



ESTRATEGIA MARINA
DEMARCACIÓN MARINA CANARIA
PARTE I. MARCO GENERAL
EVALUACIÓN INICIAL Y BUEN ESTADO AMBIENTAL



Madrid, 2012



ESTRATEGIAS MARINAS: EVALUACIÓN INICIAL, BUEN ESTADO AMBIENTAL Y OBJETIVOS AMBIENTALES

AUTORES DEL DOCUMENTO

Instituto Español de Oceanografía

- Carlos L. Hernández
- Catalina Perales
- Pedro Pascual
- Pablo Martín-Sosa
- Sebastián Jiménez
- M^a Teresa García-Santamaría
- Luis López-Abellán
- Roberto Sarralde
- José M. Gonzalez-Irusta
- Alicia Delgado de Molina
- Beatriz Arrese
- Maria Druet
- Juan Acosta
- Santiago Lens
- Juan Bellas
- Demetrio de Armas

COORDINACIÓN INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO)

Demetrio de Armas

Juan Bellas

Asistencia Técnica TRAGSATEC S.A.:

- Aitor Freire
- Carmen Díaz

COORDINACIÓN GENERAL MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (DIVISIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL MAR)

José Luis Buceta Miller

Felipe Martínez Martínez

Ainhoa Pérez Puyol

Sagrario Arrieta Algarra

Jorge Alonso Rodríguez

Ana Ruiz Sierra

Javier Pantoja Trigueros

Mónica Moraleda Altares

Víctor Escobar Paredes



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 280-12-175-8



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	3
2.1.	Topografía y Batimetría	3
2.1.1.	Principales Rasgos	10
2.2.	Meteorología	12
2.2.1.	Régimen atmosférico, campos de viento, temperaturas y pluviosidad	12
2.2.2.	Oleaje	14
2.3.	Hidrografía y Circulación	16
2.3.1.	Aguas superficiales: Propiedades termohalinas y estacionalidad	16
2.3.2.	Masas de Agua	20
2.3.3.	Circulación	21
2.3.3.1.	Dinámica General	21
2.3.3.2.	Procesos costeros y de mesoescala.	23
2.3.3.3.	Afloramientos.....	25
2.3.3.4.	Mareas.....	26
2.4.	Distribución de nutrientes y oxígeno	27
2.5.	Dióxido de carbono y acidificación	29
2.6.	Sustancias químicas peligrosas	30
3.	CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.....	33
3.1.	Hábitats	33
3.1.1.	Ecosistema pelágico	34
3.1.2.	Ecosistema bentónico y demersal.....	37
3.1.2.1.	Sustratos blandos	37
3.1.2.2.	Sustratos rocosos	51
3.1.3.	Hábitats protegidos	68
3.2.	Especies	74
3.2.1.	Fitoplancton y zooplancton.....	76
3.2.2.	Peces.....	78
3.2.2.1.	Peces pelágicos.....	79
3.2.2.2.	Peces bentónicos y demersales	84
3.2.3.	Mamíferos marinos	90
3.2.4.	Reptiles marinos.....	91
3.2.5.	Aves marinas	91
3.2.6.	Especies protegidas	91
3.2.7.	Especies alóctonas.....	95
3.3.	Recursos pesqueros de la Demarcación Marina Canaria.....	100
4.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108



I. MARCO GENERAL: CARACTERÍSTICAS DE LA DEMARCACIÓN MARINA CANARIA

1. INTRODUCCIÓN

Las islas Canarias se encuentran en el margen centrooriental del océano Atlántico. El archipiélago canario está situado frente a la costa noroeste de África, entre las coordenadas 27° 37' y 29° 25' de latitud norte y 13° 20' y 18° 10' de longitud oeste. La isla de Fuerteventura dista unos 95 km de la costa africana. Sin embargo, son aproximadamente 1.400 km los que separan a Canarias del continente europeo.



Figura 1.1. Mapa de las islas Canarias. Por Hansen.

Englobado en la Macaronesia -de la etimología griega *makarion*, feliz y afortunado; y *nesoi*, islas e insular-, junto con los archipiélagos de Azores, Madeira, Salvajes y Cabo Verde, más un sector de la costa sahariana, el archipiélago canario ostenta unas peculiares características geomorfológicas, oceanográficas y climatológicas que han propiciado la existencia de un amplio y variado mosaico de ecosistemas con multitud de especies que destacan por su singularidad y exclusividad. Según el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias -todavía bastante incompleto en lo relativo al medio marino-, de las casi 18.000 especies catalogadas en las islas, 5.232 son marinas.

De origen volcánico, las islas emergen con gran pendiente desde las llanuras abisales, a 3.000 m de profundidad. Su formación es resultado de un proceso lento, que se lleva produciendo durante los últimos 20 millones de años y en la actualidad, en el que sucesivas erupciones volcánicas, que acumularon capas de lava hasta sobrepasar la superficie del mar, y el efecto de la erosión han conformado la actual orografía del archipiélago. Cada una de las



islas se ha formado por procesos individuales, salvo en el caso de Lanzarote y Fuerteventura que conforman una unidad (Llinás y Rueda, 2008).

En la Figura 1.1 se puede observar la distribución de las islas e islotes que componen el archipiélago canario, que se dispone perpendicularmente a la costa de África. Su localización y disposición, hacen del archipiélago un importante obstáculo tanto para la circulación marina como atmosférica. En cuanto a la profundidad, esta varía de este a oeste, desde los 1.000 m de profundidad entre la costa de África y Fuerteventura o Lanzarote a los 2.500 m en la zona más occidental (Llinás y Rueda, 2008).

El efecto combinado de la situación geográfica y el origen volcánico de las Islas determina que las aguas que la rodean tengan unas características particulares, tanto en sus propiedades hidrológicas como en los fenómenos que en ella se dan. Estas características permiten explicar la distribución de las especies marinas en las costas del Archipiélago, hecho que tiene una gran incidencia en la actividad pesquera y en la gestión de los recursos costeros.

Las islas se encuentran inmersas en la corriente Canaria, que compone la rama oriental del giro subtropical, con dirección suroeste, y domina la circulación en el Atlántico Norte. Además de la corriente Canaria, los vientos alisios son los responsables de las principales corrientes que se generan en la zona. En cuanto a la producción de las aguas del archipiélago canario, se diferencian principalmente dos zonas. Una predominantemente oligotrófica, localizada en las islas más occidentales, y otra con una alta productividad en las islas más orientales, afectadas por procesos de afloramiento que ocurren en la costa noroccidental africana (Bruno, 2008).



2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

2.1. Topografía y Batimetría

El archipiélago canario constituye un complejo volcánico intraplaca, situado en el margen noroccidental de la placa africana. Dicho archipiélago se extiende a lo largo de más de 500 km y está constituido por siete islas mayores, que de E a O, son: Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro (Figura 1.1).

Las islas emergen de un fondo oceánico cuya profundidad aumenta hacia el oeste, desde cerca de 3.000 m al E de Lanzarote y Fuerteventura, a 4.000 m en el área de La Palma y El Hierro. La mayor altura existente en el archipiélago corresponde al Pico del Teide, de 3.718 m, localizado en la isla de Tenerife.

Por otro lado, las islas Canarias presentan unas características especiales en cuanto a su génesis y morfología submarina. Cada isla ha tenido una historia diferente e independiente, iniciando su actividad en momentos distintos y con una duración y evolución particular para cada una de ellas, por ello es difícil establecer un modelo general válido para todo el archipiélago.

A grandes rasgos, las fases de crecimiento de las islas se pueden resumir en cuatro:

Fase de monte submarino: es la fase de construcción de cualquier isla volcánica y la más importante en cuanto a volumen de material emitido. Solo aflora en superficie en una mínima parte de Fuerteventura, La Gomera y La Palma. Las secuencias submarinas están formadas por lavas, hialoclastitas, brechas submarinas y sedimentos marinos y constituyen el Complejo Basal.

Fase de crecimiento subaéreo: suele dar lugar a la formación de un gran edificio volcánico formado por acumulación de materiales, esencialmente basálticos y lávicos. También se denomina “fase en escudo” a la fase principal de crecimiento subaéreo de las Canarias haciendo referencia al crecimiento y morfología de los edificios en escudo de Hawai.

Fase de reposo y erosión profunda: Las islas oceánicas sufren continuamente procesos erosivos, constituyendo una fuente de sedimentos importante que forman grandes acumulaciones que las rodean. De los procesos erosivos que contribuyen a erosionar las islas, los grandes deslizamientos y las avalanchas son los que tienen mayor importancia. Dichos fenómenos abundan en la zona canaria.

Fase poserosiva: Corresponde a una etapa de actividad volcánica producida tras un periodo de inactividad.



El vulcanismo en Canarias se ha producido en varias etapas, desde el Cretácico, en el caso de Fuerteventura, hasta la actualidad en las islas occidentales (La Palma y El Hierro).

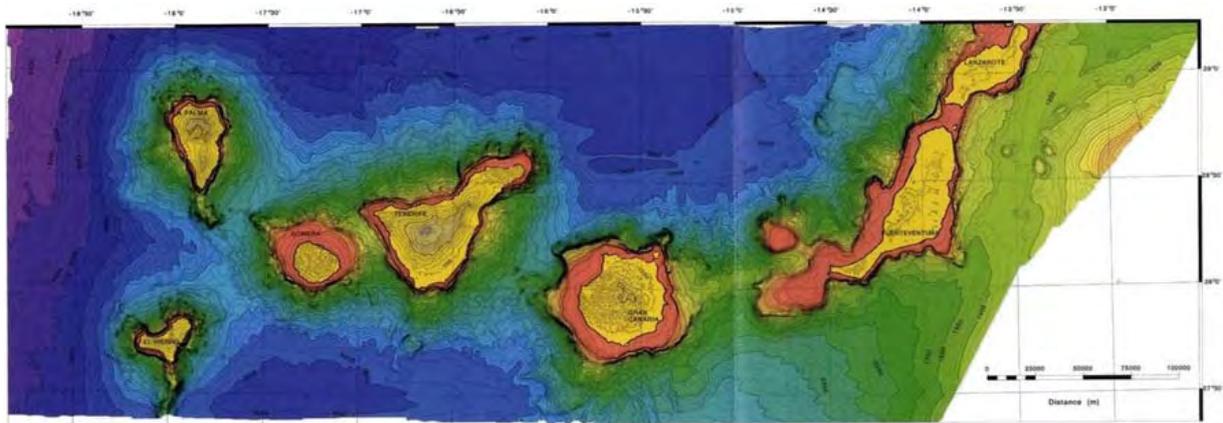


Figura 2.1. Mapa topográfico de la región canaria. (Acosta *et al.*, 2005).

La composición de los magmas es muy variada pero casi siempre se incluye dentro del campo alcalino y mayoritariamente términos básicos (Ancochea *et al.*, 2004) (Figura 2.2).

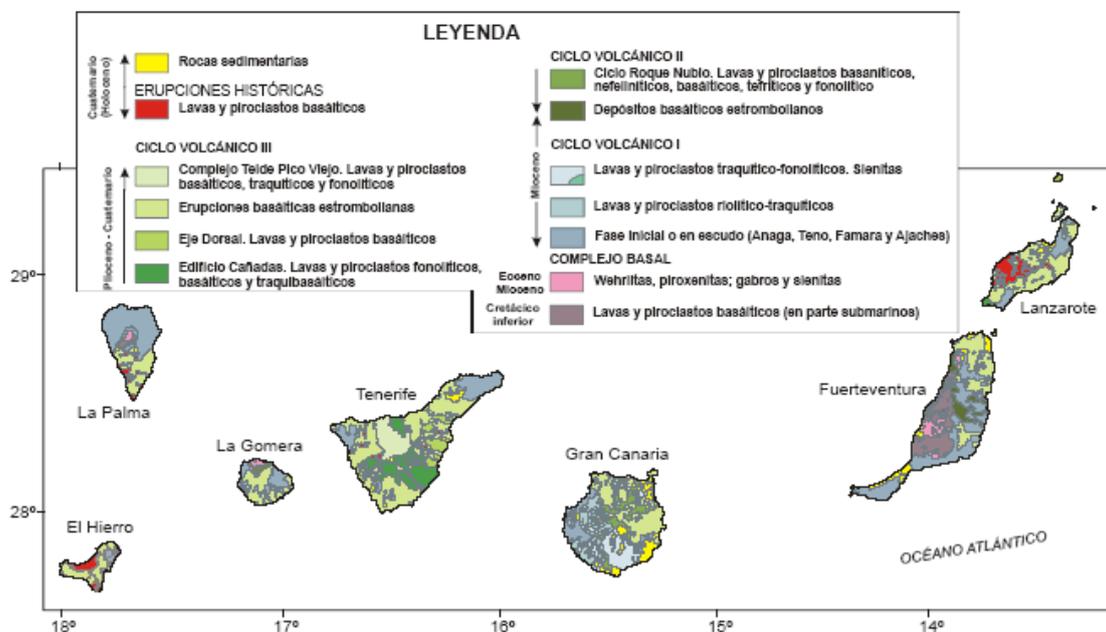


Figura 2.2. Mapa geológico de las islas Canarias (Llanes, 2006).

Existen diversas teorías respecto al origen de las islas Canarias y actualmente no se dispone de un modelo aceptado de forma unánime. Las hipótesis más destacadas son:



- Teoría del Punto Caliente

Wilson (1963) citó por primera vez el hecho de que las islas Canarias tuvieran su origen en la existencia de una pluma mantélica; más tarde Morgan (1971) propuso que las plumas mantélicas originan puntos calientes en la superficie de la tierra dando lugar a actividad volcánica en regiones localizadas.

- Teoría de la Fractura Propagante

Las islas Canarias se encuentran muy próximas a un área de deformación intensa, que incluye las montañas del Atlas, el Rift, el mar de Alborán y la cordillera Bética, que ha hecho que numerosos autores hagan referencia a una posible conexión geológica entre la cadena del Atlas y las islas. Anguita y Hernán (1975) desarrollaron la teoría de la fractura propagante, en la que proponían la existencia de una megacizalla conectando ambas áreas. Esta cizalla experimentaría fases extensivas en dirección y por descompresión se produciría el vulcanismo canario. La existencia de fases compresivas explicaría las pausas en la actividad volcánica durante largos períodos de tiempo.

- Teoría del ascenso de bloques

Araña y Ortiz (1991) propusieron que la tectónica compresiva podía haber sido la causa del magmatismo y del ascenso de bloques. En una fase preterciaria el magmatismo se relacionaría con la apertura del Rift meso-Atlántico y posteriormente, en el terciario, con el choque de este sector occidental de la Placa Africana con la Europea. Los bloques se individualizarían al cruzarse en la zona de Canarias las prolongaciones de los sistemas de fallas transformantes transoceánicas, con fallas inversas posteriores, y se produciría un levantamiento de dichos bloques debido a la compresión ejercida en la colisión como efecto del empuje ejercido por la creación de nueva litosfera en el Rift. El ascenso de bloques llevaría consigo un engrosamiento cortical, un acortamiento y una descompresión en la base de la litosfera que desencadenaría la generación de magmas.

- Teoría unificadora

Basándose en datos actuales y en los modelos previos, Anguita y Hernán (2000), propusieron una teoría integradora. Afirman que el vulcanismo tendría su origen en una anomalía térmica del manto, aunque al no estar actualmente enraizada en el manto inferior no conservaría los rasgos de una pluma activa. Dicho vulcanismo tendría lugar en las zonas en que hubiera un sistema de fracturas eficaz para facilitar el ascenso del magma. De esta manera, durante los períodos extensivos, las fracturas servirían como conductos para el magma, mientras que en los compresivos producirían la elevación de las islas como estructuras en flor positiva, como en el modelo de ascenso de bloques.

En cualquier caso, debido a la naturaleza volcánica de las islas Canarias, los fondos son



abruptos, siendo frecuentes los grandes veriles (acantilados submarinos), cuevas, túneles y cornisas. La plataforma insular es la zona más productiva del mar canario; se extiende hasta los 100-200 m de profundidad y se caracteriza por ser abrupta y estrecha. Por otra parte, la costa, muy accidentada, con un 67 % de acantilados y un 17 % de playas de arena y cantos, y de escasas dimensiones, limita la superficie habitable por especies litorales. La capacidad de producción es muy limitada y diferente en cada isla, según las características de su plataforma. Por otro lado, cabe poner de relevancia que existe una relación entre la edad geológica de las islas y el tamaño de sus plataformas costeras, así las más antiguas (Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, La Gomera) tienen plataformas algo más amplias, mientras las más jóvenes (Tenerife, La Palma y El Hierro) poseen plataformas pequeñas. En éstas últimas se pueden alcanzar grandes profundidades cerca de la costa, como ocurre entre el sur de Tenerife y La Gomera.

De esta forma, la mayor plataforma costera (hasta 50 m de profundidad), la que comprende Los Islotes, Lanzarote, Fuerteventura y Lobos, abarca una superficie de 1.156 km², el 51,2 % de la superficie total de las plataformas del archipiélago.

Desde el punto de vista geomorfológico, las islas volcánicas sufren procesos de crecimiento en vertical que se ven afectados regularmente por fenómenos de deslizamientos y avalanchas de rocas y sedimentos que equilibran la estabilidad gravitatoria de los edificios volcánicos. La morfología de la zona sumergida del archipiélago canario es, por tanto, el resultado de un rápido desarrollo de los edificios volcánicos y posterior desplome de sus flancos debido a procesos de inestabilidad gravitacional, favorecidos a su vez por fenómenos sísmicos.

En el límite entre el litoral y la plataforma continental, marcado por una fuerte rotura de pendiente, destacan depósitos lobulados correspondientes a acumulaciones de carga sólida que transportan los cursos hídricos, pudiendo llegar a alcanzar grandes dimensiones como en el Valle del Gran Rey en la isla de La Gomera o en la desembocadura del Barranco de Las Angustias en la isla de La Palma.

Respecto a la plataforma continental se pueden distinguir dos conjuntos principales. El primero incluye las islas de Gran Canaria, Fuerteventura, Lanzarote y La Gomera y presenta una plataforma relativamente extensa, mientras que el segundo grupo, constituido por Tenerife, La Palma y El Hierro, la plataforma es prácticamente inexistente, descendiendo de forma brusca hasta fondos de más de 1.000 m (Maestro *et al.*, 2005).

El talud está marcado por fuertes pendientes y en él se pueden observar frecuentes procesos masivos de deslizamientos y fenómenos de avalancha (Acosta *et al.*, 2005). Los deslizamientos presentan pendientes que varían entre 10° en zonas de cabecera y 5° en profundidades de 3.000 m (Masson *et al.*, 2002). En las zonas más alejadas se forman



abanicos lobulados con bloques de grandes dimensiones.

Se han reconocido grandes masas de derrubios sumergidas, desprendidas de cicatrices reconocibles generalmente en los flancos emergidos de las islas. Los depósitos deslizados presentan una tipología muy variada, encontrando grandes deslizamientos rotacionales en roca, deslizamientos traslacionales, extensos *debris slide*, *debris flow* (flujos de derrubios) y corrientes de turbidez (Lomoshchitz *et al.*, 2005; Normark *et al.*, 1993).

En el margen septentrional de Tenerife se han producido grandes avalanchas de derrubios, siendo las más destacables las de Icod, La Orotava, Roques de García y Teno y Anaga. En este sector se ha calculado un volumen de sedimentos y rocas deslizados de más de 1.200 km^3 y se ha cartografiado un bloque rocoso de grandes dimensiones ($8 \text{ km} \times 3 \text{ km}$) situado a unos 80 km de la costa actual de Tenerife y bautizado como “Isla de San Borondón” (Figura 2.3).

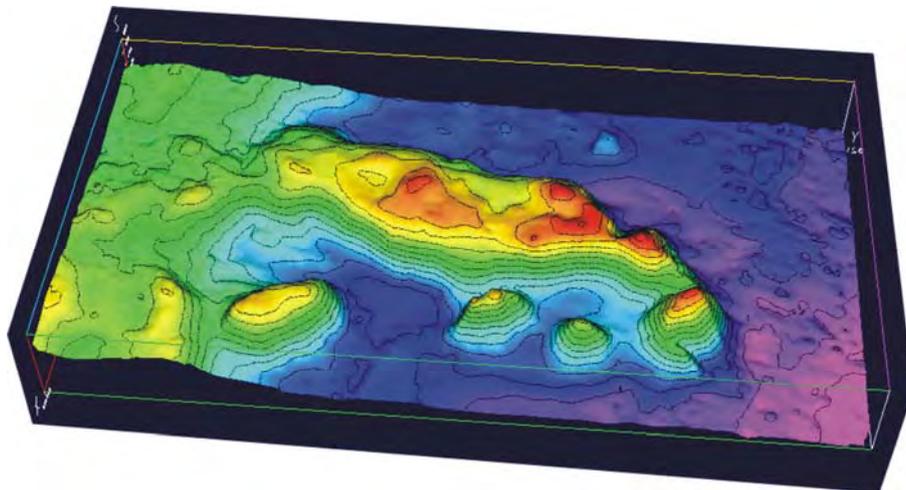


Figura 2.3. Modelo digital del terreno de la isla de San Borondón.

En el SE de la isla es destacable la avalancha de derrubios de Güimar. También se observan importantes depósitos de avalancha en los flancos E y O de la isla de La Palma, en la isla de El Hierro, destacando el deslizamiento de El Golfo, así como en el O de Lanzarote y Fuerteventura (Figura 2.4).

Por otro lado, en relación a los aspectos batimétricos de la demarcación se puede destacar que en 1995 el Instituto Español de Oceanografía y el Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM) comenzaron la investigación de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de España. Las campañas en el archipiélago canario se desarrollaron entre 1998 y 2002, durante las cuales se realizó el levantamiento batimétrico de la zona de Canarias mediante sonda multihaz, a bordo de los buques oceanográficos Hespérides y Vizconde de Eza.

