliminares de este estudio piloto son las siguientes:

- 1.- Se confirma que el cangrejo rey presenta una distribución espacial discontinua, por agregaciones o “manchas” de individuos, cuyo tamaño varía notablemente en función del tipo de hábitat. Se han observado “manchas” de 0,3 a 1,6 km en el área estrecha e inclinada con fondo rocoso (sur) y de 5,5 a 6,5 km en el área amplia y llana con fondo fangoso (este).
- 2.- El rendimiento medio y máximo de pesca (CPUE) fue de apenas 0,5 y 1,8 kg/nasa en el sur y de 1,9 y 4,6 kg/nasa en el este.
- 3.- La densidad del recurso cangrejo rey, o biomasa por unidad de superficie del caladero, resultó ser casi diez veces superior en el área amplia, llana y

## «El cangrejo rey es una especie que presenta distribución espacial discontinua, a “manchas”, con un grado de movilidad superior al que se presupone.»

fangosas del este (765 kg/km<sup>2</sup>) que en el área estrecha, inclinada y rocosa del sur (80 kg/km<sup>2</sup>).

- 4.- La biomasa global de cangrejo rey estimada fue notablemente superior en el área amplia, llana y fangosas del este (26,95 toneladas de cangrejo rey) que en el área estrecha, inclinada y rocosa del sur (1,1 toneladas).
- 5.- La metodología geo-estadística, basada en datos de abundancia relativa del recurso debidamente geo-referenciados, se está mostrando de gran utilidad para el estudio de su distribución espacial

será posible estimar la biomasa (toneladas) de cangrejo rey presente en el caladero de Gran Canaria y, a partir de los parámetros biológicos de la especie, calcular su rendimiento máximo sostenible (toneladas explotables por año). Asimismo, a medio plazo cuando se obtengan los datos de área útil en las restantes islas, será posible estimar el potencial marisquero de este recurso en las siete islas y en el conjunto del Archipiélago Canario. Del mismo modo está previsto operar en los archipiélagos de Madeira y Azores.

#### Acciones de valorización

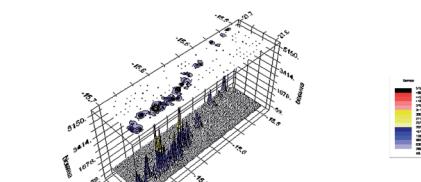
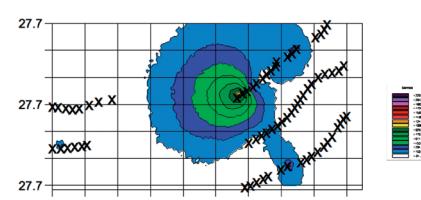
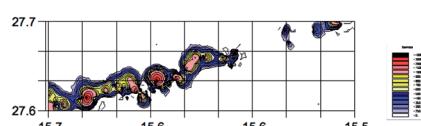
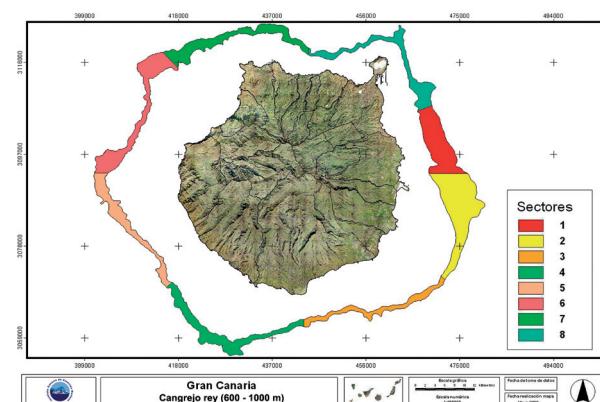
MARPROF cuenta con la colaboración de la Facultad de Ciencias del Mar de la ULPGC para el estudio geo-estadístico y con el Instituto Universitario de Sanidad Animal (IUSA) de la ULPGC para el estudio organoléptico y el análisis bioquímico nutricional del cangrejo rey.

El cangrejo rey presenta carne blanca, consistente y bastante delicada. De excelente calidad (superior a la nécora a decir de los chefs canarios). Se comercializa troceado, con la denominación de “bocas” (las pinzas) y “patas y/o pechos” (las patas con carne). Se puede utilizar en fresco, refrigerado o congelado. Se puede preparar cocido, en guiso, en ensalada, gratinado, en lasaña, raviolis o como relleno de chipirones, en wantón frito, en salsa, en crêpes, en carpaccio, en pastel de cangrejo, en croquetas, etc.

MARPROF ha dado lugar a un convenio de colaboración entre la ACIISI – ICCM y Hoteles Escuela de Canarias (Hecansa) ligados al área de Turismo del Gobierno de Canarias, con el objetivo de llevar a cabo la promoción y divulgación de este “nuevo” marisco de las aguas profundas canarias.

Las acciones principales desarrolladas en torno al cangrejo rey, en Gran Canaria y Tenerife desde julio de 2010, han consistido en: a) celebración de talleres-laboratorios para investigar sus características y potencialidades culinarias; b) creación de nuevas recetas para ampliar la oferta gastronómica canaria de calidad y, de este modo, contribuir al impulso de la economía local y del turismo; y c) realización de eventos gastronómicos (almuerzos-tertulia, jornadas, cenas temáticas) para promocionar este nuevo producto marisquero.

No suele capturarse “lleno de carne”, siendo su rendimiento comercial del 12-15% en función de su tamaño después de troceado y extraída su carne limpia, tarea que resulta ciertamente laboriosa. Por esta razón, la ULPGC y el ICCM desarrollan un proyecto piloto para valorar la viabilidad del empleo de la merma o subproducto (caparazón y otras partes del exoesqueleto y vísceras) de cangrejo rey para extracción de pigmentos (carotenoides) que, entre otros usos, sirvan para colorear la piel de ciertos peces que pretende cultivar la acuicultura marina de Canarias.



y la estimación de sus densidades y potencial marisquero global y sostenible.

- 6.- La actividad de marisqueo experimental desarrollada, dirigida a cangrejo rey como especie-objetivo, proporciona capturas equiparables del conjunto formado por cangrejo buey canario (*Cancer bellianus*) y centollo de fondo (*Paromola cuvieri*).
- 7.- Mediante una serie de extrapolaciones, a corto plazo



# AUTONOMOUS MARITIME SURVEILLANCE SYSTEM -AMASS-

## UN SISTEMA AUTÓNOMO INTEGRAL DE VIGILANCIA MARINA

► Xabier Remírez y Carlos Barrera

### ANTECEDENTES

El proyecto AMASS (Sistema Autónomo de Vigilancia Marina) surge con el objetivo de desarrollar una herramienta destinada a aumentar la observación y seguridad en áreas marítimas críticas, intentando minimizar los ratios de inmigración ilegal, tráfico de drogas, armas y sustancias prohibidas.

**«El proyecto consiste en el diseño, desarrollo y puesta en operación de un conjunto de plataformas flotantes ancladas a modo de red de boyas autónomas fondeadas»**

Financiado por la Unión Europea a través del 7º Programa Marco en 2008, el proyecto de tres años de duración, está siendo desarrollado por un partenariado público y privado multidisciplinar de diez socios pertenecientes a seis países europeos, liderados por la empresa alemana Zeiss Optronics, entre los que se encuentra el Instituto Canario de Ciencias Marinas -ICCM-.

El actual número de embarcaciones ilegales que llegan a Canarias desde África ha descendido drásticamente, pero la situación durante muchos años ha sido crítica. El peor año registrado fue el año 2006 cuando llegaron a las islas más de 30.000 inmigrantes en embarcaciones ilegales. Los tipos de embarcaciones utilizados para estos desplazamientos son embarcaciones de pequeña eslora equipadas con motores fuera borda difíciles de detectar y muy inestables, lo que provoca un gran número de accidentes y perdidas humanas.

Canarias cuenta con una gran infraestructura de medios para los controles fronterizos, coordinados por la Guardia Civil a través del CCRC siguiendo protocolos internacionales dentro del programa FRONTEX, con el objetivo de incrementar cuantitativa y cualitativamente

la vigilancia marítima en el archipiélago. En dicho contexto, el proyecto pretende la puesta en operación de este sistema de vigilancia permanente 24/7 mediante el desarrollo de una herramienta piloto cuyo objetivo es la detección temprana de este tipo de embarcaciones.

### OBJETIVO Y SOLUCIÓN TÉCNICA PROPUESTA

#### Concepto

Un código de alarmas definido previamente, será mostrado en un mapa simulador, conectado al sistema de vigilancia fronterizo existente en el área, así como al resto de organizaciones y protocolos de emergencia y seguridad en dicho ámbito. Ante una señal de alarma, el operador tendrá la opción de solicitar información a demanda según necesidades a la vez que activar el protocolo de emergencia establecido.

AMASS representa una novedosa herramienta integradora de protocolos de actuación en materia de seguridad fronteriza. Para ello, será necesario llevar a cabo la integración de subsistemas componentes de



Boya AMASS fondeada off-shore



Concepto general del proyecto AMASS y típica embarcación con inmigrantes ilegales  
([www.elmundo.es](http://www.elmundo.es))



última generación en una plataforma de observación ubicada en un medio tan hostil como es el medio marino, así como metodologías de procesado de señal y alarmas capaces de activar protocolos de emergencia y actuación.