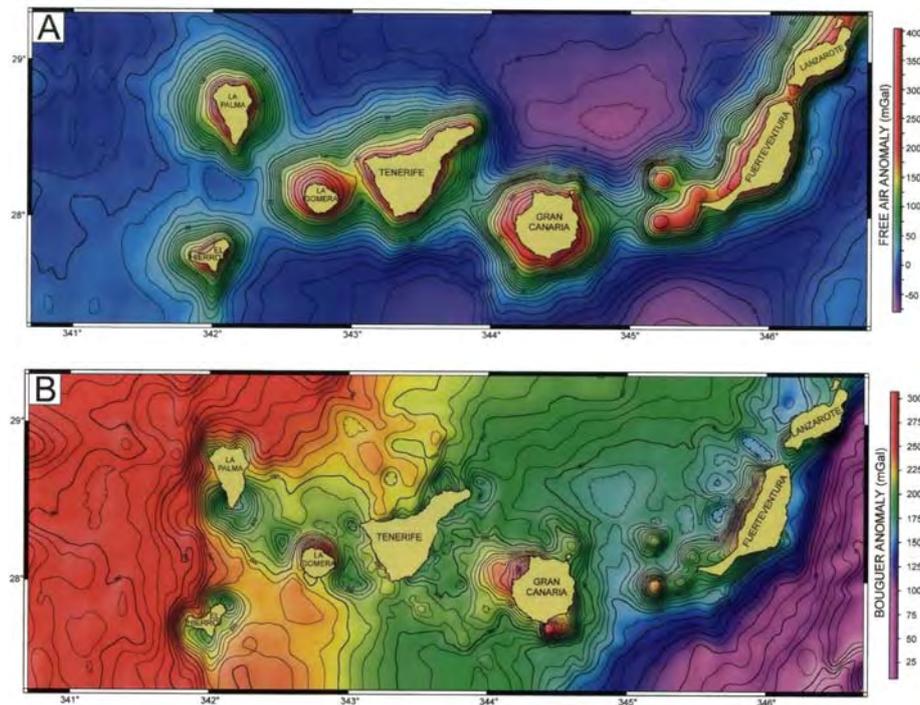


Figura 2.6. A. Mapa de anomalías de aire libre. B. Mapa de anomalías de Bouguer (Carbó *et al.*, 2005).

En la Figura 2.7 se muestra el mapa topobatemétrico del archipiélago canario realizado por el IEO a partir de diversas campañas oceanográficas.

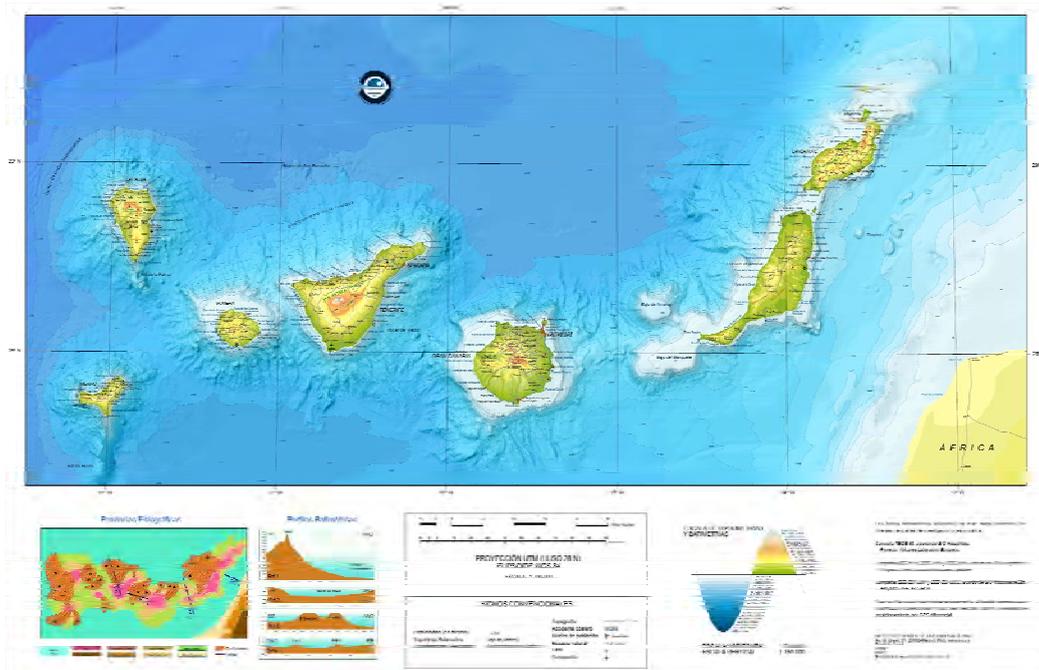


Figura 2.7. Mapa topobatemétrico del archipiélago canario a escala 1:700.000. Fuente: IEO.



2.1.1. Principales Rasgos

Numerosos cañones inciden en los depósitos gravitacionales, pudiendo superar los 60 km de longitud entre la costa y las zonas profundas de las cuencas sedimentarias. Existe un importante cañón submarino entre Tenerife y Gran Canaria el cual ha sido formado por corrientes de fondo que dan lugar a la canalización del flujo entre dichas islas (Palomo *et al.*, 1997). Dicha formación submarina es el Volcán de Enmedio (Figura 2.8).

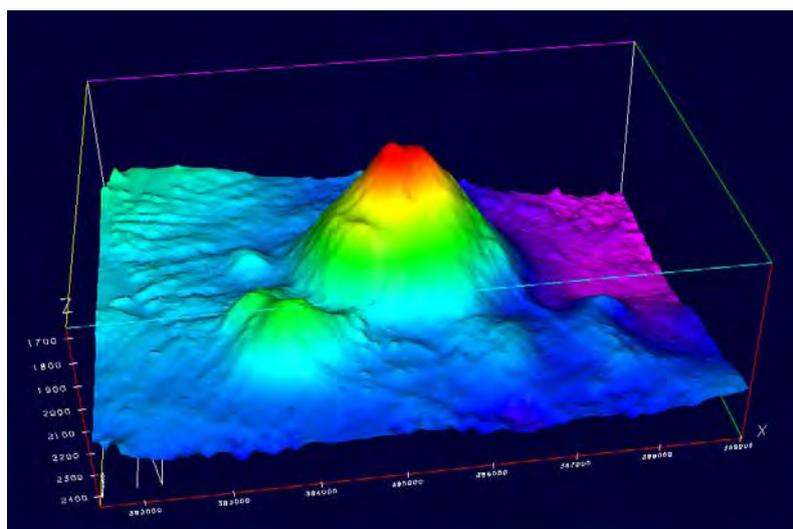


Figura 2.8. Esquema en 3D del Volcán de Enmedio.

Por otro lado, el Banco de la Concepción y el Banco de Dacia, situados al norte de Lanzarote también son formaciones submarinas de gran importancia para los ecosistemas marinos de Canarias. Asimismo, se puede apreciar la existencia de dorsales volcánicas como las identificadas en las islas de El Hierro y La Palma.

Fuerteventura forma junto con Lanzarote parte de una provincia fisiográfica conocida como "dorsal canaria", de dirección NE-SO, paralela a la costa africana y también a las lineaciones magnéticas del océano Atlántico (Llanes, 2006; Dañobeitia y Collete, 1989).

Al norte de la isla de La Palma se ha localizado un área de unos 20.000 km² con alineaciones de sedimentos, denominada Campo de Ondas de Sedimento de La Palma (Wynn *et al.*, 2000) (Figura 2.9).

En el Canal Canario, localizado entre Fuerteventura y Lanzarote y la costa Africana, se han identificado sobre el fondo marino montículos de forma circular a elíptica (Figura 2.10) con relieves de 75 a 375 m y diámetros desde 4 a 8 km. La presencia de estos montículos sobre el Canal Canario se atribuye al afloramiento de diapiros evaporíticos correspondientes a las



cuencas de edad Triásica-Jurásica que se encuentran en el margen africano y que se extienden mar adentro hacia el oeste, incluyendo el Canal Canario.

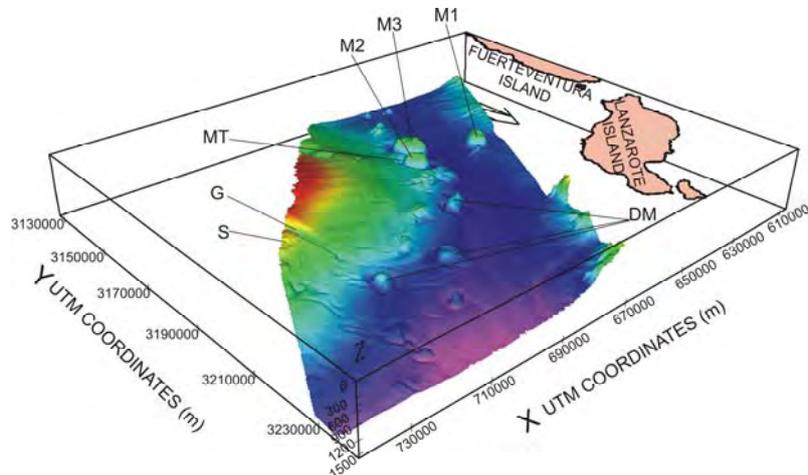


Figura 2.9. Diagrama tridimensional de los montículos localizados en el Canal Canario. (Acosta *et al.*, 2005).

Los montículos están parcialmente rodeados en sus bases por surcos entre 25 a 75 m de profundidad, cuya formación se asocia a la erosión de salmueras originadas por la disolución de las sales que constituyen dichos diapiros (Acosta *et al.*, 2005).

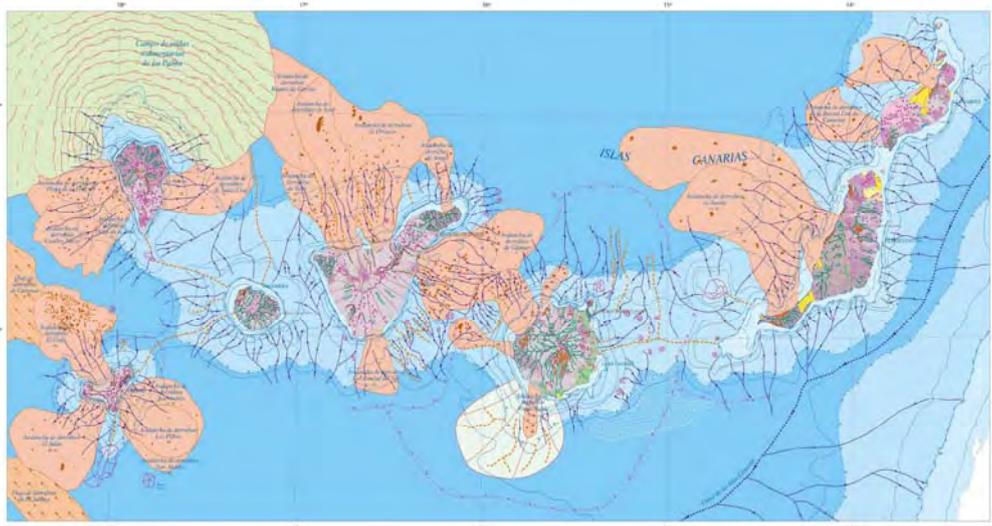


Figura 2.10. Detalle del Mapa Geomorfológico de España y del margen continental a escala 1:1.000.000, correspondiente al Margen Canario (Martín-Serrano, 2005)

Respecto a la morfotectónica, destaca la existencia de dos fracturas de gran longitud: la Falla



de Santa Cruz, que limita y corta la parte sumergida del macizo de Anaga, y la Falla activa de Guayotá, localizada al NO del macizo de Anaga y reconocida a partir de perfiles sísmicos de muy alta resolución.

2.2. Meteorología

2.2.1. Régimen atmosférico, campos de viento, temperaturas y pluviosidad

El clima dominante en Canarias es tropical seco y húmedo pero debido a su posición en medio del Atlántico y a su relieve existen numerosos topoclimas muy significativos. En realidad, las Canarias están a caballo entre la zona de circulación oeste que genera el frente polar y las altas presiones subtropicales que se generan en las Azores. Aunque el régimen de vientos alisios es dominante, la variación estacional del anticiclón de las Azores permite la llegada de masas de aire polar, y la proximidad al continente africano, a la altura del Sahara, permite la llegada de masas de aire tropical continental seco y cálido. Los centros de acción principales son el anticiclón de las Azores y la posición de la zona de convergencia intertropical, pero también, y de forma secundaria, el frente polar y las bajas presiones saharianas.

Tal y como se ha comentado, las islas Canarias están, preeminentemente, bajo el dominio de los vientos alisios procedentes del flanco oriental del anticiclón de las Azores. Estos vientos son muy constantes y tienen una velocidad regular de entre 20 y 22 km h⁻¹, y una componente que varía entre el este y el noreste. Estos vientos soplan de forma casi permanente. En verano tienen una frecuencia de hasta el 90 %, mientras que en el invierno esta proporción se reduce al 50 %. El rasgo más interesante de estos vientos es su estratificación en dos capas, una baja y húmeda y otra alta y seca. Esta circunstancia genera una inversión térmica de límites variables y cuya consecuencia más llamativa es la aparición de un «mar de nubes» en las vertientes orientadas a los vientos dominantes. El mar de nubes crea un efecto invernadero que contribuye a la estabilidad térmica de las zonas bajas. Además, estas nubes impiden la llegada de grandes cantidades de rayos solares al mar, lo que contribuye a la estabilidad de la corriente fría de Canarias, una corriente marina que suaviza las temperaturas del archipiélago. Gracias a la inversión térmica, que impide el ascenso de la humedad, las capas bajas de la atmósfera tienen un elevado índice de humedad relativa, sobre todo entre los 500 y los 1.200 m. Este índice de humedad puede llegar al 100 % pero sin provocar la precipitación, formando lo que se llama lluvia horizontal.

Además de los vientos alisios, en las islas montañosas hay que tener en cuenta los vientos locales, tanto la brisa marina como los vientos que ascienden (adiabáticos) hacia las cumbres por el día, o descienden (catabáticos) hacia la costa por la noche.



El clima de Canarias está templado por la corriente fría de Canarias. Esta corriente marina procedente del norte es una bifurcación de la corriente del Golfo, que al encontrarse con las Azores se divide en dos ramales, uno cálido que va hacia el norte y otro frío que desciende hasta Canarias, tras pasar por la costa sur de Portugal y la occidental del norte de África. En Canarias, los vientos alisios tienden a desplazar las aguas superficiales hacia el centro del Atlántico favoreciendo el ascenso de las aguas frías, que por lo general viajan más profundas. La presencia de la corriente fría atenúa la estratificación en dos capas de los alisios.

La cercana localización del desierto del Sahara también influye sobre el clima canario. Se manifiesta por la advección de aire muy cálido, seco y con grandes cantidades de polvo (Figura 2.11) en suspensión, que dificultan la visibilidad (calima). Por lo general, son vientos fuertes con una componente este o sureste muy marcada. Esta situación es común en verano, cuando el anticiclón de las Azores se desplaza hacia el norte y, por lo tanto, se debilita en la región. Es lo que se conoce como *tiempo sur*.

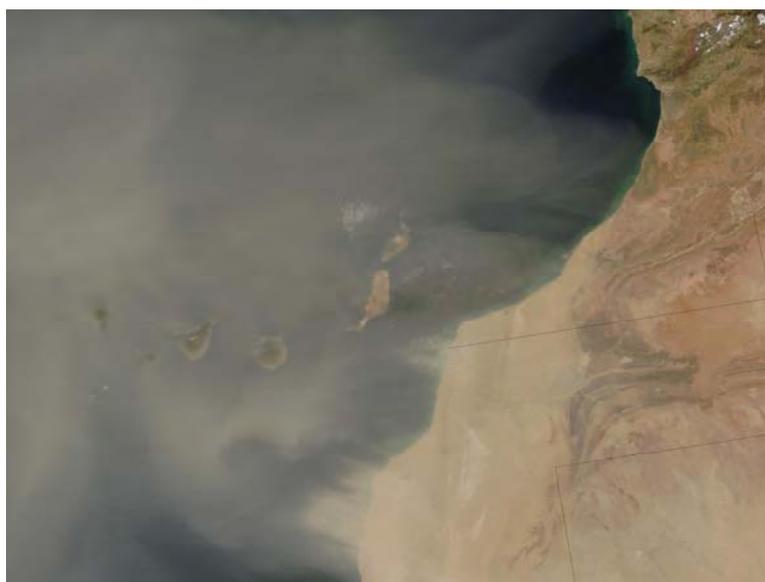


Figura 2.11. Imagen de satélite de polvo sahariano sobre el archipiélago canario. © Jacques Descloitres, MODIS Land Rapid Response Team, NASA/GSFC (<http://visibleearth.nasa.gov/view.php?id=58466>).

También el frente polar llega hasta las Islas, cuando el anticiclón de las Azores está muy al sur y muy retirado hacia el centro del océano Atlántico. Esto implica la llegada de lluvias más o menos intensas que caen en la vertiente opuesta a la de los alisios, ya que los vientos tienen una componente N-NO, pero también llegan con componente NE e incluso SO, que son los que más precipitaciones dejan. Normalmente a Canarias llegan los extremos de las



vaguadas de las borrascas. Las masas de aire frío hacen bajar las temperaturas pero solo moderadamente en la costa, y algo más acusadamente en altitud.

La combinación de vientos, la corriente marina y los centros de acción hacen que las temperaturas en Canarias sean notablemente estables y menos calurosas de lo que a su latitud le corresponderían. Las temperaturas más altas se alcanzan en agosto, aunque septiembre tiene prácticamente la misma media. Las temperaturas más frías se dan en enero, seguida muy de cerca de febrero. La oscilación térmica entre el mes más cálido y el más frío está por debajo de los diez grados centígrados, entre los 17 °C y los 25 °C; salvo en las cumbres montañosas que puede llegar a los 13 °C. La presencia de la corriente fría de Canarias hace que las olas de calor lleguen antes a las capas altas que a las bajas. Así pues, el típico gradiente altitudinal negativo, en Canarias está casi anulado.

El clima está condicionado por la topografía. La existencia de altas montañas pone obstáculos a la circulación de los alisios. El efecto barrera se potencia en las montañas, y en las vertientes de barlovento se acumulan las nubes y las lluvias, mientras que el efecto Foehn se muestra muy activo a sotavento.

Las precipitaciones presentan un patrón muy claro en el que la altitud es decisiva. Lanzarote y Fuerteventura, islas bajas, presentan rasgos de aridez muy marcados, con precipitaciones de menos de 100 mm en la costa y de 300 mm en el interior. En general todas las costas de las islas recogen precipitaciones por debajo de los 300 mm. Las precipitaciones aumentan progresivamente con la altitud hasta llegar a los 700 mm anuales en las cumbres más altas. Solo en el interior de las Cañadas del Teide hay un área de menor precipitación en el que no se alcanzan los 300 mm.

2.2.2. Oleaje

El viento, al pasar sobre el mar, le transfiere parte de su energía, lo que provoca ondulaciones u olas en su superficie que se propagan en la misma dirección del viento, si su fuerza y dirección son constantes. La energía transportada por la ola es directamente proporcional al cuadrado de su altura, es decir, a la distancia vertical entre una cresta y un seno consecutivos. La altura de la ola aumenta con la velocidad del viento, el número de horas que sopla y la distancia recorrida en la zona generadora de las olas.

Las olas que llegan a las costas de las islas Canarias son de dos tipos bien diferenciados, que dan lugar a sendos estados de la mar: mar de viento y mar de leva. En el mar de viento, el oleaje se encuentra bajo la acción del viento que lo genera; mientras que en el mar de leva, también denominado mar de fondo, mar tendida y mar sorda, las olas producidas en las zonas generadoras, al transmitirse, llegan a un lugar determinado en ausencia de viento.

En verano, la zona de Canarias se ve afectada, bajo la acción de los alisios, por olas de viento



del Noreste, por lo que principalmente las costas a barlovento de dichos vientos están sometidas a un oleaje casi persistente, que no suele alcanzar los 3 m de altura.

En aguas someras, de profundidad inferior a media longitud de onda, es decir, inferior a la mitad de la distancia entre dos crestas consecutivas, la acción del fondo afecta el avance de la ola, y si ésta incide formando un ángulo con la línea de la costa, se frenará primero la parte de ella que llega antes a aguas someras. Por eso, los frentes de las olas o líneas de crestas, que son prácticamente rectilíneos en mar abierto, se curvan al llegar a aguas someras, es decir, se refractan y tienden a situarse paralelos a las costas de las diferentes islas del Archipiélago. Cuando la relación de la profundidad y la altura de la ola es de aproximadamente $4/3$, ésta rompe (Figura 2.12), disipándose su energía, que se reparte desigualmente, debido a la refracción, a lo largo del frente de la ola. La energía se concentra especialmente en las partes de la ola que rompen en las puntas y cabos (Figura 2.12), sobre todo si junto a éstos los fondos son relativamente aplacerados.



Figura 2.12. Ola rompiendo en la costa.

En otoño, aunque el oleaje dominante es también del Noreste, el debilitamiento del anticiclón de las Azores hace que en la zona de Canarias su intensidad disminuya, produciéndose periodos de poco oleaje, frecuentemente interrumpidos por borrascas que, al atravesar el océano Atlántico Norte en su camino hacia Europa, suelen afectar a Canarias, especialmente en invierno y primavera. Cuando estas borrascas están muy distanciadas, el oleaje producido, a veces con altura superior a 10 m, se propaga hacia el Sur, pudiendo alcanzar las islas Canarias como mar de fondo, después de recorrer hasta 3.500 km en los que ha invertido de 2,5 a 3,5 días. En general, procedente del primer cuadrante y, sobre todo, del cuarto, la mar de fondo llega a las costas canarias, donde se refracta, su longitud



de onda se acorta y sus crestas, antes redondeadas y suaves, se agudizan, aumentando la altura de la ola que en ciertas partes de la costa, donde su energía se concentra, puede superar los 3,5 m. Otras veces, las borrascas pasan a menor latitud, originando fuertes vientos de componente Norte que afectan al Archipiélago y, en algunas ocasiones, producen olas del orden de 3 m, sobre todo en las costas septentrionales de las Islas. Cuando las borrascas están muy próximas a Canarias, pueden causar fuertes vientos y oleaje del SO, originando temporales poco comunes en las costas canarias sudoccidentales.

A medida que la primavera avanza, la situación anticiclónica en la zona de Canarias se refuerza, la influencia de las borrascas disminuye y el oleaje tiende a ser exclusivamente generado por los vientos alisios.

De forma general, en relación al oleaje, en todas las Islas es resultado de la combinación del oleaje local, controlado por los alisios, y del generado por tormentas lejanas localizadas en el Noratlántico y que pueden provocar situaciones conocidas como de “reboso” o “mar de fondo”. La situación normal es la de los Alisios, que dejan un oleaje más tranquilo que los episodios tormentosos, en los que se han registrado olas de hasta 9 m de altura. La acción de los alisios junto con el efecto de barrera que ejerce el propio Archipiélago al flujo de la Corriente de Canarias, crea condiciones para que a sotavento de las islas, especialmente en las de mayor relieve, se establezcan zonas de calma. Estas zonas están menos batidas por el viento y en ellas las aguas se mezclan menos con las de la corriente general, dando lugar a zonas de aguas más cálidas y estables.

2.3. Hidrografía y Circulación

2.3.1. Aguas superficiales: Propiedades termohalinas y estacionalidad

Temperatura

La temperatura de las aguas superficiales de la zona de Canarias, bajo la influencia de un fenómeno tan variable como es el afloramiento, presenta notables diferencias en el espacio y el tiempo, sobre todo en las islas orientales, próximas a la costa africana. Las islas occidentales poseen una temperatura media más alta que las orientales, debido al afloramiento de aguas profundas, y por lo tanto más frías, cerca de las costas africanas, que es más intenso en islas como Fuerteventura y Lanzarote, hasta las cuales llegan “plumas térmicas” de aguas frías, menos densas y ricas en nutrientes.

La temperatura superficial de las aguas oscila entre los 16-18 °C de mínima en los meses de invierno y los 23-25 °C del verano, aunque se pueden presentar fenómenos estacionales de temperaturas un poco más extremas si se aíslan determinadas corrientes marinas. La temperatura del océano Atlántico alrededor de las Islas no es alta ya que la Corriente fría de



Canarias refresca la masa de agua al pasar por el Archipiélago.

En general, en las distribuciones horizontales en la superficie y a diferentes niveles, hasta aproximadamente los 800 m de profundidad, las isotermas tienden a ser paralelas a la costa africana, con valores crecientes a medida que la distancia de la costa aumenta (Figura 2.).

Por eso las temperaturas en superficie de las aguas de las islas occidentales son, a lo largo del año, superiores a las de las orientales, en un valor que en ciertas ocasiones puede alcanzar los 3 °C, principalmente en verano. Entre las aguas de las islas orientales y las de la plataforma continental de cabo Juby existe una diferencia de temperaturas que también se incrementa en verano, y que puede alcanzar los 5 °C.

En mar abierto, la temperatura de las aguas superficiales del archipiélago canario pueden alcanzar un valor máximo de 25 °C en septiembre y octubre, y un valor mínimo de 17 °C en los meses de invierno. En aguas someras, especialmente en las bahías de aguas tranquilas, el intercambio de calor con la atmósfera y con la tierra en la zona intermareal, sobre todo en las playas de poca pendiente, hace que la diferencia de las temperaturas extremas sea por lo general superior a la indicada, y dependa de las características de la zona costera.

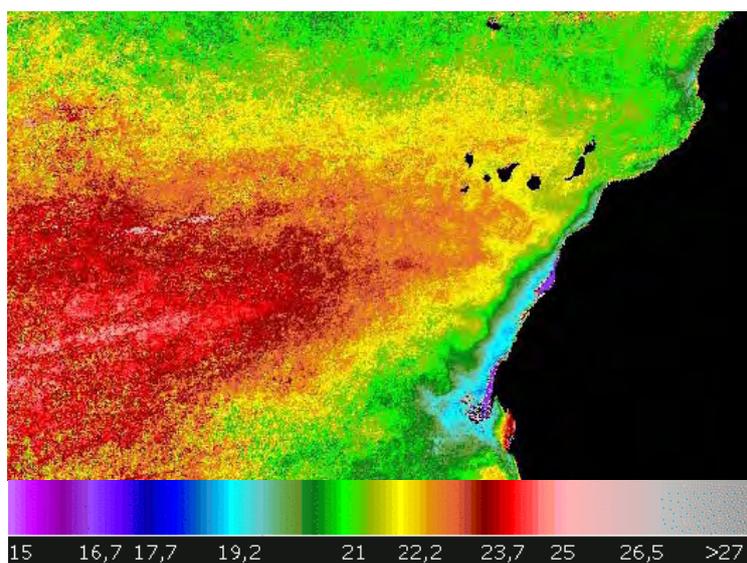


Figura 2.13. Temperatura superficial del océano Atlántico, promedio mes de junio de 2003. Fuente: SeaWiFS Argo TIROS Unios System.

En la zona de Canarias, como sucede en las latitudes medias y bajas, la temperatura del mar presenta una distribución vertical, en la que es posible distinguir tres intervalos (Figura 2.14):

- 1) Una parte superior, que puede alcanzar 150 m de profundidad y que presenta una gran variación térmica a lo largo del año, por estar sometida al intercambio de energía con la atmósfera.



- 2) Un intervalo de transición, constituido por aguas intermedias entre 150 m y aproximadamente 2.000 m, en el que la temperatura disminuye desde 19-15 °C hasta 4 °C.
- 3) Una parte inferior formada por aguas frías, de origen polar, comprendida entre los 2.000 m y el fondo, en donde la temperatura disminuye lentamente con la profundidad, y que puede alcanzar valores del orden de 2,5 °C.

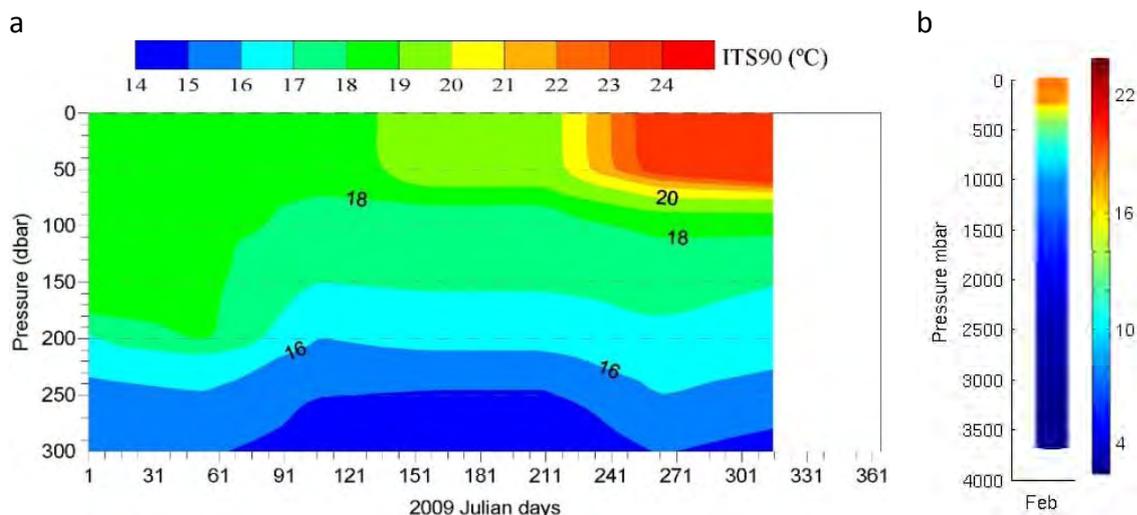


Figura 2.14. Temperatura (°C) de la columna de agua en la estación ESTOC (Estación Europea de Series Temporales Oceánicas de Canarias). (a) durante el año 2009 y (b) el 23 de febrero de 2009. Fuente: EuroSITES Project.

Durante el invierno, la parte superior del mar en Canarias está constituida por agua homogénea, mezclada por convección y por la turbulencia causada por el viento. Sin embargo, al final de la primavera y comienzos del verano, la absorción de calor produce en la parte superior del mar una gran disminución de la temperatura con profundidad, a la que se denomina termoclina estacional. A lo largo del verano la termoclina estacional se intensifica, adquiriendo su máximo gradiente al final de ese periodo y a principios del otoño, para luego debilitarse, desapareciendo casi por completo cuando finaliza dicha estación. Sin embargo, inmediatamente debajo de las aguas intermedias, existe durante todo el año una apreciable disminución de la temperatura con la profundidad, aunque mucho menos acusada que la termoclina estacional, denominada termoclina permanente.

Salinidad

La salinidad de las aguas superficiales tiene valores anuales que oscilan entre 36,7-36,9 psu, presentando valores mayores de salinidad las islas orientales que el resto de islas. Los afloramientos dan lugar a que la temperatura y salinidad en superficie vayan aumentando a



medida que nos alejamos de la costa africana, existiendo una diferencia máxima de dos grados entre los extremos del Archipiélago.

Contrariamente a lo que se podría suponer, la salinidad de las aguas de las islas Canarias, disminuye con la profundidad, así como la de las aguas oceánicas a latitudes medias y bajas (Figura 2.15). Esto es debido fundamentalmente a que en dichas latitudes, a causa de la disminución vertical de la temperatura, existe un notable incremento de la densidad con la profundidad, de tal forma que si se produce un aumento de la salinidad de la superficie, el agua apenas desciende unos metros. Existe, además, agua de origen polar, de baja salinidad, a partir de 2.000 m hasta el fondo que, al descender a altas latitudes, se mueve lentamente hacia el Ecuador junto al fondo, y llena las cuencas oceánicas.

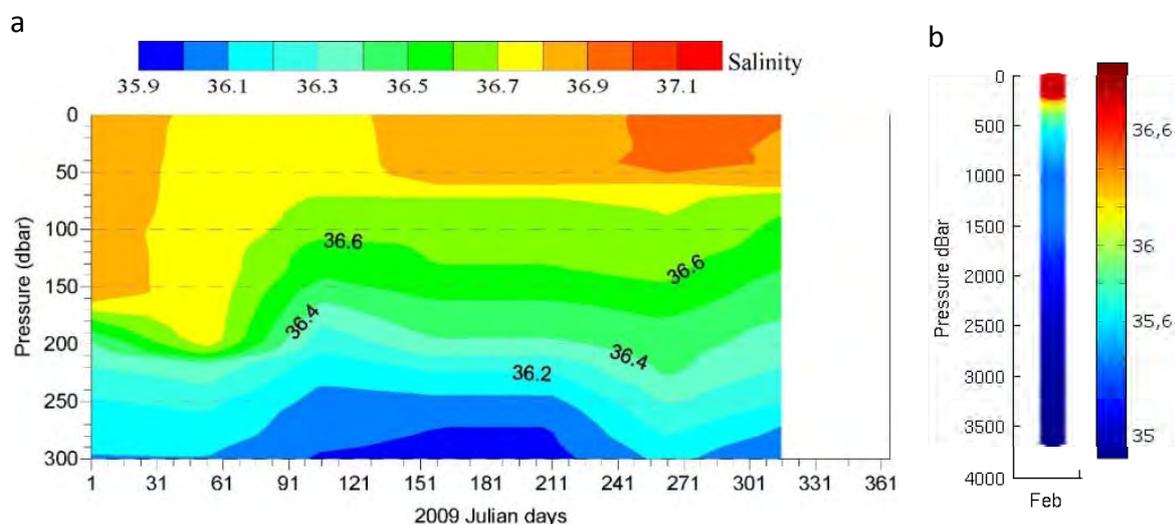


Figura 2.15. Salinidad (psu) de la columna de agua en la estación ESTOC (Estación Europea de Series Temporales Oceánicas de Canarias). (a) durante el año 2009 y (b) el 23 de febrero de 2009. Fuente: EuroSITES Project.

En la zona de Canarias, la salinidad en los primeros 100 m varía poco con la profundidad, aunque no es tan homogénea como la temperatura, presentando algunas veces pequeños incrementos (Figura 2.15). Probablemente dichas irregularidades son causadas por agua subtropical superficial de alta salinidad que, procedente de la parte central del Atlántico Norte, ha alcanzado la zona de Canarias después de haberse mezclado y hundido ligeramente.

Inmediatamente debajo del agua superficial, casi isohalina, se produce una notable disminución de la salinidad, llamada haloclina. A una profundidad media de 800 m se observa un mínimo, con un valor de 35,2-35,5 psu para luego aumentar ligeramente entre 1.100 m y 1.300 m, donde alcanza un máximo de 35,7-35,3 psu, causado por agua procedente del mar Mediterráneo que se difunde a esa profundidad. A partir de dicho



máximo, la salinidad disminuye lentamente, sobre todo a profundidades superiores a los 2.000 m, en las aguas de origen polar, para permanecer prácticamente constante desde los 4.000 m hasta el fondo, con un valor de 34,9 psu (Figura 2.15).

Si solo se tuviese en cuenta el efecto de la evaporación y de la precipitación sobre la salinidad de las aguas superficiales de las islas Canarias, se podría pensar que adquiere un valor máximo en verano y un mínimo en invierno. Sin embargo, la influencia en la zona de las Islas de los mencionados parámetros meteorológicos sobre la salinidad, queda en general enmascarada por el efecto del afloramiento, que es más activo en verano. Por ello, se produce un mínimo de salinidad en superficie de aproximadamente 36,2 psu durante el verano y un máximo de 37,2 psu en invierno.

En la distribución horizontal de la salinidad, desde la superficie hasta los 800 m de profundidad, igual que las isoterms y por la misma causa, las isohalinas tienden a ser paralelas a la costa africana, presentando valores crecientes a medida que su distancia aumenta. Por eso, las aguas superficiales de las islas occidentales son hasta aproximadamente 1 unidad más salinas que las de las orientales, especialmente en invierno, cuando probablemente las aguas subtropicales superficiales, de alta salinidad, se aproximan más a aquellas islas.

2.3.2. Masas de Agua

En el entorno del archipiélago canario se pueden diferenciar varias masas de agua en función de sus propiedades físico-químicas y de su localización en la columna de agua. En base a estas dos características se distinguen las siguientes masas de agua: Agua Superficial, Agua Central Noratlántica, Agua Antártica Intermedia, Agua Mediterránea, Agua Profunda del Atlántico Norte y Agua Antártica de Fondo.

El *Agua Superficial* se caracteriza por una gran homogeneidad de sus propiedades debido al intenso proceso de mezcla vertical a causa del intercambio de calor entre la superficie del océano y la atmósfera. Este intercambio tiene otra consecuencia que es que la capa de Agua Superficial varía su espesor a lo largo del año, pasando de unos 50 m, a finales del verano, a unos 170 m, a finales del invierno.

El *Agua Central Noratlántica* se sitúa por debajo del Agua superficial y es agua de la Termoclina principal del Atlántico Norte y se extiende entre los 100 m y los 700 m. Su temperatura varía entre 10,5-18 °C, mientras que su salinidad oscila entre 35,5-36,7 psu.

A continuación, dependiendo de la zona, se localizan el Agua Antártica Intermedia y el Agua Mediterránea y por debajo de ambas está el Agua Profunda del Atlántico Norte.

El *Agua Antártica Intermedia* está descrita en los tres océanos del hemisferio sur, y se



caracteriza por tener una componente principal hacia el norte. Se sitúa entre los 700 m y los 1.100 m de profundidad y a pesar de tener poca importancia en cuanto a volumen, es importante por la cantidad de nutrientes que contiene. Su temperatura oscila entre 8-10 °C, y su salinidad entre 35,25-35,55 psu.

El *Agua Mediterránea* se caracteriza por una alta salinidad debido a las características de la cuenca mediterránea. Se puede encontrar de forma generalizada por todo el archipiélago canario, pero su presencia se incrementa hacia el noroeste. El agua del mar Mediterráneo sale a través del estrecho de Gibraltar a una profundidad entre 500 m y 1.100 m y se va mezclando gradualmente con las aguas del Atlántico, lo que explica que este océano presente una salinidad media mayor que los océanos Índico o Pacífico. En su avance a través del Atlántico desde el Mediterráneo, esta masa de agua forma unas grandes estructuras con forma de lenteja conocidas como *meddies*, que pueden alejarse más de 2.000 km conservando sus propiedades y alcanzar radios de hasta 50 km.

El archipiélago canario es el límite de influencia del Agua Mediterránea, que se localiza entre los 1.000 m y los 1.400 m. Su temperatura oscila entre 7-9,5 °C y su salinidad entre 35,5-35,75 psu.

El *Agua Profunda del Atlántico Norte* se encuentra, en el archipiélago canario, entre los 1.400 m de profundidad hasta el fondo marino. Su temperatura está comprendida entre los 2 °C y los 7 °C y su salinidad oscila entre 34,8 y 35,5 psu. Presenta unas propiedades muy homogéneas y estables, siendo el volumen más importante de la zona. Se considera un elemento esencial en el mantenimiento de la circulación oceánica planetaria, debido a que su extensión abarca desde su lugar de formación en el Atlántico Norte a todos los grandes océanos mundiales y a que está implicada en el proceso de transporte termohalino que sustenta los equilibrios de los océanos mundiales y su circulación.

2.3.3. Circulación

2.3.3.1. Dinámica General

El gran sistema anticiclónico de corrientes del Atlántico Norte (Figura 2.16) transporta agua cálida al continente europeo, pero al girar parcialmente hacia el Sur, frente al Golfo de Vizcaya, dicha corriente comienza a enfriarse paulatinamente, en términos relativos, a medida que la latitud disminuye, ya que la temperatura superficial del océano Atlántico va aumentando. Por esta razón, las aguas transportadas por la corriente se enfrían, con respecto de las aguas oceánicas adyacentes, en su avance hacia el Ecuador. Esto hace que la Corriente de Canarias, al llegar a la altura del Archipiélago, pueda ser considerada como una



corriente fría, siempre en relación con la temperatura de las aguas oceánicas, tanto más cálidas cuanto más próximas se encuentran del Ecuador.

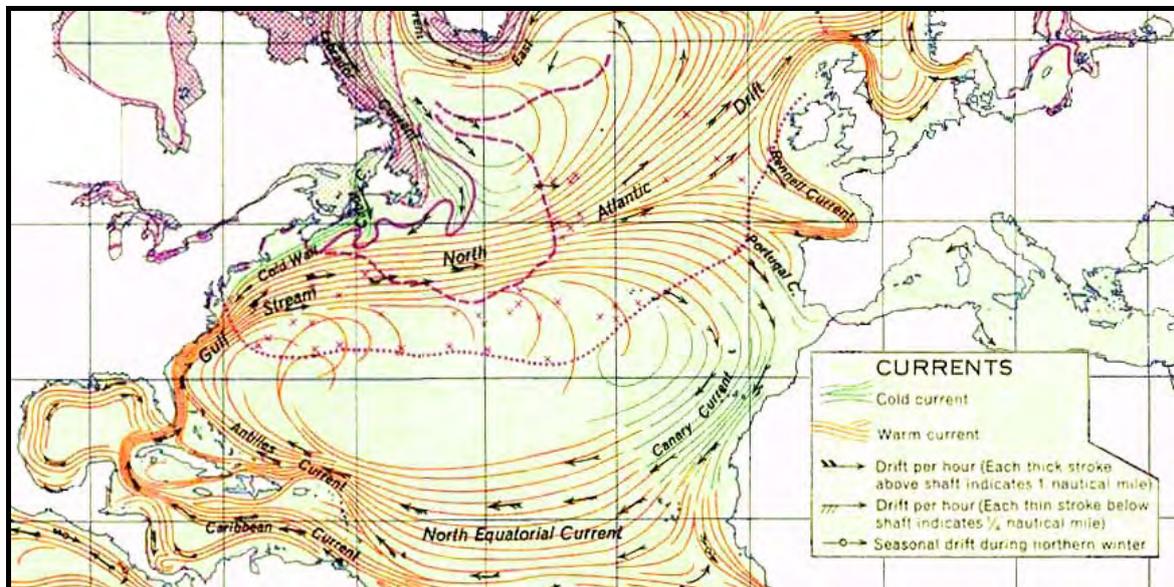


Figura 2.16. Corrientes oceánicas en el océano Atlántico Norte. Fuente: American Geographical Society.

La Corriente de Canarias, aunque en general presenta variaciones a lo largo del año, tiene una dirección SSO, es decir, paralela a la costa africana. Sin embargo, en la zona de Canarias se observan remolinos, en parte favorecidos por el obstáculo que presentan las Islas a la corriente general. Así, por ejemplo, frente a la costa occidental de Tenerife la corriente es de componente Norte y constituye la rama ascendente de un remolino ciclónico, y la dirección de la corriente, tal como indica la Figura 2.17, puede ser muy variable junto a las Islas. En aguas someras la corriente depende mucho de la forma de la costa, pero a cierta distancia del litoral, al menos en las islas de Tenerife, Lanzarote y Fuerteventura, en diferentes ocasiones se han observado como paralelas a la costa, que circundan a las Islas en el sentido del movimiento de las agujas del reloj.

Fuera de la influencia de las islas Canarias, la velocidad media de la corriente en superficie es en general débil, especialmente en verano, no alcanzando los 25 cm s^{-1} . Sin embargo, entre las Islas, sobre todo cuando la corriente de marea tiene su misma dirección, la velocidad puede ser superior a 60 cm s^{-1} , tal como se ha observado frente a la costa occidental de Tenerife. En general, la corriente disminuye con la profundidad, de tal forma que, en la zona de Canarias, en la terminación de las corrientes basada en la distribución vertical de la densidad, se considera que la velocidad media es pequeña a 800 m aproximadamente, sobre todo si se compara con la superficie.

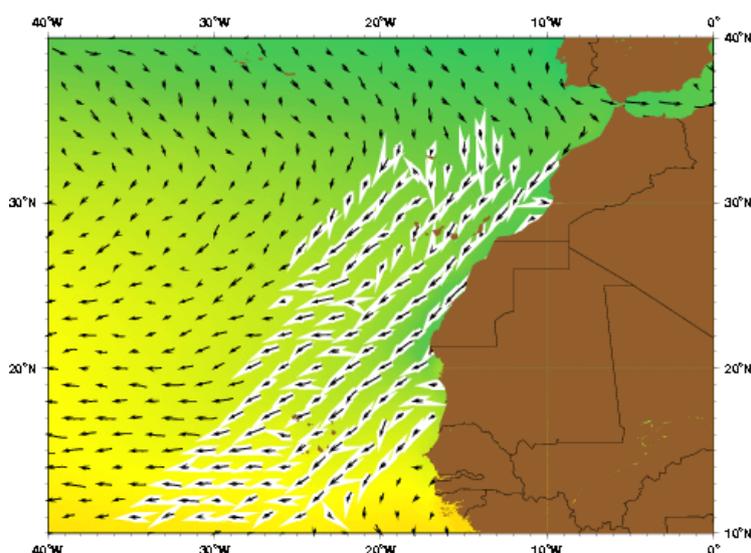


Figura 2.17. Corriente Canaria. Fuente: Gyory *et al.*, 2005.

En la última década se ha observado la contracorriente subsuperficial junto al talud continental africano, entre Cabo Verde y Cabo Bojador, centrada entre 200 y 300 m de profundidad y con velocidad máxima superior a 15 cm s^{-1} , que afecta al agua entre 100 y 500 m, desde el talud hasta 40 km hacia el Oeste. Esta contracorriente hacia el Norte, que también se presenta en las principales regiones de afloramiento, puede asimismo alcanzar la latitud de las Islas Canarias -tal como se ha deducido de los datos recopilados en agosto de 1972 a bordo del buque oceanográfico Cornide de Saavedra-, por lo que se podría denominar Contracorriente de Canarias.

El transporte de la Corriente de Canarias, es decir, la cantidad de agua que pasa a través de una sección perpendicular a la corriente en la unidad de tiempo, igual que su velocidad, varían a lo largo del año, habiéndose encontrado un valor máximo de $6,10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ en verano, a través de una sección de 355 millas náuticas de longitud, situada inmediatamente al norte de las islas Canarias.

2.3.3.2. Procesos costeros y de mesoescala.

Uno de los caracteres distintivos de la región oceanográfica del noroeste de África en relación con otras áreas dominadas por una corriente límite oriental, es la presencia del archipiélago canario. Situado en la zona de transición entre las aguas eutróficas del afloramiento y las oligotróficas del océano abierto, es un obstáculo apreciable sobre el flujo hacia el suroeste de la Corriente de Canarias y los vientos alisios (Figura 2.18). Esto da lugar a una alta variabilidad mesoescalar a esta corriente de las Islas, en forma de remolinos y estelas cálidas.