## «AMASS representa una novedosa herramienta integradora de protocolos de actuación en materia de seguridad fronteriza»

### Subsistemas componentes

Los elementos que constituyen el sistema AMASS son tres unidades de boya equipadas con un módulo híbrido de alimentación autónomo, un módulo óptico, un módulo acústico y un módulo de comunicación bidireccional. El módulo óptico está constituido por una cámara infrarroja ubicada a cinco metros de la línea de flotación. Módulo acústico lo componen cuatro hidrófonos y un compás de tres ejes. El módulo de alimentación lo constituyen ocho módulos fotovoltaicos, un aerogenerador vertical de última generación y dos celdas de fuel (metanol). El módulo de comunicación se basa en un sistema bidireccional de radio frecuencia (RF) de banda ancha, directamente conectado a un centro de control y procesado en tierra (C3).

## «El sistema AMASS tiene como objetivo en un futuro convertirse en herramienta de utilidad en otros sectores socio-económicos»

### Escenarios operacionales propuestos

El ICCM, además de participar como socio responsable del diseño y desarrollo de las plataformas flotantes (boyas), la integración de los subsistemas componentes descritos y de su despliegue off-shore, actúa como coordinador de los potenciales usuarios finales en Canarias. Esto hará que durante unos meses, el sistema esté operativo en aguas de la isla de Gran Canaria, pudiendo ser evaluados sus resultados y prestaciones por parte de las agencias e instituciones competentes en la materia, valorando su aplicación e integración real en los actuales protocolos de seguridad y emergencias. Posteriormente, el sistema será desplegado de igual forma en la isla de Malta, como segundo de los escenarios operacionales propuestos en el plan de trabajo del proyecto destinados a la verificación del sistema piloto desarrollado. Ambas regiones por la situación geográfica en la que se encuentran, se ven frecuentemente afectadas por el tráfico ilegal llegado desde las costas de África.



Integración de subsistemas componentes en las instalaciones del ICCM

### OTRAS APLICACIONES

Tras esta primera aplicación concreta descrita, el sistema AMASS tiene como objetivo en un futuro convertirse en herramienta de utilidad en otros sectores socio-económicos con otras posibles aplicaciones, como pudieran ser el control de maniobras y tráfico en las áreas portuarias, la monitorización de instalaciones acuícolas off-shore o la vigilancia de áreas marinas protegidas, a modo de denominador común al apoyo de la vigilancia marítima donde se requiera.



Rutas más comunes de inmigración ilegal hacia Europa (Informe FRONTEX 2008)



# Segundo Período de Estágio de Controlo Operacional de Observações e Operações Oceânicas

## (C002/10-11/MARES)

Na passada sexta-feira 11 de Fevereiro, começou o segundo período de estágio para alunos pré-graduados, dentro do Programa de Educação Continuada da PLOCAN. Este período prolongar-se-á até ao fim de Maio.



### Daura Vega

O estágio está a ser desenvolvido, principalmente, na Sala Operacional da PLOCAN, efectuando como actividades complementares trabalhos nos laboratórios de veículos submarinos, tais como gliders e ROV, e no pavilhão de bóias meteo-oceanográficas.

Como complemento aos perfis de Engenharia, Telecomunicações, Informática e Ciências Marinhas do período anterior, incorporam-se neste alunos de Economia e Administração de Empresas.

Somam um total de 15 alunos de cinco faculdades da Universidade de Las Palmas de Gran Canaria.

Este programa é instituído conforme os objectivos estabelecidos no quadro do projecto MARES, de educação, formação e cooperação entre estudantes e investigadores de diferentes centros da região macaronésica, e em colaboração com as universidades e centros de investigação da região.

As tarefas a serem realizadas pelos alunos como parte da sua formação estão distribuídas em áreas muito diversas como as ciências marinhas, energias renováveis, alterações climáticas, a monitorização dos parâmetros meteo-oceanográficos, aplicações informáticas para o mundo científico, viabilidade económica e estudos de mercado de infra-estruturas científicas, entre outras.



PLATAFORMA OCEÁNICA DE CANARIAS  
consorcio  
MINISTERO  
DE CIENCIA  
E INNOVACION



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA



DRCTC  
DIREÇÃO REGIONAL DA CIÉNCIA, TECNOLOGIA E COMUNICAÇÕES  
FUNDO REGIONAL DA CIÉNCIA E TECNOLOGIA

IIFI  
MADEIRATECNOPOLIS  
pólo científico e tecnológico da madeira