Figura 2.18. Vórtices de Von Karman producidos por los vientos alisios en las Islas Canarias. Fuente: Jacques Descloitres (MODIS Land Rapid Response Team, NASA/GSFC).

Trabajos realizados al sur de las islas, indican que los remolinos son recurrentes, y combinados con otras estructuras de la zona costera, como es el caso de los filamentos de afloramiento, contribuyen a la variabilidad física y biológica al sur del Archipiélago (Aristegui *et al.* 1997). No obstante, a pesar de estas aportaciones, la evolución y posibles interacciones ejercidas por estos remolinos no se conocen con claridad, ya que la cobertura espacial y temporal de estos estudios previos es limitada.

La coincidencia al sur del archipiélago canario a un mismo tiempo de remolinos generados por las Islas da lugar a interacciones entre estas estructuras oceanográficas. Estos remolinos son generados todo el año, pero su número e intensidad es mayor el segundo semestre de modo que las interacciones son más probables en este periodo.

Las interacciones posibles pueden tener lugar entre remolinos de distinto carácter (ciclón-anticiclón) o de igual carácter (anticiclón-anticiclón) (ciclón-ciclón), con resultados bien distintos. La interacción entre remolinos de distinto carácter ha sido bastante documentada. También ha sido documentada la existencia de interacciones entre remolinos y las aguas del afloramiento costero.

Al sur de las islas Canarias se ha observado la presencia de filamentos de agua fría que se extienden desde la costa más de 150 km hacia el océano (Barton *et al.*, 1998). Estos filamentos pueden invadir las aguas del Archipiélago, interfiriendo con las estructuras generadas por las Islas. Así, la presencia de estos filamentos cerca de las Islas puede impedir



la propia generación de remolinos.

Sin embargo, si los remolinos están ya formados cuando los filamentos se aproximan, ambos pueden colaborar para transportar las aguas del afloramiento a mayores distancias de la costa. Durante 1998 se observó en dos ocasiones (principios de julio y mediados de octubre) cómo un remolino anticiclónico generado en Gran Canaria interactuaba con un filamento, introduciendo agua rica y con alto contenido en fitoplancton en su periferia. Puede ocurrir además que más de un remolino esté involucrado en este transporte de agua del afloramiento. Esto se observó a comienzos de agosto donde un vórtice ciclónico y otro anticiclónico formados en Gran Canaria y Tenerife, actuaron en combinación para llevar el agua costera transportada por el filamento a distancias alejadas de la costa, a más de 350 km.

2.3.3.3. Afloramientos

La influencia del afloramiento africano en la región Canaria

Aunque el archipiélago canario está situado entre las latitudes 27° 30' N y 29° 30' N, en la zona subtropical, los parámetros físico-químicos oceanográficos de sus aguas, tales como la salinidad y la temperatura, difieren notablemente de los correspondientes a dicha latitud, al estar afectado el Archipiélago por la Corriente de Canarias y, especialmente, por el afloramiento de aguas profundas o *upwelling* que tiene lugar junto a la costa africana (Figura 2.19).

En la región noroccidental africana y según la teoría de Ekman, los vientos alisios producen, sobre todo en verano, cuando son más intensos y constantes, un transporte neto en superficie perpendicular a la dirección del viento y hacia mar abierto. Esto ocasiona en la franja costera africana una corriente de aguas que proceden de hasta 250 m de profundidad, ricas en nutrientes, frías y de baja salinidad, que de forma continua sustituyen a las aguas desplazadas mar adentro, donde se mezclan con las aguas superficiales, y que afecta a la zona de Canarias. La riqueza en nutrientes solo produce gran actividad biológica junto a la costa africana, donde son prácticamente consumidos. Ésta es la causa de que las regiones de afloramiento sean importantes zonas pesqueras. Sin embargo, las bajas temperaturas y salinidades de las aguas afloradas también afectan a todo el área de las Islas, produciendo en las aguas superficiales un gradiente horizontal de ambos parámetros, en la dirección de los paralelos.

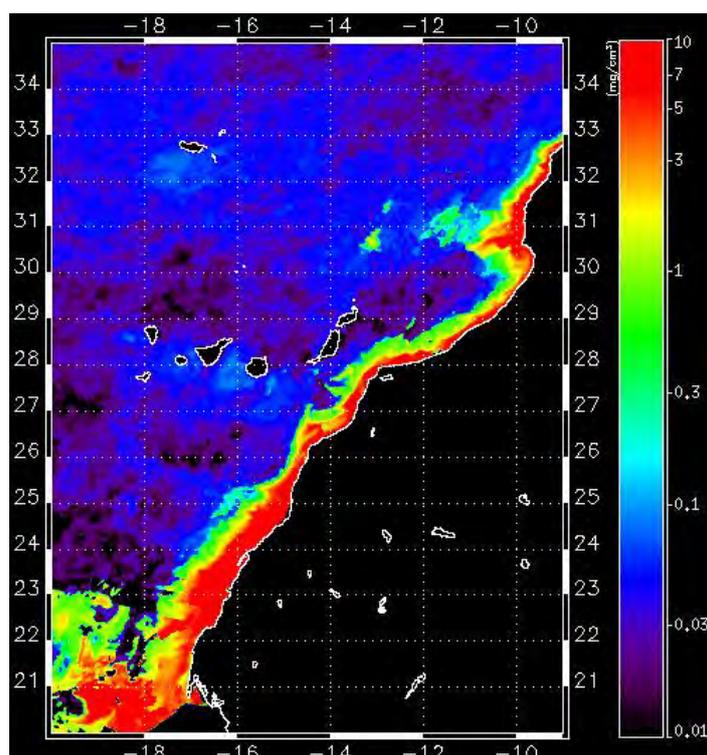


Figura 2.19. Media mensual de Clorofila a de la zona de Canarias, mes de junio de 2003.

Fuente: INTA.

En la región canaria, los filamentos de afloramiento procedentes de la región comprendida entre cabo Juby y cabo Bojador, son una característica recurrente que parecen tener un papel importante en el transporte de aguas ricas en clorofila, zooplancton y larvas de peces (Hernández-León *et al.*, 2007a).

2.3.3.4. Mareas

La distribución de los continentes en la dirección Norte-Sur impide que la onda de marea se propague libremente de Este a Oeste, salvo en el océano Antártico, sin tierras en esa dirección. Por ello, la onda de marea se forma en dicho océano, desde donde, afectada por la configuración de las costas, por la profundidad y la topografía del fondo, penetra en el Atlántico y se desplaza hacia el Norte, alcanzando las islas Canarias y las costas noratlánticas de altas latitudes. Así, por ejemplo, la onda de marea que produce pleamar a su paso por la latitud del cabo de Buena Esperanza, ocasiona unas 13,5 horas después la correspondiente pleamar en las islas Canarias, al propagarse hacia el Norte con una velocidad de 560 km h^{-1} .

En las islas Canarias, como en casi todas las costas atlánticas, las mareas son semidiurnas, es decir, que cada día lunar (24 horas y 50 minutos) se producen dos pleamares, o niveles máximos, y dos bajamares, o niveles mínimos, siendo aproximadamente iguales las



amplitudes o distancias verticales entre pleamares y bajamares consecutivas. Como es bien conocido, la amplitud de la marea varía a lo largo del año alcanzando valores máximos durante los equinoccios de primavera y otoño, en concreto en marzo y septiembre respectivamente, y que en las costas canarias son del orden de 3 m. Igualmente, la amplitud de la marea es mínima durante los solsticios: a principios de verano e invierno, alcanzando valores de hasta 0,7 m aproximadamente.

Las horas y alturas teóricas de las pleamares y bajamares de todos los días del año, para diferentes puertos del Archipiélago Canario, vienen dadas en el *Anuario de Mareas*, publicado por el Instituto Hidrográfico de la Marina Española. En estos anuarios, editados a finales de cada año y válidos para el siguiente, figura el Puerto de la Luz (Las Palmas de Gran Canaria) como puerto patrón o puerto base, a partir de cuyos datos se determinan los correspondientes a diferentes puertos del área de Canarias. Las mencionadas alturas están referidas al cero hidrográfico o nivel de la mayor bajamar teórica, que también se utiliza como referencia para las sondas que figuran en las cartas de navegación, igualmente editadas por dicho Instituto.

En las mareas influyen unos factores fijos, como la topografía del fondo y la configuración de la costa, y otros variables, como son ciertos fenómenos meteorológicos. Así, por ejemplo, las playas con pendientes pronunciadas favorecen en general las mareas, mientras que los incrementos de presión favorecen las bajamares y perjudican las pleamares. Igualmente, el viento que sopla desde el mar con cierta intensidad y constancia, al acumular agua junto a la costa, incrementa la amplitud de la marea junto a ella, y la disminuye si sopla en sentido opuesto. Por esa razón, tanto la batimetría como el viento, especialmente en verano, favorecen las mareas en las costas septentrionales de las islas Canarias.

2.4. Distribución de nutrientes y oxígeno

Oxígeno disuelto

La cantidad de oxígeno disuelto que hay en las aguas superficiales de las islas Canarias presenta valores de sobresaturación en relación con aquellos que corresponderían a su temperatura y salinidad. Este hecho, que es típico de casi todo el océano, tiene lugar aproximadamente hasta unos 100 m de profundidad. En este intervalo 0-100 m se pasa por el punto de saturación, para continuar a mayores profundidades con valores inferiores a la saturación. Estos valores de oxígeno en los primeros 100 m se suelen encontrar en el intervalo 5-5,5 ml O₂ l⁻¹, observándose una pequeña variación estacional entre los meses de primavera y el resto del año. Por ejemplo, es frecuente observar en el mes de marzo valores en superficie alrededor de 5,5 ml O₂ l⁻¹ que disminuyen a 5,25 ml O₂ l⁻¹ de junio a agosto y ya en septiembre y octubre se aproximan a 5 ml O₂ l⁻¹.



A partir de los 100 m superiores de las aguas de las islas Canarias, y a medida aumenta la profundidad, la cantidad de oxígeno disuelto va disminuyendo, y se encuentran valores mínimos típicos de alrededor de $3,5 \text{ ml O}_2 \text{ l}^{-1}$ a una profundidad de 700-1.000 m. Desde este punto hasta el fondo del océano, la cantidad de oxígeno vuelve a aumentar hasta alcanzar cerca del fondo valores similares a los que se detectan en superficie. Este mínimo de oxígeno alrededor de los 1.000 m, está relacionado con procesos de oxidación de la materia orgánica suspendida a esa profundidad y con la circulación del agua más profunda y oxigenada. En la Figura 2.20 se puede observar una distribución vertical típica del oxígeno disuelto hasta el fondo del mar en aguas de las islas Canarias. Se ha seleccionado una estación profunda de la Campaña “Canarias I” realizada en septiembre de 1979 en el buque oceanográfico “Cornide de Saavedra”. Según los datos recogidos durante la campaña, en las islas orientales (Lanzarote y Fuerteventura) y en la costa africana se registraron valores de oxígeno disuelto inferiores a los esperados, debido al *upwelling* que en esas zonas se produce.

Nutrientes

Las islas Canarias tienen el típico carácter de islas oceánicas, ya que al carecer de plataforma se hunden rápidamente en el océano para alcanzar profundidades, en ciertos lugares, del orden de 3.000 m a pocas millas de la costa (Figura 2.7). El intercambio y relación fondo/agua es por lo tanto prácticamente despreciable en toda la masa de agua que rodea las Islas, excepto en lo que se refiere a las zonas intermareales o a las pequeñas zonas donde existe algo de plataforma. De este modo, se puede considerar que las Islas están como sumergidas en pleno océano. Esto hace que las aguas circundantes sean de tipo oceánico, lo que lleva consigo su carácter oligotrófico.

El estudio de las sales nutrientes, de cuya cantidad, utilización y regeneración dependerá en general la fertilidad y la biología de las aguas de las islas Canarias, demuestran que la parte oceánica de la Corriente de Canarias está compuesta por aguas típicamente oligotróficas. Los análisis llevados a cabo en estos últimos diez años sobre sales nutrientes desde la superficie hasta la profundidad de la termoclina estacional, o en los primeros 100 m, nos demuestran que las concentraciones de fosfatos van desde cantidades no detectables hasta los $0,18 \mu\text{g P-PO}_4 \text{ l}^{-1}$, las concentraciones de nitratos varían desde cantidades no detectables hasta los $2,5 \mu\text{g N-NO}_3 \text{ l}^{-1}$, y las de silicatos oscilan desde cantidades no detectables hasta los $2,0 \mu\text{g Si-SiO}_4 \text{ l}^{-1}$.

Con respecto a las otras dos sales de nitrógeno que se encuentran en menor cantidad, el nitrito suele presentar valores muy pequeños (alrededor de $0,10 \mu\text{g N-NO}_2 \text{ l}^{-1}$). Es típico encontrar en aguas canarias valores máximos de nitritos a una profundidad que está asociada a la termoclina estacional y a los máximos valores de clorofila, como se verá más adelante. Estos máximos de nitritos están asociados con los pasos intermedios en los procesos de nitrificación que tienen lugar en los océanos.



La otra sal de nitrógeno que se encuentra en pequeña cantidad es el amonio, que presenta en aguas canarias valores inferiores a $1,0 \mu\text{g N-NH}_4 \text{ l}^{-1}$ y una distribución irregular con la profundidad.

2.5. Dióxido de carbono y acidificación

El dióxido de carbono (CO_2) es uno de los productos del uso de combustibles fósiles y el principal gas de *efecto invernadero*. Además de su importante contribución al incremento del forzamiento radiactivo en la Tierra (IPCC, 2007), el incremento de CO_2 en la atmósfera altera los ciclos biogeoquímicos, principalmente del carbono, en los océanos.

Se estima que los océanos han absorbido un 30 % del CO_2 de origen antropogénico vertido a la atmósfera en los últimos 250 años (Sabine *et al.*, 2004). Este hecho contribuye a mitigar el *efecto invernadero* pero tiene otras repercusiones en el océano. La absorción del exceso de CO_2 en la atmósfera por parte del océano lleva inevitable y directamente a una disminución de los niveles de pH o acidificación en los océanos. Como consecuencia de la compleja físico-química del CO_2 en agua de mar, el exceso de CO_2 disuelto se compensa con una reducción de las concentraciones de carbonatos, una disminución del pH y una disminución de la saturación de las formas de carbonato. Estos son consecuencias directas de la química del CO_2 en el océano de sobra conocidas, entendibles y predecibles, pero las consecuencias de estos hechos en cuanto al impacto sobre la biota, los ecosistemas y los ciclos biogeoquímicos marinos es todavía un tema emergente de investigación (Doney *et al.*, 2009).

Desde la época preindustrial hasta la actualidad, la concentración de CO_2 en la atmósfera ha pasado de 280 ppm a 385 ppm, siendo las emisiones actuales superiores a las hipótesis más pesimistas previstas hace una década; y en el mismo período la acidez de los océanos se ha incrementado en un 30 % (0,1 unidades), un cambio que es 100 veces más rápido que cualquier otro ocurrido en al menos los últimos 20 millones de años (Orr *et al.*, 2009). Se estima que a este ritmo, en varias décadas, se limitará el crecimiento de los arrecifes coralinos en aguas tropicales y los océanos polares se volverán corrosivos para los organismos marinos calcáreos, calculándose un descenso del pH de $0,4 \pm 0,1$ unidades de aquí al 2100, con respecto a las condiciones preindustriales (Meehl *et al.*, 2007).

Se desconoce el efecto de la acidificación sobre los organismos marinos y su capacidad de adaptación al cambio, pero hay estudios que alertan de que la acidificación del medio reduce la calcificación en organismos con estructuras calcáreas (Fabry *et al.*, 2008; Gazeau *et al.*, 2007) y que podría afectar a su reproducción (Havenhand *et al.*, 2008).

La acidificación de los océanos puede también afectar negativa y globalmente a las actividades socioeconómicas como la pesca y el marisqueo por los efectos que puede causar sobre las redes tróficas marinas, y sobre los arrecifes coralinos que sirven de zona de



reproducción y refugio para muchas especies con interés comercial y que además son un activo importante en el sector turístico de muchos países. A esto habría que sumar que la acidificación de los océanos reduce su capacidad para fijar el CO₂ antropogénico, lo que dificultará la estabilización del CO₂ atmosférico en el futuro (Orr *et al.*, 2009).

En el estudio realizado por González-Dávila *et al.* (2003), a partir de datos recogidos durante 5 años, se determinaron las tendencias estacionales e interanuales del intercambio de CO₂ atmósfera-océano en las aguas del archipiélago canario. Según los resultados sobre el flujo neto de CO₂, el área actúa como fuente de CO₂, con un valor medio de emisión de gases de 179 mmol CO₂ m⁻² año⁻¹, controlado por los vientos alisios dominantes.

Sin embargo, Santana-Casiano *et al.* (2007) concluyen que en el océano Atlántico Este se está produciendo un incremento de la presión parcial del CO₂ a razón de $1,55 \pm 0,43 \mu\text{atm año}^{-1}$, directamente relacionado con el aumento de la concentración de CO₂ atmosférico. Además, según sus medidas de pH, confirman la acidificación de la superficie del océano Atlántico Este, cuantificando este descenso del pH en $0,0017 \pm 0,0004$ unidades de pH año⁻¹.

2.6. Sustancias químicas peligrosas

La alta tasa de ocupación humana, el elevado tráfico marítimo, la agricultura intensiva y la industrialización en algunas zonas son las fuentes más importantes de sustancias químicas peligrosas en esta demarcación. Por su cuantía e incidencia, los principales vertidos al mar son de origen urbano e industrial, siendo la industria, de refino de petróleo y la agricultura las que contribuyen con una mayor carga contaminante. Otros sectores de producción que aportan una menor carga contaminante son los de la industria química, generación de energía eléctrica, acuicultura, cementeras y naval.

Las sustancias químicas peligrosas también llegan al mar a través de las escorrentías de los barrancos. Una vez en el mar, el transporte y destino final de estas sustancias está muy condicionado por el elevado hidrodinamismo existente en las Islas. Las masas de agua superficiales y los giros anticiclónicos y frentes asociados generan procesos de convergencia y divergencia, así como surgencias, que ayudan a la renovación continua de las aguas y a la dispersión de los contaminantes en el ámbito de esta demarcación, siendo por tanto factores fundamentales para su caracterización ambiental.

En la franja litoral, la elevada densidad de población genera un volumen de aguas residuales que a veces sobrepasa la capacidad de tratamiento existente, por lo que son vertidas al mar con sus cargas de metales pesados, tensoactivos, hidrocarburos aromáticos, policíclicos, pesticidas y otros compuestos menos estudiados como productos químicos de uso doméstico (higiene personal, fármacos, limpieza, etc.). El tratamiento de estas aguas no elimina una parte significativa de estos compuestos. El elevado tráfico marítimo y las



actividades portuarias contribuyen notablemente a la entrada de hidrocarburos, aceites, compuestos órgano-estánicos y cobre, especialmente en las zonas cercanas a los puertos. Las operaciones rutinarias de navegación, tales como limpieza de tanques y deslastrado de aguas de sentina, también producen contaminación en las zonas. En los puertos mayores son frecuentes los vertidos de petróleo por fugas o accidentes durante las maniobras de carga y descarga. La presencia en sedimentos superficiales de compuestos órgano-estánicos (tributil y trifenil) y sus productos de degradación así como de surfactantes no iónicos ha sido detectada en las aguas portuarias.

En determinadas zonas litorales se realizan actividades agrícolas intensivas con un alto consumo de productos fitosanitarios, siendo por tanto relevante el aporte al mar de plaguicidas organofosforados, órgano-nitrogenados, etc. La acuicultura, en pleno desarrollo, es una posible vía de entrada de sustancias químicas indeseables, especialmente pesticidas y fármacos para control de enfermedades y parásitos, además de pinturas antiincrustantes o colorantes artificiales, por lo que debería aplicarse algún sistema de seguimiento para estas sustancias que no están incluidas en la Directiva de la Unión Europea relativa a la calidad exigida a las aguas para cría de moluscos (2006/113/CE).

La vigilancia y control de la calidad de las aguas litorales se realiza aplicando diferentes estrategias para dar cumplimiento a las Directivas Europeas (Marco de Agua, calidad de las aguas para cría de moluscos, o contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas).

En biota de zonas costeras, los niveles de metales traza, compuestos orgánicos persistentes (COPs) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) se determinan en poblaciones naturales. Según los resultados obtenidos por el Instituto Español de Oceanografía en la mayoría de las estaciones predominaron niveles moderados y bajos de todos los grupos de contaminantes estudiados. Asimismo, las concentraciones de HAPs fueron, en general, bajas a lo largo de toda la costa. En lo que respecta a los niveles de PCBs y DDTs los resultados indican que en esta Demarcación no existen fuentes terrestres importantes de estas sustancias quizá debido al casi nulo desarrollo industrial de esta costa en comparación con otras demarcaciones, reafirmando que los aportes atmosféricos constituyen una importante vía de entrada de este tipo de compuestos, especialmente en mar abierto.

En aguas costeras más profundas, la información reciente sobre la presencia de sustancias químicas peligrosas es muy escasa. En aguas del mar abierto, en donde existe una mayor contribución de fuentes difusas de contaminantes, tales como deposición atmosférica, aerosoles, polvo sahariano, etc. Hay que tener en cuenta la carga contaminante de las aguas atlánticas superficiales (0-100 m) ya que contribuye de una manera muy importante a los flujos y concentraciones de metales traza, PCBs y DDTs en las aguas de Canarias. Estudios sobre el flujo de metales en el Océano Atlántico concluyen que está enriquecido con metales



traza disueltos, alcanzando factores de enriquecimiento de 2,3 para el Cu, 2,4 para el Cd y 3 para el Zn (Elbaz-Poulichet *et al.*, 2001). El origen de los metales traza presentes en las aguas atlánticas que fluyen hacia el sur es atribuido al cinturón pirítico Ibérico, uno de los mayores depósitos a nivel mundial de sulfuros ricos en metales.

Debido a la importancia del transporte atmosférico de contaminantes, de los procesos en la interfase aire-agua y de la circulación marina, las aguas abiertas deberían ser áreas prioritarias de estudio en los programas de seguimiento de la contaminación marina, con particular referencia a los procesos de transferencia trófica y bioacumulación en organismos que habitan en esos ambientes.

A modo de resumen, se puede concluir que el grado de conocimiento del estado de la contaminación por sustancias químicas peligrosas es escaso y poco actualizado, sobre todo en cuanto a los niveles de contaminantes en las interfases termohalinas, en la columna de agua, en la materia particulada, en aerosoles marinos, en agua intersticial, en la lámina superficial agua-atmósfera y sobre su posible incorporación en la cadena trófica (peces pelágicos, plancton y bentos). Son, por tanto, necesarios estudios regulares para determinar el estado de la contaminación por sustancias químicas peligrosas en aguas del mar abierto, con el fin de evaluar correctamente su papel como destino final de los contaminantes.



3. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

La fauna y flora marinas de Canarias son ricas y diversas, tanto en lo referente a especies residentes como a las migratorias, que llegan de latitudes más septentrionales y también de sectores más tropicales (Haroun *et al.*, 2003). Esta elevada diversidad biológica es debida al carácter subtropical del Archipiélago, próximo a África, y en el curso de la corriente fría de Canarias, que lo pone en contacto con zonas templadas del norte y cálidas del oeste, así como por el complejo patrón de variabilidad regional que según Barton *et al.* (1998) presentan las características ambientales del mar canario, la elevada diversidad de hábitats en relación con la orientación y la compleja geomorfología de los fondos (Aguilera-Klink *et al.*, 1994). Por otra parte, al igual que ocurre con otras islas oceánicas, la presencia de grandes profundidades a muy corta distancia de la costa, permite la integración de especies oceánicas en la dinámica insular y parece favorecer algunos fenómenos particulares, como el asentamiento de colonias estables de cetáceos. Las aguas marinas del entorno canario forman biocenosis extraordinariamente complejas y prósperas, con innumerables cadenas alimentarias, que van desde las algas microscópicas, las praderas de algas pardas y fanerógamas marinas, hasta los animales gigantes del mar, como calamares y cetáceos (Haroun *et al.*, 2003).

3.1. Hábitats

La fauna marina presente en el archipiélago canario es consecuencia directa de la dinámica oceánica en la que se encuentra inmersa y de las características de los fondos marinos de las islas. Es decir,

- i) de los procesos de transporte de masas de agua originados en el Atlántico oeste y norte y que llegan a las Islas por medio de las corrientes de Azores, de Portugal y de Canarias,
- ii) de los procesos de transporte que fluyen desde la costa africana formando filamentos de aguas del afloramiento de cabo Blanco,
- iii) de los procesos de retención de masas de agua (remolinos) que se localizan principalmente a sotavento de las islas,
- iv) de los procesos de afloramiento locales que favorecen el enriquecimiento de las aguas, y
- v) de los procesos de asentamiento en hábitats favorables.

En este contexto, las Islas ofrecen gran diversidad de ambientes, dependientes de las



condiciones hidrográficas de la costa africana, de las que se van independizando en un gradiente este-oeste. Asimismo, ofrecen gran variedad de hábitats asociados a la profundidad, que están estrechamente relacionados con la extensión de los estratos, su pendiente y la naturaleza geológica de los fondos. Por otra parte, las Islas tienen un marcado carácter oceánico que las integra en la amplia red de islas, archipiélagos y montañas submarinas, que albergan especies marinas de distribución circunglobal.

La antedicha complejidad ambiental y los procesos de transporte dominantes, son los responsables de la enorme diversidad biológica que alberga las aguas del archipiélago canario. Sin embargo, la baja productividad primaria y la reducida extensión de los hábitats, condicionan y reducen considerablemente la abundancia de sus recursos marinos (Santamaría *et al.*, 2005).

3.1.1. Ecosistema pelágico

El dominio pelágico está integrado por especies que viven en la masa de agua sin dependencia del fondo. Está ampliamente dominado por organismos pequeños (fito- y zooplancton) y contiene comunidades más directamente relacionadas que las del medio bentónico. Aunque existe una apreciable estratificación en la composición de las referidas comunidades, que están relacionadas por migraciones diarias (nictimerales) y estacionales de los organismos, produciéndose una constante redistribución vertical.

Fitoplancton

La producción primaria es la base de todas las cadenas tróficas pelágicas y, en gran medida, también de las bentónicas, determinando la riqueza biológica de cualquier lugar. Viene determinada principalmente por la concentración de nutrientes disponible y la cantidad de luz. En las zonas subtropicales, como la canaria, la luz no llega a ser un factor limitante, por lo que la productividad dependerá de la cantidad de nutrientes a disposición del fitoplancton (Brito *et al.*, 1984).

Estudios previos han descrito a la región canaria como “oligotrófica”, comparable a la de los giros subtropicales del océano abierto (De León y Braun, 1973; Braun, 1980). Sin embargo, esta visión cambió posteriormente según los análisis de temperatura superficial del agua de mar y clorofilas a través de las imágenes por satélite, y de estudios físicos y biológicos de la variabilidad mesoescalar de la región (Barton *et al.*, 1998). Según estos autores, los valores de clorofila entre 0-200 m estuvieron comprendidos entre 30 y 155 mg m⁻². Davenport *et al.* (2002), en un estudio realizado al este de la isla de Fuerteventura y al norte de Gran Canaria y La Palma, observaron que la productividad anual disminuyó en gradiente hacia el oeste (237 g C m⁻² año⁻¹, 164 g C m⁻² año⁻¹ y 145 g C m⁻² año⁻¹). La alta productividad de Fuerteventura se relacionó con el afloramiento costero estacional, y aunque se observaron



aguas afloradas en las otras dos islas, no hubo el correspondiente aumento de la productividad, lo que indicó que las aguas eran pobres en nutrientes, más características del océano oligotrófico, con una mínima influencia de afloramiento costero en aguas cerca de la superficie.

A título comparativo, los valores de clorofila y producción primaria recogidos en Hernández-León *et al.* (2007b) para aguas oceánicas de la Corriente de Canarias, alrededor de las islas Canarias y en el afloramiento de la costa africana, son los siguientes:

Tabla 3.1. Valores de clorofila y producción primaria para aguas oceánicas de la Corriente de Canarias, alrededor de las islas Canarias y en el afloramiento de la costa africana (Hernández-León *et al.*, 2007b).

	Clorofila (mg m^{-3})	Producción primaria ($\text{mg C m}^{-2} \text{d}^{-1}$)
Océano abierto	<0,05	100-200
Islas Canarias	0,10-0,14	325-385
Afloramiento	1-14	180-5.300

Durante el invierno aumenta la producción primaria y se observa un incremento de la biomasa de fitoplancton, que desaparece cuando se restablece la termoclina estacional. Hay un predominio picofitoplancton (<2 μm) durante la mayor parte del año en aguas oceánicas de Canarias. Las cianobacterias de los géneros *Synechococcus* y *Prochlorococcus* dominan las aguas superficiales iluminadas, mientras que pequeños flagelados autotróficos son los principales componentes del máximo profundo de clorofila. Se han contabilizado algo más de doscientas especies de diatomeas y alrededor de unas trescientos de dinoflagelados (Hernández, 2001).

Entre un 50 % y un 90 % de la clorofila y la producción primaria se debe a estas células del picoplancton, cuya contribución es más importante cuanto menor es la influencia del afloramiento, y cuanto mayor es la estratificación en la columna de agua (Basterretxea y Arístegui, 2000). Sin embargo, en las zonas donde hay afloramiento o mezcla de agua profunda con nutrientes (sistemas frontales) proliferan las células de mayor tamaño.

Zooplancton

El estudio de la distribución horizontal de las larvas de invertebrados alrededor de la isla de Gran Canaria (Landeira *et al.*, 2009) ha puesto de manifiesto que las densidades más altas se registran alrededor de la Isla en la banda cercana y orientada hacia el suroeste, en la dirección del flujo, mientras que los valores más bajos se encontraron en el norte y en los flancos este y oeste de la Isla. Por otra parte, las larvas de estomatópodos y moluscos presentaron una distribución asociada al frente del filamento, mientras que las larvas de



decápodos pelágicos se distribuyeron en torno al remolino ciclónico. Los resultados obtenidos sugirieron la existencia de mecanismos de retención específicos para el mantenimiento de las poblaciones insulares, relacionados con los procesos físicos de mesoescala predominantes.

El zooplancton, en la variabilidad mesoescalar generada por las islas, deriva con las corrientes y está influenciado por los remolinos. Presenta valores bajos de biomasa en los remolinos ciclónicos debido al movimiento hacia afuera del agua y una acumulación alrededor de los anticiclónicos debido al efecto hacia adentro (Hernández-León *et al.*, 2001). Muestra también un incremento de la biomasa durante el máximo de finales de invierno, mientras que durante el resto del año los valores permanecen bajos. Los valores medios de biomasa entre 0-200 m se encuentran en el rango 390-669 mg peso seco m⁻² y se corresponde con aproximadamente el 50 % de la biomasa existente en la columna de agua hasta 1.000 m de profundidad (Braun, 1981). La biomasa en la zona oceánica al sur del archipiélago canario es mayor (1.370 mg peso seco m⁻² entre 0-200 m), debido a la variabilidad mesoescalar de esta zona (Hernández-León *et al.*, 1984).

Al igual que con la producción primaria, los valores comparativos de biomasa zooplanctónica recogidos en Hernández-León *et al.* (2007b) para aguas oceánicas de la Corriente de Canarias, alrededor de las islas Canarias y en el afloramiento de la costa africana, son los siguientes:

Tabla 3.2. Valores comparativos de biomasa zooplanctónica para aguas oceánicas de la Corriente de Canarias, alrededor de las islas Canarias y en el afloramiento de la costa africana (Hernández-León *et al.*, 2007b).

	Biomasa Zooplancton (mg peso seco m ⁻²) (0-200 m)
Océano abierto	390-669
Islas Canarias	583-1.681
Afloramiento	6.605-17.400

Análisis de series de datos de abundancias de zooplancton han puesto de manifiesto la presencia de un ciclo lunar en el epizooplancton debido a la presión predatora de los migradores diurnos verticales. Según Hernández-León *et al.* (2007a), estos organismos no alcanzan las capas superiores del océano durante la luna llena para evitar la depredación por peces oceánicos, lo que permite el crecimiento de la comunidad zooplanctónica.

Ictioplancton

Otra prueba del transporte neto que realizan los filamentos fue puesto de manifiesto por Rodríguez *et al.* (1999) estudiando la distribución de larvas de peces en las zonas afectadas por el filamento de afloramiento costero africano. Estos autores encontraron que el 94 % de



las larvas presentes en el mismo tenían un origen notoriamente nerítico. Destacó claramente la sardina europea o común (*Sardina pilchardus*), que mostró una correlación significativa entre las menores temperaturas del filamento y su abundancia. Por el contrario, las larvas de especies oceánicas se vieron excluidas prácticamente del filamento. Esto muestra el origen nerítico de las aguas que conforman dicho filamento y muestra también que una importante cantidad de materia orgánica se transporta hacia el océano. Estos autores concluyen que las larvas de sardinas son buenos trazadores de los movimientos de las aguas que se alejan del afloramiento, y que los remolinos ciclónicos se convierten en zonas de alevinaje de especies neríticas.

Estudios posteriores de Rodríguez *et al.* (2004) sugieren que las larvas de anchoa también son buenos indicadores del desplazamiento hacia fuera de la costa de las aguas afloradas, y que la alternancia entre anchoa y sardina como especies dominantes en la comunidad de larvas de peces del área durante el verano depende principalmente de la temperatura del agua en la región del afloramiento africano, dominando la anchoa en las temperaturas más altas.

3.1.2. Ecosistema bentónico y demersal

3.1.2.1. Sustratos blandos

Comunidades litorales

Se trata de fondos móviles con bajo contenido en materia orgánica, cuya inestabilidad impide el asentamiento de especies sésiles y donde el poblamiento es muy pobre. La comunidad está representada casi exclusivamente por la infauna, constituida por microorganismos como protozoos y pequeños gusanos de diferentes grupos que viven en los intersticios que dejan los granos de arena.

En las playas de arena aparece la misma comunidad de crustáceos anfípodos que en las zonas supralitorales arenosas, y que viven enterrados o debajo de las acumulaciones de algas y fanerógamas marinas arrojadas por el mar. Son especies detritívoras de los géneros *Talitrus*, *Orchestia* y *Floresorchestia* (Brito *et al.*, 1984), destacando *Talitrus saltator* y *Floresorchestia ancheidos*. Pueden de especies de crustáceos isópodos, que se desplazan con la marea desde las llanuras arenosas no sumergidas para alimentarse de los restos de algas y fanerógamas que deposita el oleaje (Espino, 2005). En el horizonte inferior, pueden aparecer especies de la macrofauna, que es bastante escasa, tales como moluscos que viven enterrados en el sedimento (los bivalvos *Ctena decussata* y *Glycymeris pilosa*), y los cangrejos *Albunea carabus* y *Portumnus latipes*.



Playa de arena en Lanzarote. Autora: Catalina Perales-Raya.

Los sustratos fangosos y lodosos son escasos, debido a las pendientes del fondo y a la dinámica marina de las islas. Una pequeña población de la fanerógama marina *Zostera noltii*, que parece alcanzar aquí el límite meridional en su distribución geográfica, ha sido localizada en Arrecife (Lanzarote), en fondos fangosos de 0-3 m (pudiendo soportar periodos de emersión). *Z. noltii* se distribuye por el Mediterráneo, costas atlánticas europeas, Islas Británicas y Mauritania.



Salinas de El Río (Lanzarote). Autora: Catalina Perales-Raya.



En depresiones costeras con una elevada salinidad en el substrato, y sometidas a largos periodos de sequía en las épocas de marea cortas, se instalan comunidades de vegetación halófila costera o *Saladares*. Se caracterizan por la presencia del mato (*Arthrocnemum macrostachyum*), ocasionalmente acompañado por la uva de mar (*Zygophyllum fontanesii*). Pueden formarse densas praderas frutescentes de hasta 1,5 m de altura que pueden llegar a densidades destacables. Estos saladares son típicos del litoral llano de las islas orientales. En Lanzarote, esta asociación está representada en Los Jameos, Arrieta, Órzola, Salinas de El Río, La Santa y La Graciosa. En Fuerteventura se encuentra en Playa del Matorral, Playa de Sotavento, Jacomar, Ensenada de Los Toneles, Corralejo, Charco de Bristol e Islote de Lobos, entre otros (Suárez, 2005). Su localización en los principales núcleos de desarrollo turístico de estas islas los hace especialmente frágiles a la transformación inherente a estos enclaves turísticos. Así, los saladares de Corralejo y Orzola se han visto disminuidos en los últimos tiempos.

Casi en el límite de la pleamar se localizan las *Marismas Salinas*, que están constituidas por comunidades más complejas florística y estructuralmente. *Sarcocornia perennis*, característica de los litorales atlánticos sudoccidentales europeos, es una mata de la familia de las quenopodiáceas, con tallos leñosos y rastreros de los que surgen ramificaciones erectas, carnosas y amarillento-rojizas de unos 20 cm de altura. Otra subasociación que es característica de Las Lagunillas, en el litoral oriental del islote de Lobos, dentro del Parque Natural del mismo nombre, la caracteriza la siempreviva *Limonium ovalifolium* ssp. *canariense*. Esta comunidad resiste cortos periodos en los que permanece totalmente cubierta por la pleamar, factor limitante para otras especies halófilas. La asociación típica se localiza en Lanzarote en Órzola, Caletón Blanco y La Santa y en Fuerteventura en el Charco de Bristol. Se trata de núcleos de individuos muy reducidos en los que ciertas actividades humanas podrían poner en peligro su supervivencia, especialmente en el caso de las poblaciones presentes en La Santa y el Charco de Bristol (Suárez, 2005).

Comunidades sublitorales (infralitoral y circalitoral)

Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda

Se trata de bancos de arena y fondos arenosos sumergidos permanentemente, cubiertos o no por praderas de fanerógamas y algas, presentes hasta una profundidad de aproximadamente 40 m (profundidad que constituye el límite inferior, aproximado, de distribución de la fanerógama marina *Halophila decipiens*). Se describen las comunidades presentes en dicho rango batimétrico, si bien algunas de ellas extienden su límite inferior de distribución hasta casi los 70 m.

Fondos arenosos sin vegetación

La infauna en estos sustratos es muy pobre, condicionada a la estabilidad de los mismos; a



mayor profundidad mayor estabilidad en el sedimento, apareciendo una infauna característica cuya abundancia depende de la materia orgánica disponible que, por lo general, es escasa. Los moluscos bivalvos están bien representados en la infauna de estos fondos, con especies como: *Mactra stultorum*, *Cardium* spp., *Venus verrucosa* y *Callista chione*; mientras que entre los equinodermos destacan los erizos irregulares: *Echinocardium cordatum*, *Brissus unicolor* y *Plagiobrissus costai*. Los crustáceos están representados por anfípodos y copépodos, mientras que del grupo de los anélidos poliquetos son habituales *Ditrupa arietina* y *Diopatra neapolitana* (Espino, 2005). Otro poliqueto, *Bispira viola*, especie tubícola de alimentación suspensívora, puede formar densas colonias sobre este tipo de sustrato. Sobre este tipo de fondos y los arenoso-fangosos se desarrollan algunas especies de corales adaptados a vivir en el sedimento, los pennatuláceos, con cuatro especies presentes en Canarias: *Veretillum cynomorium*, *Virgularia mirabilis*, *Pteroeides spinosum* y *Cavernularia pusilla* (Brito y Ocaña, 2004).

Entre la epifauna vágil diurna de los fondos arenosos son frecuentes la estrella de mar *Narcissia canariensis*, los moluscos gasterópodos *Conus pulcher* y *Semicassis granulata*, las holoturias *Holothuria* spp. y el cangrejo de la familia Calappidae, *Cryptosoma cristatum*, capaz de enterrarse casi por completo, dejando únicamente al descubierto sus ojos pedunculados. Entre los invertebrados de hábitos nocturnos, destacan la estrella de mar *Astropecten aranciacus*, el gasterópodo *Tonna galea* o la holoturia *Euapta lappa*.

La mayor riqueza específica y complejidad se dan en las zonas de transición con los fondos rocosos y con las praderas de fanerógamas, donde los crustáceos misidáceos detritívoros (*Paramysis arenosa*, *Siriella* spp., etc.) forman grandes nubes y activan la transferencia de materia orgánica, gracias a su elevada tasa de renovación (tienen una alta velocidad de reproducción); estos organismos son consumidos por una gran variedad de peces de fondo y pelágicos costeros.

Comunidad de anguila jardinera *Heteroconger longissimus*

Heteroconger longissimus es un congrido de hábitos diurnos, que vive semienterrado en tubos excavados en la arena. Con una longitud máxima de 51 cm, se alimenta de plancton y detritus, para lo que mantiene parte de su cuerpo fuera de la arena, de cara a las corrientes dominantes que le aportan su alimento. Este comportamiento alimenticio le obliga, según Barquín-Díez *et al.* (2005), a situarse en ambientes iluminados y de corrientes marinas constantes.



Ejemplares de anguila jardinera (*Heteroconger longissimus*). Autor: C. L. Hernández-González

Está presente en ambos lados del Atlántico y en Canarias se ha registrado su presencia en todas las islas. Se distribuye en profundidades entre 10 y 70 m, si bien su óptimo parece situarse en los 45 m (Barquín-Díez *et al.*, 2005). Estos autores consideran a la comunidad de anguila jardinera como la mejor representada en los sustratos blandos de la isla de Tenerife, al estar presente en casi el 25 % de la superficie de estudio. Su densidad está en función de la profundidad y de la pendiente del fondo. A título orientativo, en una localidad del SO de Tenerife el valor obtenido ha sido de 8,5 indiv m⁻². Por lo general, las grandes densidades de esta especie se localizan sobre fondos blandos desprovistos de vegetación, sin embargo pueden observarse compartiendo sustrato con fanerógamas marinas como *Cymodocea nodosa* o *Halophila decipiens*, con el alga verde *Caulerpa prolifera*, o con el poliqueto tubícola *Bispira viola*, entre otros, si bien en estos casos suele tratarse de pequeños grupos de individuos o, incluso, de individuos aislados.

Comunidad del sabélido *Bispira viola*

Bispira viola es un poliqueto tubícola de la familia Sabellidae que puede encontrarse sobre los sustratos blandos de las islas, formando colonias que pueden alcanzar una gran densidad de individuos. Los ejemplares de esta especie tienen entre 20 y 25 mm de longitud, variando su grosor entre 1,5 y 1,7 mm (La Gomera) y entre 0,7 y 0,9 mm (Tenerife). Poseen de 8 a 11 segmentos torácicos y entre 40 y 70 abdominales.



Colonia del poliqueto sabélido *Bispira viola*. Autor: C. L. Hernández-González.

Presenta distribución anfiatlántica y también está presente en el Mediterráneo y el Pacífico. En Canarias se ha confirmado su presencia en las islas de Tenerife, La Gomera, La Palma, Gran Canaria y Lanzarote (Martín *et al.*, 2004). Se localizan preferentemente en zonas resguardadas de las corrientes dominantes de la mayoría de las islas (Martín *et al.*, 2004) y según Barquín-Díez *et al.* (2005), muestran preferencia por las arenas finas, con las que construyen sus tubos.

La amplitud y densidad de estas poblaciones hacen del poliqueto *Bispira viola* uno de los macroinvertebrados más importantes del submareal somero canario de sustrato arenoso. En Tenerife, la extensión total de esta especie en el área estudiada fue de 171 Ha, lo que representa el 2,6 % del sustrato arenoso disponible, en un rango batimétrico entre 20 y 67 m, aunque es muy posible que se encuentre a mayor profundidad. La mayor mancha detectada hasta el momento (sur de Tenerife) presentó una longitud de 2,6 km ocupando una superficie de casi 65 Ha. La densidad de las poblaciones localizadas ha alcanzado valores de hasta algo más de 1500 indiv m⁻² (Martín *et al.*, 2004). Este sabélido pueden compartir sustrato con diversas especies animales y vegetales y es frecuente su asociación con la anguila jardinera (*Heteroconger longissimus*), en casi el 50 % de las poblaciones estudiadas. Entre los vegetales destaca la presencia del alga verde *Caulerpa prolifera* y la fanerógama marina *Halophila decipiens* y, en menor medida, *Caulerpa racemosa* y la seba *Cymodocea nodosa* (Martín *et al.*, 2004; Barquín-Díez *et al.*, 2005).

Comunidad de la fanerógama marina *Cymodocea nodosa*. Sebadales

La seba, *Cymodocea nodosa*, es una planta con flores que presenta una morfología muy característica, con largas hojas en forma de cintas, que aparecen en grupos a lo largo de un tallo rizomatoso (generalmente enterrado en la arena), del cual surgen de trecho en trecho



unas cortas raíces (Haroun *et al.*, 2003). En Canarias, las praderas de esta fanerógama reciben el nombre de *sebadales* o *manchones*, y constituyen la comunidad vegetal dominante de los fondos blandos someros de las Islas Canarias (Barberá *et al.*, 2005). La mayoría de los sebadales se localizan en las costas del este y sur de las islas, siempre en zonas resguardadas, protegidas de los vientos alisios, a profundidades que oscilan entre 2 y 35 m (Pavón-Salas *et al.*, 2000). Son más abundantes en las islas orientales y centrales, al ser éstas las más antiguas y erosionadas, con una plataforma insular sumergida de mayores dimensiones y mayor cantidad de sedimentos (Brito, 1984; Haroun *et al.*, 2003).



Rubio (*Trigloporus lastoviza*) sobre sebadal laxo, entremezclado con *Caulerpa prolifera*. Autor: C. L. Hernández-González.

Según Espino *et al.* (2008), entre los 5 y los 10 m de profundidad los sebadales muestran una distribución en parches, por debajo de dicho rango las praderas adquieren un aspecto continuo, con una cobertura cercana al 100 %. En general, las praderas más estructuradas, con mayor densidad y cobertura, se sitúan en bahías o ensenadas más abrigadas, al resguardo del oleaje y de las corrientes. En zonas más expuestas, las praderas son más irregulares y laxas. A medida que aumenta la profundidad, la pradera se va haciendo más laxa y *C. nodosa* es sustituida paulatinamente por las algas verdes *Caulerpa prolifera* y *C. racemosa*, existiendo una zona de transición, a profundidad variable, entre estas especies. La distribución batimétrica de las especies de *Caulerpa* supera a la de la fanerógama, ya que



puede alcanzar más de 50 m de profundidad. Las poblaciones de *C. nodosa* de los fondos blandos del archipiélago también pueden aparecer asociadas a la fanerógama marina *Halophila decipiens* o algas rojas de los géneros *Cottoniella* y *Dasya*, entre otras. El aspecto de las praderas de *C. nodosa* también varía en función de la época del año, debido a la estacionalidad de su crecimiento vegetativo. Valores como densidad de pies, altura de las plantas, número de hojas y cobertura alcanzan su máximo en primavera y verano, mientras que en otoño e invierno presentan un aspecto más pobre. Existen seadales que incluso pueden llegar a desaparecer por completo en otoño-invierno para reaparecer en primavera-verano.

Los seadales presentan una fauna propia, adaptada a las sebas tanto en su morfología como en su coloración, predominando las formas alargadas o ahusadas, así como las tonalidades verdosas o pardas (imitando sebas vivas o muertas, respectivamente), como forma de camuflarse. Entre los crustáceos destacan los decápodos de la familia Hippolytidae: *Hippolyte inermis* e *H. longirostris*, mientras que entre los moluscos cabe mencionar a *Oxynoe olivacea* un pequeño opistobranquio de color verdoso, de la familia Oxynoidae.

Constituye un ecosistema de enorme importancia ecológica por diversas razones, entre las que destacan su elevada productividad, con valores medios anuales de productividad primaria de 665 g ps m⁻² (Espino *et al.*, 2008), que supone además una importante fuente de materia orgánica detrítica para los fondos próximos, producto del desprendimiento anual de biomasa foliar (Aguilera-Klink *et al.*, 1994). La productividad de este ecosistema cobra especial relevancia si tenemos en cuenta la notable disminución de la banda de algas fotófilas de los fondos rocosos, sobreexplotada por las poblaciones del erizo *Diadema aff. antillarum*. Esta fanerógama marina contribuye, asimismo, a la estabilidad de los sustratos blandos sobre los que se asienta, gracias a la retención que sobre la arena ejerce su sistema de raíces y rizomas. Otro aspecto relevante es su elevada biodiversidad, al aportar una gran superficie para el asentamiento de fauna y flora epífita, y ofrecer refugio a gran cantidad de especies, algunas de elevado interés comercial; Reyes y Sansón (1996) identificaron 53 especies de algas epífitas sobre hojas de sebas y 28 especies sobre sus rizomas y raíces. Entre las algas epífitas dominan las rojas, seguidas por las pardas, verdes, y por último las cianófitas. La estabilidad del sustrato favorece el asentamiento de invertebrados que forman parte de la infauna, entre los que abundan los representantes del grupo de los anélidos poliuetos (Brito *et al.*, 2005).

Comunidad de la fanerógama marina *Halophila decipiens*

Halophila decipiens es una fanerógama marina de la familia Hydrocharitaceae, caracterizada por su pequeño porte (hasta 3 cm de alto) y por sus hojas opuestas de color verde brillante, que alcanzan entre 1 y 2,5 cm de longitud y de 3 a 6 mm de ancho. A nivel mundial tiene una



distribución pantropical (todos los mares cálidos del planeta), habiéndose registrado su presencia en todas las islas del archipiélago, con excepción de Lanzarote y Fuerteventura, a profundidades entre los 12 y 40 m (Haroun *et al.*, 2003), y según Barquín-Díez *et al.* (2005) sobre sustratos con una pendiente inferior a 14° (en aguas de la isla de Tenerife). Después de *Cymodocea nodosa* es la segunda fanerógama marina más abundante en Canarias.



Mancha de *Halophila decipiens* con el alga parda *Dictyota dichotoma* y anguila jardinera (*H. longissimus*).
Autor: C. L. Hernández-González.

Sus poblaciones se distribuyen sobre los fondos arenosos y arenoso-fangosos a modo de pequeñas manchas o parches; Barquín-Díez *et al.* (2005), en aguas del oeste y sureste de Tenerife, no localizaron ninguna mancha cuya superficie superara 1 Ha. Dichas manchas pueden ser monoespecíficas o bien compartir sustrato con algas verdes como *Caulerpa prolifera*, *C. racemosa var. cylindracea* (considerada como alga invasora) o el alga parda *Dictyota dichotoma*. Puede asimismo compartir sustrato con los seadales, intercalándose en ocasiones entre ellos, si bien lo habitual es que *H. decipiens* se presente por debajo del límite inferior de éstos. Esta fanerógama está escasamente epifitada, habiendo identificado Gil-Rodríguez *et al.* (2007) tan sólo el alga verde *Ulothrix flacca* y cianofíceas.

En Canarias no hay constancia de que las praderas de *H. decipiens* lleven asociada una fauna típica, adaptada a sus características morfológicas, como ocurre con los seadales; ello podría explicarse por su reducido porte, inadecuado para ofrecer refugio a vertebrados o invertebrados o para el asentamiento de organismos epífitos. Entre las manchas de esta fanerógama pueden observarse individuos de anguila jardinera (*Heteroconger longissimus*), llegando a ser relativamente frecuente su presencia (en el 65 % de las manchas observadas, según Barquín-Díez *et al.* (2005).



Comunidad del alga verde *Caulerpa prolifera*

Caulerpa prolifera es un alga verde de la familia Caulerpaceae, fácilmente identificable por sus filoides lanceolados, de bordes lisos u ondulados, de color verde intenso, unidos por un corto pedúnculo a un estolón; de este último parten rizoides que le permiten fijarse a los sustratos blandos. Los filoides pueden alcanzar una longitud de hasta 25 cm y 3 cm de ancho (Haroun *et. al.*, 2003).

A nivel global se distribuye por el océano Atlántico y el Mar Mediterráneo; en Canarias está presente en los fondos blandos de todas las islas e islotes. Crece en fondos arenosos, fangosos o mixtos, a profundidades desde aproximadamente 10 m y hasta un máximo variable, según los autores. Barquín-Díez *et al.* (2005) afirman que casi desaparece más allá de los 50 m, si bien consideran factible que pueda estar presente hasta los 60 m. Puede coexistir con representantes de otras comunidades típicas de fondos arenosos como las fanerógamas marinas *Cymodocea nodosa*, *Halophila decipiens*, el cóngrido *Heteroconger longissimus* o el poliqueto sabélido *Bispira viola*.

Como las demás formaciones vegetales que se desarrollan sobre sustratos arenosos, las praderas de *C. prolifera* contribuyen a retener y estabilizar el sedimento y la materia orgánica, disminuyendo la turbidez del agua. Sin embargo, las comunidades muy densas producen un exceso de materia orgánica en el sustrato que podría traducirse en la aparición de condiciones anóxicas.

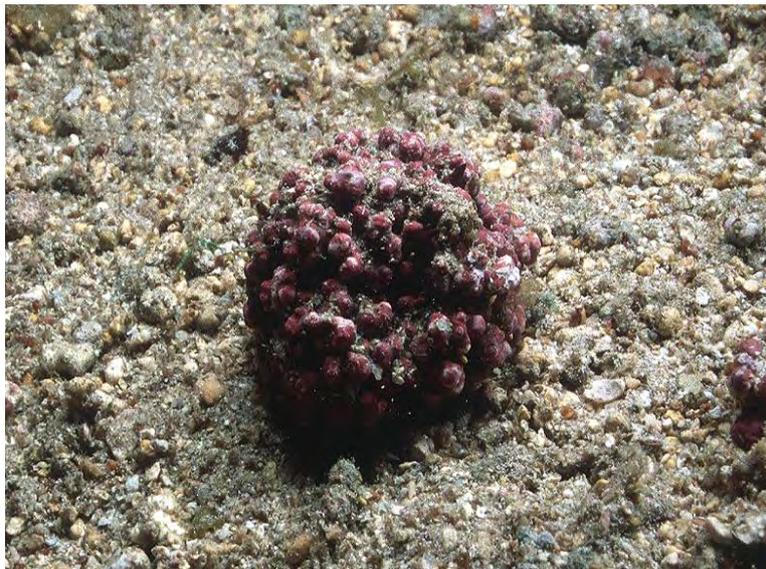
Desde el punto de vista de la biodiversidad, los seadales sustentan una mayor riqueza, abundancia y biomasa de invertebrados y peces que las praderas de *C. prolifera*, lo que se podría explicar por la mayor complejidad estructural de la fanerógama, así como por la producción de metabolitos secundarios tóxicos (caulerpenina) propios de las especies del género *Caulerpa*; dicha sustancia actúa como un inhibidor del herbivorismo y del epifitismo (Pohnert y Jung, 2003). Existen, sin embargo, especies especializadas en el consumo de *C. prolifera*, como los opistobranquios *Ascobulla fragilis*, *Oxynoe olivacea* y *Lobiger serradifalci*, todas ellas presentes en Canarias y que forman parte de la comunidad de invertebrados propia de las praderas de este alga verde. Asimismo, es posible encontrar a diversos representantes de la fauna típica de los seadales, como el pez *Opeatogenys cadenati* (chupasangre verde) o los camarones de la familia Hippolytidae: *Hippolyte inermis* e *H. longirostris*.

Comunidad de maërl

De forma genérica, según Hall-Spencer *et al.* (2010) “maërl” es un término aplicado a varias especies de algas rojas coralinas no articuladas (familia Corallinaceae) que viven libres. Pueden formar extensos mantos, mayoritariamente en fondos de gravas gruesas o de arena o bien mezclados con sustratos fangosos, tanto en costas abiertas como canales



intermareales o en áreas protegidas de fiordos con corrientes suaves. Dado que el maërl requiere de luz para realizar la fotosíntesis, la profundidad a la que viven está en función de la turbidez del agua, desde las costas someras hasta más de 40 m de profundidad. Los fondos de maërl o *rodolitos* (como también se les denomina) se componen de algas vivas, algas muertas, o de una mezcla de ambas en diferentes proporciones. Constituye uno de los ecosistemas más productivos y de mayor diversidad en regiones templadas (Birkett *et al.*, 1998, Martin *et al.*, 2005).



Maërl vivo, suroeste Tenerife. Autor: Carlos L. Hernández-González.

En las Islas Canarias, los fondos de maërl presentan como especies dominantes a *Lithothamnion corallioides* y *Phymatolithon calcareum* (Haroun *et al.*, 2003), que forman ramas arbusculares que, una vez separadas de su costra basal, quedan en libertad prosiguiendo en esta situación su crecimiento. Estos talos calcáreos libres pueden llegar a acumularse, constituyendo este tipo de fondos, ampliamente distribuidos por todos los mares y que en Canarias reciben también la denominación de fondos de “confites” o “anises”.

Otras especies de algas coralíneas que en aguas de este archipiélago contribuyen a la formación de maërl son las de los géneros *Neogoniolithon* o *Goniolithon* (Haroun *et al.*, 2003). Los fondos de maërl de Canarias presentan una gran semejanza florística con los de las áreas más cálidas del Mediterráneo Occidental si bien su riqueza específica es menor y de carácter más tropical (Ballesteros, 1993). Según Falcón y Carrillo (2005) se ubican en la zona más profunda del infralitoral, y aunque se pueden encontrar manchas más someras, su mayor desarrollo se produce a partir de los 40-50 m (40-60 m según Brito y Ocaña, 2004),



pudiendo ocupar extensiones amplias a mayores profundidades.

Debido a la forma anfractuosa de los rodolitos, los fondos de maërl pueden albergar una importante variedad de organismos, bien sea ofreciendo refugio a pequeños invertebrados o como soporte o sustrato, tanto de algas como de invertebrados sésiles. Barquín *et al.* (2005), encuentran que el zoantídeo *Palythoa grandis* se asienta sobre los rodolitos de los fondos de maërl, mientras que Brito y Ocaña (2004) describen grandes poblamientos del antipatario *Stichopathes setacea* instalados sobre los mismos, así como los madreporarios solitarios *Caryophyllia smithii* y *Paracyathus pulchellus* o pequeñas ramas de *Madracis asperula* y *Cladocora debilis*, que consideran como frecuentes. Para las algas, Falcón y Carrillo (2005) encuentran que los rodolitos constituyen el soporte de algas rojas y pardas, algunas de extraordinario porte arbuscular, de géneros como *Sporochnus*, *Nereia*, *Cottoniella*, *Lophocladia*, *Sargassum*, *Halopteris* e *Hypnea*, entre otras. Si bien para Canarias no está bien estudiada la epifauna asociada a estas formaciones, en otras latitudes ésta se compone principalmente de poliquetos, anfípodos, bivalvos y gasterópodos. Se desconocen asimismo aspectos básicos de su ecología como la distribución geográfica en el archipiélago, rangos batimétricos, índices de cobertura, relación maërl vivo/maërl muerto, etc.

Fondos blandos circalitorales

En el circalitoral abundan los sustratos arenoso-fangosos, fangosos y los detríticos, compuestos éstos últimos de algas calcáreas muertas, restos de corales y conchas, muchas veces entremezclados con sedimentos terrígenos aportados al medio marino a través de barrancos.

Como ya se mencionó en el apartado de los fondos blandos infralitorales, la comunidad del poliqueto sabélido *Bispira viola* y la comunidad de maërl, sobrepasan el límite de dicho piso, adentrándose en el circalitoral superior. Están presentes por tanto los antozoos habituales sobre rodolitos de maërl, como los poblamientos del antipatario *Stichopathes setacea* y los madreporarios solitarios *Caryophyllia smithii* y *Paracyathus pulchellus*, así como pequeñas ramas de *Madracis asperula* y *Cladocora debilis*. A los anteriores hay que añadir las especies propias de sustratos detríticos como los corales solitarios de vida libre *Anomocora prolifera* y *A. marchadi*, además de algunos ejemplares sin ramificar de la gorgonia *Ellisella paraplexauroides*. También se encuentran las especies de pennatuláceos presentes en el piso infralitoral: *Veretillum cynomorium*, *Virgularia mirabilis*, *Pteroeides spinosum* y *Cavernularia pusilla* (Brito y Ocaña, 2004).

Con respecto a la epifauna vágil, en el circalitoral están presentes varias de las especies mencionadas para los sustratos blandos infralitorales. Entre los invertebrados destacan: los asteroideos *Astropecten aranciacus* y *Narcissia canariensis*, ofiuroides como *Astrospartus mediterraneus*, *Ophioderma longicauda* y *Ophiothrix fragilis*, los equinoideos *Cidaris cidaris* y



Genocidaris maculata, el poliqueto *Ditrupa arietina*, los moluscos gasterópodos *Phalium granulatum*, *Favartia (Murexiella) bojadorensis* y *Diodora cayenensis* o los crustáceos decápodos *Munida* spp., *Calappa granulata*, *Paromola cuvieri* y *Cancer bellianus*.

Comunidades batiales y abisales

A partir de los 150-200 m de profundidad comienza la zona batial (ver Figura 3.1, franja rosa), que se corresponde con el talud insular de las islas. La comunidad de corales antes mencionada se va modificando y empobreciendo. El coral característico de la zona anterior, *Dendrophyllia ramea*, es sustituido por otra especie del mismo género, *D. cornigera*, que tiene un menor porte y un color amarillo intenso, formando la conocida como “biocenosis de *Dendrophyllia cornigera*”.

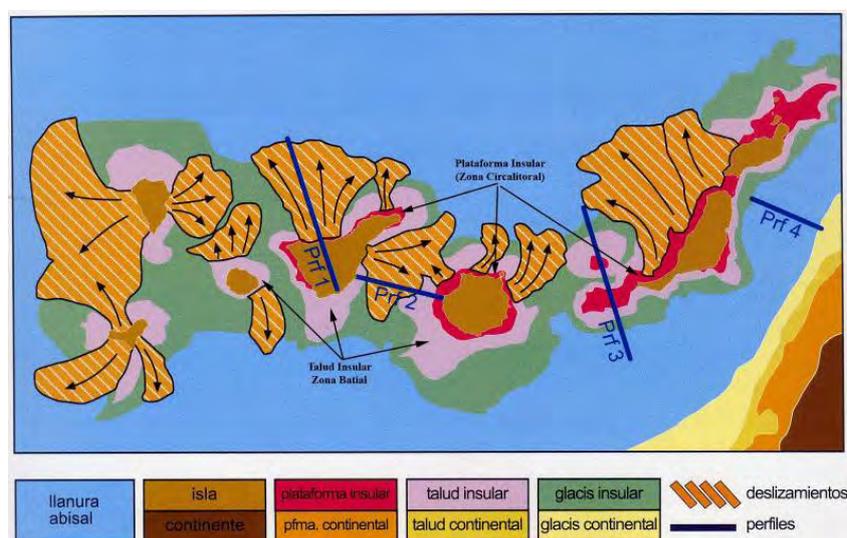


Figura 3.1: Mapa Fisiográfico del Archipiélago canario. Fuente: IEO.

Entre los corales característicos de estos fondos se encuentran: *C. cyathus*, *Eguchipsammia gaditana*, *Anomocora fecunda*, *Siphonogorgia* sp., *Acanthogorgia hirsuta*, *Placogorgia* sp., *V. bebrycoides*, *Narella* cf. *bellisima*, *Viminella flagellum*, *Callogorgia verticillata* y *Leiopathes glaberrima*. También aparece en estos fondos la gorgonia *Isidella elongata*.

Esta composición de especies se extiende hasta el límite inferior de la zona batial, entre los 400-500 m de profundidad, siendo a su vez paulatinamente sustituida por la “Biocenosis de fondos blandos”. En estos fondos profundos batiales a más de 500 m predominan los sustratos blandos como consecuencia de los elevados procesos de sedimentación de estos fondos.

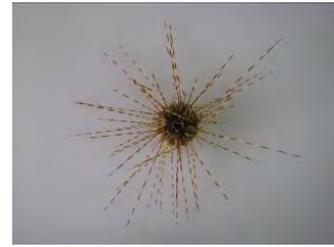


Dendrophylla cornigera. Especie Batial. Autor: P. Pascual-Alayón.

Por otra parte, en estos fondos blandos de la parte media del talud insular de las islas, con sustratos arenosos-fangosos sobre todo, además de las especies filtradoras antes mencionadas, destacan otros elementos vágiles de hábitos detritívoros como los erizos regulares *Coelopleurus* sp., *Centrostephanus* sp. o *Cidaris* sp., muy abundantes en numerosas zonas, y la estrella de mar *Astropecten* sp. (Martín-Sosa *et al.*, 2010).

Hasta los 800 m de profundidad se distribuye la mencionada “Biocenosis de fondos blancos”, que está constituida por colonias muertas y asociadas de *Lophelia pertusa* y *Madrepora oculata*. Estos corales blancos bioconstructores (Zibrowius, 1980), presentan una alta diversidad de organismos asociada como las gorgonias de los géneros *Placogorgia* y *Acanthogorgia*, el antipatario *Leiopathes glaberrima* o la esponja *Phakellia ventilabrum*. Además, se cree que estos fondos presentan una presencia importante de las especies de distribución profunda del género *Corallium* (Brito y Ocaña, 2004).

En estos fondos del talud de las islas, diversas especies de crustáceos están presentes y algunas de ellas con poblaciones abundantes, destacando los camarones (*Plesionika edwardsii* y *Heterocarpus ensifer*), el carabinero (*Aristaeopsis edwardsiana*), el cangrejo real (*Chaceon affinis*), el centollo de profundidad (*Maja goltziana*) y el cangrejo de patas largas *Paromola cuvieri*.



De izquierda a derecha *Cidarid* sp., *Coelopleurus* sp. y *Centrostephanus* sp. Autor: P. Martín-Sosa

En la base del talud insular de las islas, entre los 900 y 1200 m de profundidad, existen otras comunidades de invertebrados compuestas por diversas especies de gorgonias, corales blancos ramificados y un antipatario grande muy ramificado. La información sobre estos fondos es muy escasa, aunque en estas comunidades de fondos batiales se han recolectado gorgonias como *Candidella imbricata*, *Metallogorgia melanotrichos* y *Radicipes gracilis*. A 1.900 m de profundidad se han encontrado ejemplares del madreporario *Solenosmilia variabilis*, conocida por originar estructuras biogénicas complejas (Zibrowius, op. cit.) y cuya presencia no se descarta en estos fondos abisales (Brito y Ocaña, 2004).

Sobre esta parte más profunda de la zona batial y hasta las profundidades abisales del archipiélago canario (Zona abisal) (Figura 3.1, franjas verde-azul), se carece de información detallada por la ausencia de estudios multidisciplinares.

3.1.2.2. Sustratos rocosos

Comunidades litorales

El litoral rocoso en las Islas Canarias representa el 82 % de los 1.580 km de su línea de costa (Ramírez *et al.*, 2008) y se compone, a grandes rasgos, de acantilados y de rasas o plataformas costeras. Las especies en el intermareal rocoso muestran una clara zonación en el modo en que ocupan el sustrato, condicionada por los factores limitantes propios de esta zona: mayor o menor exposición a la dinámica marina, sustrato, recorrido y duración de las mareas, temperatura, humedad, etc.

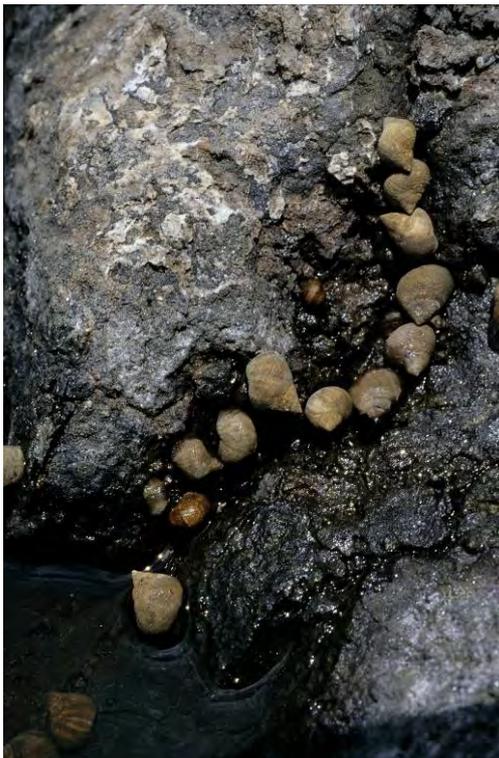
Comunidades de roca

En las costas rocosas supralitorales, el comienzo del dominio propiamente marino viene marcado por el límite superior de los moluscos gasterópodos litorínidos (*Tectarius striatus*, *Melarhappe neritoides* o *Echinolittorina punctata*), que se corresponde con la franja inferior de la zona supralitoral. La biodiversidad es muy escasa, y la vegetación se compone de líquenes (*Lichina confinis*) y de algas cianofíceas como *Calothrix crustacea*, *Brachitrychia quoyi* y *Schizothrix calcicola*. Esta banda de cianofíceas también está presente en el nivel superior de la zona mesolitoral. La fauna está representada por los ya mencionados



gasterópodos litorínidos, siendo *T. striatus* el más frecuente, y por el crustáceo isópodo *Ligia italica*. También es habitual el cangrejo moro *Grapsus adscensionis*.

En Canarias, la zona mesolitoral rocosa comienza siempre con el cirrípedo *Chthamalus stellatus* que forma una banda de color amarillento, más densa cuanto más batida es la costa. Las cianofíceas propias del piso anterior están igualmente presentes, apareciendo con frecuencia entremezcladas con *C. stellatus*. En ambientes muy expuestos *Brachitrychia quoyi* es la cianofícea más habitual. En zonas no demasiado expuestas, y por debajo de la banda de cirrípedos y *B. quoyi*, se localiza la rodofícea *Nemalion helminthoides* (al menos en primavera). Los ambientes semiexpuestos presentan una banda dominada por cirrípedos y por las cianofíceas *B. quoyi*, *Entophysalis deusta* y *Calothrix crustacea*; por debajo de la que es posible distinguir poblaciones de la feofícea *Fucus spiralis*, que forma bandas bien diferenciadas, y la rodofícea *Gelidium pusillum*, que ocupa grietas y fisuras de las rocas. Los ambientes protegidos son bastante raros en Canarias, y en ellos es característica la presencia de *C. stellatus* acompañado por las cianofíceas *Calothrix crustacea* y *Schizothrix calcicola* (Gil-Rodríguez *et al.*, 1992).



A la derecha *Tectarius striatus* y a la izquierda cirrípedos (*Chthamalus stellatus*) y la cianofita (*Brachitrychia quoyi*). Autor: C. L. Hernández-González.

En las superficies más o menos llanas puede aparecer *Dasycladus vermicularis*, formando



céspedes, acompañada en ocasiones por algas rojas del género *Ceramium*. En zonas nitrofilizadas la banda de cirrípedos se puede ver entremezclada con algas de la familia Ulvaceae, en forma de manchones de color verde intenso.

Las grietas y huecos son igualmente aprovechados por moluscos gasterópodos como los burgados (mayoritariamente *Osilinus atratus*) y los litorínidos, así como cangrejos (*Pachygrapsus* spp.). En esta franja del mesolitoral es frecuente la lapa *Patella rustica*, mientras que *Patella candei* se distribuye por encima de la anterior, si bien sólo se encuentra en Fuerteventura e Isla de Lobos. Otra especie común en el mesolitoral es la púrpura (*Stramonita haemastoma*) que preda sobre los cirrípedos, y en determinados lugares, abunda el molusco pulmonado *Siphonaria pectinata*.

En el mesolitoral medio, en rocas o paredes expuestas al oleaje, predominan las especies de aspecto costroso: las algas pardas *Ralfsia verrucosa* y *Nemoderma tingitanum*, y las verdes del género *Codium*, principalmente *C. adhaerens*. Acompañando a las anteriores puede encontrarse *Gelidium pusillum* y una banda de coralináceas incrustantes, como *Neogoniolithon orotavicum*.

En ambientes semiexpuestos, sobre plataformas rocosas más o menos llanas, aparecen comunidades cespitosas, entre las que destacan las de *Dasycladus vermicularis*. Otra comunidad típica de plataformas en costas semiexpuestas, es la de las algas pardas *Padina pavonica* y *Halopteris scoparia*, comunidad que puede extenderse hasta el infralitoral en costas protegidas. Tanto en superficies expuestas como semiexpuestas, con alto grado de humectación, son igualmente frecuentes los céspedes de coralináceas articuladas, como *Corallina elongata*, *Jania virgata*, *J. rubens* o *Amphiroa fragilissima* (Afonso-Carrillo *et al.*, 1984). En las costas norte de las islas son habituales los céspedes de *Gelidium pusillum* y de *Caulacanthus ustulatus*. En zonas protegidas, los céspedes de *C. elongata* pueden ser sustituidos, en puntos muy localizados, por el alga parda *Fucus spiralis* (Gil-Rodríguez *et al.*, 1992).

En canales, caletones o grietas en los que hay una circulación permanente de agua, se instala el alga roja *Palisada perforata*, formando densas comunidades cespitosas uniespecíficas que constituyen un microhábitat idóneo para muchos invertebrados intermareales (Haroun *et al.*, 2003).

La presencia de comunidades cespitosas favorece la existencia de una importante infauna de invertebrados, destacando pequeños moluscos gasterópodos, poliuetos (*Eulalia* spp.), sipuncúlidos, crustáceos, etc. En grietas u oquedades es frecuente encontrar esponjas, cnidarios y varias especies de cangrejos como *Pachygrapsus* spp., *Grapsus adscencionis* o *Eriphia verrucosa*. Las lapas del género *Patella* son igualmente frecuentes en este piso (*P. candej*, *P. candei crenata* y *P. rustica*).



El mesolitoral bajo es el nivel más próximo y, por tanto, el más parecido a la zona infralitoral. Las algas más características son las rojas (coralináceas costrosas o articuladas) y pardas (*Cystoseira* spp.). En las costas expuestas, el sustrato puede estar dominado por algas coralináceas costrosas como *Hydrolithon onkodes*, o por algas pardas de porte frondoso como las del género *Cystoseira* (*C. foeniculacea*, *C. compressa* y *C. abies-marina*). Sin embargo, lo habitual en estas zonas es la presencia de una mezcla de ambas formaciones, con algas rojas (*Gelidium arbusculum*, *G. canariense* y *Laurencia viridis*) y pardas (*Dictyota* spp., *Sargassum* spp.) como acompañantes (Ramírez *et al.*, 2008).

Según Gil-Rodríguez *et al.* (1992), la banda de algas en ambientes semiexpuestos es muy heterogénea en su composición, interviniendo algas rojas del género *Laurencia*, verdes del género *Codium*, la coralinácea articulada *Corallina elongata* y el alga parda *Cystoseira compressa* (ecoforma en roseta).

En las costas protegidas, dominan las algas rojas coralináceas articuladas que forman céspedes y en las que predominan los géneros *Jania*, *Corallina* y *Haliptilon*, acompañadas por algas pardas (*Dictyota* spp., *Colpomenia sinuosa*, *Halopteris scoparia* y *Padina pavonica*) y algas verdes como *Codium adhaerens*. Esta última predomina sobre paredes más o menos verticales, donde puede formar densos recubrimientos con *Cystoseira* spp. y *Laurencia* spp. como especies acompañantes.

En este piso, la fauna típica la componen las lapas (*Patella ulyssiponensis* y *P. candei crenata*) y la claca (*Megabalanus tintinnabulum*), mientras que la púrpura o cañadilla (*Stramonita haemastoma*) se puede localizar en grietas. También pueden observarse dos especies de crustáceos decápodos de gran tamaño, el cangrejo moro (*Grapsus adscensionis*) y el blanco (*Plagusia depressa*). En costas batidas del oeste de Fuerteventura se asientan poblaciones del mejillón *Perna perna*, que pueden ser puntualmente abundantes.

Comunidades de charcos

En la zona supralitoral, los charcos están sometidos a condiciones extremas de temperatura y salinidad, más cuanto menor grosor tenga la capa de agua. Durante el verano, cuando se alcanzan los máximos de insolación, algunos charcos de esta zona reducen significativamente su volumen de agua, pudiendo llegar a evaporarse completamente. En el extremo opuesto, en épocas de lluvias, la reducción de salinidad del agua puede ser notable.

Tan sólo unas pocas especies de algas pueden vivir en estos ambientes, concretamente cianofíceas y algas verdes. Entre las primeras, son habituales las especies de tipo filamentoso como *Schizothrix calcicola* y *Blennothrix lyngbyacea*, mientras que entre las algas verdes predominan las del género *Ulva*. Entre la fauna, son característicos los coleópteros del género *Ochthebius* junto a los litorínidos ya mencionados.

En el mesolitoral superior, a pesar de que la renovación del agua tan sólo tiene lugar por un



breve período de tiempo en cada pleamar, basta para que las condiciones extremas propias del piso superior se suavicen, incrementándose los poblamientos típicos de charcos. Son habituales las cianofíceas presentes en el piso anterior, así como algas nitrófilas de la familia Ulvaceae: *Ulva compressa*, *U. intestinalis* y *U. rigida*, entre otras. También es característica la presencia de algas pardas de la familia Ectocarpaceae. En charcos medianamente profundos aparecen algas pardas como *Cystoseira humilis* y *C. foeniculacea*; la primera tapizando los bordes y la segunda sobre el fondo. La coralinácea incrustante *Neogoniolithon orotavicum* también aparece con frecuencia recubriendo el fondo de los mismos. En los charcos más próximos al mesolitoral medio, con menores tiempos de exposición al medio aéreo, puede enriquecerse la vegetación, fundamentalmente con algas pardas como *Dictyota* spp. y *Lobophora variegata* en los bordes, y *Padina pavonica*, *Colpomenia sinuosa*, *Hydroclathrus clathratus* y el alga roja *Galaxaura rugosa*, sobre el fondo. En cuanto a la fauna, el camarón *Palaemon elegans* (familia Palaemonidae) y varias especies de peces son características de estas comunidades.



Fondo de charco mesolitoral alto recubierto de *Padina pavonica*, *Cystoseira* spp. y *Galaxaura rugosa*, entre otras. Autor: C. L. Hernández-González.

En los bordes de los charcos poco profundos del mesolitoral medio se sitúa *Cystoseira humilis*, acompañada generalmente por las algas rojas *Spyridia filamentosa* e *Hypnea spinella*. Al aumentar la capa de agua de los charcos, aparece *Cystoseira foeniculacea*, formando un cinturón debajo de *C. humilis*. Al igual que para el mesolitoral alto, el fondo de los charcos puede estar recubierto por *Neogoniolithon orotavicum*. Otras especies acompañantes son las algas pardas *Cystoseira compressa*, *Padina pavonica*, *Dictyota dichotoma*, *Halopteris scoparia*, *Lobophora variegata*, *Colpomenia sinuosa*, *Hydroclathrus*



clathratus, las verdes *Cladophora* spp., y el alga roja *Jania rubens*. Cuando el fondo está recubierto de arena o grava, suele aparecer el alga roja *Rytiphlaea tinctoria*, que compacta y fija estos sustratos. Determinados charcos de este piso, en condiciones de cierta exposición, presentan en los bordes una orla de *Corallina elongata* y *J. rubens*.

También está presente el camarón *Palaemon elegans*, así como cangrejos ermitaños paguroideos como *Pachygrapsus marmoratus*. El aumento del recubrimiento algal del fondo de los charcos, y más concretamente el del alga roja *Rytiphlaea tinctoria*, favorece igualmente la presencia de una abundante microfauna de poliquetos, sipuncúlidos o moluscos gasterópodos. Si el fondo está recubierto por piedras y cantos, bajo los mismos se alojan numerosos organismos como esponjas (*Clathrina coriacea*, *Plakortis simplex*), ofiuras (*Ophioderma longicauda*, *Ophiothrix fragilis*), holoturias (*Holothuria* spp.), estrellas de mar (*Coscinasterias tenuispina* o *Asterina gibbosa*), planarias (*Thysanozoon brocchii*), o moluscos polioplacóforos como el quitón -*Chiton (Rhyssoplax) canariensis*-. Igualmente son frecuentes los cangrejos del género *Xantho* y la especie *Percnon gibbesi*.

Las comunidades de charcos del mesolitoral inferior se caracterizan por una renovación del agua casi continua, siendo las especies más características, según González *et al.* (1986): *Cystoseira compressa*, *C. abies-marina*, *C. tamariscifolia*, *Padina pavonica*, *Halopteris scoparia*, *Pterocladia capillacea*, *Gelidium arbusculum*, *G. spinosum*, y las algas verdes *Codium* spp. y *Cladophora* spp. Estos mismos autores, describen otra comunidad compuesta por el alga roja *Osmundea pinnatifida* y las pardas *Sargassum vulgare*, *Zonaria tournefortii* y *H. scoparia*, mencionando que en las islas orientales el alga verde de carácter tropical *Cymopolia barbata* acompaña a *O. pinnatifida*.

La fauna en estos charcos se compone de especies propias de los charcos del mesolitoral medio y de algunas especies de la zona infralitoral somera, capaces de adaptarse a la vida en los charcos. Entre los antozoos son frecuentes las anémonas *Anemonia sulcata* y *Aiptasia mutabilis*, y en oquedades o cornisas con poca luz es posible encontrar el pequeño coral *Balanophyllia regia*. En grietas y con una buena circulación de agua se ubica el poliqueto tubícola *Protula tubularia*. El erizo *Paracentrotus lividus* es frecuente incrustado en agujeros que excavan con su aparato masticador (linterna de Aristóteles) y ramoneando sobre las algas del fondo es usual ver a la vaca de mar, *Aplysia dactylomela*. También son frecuentes los pulpos, *Octopus vulgaris*, que durante las bajamares son sometidos a una elevada presión marisquera, profesional y amateur.

Comunidades intermareales de callaos

Las costas rocosas, particularmente en desembocadura de barrancos, están formadas por callaos o cantos rodados de tamaño homogéneo y formas redondeadas. El efecto del oleaje hace que estos ambientes sean hábitats inestables aunque presentan mayor estabilidad que



los sustratos arenosos, en función siempre del tamaño de los cantos y de su exposición al oleaje (Ramírez *et al.*, 2008). Solo cuando los cantos tienen cierto tamaño, y en costas menos batidas, aparece algún poblamiento, restringido a los horizontes inferior y medio del intermareal, formándose ecosistemas estables, y permitiendo el asentamiento de comunidades vegetales y animales.

La cubierta algal está formada principalmente por algas azules como *Calothrix crustacea* (especialmente en verano) que recubren las piedras y se denominan “mujos”, u otros géneros como *Microcoleus*, *Schizothrix*, *Oscillatoria* y *Entophysalis*, que ocupan mayor extensión según la inclinación de la playa (González *et al.*, 1986). En el horizonte superior se desplaza el crustáceo isópodo *Ligia italica*. Más cerca de la zona sumergida, habitan algas verdes de reducido tamaño, principalmente de los géneros *Ulva* y *Codium*. En cuanto a la fauna, se observan moluscos gasterópodos como las lapas negras (*Patella candei crenata*), el pulmonado *Siphonaria grisea* (Espino, 2005), o los burgados macho (*Osilinus sauciatus*). Estos últimos migran hacia los laterales o zonas bajas de las rocas para refugiarse y mantener la humedad durante la marea baja.



Almeja canaria (*Haliotis tuberculata coccinea*). Autor: C. L. Hernández-González.

La mayoría de las especies vive bajo las piedras, como es el caso de ascidias (*Cystodytes dellechiajei*), anémonas (*Actinia equina*), gusanos poliquetos (*Hermodice carunculata*), cangrejos (*Xantho* spp; *Eriphia verrucosa*; *Porcellana platycheles*, *Percnon gibbesi* y *Pachygrapsus transversus*, este último característico de las playas de callaos). En el horizonte inferior, que se encuentra más tiempo sumergido, también aparecen equinodermos como



estrellas (*Asterina gibbosa*), erizos (*Paracentrotus lividus*), holoturias (*Holothuria (Platyperona) sanctori*) y ofiuras (*Ophioderma longicauda*), moluscos como la almeja canaria (*Haliotis tuberculata coccinea*), o los quitones (*Chiton (Rhyssoplax) canariensis*) y pequeños peces como el chupasangre *Lepadogaster lepadogaster*, que vive en la cara inferior de los cantos rodados.

Comunidades sublitorales (infralitoral y circalitoral)

Comunidades infralitorales

La composición específica de este ecosistema varía muchísimo en función de los factores ambientales predominantes. Como resultado de estos factores ambientales, las biocenosis presentes son diferentes en las zonas norte o sur de las islas. Además, la biocenosis, tanto vágil como sésil, es muy diversa y variada, existiendo diferencias muy marcadas entre las islas orientales y occidentales.

Aunque en las aguas canarias hay especies de algas que sobrepasan los 100 m de profundidad, la zona óptima para el desarrollo de estas comunidades vegetales no suele superar los 50 m. Johnston (1969), estudiando la producción de la banda de algas fotófilas en Lanzarote, encuentra valores de hasta $10,5 \text{ g C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ cuando domina *C. abies-marina*, bajando hasta $1,5\text{-}3,0 \text{ g C m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ en una facies dominada por *C. fimbriata*, *Padina pavonica* y *Jania rubens*. Esta producción de biomasa vegetal y su extensión sobre el sustrato se ve afectada por la actividad devoradora del erizo de Lima (*Diadema aff. antillarum*) muy frecuente en los fondos rocosos de esta cota batimétrica. Las poblaciones de este herbívoro son tan abundantes, que en aquellos lugares donde se encuentran, el sustrato rocoso carece por completo de cobertura vegetal. Estos fondos sin cobertura algal se denominan *blanquizal*, llamado así por el color blanquecino que muestra el fondo rocoso debido a la presencia de algas calcáreas, madreporarios y esponjas que lo recubren y que resisten el ramoneo continuo de estos erizos.

El comienzo de la zona infralitoral viene marcado, en general, por un denso poblamiento algal caracterizado por la feofita *Cystoseira abies-marina* (normalmente la más abundante) y otros géneros como *Gelidium*, *Corallina*, *Zonaria*, *Padina* o *Sargassum*. En este denso poblamiento algal conocido como “biocenosis de algas fotófilas”, vive una rica fauna sésil, en la que destacan los espongiarios *Ircinia* spp. y *Aplysina aerophoba*. Sobre esta última esponja vive el opistobranquio *Tyrodina perversa*, que se alimenta de ella y tiene la misma coloración amarilla. Las anémonas fotófilas *Anemonia sulcata* y *Aiptasia mutabilis* también son frecuentes. Algunos organismos vágiles de movimientos lentos, como las estrellas *Marthasterias glacialis* y *Coscinasterias tenuispina*, poderosos depredadores, están presentes en estos fondos. Invertebrados herbívoros como lapas (*Patella* spp.), porcelanas (*Luria lurida* y *Erosaria spurca*), erizos (*Paracentrotus lividus*; *Arbacia lixula* o *Diadema aff.*



antillarum) y crustáceos (géneros *Plagusia*, *Grapsus*, *Maja*, *Percnon*, *Pachigrapsus*, etc.) ramonean intensamente las diferentes especies de algas presentes en estos fondos someros.



Biocenosis “Blanquiza” en fondos duros costeros. Autor: C.L. Hernández-González.

Esta banda algal alcanza una profundidad variable, aunque normalmente no pasa de los 15 m de profundidad, por debajo de la cual, dichas algas se desarrollan únicamente formando manchones en lugares muy concretos. La composición relativa de especies en esta banda algal es variable, cambiando según los condicionantes ecológicos actuantes y anteriormente mencionados. Según el grado de hidrodinamismo reinante se pueden distinguir dos tipos de comunidades, una en fondos o zonas abiertas con fuerte hidrodinamismo y otra en fondos o zonas protegidas con bajo hidrodinamismo. En fondos con gran hidrodinamismo, la especie *Cystoseira abies-marina*, marca los límites de mareas hasta los 2 o 4 m por debajo de la línea de bajamar, donde son remplazadas por otras comunidades de algas pardas, con las siguientes especies como dominantes: *C. discor*, *Lobophora variegata*, *Zonaria tournefortii*, *Stypopodium zonale*, *Taonia atomaria*, *Padina pavonica*, *Dictyota dichotoma*, *Sargassum vulgare* y *S. desfontainesii*. A medida que aumenta la profundidad, los efectos del oleaje se dejan sentir menos, por lo que se establecen junto a las comunidades de algas pardas otras



especies como: *Helminthocladia calvadosii*, *Liagora distenta*, *Asparagopsis taxiformis* y *Asparagopsis armata*. En las islas orientales aparece también *Halopteris scoparia*, *Cladostephus spongiosus*, así como especies del género *Dictyota*. Entre las algas rojas existen muchas especies que se localizan aquí como especies epífitas (*Champia parvula*, *Cryptopleura ramosa* y especies del género *Antithamnion*). En los fondos semiexpuestos al oleaje aparecen otras especies de algas pardas y rojas. Las algas pardas más comunes son *Dictyota dichotoma* y *Sargassum desfontainesii* y *Lobophora variegata*, esta última generalmente asociada a paredes verticales. Entre las especies de algas rojas figuran *Helminthocladia calvadosii* y otras pertenecientes a los géneros *Liagora* y *Bryopsis*. En fondos resguardados o zonas tranquilas con bloques o piedras se asientan comunidades de algas rojas en forma de masas densas, siendo las especies más abundantes: *Liagora canariensis*, *Asparagopsis taxiformis*, *Asparagopsis armata*, *Dudresnaya verticillata*, *Helminthocladia calvadosii*, y de forma esporádica crece también *Tricleocarpa fragilis*. Por otra parte, en las islas más orientales del archipiélago se desarrollan además poblaciones de *Halopteris scoparia* y de algas verdes típicamente tropicales (*Cymopolia barbata* y *Caulerpa webbiana*). En las islas occidentales, los fondos con hidrodinamismo bajo se pueblan de algas calcáreas de tipo incrustante y poblaciones de *Caulerpa webbiana* y *Codium decorticatum*. Además, en estos lugares más protegidos y con ambientes esciáfilos abundan las especies *Lobophora variegata*, *Zonaria tourneforti* y *Styopodium zonale*. (González et al., 1986).

En las Islas Canarias, el mayor número de especies de algas (420 especies) ha sido encontrado en el infralitoral superior (0-10 m de profundidad). De ellas, 129 especies son hasta el momento exclusivas de estas profundidades. Este número desciende marcadamente, hasta 120 especies, en los siguientes 20 m de profundidad. Por debajo de 30 m, el conocimiento de la flora marina es aún parcial, y sólo se tienen datos en localidades aisladas de las islas. No obstante, 19 especies de algas se han citado exclusivamente bajo la cota de los 30 m, algunas de ellas como *Cryptonemia seminervis* y *Syringoderma floridana* por debajo de los 60 m y otras como *Leptofauchea brasiliensis* por debajo de los 90 m (Haroun et al., 1993; Sansón et al., 2001).

Generalmente, por debajo de la banda de algas fotófilas aparecen fondos rocosos o pedregosos blanquecinos, desprovistos o casi desprovistos de algas y con un denso poblamiento del erizo *Diadema aff. antillarum* (Erizo de Lima o Ericera). El límite inferior de la banda de algas fotófilas no parece venir marcado por la falta de intensidad luminosa, sino por el intenso ramoneo de este erizo. En algunas zonas, sobre todo en los primeros metros, destacan por su abundancia otras especies de erizos como: *Paracentrotus lividus* y *Arbacia lixula*. El primero domina en las superficies horizontales y tolera bien los fondos batidos, instalándose en agujeros que excavan en las rocas, mientras el segundo domina en las superficies inclinadas y exige fondos más abrigados. Ambos son fitófagos y, junto a ciertos



peces principalmente salema (*Sarpa salpa*) y lisas (*Chelon labrosus*) y algunos moluscos, desempeñan un importante papel en el desarrollo y extensión de la población algal en estos primeros metros. *D. aff. antillarum* es mucho más activo y voraz que los dos erizos anteriores en el consumo de algas, fanerógamas e invertebrados sésiles, dejando las rocas sin cobertura vegetal alguna. Asimismo, es más sensible a la turbulencia de las aguas, por lo que en los sitios batidos, el grueso de la población se sitúa a cierta profundidad.

En estos fondos desprovistos de cobertura algal y con un denso poblamiento del erizo *D. aff. antillarum*, son característicos algunos invertebrados sésiles como las esponjas *Hemimycale columella*, *Batzella inops*, *Phorbas fictitius*, *Chondrosia reniformis*, *Petrosia (Petrosia) ficiformis* y *Sarcotragus fasciculatus*. Los briozoos *Schizomavella auriculata*, *Reptaedonella violacea*, *Celleporina lucida*, *Doliocoitis atlantica* constituyen un componente faunístico importante. En lugares con alto hidrodinamismo son típicos los hidroideos *Aglaophenia pluma* y la gorgonia *Leptogorgia viminalis*, de color generalmente amarillo. Esta última comienza a crecer en fondos de unos 20 m de profundidad. Entre los marchadores destacan el nudibranquio *Hypselodoris picta*, los prosobranquios *Charonia lampas* y *Ch. variegata* (busios), predadores de *D. aff. antillarum*, algunas estrellas como *Ophidiaster ophidianus* y *Hacelia attenuata* o el poliqueto errante *Hermodice carunculata* (Gusano de Fuego).

Fondos rocosos como los blanquizales de Canarias se han observado en las aguas de multitud de zonas templadas en todo el mundo. La alta densidad de erizos en estos fondos produce graves desequilibrios en la estructura ecológica de estos ambientes rocosos. Las causas no están totalmente claras, aunque todas apuntan a la sobreexplotación de los recursos pesqueros litorales (Duggins, 1980; Tegner y Dayton, 1981; Breen *et al.*, 1982; Tegner y Levin, 1983; Hay, 1984; McClanahan y Muthiga, 1988; McClanahan y Shafir, 1990; McClanahan, 1992; McClanahan *et al.*, 1994; Sala y Zabala, 1996; Babcock *et al.*, 1999; Shears y Babcock, 2003).

En la cara inferior de las rocas más estables y en determinadas zonas con formaciones como paredes, cornisas u oquedades, se originan ambientes o microambientes caracterizados principalmente por una disminución severa del gradiente lumínico. En ellos vive una abundante fauna sésil más o menos esciáfila, así como numerosas especies vágiles, sobre todo moluscos y crustáceos. El poblamiento algal es pobre, representado por especies esciáfilas que llegan a desaparecer cuando la falta de luz alcanza ciertos límites. Por otra parte, las rocas estables presentan en su cara inferior una rica fauna esciáfila, constituida principalmente por espongiarios, briozoos, poliquetos, crinoideos, ofiuras, nudibranquios, crustáceos y ascidias. Algunas especies de esponjas, sobre todo las córneas, y las algas calcáreas, contribuyen a estabilizar estas rocas, cementándolas al sustrato. También en la cara inferior de los pedregales situados a pocos metros de profundidad, existe una fauna similar a la mencionada para los pedregales situados en la zona mesolitoral, destacando las



esponjas del género *Clathrina*, los crustáceos decápodos *Percnon gibbesi* y *Porcellana platycheles*, la ofiura *Ophioderma longicauda*, los nudibranquios como *Chromodoris purpurea*, el prosobranquio herbívoro *Haliotis tuberculata coccinea* (almeja y Oreja de mar), las cipseas *Luria lurida* y *Erosaria spurca*, el chitón *Chiton (Rhyssoplax) canariensis*, los poliquetos como *Nereis irrorata*, las ascidias como *Ascidia mentula* y el pez *Lepadogaster candolii*. En cambio, en los pedregales más profundos son característicos el crinoideo *Antedon bifida*, el briozoo *Celleporina lucida*, las anémonas del género *Telmatactis*, los poliquetos como *Eurythoe complanata* y el equiúrdo *Echiurus* sp. (Brito *et al.*, 1984).



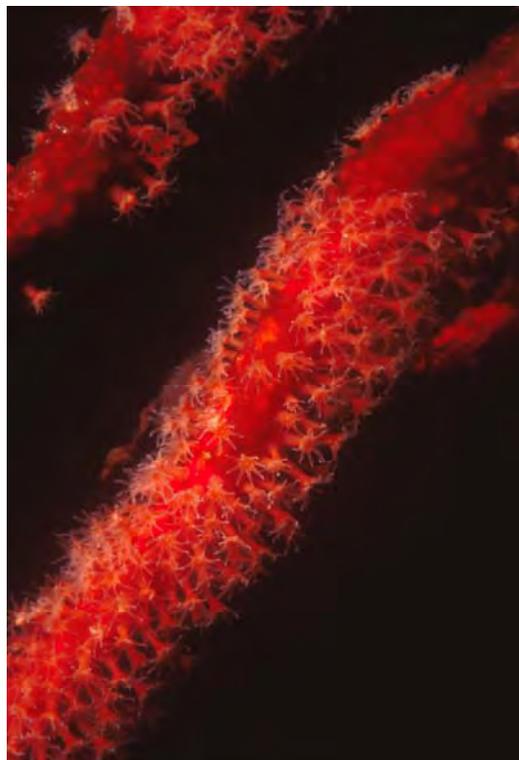
Gerardia macaronesica especie del Infralitoral profundo. Autor: C. L. Hernández-González.

En las paredes o cornisas que parten desde la superficie, la banda de algas fotófilas inicial se empobrece rápidamente, dejando paso a un poblamiento, en general, poco denso, de elementos esciáfilos. En los lugares batidos es común la pequeña actinia coralimorfaria *Corynactis viridis*, formando pseudocolonias de gran extensión, así como hidroideos entre los que destaca *Aglaophenia pluma*. En algunos lugares de las islas se desarrollan también mantos de anémonas incrustantes (*Palythoa caribbaeorum* y *Protopalythoa canariensis*) sobre sustratos rocosos o pedregosos llegando a cubrir superficies de cientos de metros cuadrados (Espino *et al.*, 2006). A mayores profundidades, 6-10 m, aparecen especies



semiesciáfilas como el coral hermatípico de distribución macaronésica (Archipiélagos de Madeira, Canarias y Cabo Verde) *Madracis asperula*, que crece formando placas con ramas cortas e irregulares. En las paredes más profundas, por debajo de los 20 m, el poblamiento es típicamente similar al circalitoral, destacando las colonias del zoantídeo con esqueleto córneo *Gerardia macaronesica* y el antipatario *Antipathes wollastoni* (Coral Negro).

Las anfractuosidades y oquedades sirven de hábitat a numerosas especies características de la zona infralitoral. Los espongiarios destacan por su diversidad y abundancia, en especial *Chondrosia reniformis*, *Ircinia* spp., *Spongionella pulchella* y *Petrosia* (*Petrosia*) *ficiformes*; esta última sirve de alimento y sustrato al molusco nudibranquio *Peltodoris atromaculata*. Entre los antozoos es característica una anémona del género *Telmatactis*, de notable tamaño y colores variables y muy vistosos. Esta especie lleva asociada una rica fauna comensal de crustáceos, como *Lysmata grabhami*, gamba limpiadora de peces, principalmente morenas. Algunos corales ahermatípicos como *Phyllangia americana mouchezii* y *Caryophyllia* (*Caryophyllia*) *inornata* son propios de estos ambientes, junto a *M. asperula*, que aquí suele crecer más ramificado. Las ascidias *Ciona intestinalis* y *Halocynthia papillosa* son comunes en estos fondos, aunque también están presentes en los fondos circalitorales contiguos, al igual que ocurre con la langosta canaria (*Scyllarides latus*), el cangrejo araña (*Stenorhynchus lanceolatus*) o el pulpo (*Octopus vulgaris*).



Detalle de los pólipos de la gorgonia roja (*Lophogorgia ruberrima*). Autor: C. L. Hernández-González.



En estas oquedades, las cuales son el máximo exponente de los ambientes de penumbra de la zona infralitoral, se encuentra la fauna mencionada anteriormente, junto a algunas especies más esciáfilas y también características de mayores profundidades, que encuentran aquí condiciones ecológicas similares, como especies de madreporarios *Madracis pharensis*, *Polycyathus muelleriae* y *Phyllangia americana mouchezii*, los espongiarios *Axinella damicornis* y *Dictyonella incisa*, el crustáceo *Plesionika narval* (camarón), el pez *Anthias anthias* (Tres Colas) y la gorgonia roja *Lophogorgia ruberrima*. Esta última se localiza en paredes y ambientes sombríos desde unos 15 m, aunque es típicamente más profunda. Por debajo de los 40 m es frecuente la presencia de *Gerardia macaronesica* y *Antipathes wollastoni*, siendo estas especies representantes típicos de la frontera entre la zona infralitoral y la zona circalitoral contigua (Brito *et al.*, 1984).

Comunidades circalitorales

Las aguas canarias, por debajo de los 40 m de profundidad, se caracterizan por presentar poca luminosidad, con unos poblamientos principalmente de especies esciáfilas. Las algas macroscópicas no sobrepasan normalmente los 100 m de profundidad y son, por lo general, coralináceas (algas rojas calcáreas) que pueden crecer libres, incrustadas o formando concreciones. En esta zona se observa un gran enriquecimiento de las comunidades de corales. Como representante más genuino se encuentra la conocida como “biocenosis de *Dendrophyllia ramea*”.

Entre los 80 y 150 m de profundidad aproximadamente, se extienden las plataformas insulares y se sitúa el límite inferior de la zona circalitoral (ver Figura 3.1, franja roja). En esta franja batimétrica se localizan bancos del madreporario naranja, *D. ramea*, que sustenta una rica y compleja comunidad de invertebrados bentónicos. La estructura corporal, de tipo esquelética, de esta especie, crea una gran superficie de sustrato estable, el cual es sólo alterado por invasiones intensas de sedimento terrígeno. Además, el hidrodinamismo moderado y la gran cantidad de microambientes que proporciona el esqueleto favorecen la alta diversidad observada en estos fondos (Aristegui *et al.*, 1987). El sustrato base de esta biocenosis lo constituye el propio coral, junto con los ejes esqueléticos de otros corales muertos como *Ellisella paraplexauroides* y *Antipathes wollastoni*. Sobre dichas estructuras se disponen a su vez agregados del bivalvo *Neopycnodonte cochlear* y el cirrípedo *Balanus* sp., que originan un sustrato secundario con muchos microambientes, que sirven de refugios espaciales a especies poco competitivas.

Las ramas muertas del coral *D. ramea* son colonizadas por numerosos invertebrados sésiles como esponjas, gorgonias, hidroideos, briozoos, bivalvos o braquiópodos, además de algas calcáreas incrustantes y otros corales. Las especies más notables de invertebrados sésiles



son el foraminífero *Homotrema rubra*, las esponjas *Axinella damicornis*, *A. polypoides* y *Hexadella racovitzai*, las gorgonias *Ellisella paraplexauroides*, *Leptogorgia ruberrima* y *Paramuricea grayi*, el antipatario *Stichopathes gracilis*, los corales *Anomocora fecunda*, *Madracis pharensis* y *Caryophyllia (Caryophyllia) inornata*, el hidroideo *Aglaophenia pluma*, los bivalvos *Neopycnodonte cochlear* y *Chama gryphoides*, los briozoos *Escharina porosa* y *Reteporella couchii*, los pennatuláceos *Veretillum cynomorium*, *Paralcyonium spinosum*, *Pennatula aculeata*, *Cavernularia pusilla*, y el braquiópodo *Megerlia truncata*. Entre los invertebrados sedentarios destacan el ofiuroido *Astrospartus mediterraneus* y los moluscos *Favartia (Murexiella) bojadorensis* y *Diodora cayenensis* (Brito y Ocaña, 2004).



Dendrophylla ramea. Autor: C. Hernández-González.

Estos organismos filtradores y suspensívoros, forman la comunidad antes mencionada como “biocenosis de *D. ramea*”, por ser este coral el más abundante y de mayor porte en estos fondos rocosos. En esta comunidad aparecen también especies por primera vez, e incluso, otros corales considerados propios de la zona batial superior. Como especies típicas se podría mencionar: *Scleranthelia microsclera*, *Alcyonium glomeratum*, *A. coralloides*, *Paralcyonium spinulosum*, *Ellisella paraplexauroides*, *Villogorgia bebrycoides*, *Bebryce mollis*, *Acanthogorgia armata*, *Coenocyathus cylindricus* y *Caryophyllia (Caryophyllia) cyanthus*.



Los crustáceos también son comunes en esta zona, destacando los camarones (*Plesionika narval*, *Plesionika edwardsii* y *Heterocarpus ensifer*) en los sustratos duros y *Calappa granulata* en los sustratos blandos (Brito *et al.*, 1984).

Comunidades infralitorales de callaos

Al tratarse de áreas sumergidas, la mayor estabilidad del sustrato permite el asentamiento de algas y los callaos poseen una cobertura vegetal estable, dominada por varias especies de algas rojas como *Corallina elongata*, *Halopithys incurva*, *Asparagopsis* spp. y otras de la familia Liagoraceae, así como las algas pardas *Halopteris scoparia*, *Sporochnus pedunculatus* y *Sargassum* spp., que dan cobijo a una fauna más variada (Haroun *et al.*, 2003).



Vaca de mar (*Aplysia dactylomela*). Autora: Catalina Perales-Raya.

En la fauna de este tipo de fondos destacan, en los primeros metros de profundidad, los moluscos que se adhieren a las piedras, como la lapa negra (*Patella candei crenata*), la almeja del país (*Haliotis tuberculata coccinea*) o el quitón canario (*Chiton (Rhyssoplax) canariensis*), que se alimentan de algas. La almeja del país, de hábitos nocturnos, constituye la única representante de este género en Canarias, habitando en pedregales encharcados de la orilla y en los primeros metros de profundidad, donde vive adherida a la cara inferior de las piedras, gracias a su potente pie (Espino *et al.*, 2006). Otros moluscos, como *Aplysia dactylomela* y *Umbraculum umbraculum*, el nudibranquio *Chromodoris purpurea*, o la ciprea *Luria lurida* viven también en los pedregales sublitorales. Las piedras estables presentan en su cara inferior una rica fauna esciáfila, representada por esponjas como *Clathrina coriacea*, gusanos como *Eurythoe complanata*, especies de equinodermos como comátulas (*Antedon bifida*), ofiuras (*Ophioderma longicauda*) o la estrella capitán (*Asterina gibbosa*) que vive en



charcos y pedregales encharcados adherida a la cara inferior de las piedras. Los cangrejos *Xantho poressa* y *Porcellana platycheles* (en pedregales muy someros) y otras especies de crustáceos como el camarón de lunares *Gnathophyllum elegans* o las galateas (*Galathea* sp.) se refugian también bajo las piedras estables de este tipo de fondos. En zonas poco profundas busca refugio también bajo los callaos de los pedregales el pez denominado chupasangre (*Lepadogaster lepadogaster*) que se adhiere al sustrato mediante la ventosa en la que se han transformado sus aletas pélvicas.

Comunidades de cuevas sumergidas y semisumergidas

Este tipo de hábitat está compuesto por cuevas situadas bajo el nivel marino, o expuestas al mismo, al menos en marea alta (López-Bedoya y Pérez-Alberti, 2009). En las cuevas sumergidas existe un gradiente en la penetración de la luz que genera otro gradiente de poblamiento en los organismos sésiles. Las comunidades esciáfilas están muy especializadas, presentando adaptaciones específicas a este tipo de ambientes. En las entradas se localizan especies que prefieren la penumbra mientras que en el interior habitan seres adaptados a la oscuridad total. Son ecosistemas muy frágiles, sensibles a cualquier tipo de perturbación, tales como obras litorales cercanas que provoquen cambios en la suspensión del sedimento o las visitas continuas de buceadores o pescadores (Espino, 2005).

Sus comunidades laterales e inferiores están compuestas por invertebrados marinos y algas. Muchas de las especies faunísticas presentan hábitos nocturnos y usan las cuevas como refugio durante el día, pero otras son casi exclusivamente cavernícolas. Las paredes de las cuevas están revestidas por invertebrados epibentónicos sésiles, como esponjas, cnidarios y tunicados. En Canarias, la fauna de las cuevas incluye el pólipo *Parazoanthus axinellae*, que crece recubriendo amplias superficies (Bacallado *et al.*, 1989), esponjas como *Ircinia* spp., *Chondrosia reniformis*, *Petrosia (Petrosia) ficiformis*, *Hymeniacidon perlevis*, *Scarispongia scalaris*, *Aplysina aerophoba* y *Neophrissospongia nolitangere*, moluscos como las porcelanas *Luria lurida* y los corales duros *Phyllangia americana mouchezii*, *Caryophyllia (Caryophyllia) inornata*, *Madracis asperula*, *M. pharensis* y *Hoplangia durotrix*. En los techos de las cuevas son frecuentes las langostas del país (*Scyllarides latus*) (Espino, 2005). Otros crustáceos habituales en cuevas son el camarón *Plesionika narval*, el camarón espinoso *Stenopus spinosus*, o la cigala canaria *Enoplometopus antillensis*, que suele ocultarse durante el día en las grietas de grandes cuevas. En la entrada de las cuevas, a partir de cierta profundidad, pueden localizarse también las anémonas gigantes *Telmatactis cricoides*, que llevan una fauna comensal asociada formada por los crustáceos *Lysmata grabhami* y *Thor amboinensis*. Las gorgonias rojas *Leptogorgia ruberrima* también se instalan a veces en paredes y suelo, en la entrada de las cuevas (Brito *et al.*, 1984).



Comunidades batiales y abisales

En aquellas zonas batiales donde el sustrato rocoso aparece descubierto, es colonizado por corales solitarios característicos como *Sphenotrochus andrewianus* y *Anocomora prolifera*, y especies del género *Deltocyathus*. También están presentes las gorgonias *Isidella elongata*, *Viminella flagellum* y esponjas vítreas (hexactinélidas) de gran tamaño (Brito y Ocaña, 2004).

3.1.3. Hábitats protegidos

En el presente apartado se tratan una serie de hábitats catalogados como especiales, entendiéndose como tales aquellos que han sido objeto de reconocimiento y consideración por parte de la legislación comunitaria y/o los convenios internacionales debido a su interés especial para la ciencia o la diversidad biológica; además de aquellos que merecen una mención específica por sus características, su localización o su importancia estratégica, incluyendo zonas sujetas a presiones extremas o específicas u otras que merecen un régimen de protección específico.

En cuanto a los hábitats protegidos por normativa comunitaria, Canarias requiere criterios adaptados a las características de los fondos típicamente macaronésicos, en los que predominan los hábitats rocosos someros de origen volcánico que no tienen como tales ningún tipo de protección. Este tipo de fondo, el más habitual en las aguas costeras de Canarias, también es el más castigado por la acción antropogénica debido a su cercanía a la costa. En las últimas décadas estos fondos han sido objeto de desestabilizaciones debidas al aumento de la densidad del erizo de lima (blanquizales), favorecida por la disminución drástica de predadores. Este hecho se debe, entre otras razones, a la presión pesquera de la flota de bajura canaria, actividad económica en declive, pero de gran importancia para el sector primario canario.

Desde mediados de los años noventa se han empezado a establecer en el Archipiélago distintas zonas denominadas *Reservas Marinas de Interés Pesquero*, muy apropiadas para la protección de este tipo de fondos, y de sus recursos, entre ellos varias especies de peces de interés comercial del Anexo III del Protocolo de Acción sobre Áreas Marinas Protegidas y Diversidad Biológica de la Convención de Barcelona, bajo el epígrafe de “Especies cuya explotación debe ser regulada”, para aumentar la perdurabilidad de la actividad pesquera. La primera se estableció en el entorno de la isla de La Graciosa e islotes al Norte de Lanzarote, en 1995. Abarca fondos hasta 1.000 m de profundidad y tiene una extensión de 700 km², de los que algo más de 11 km² son de reserva integral, en concreto las aguas que circundan el Roque del Este, desde su costa hasta una milla desde la misma. Alrededor de este núcleo integral se dispone una zona de usos restringidos de dos millas de radio alrededor del Roque con el único fin de prohibir la práctica de la pesca recreativa desde



embarcación. La Reserva Marina de Punta de La Restinga-Mar de Las Calmas, situada en el extremo meridional de la isla de El Hierro, fue declarada en 1996. Esta reserva abarca fondos hasta los 400 m de profundidad, y tiene una extensión de 7,5 km² de los que casi 2 km² son de reserva integral. Se encuentra flanqueada por dos zonas de usos restringidos. la Reserva Marina de Interés Pesquero más reciente en Canarias, establecida en 2001, está localizada en la zona suroeste de La Palma, y abarca algo más de 37 km² en fondos hasta 1.000 m de profundidad, de los que 9 km² son de reserva integral (Martín-Sosa y Revenga, 2008).

Desde hace años existen varias iniciativas provenientes de diferentes ámbitos (sector pesquero, administraciones, etc.) para el establecimiento de otras zonas con este régimen de protección en el resto de islas (La Gomera, Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura), o incluso el aumento del ámbito geográfico de protección de las ya existentes (como es el caso de las islas de El Hierro o La Palma). Otras iniciativas, de Cabildos o Ayuntamientos, han pasado por apuntar a otro tipo de régimen de protección menos centrado en la pesca, aunque siempre desde la perspectiva local. Es el caso de la microreserva de pesca promovida por el Ayuntamiento de Granadilla en Tenerife, los parques marinos propuestos por el Cabildo de Gran Canaria como parte de su estrategia insular (Bahía de El Confital, El Cabrón, Maspalomas y Punta Sardina, según Jordan *et al.* 2006), el proyecto de protección de zonas para el buceo en Tenerife (Güímar, Montaña Amarilla, El Palmar-Rasca) y Gran Canaria (Sardina, Cabrón, Baja Pasito y Arguineguín) en el marco del proyecto GESMAR (Gestión Sostenible de los Recursos Marinos), del Programa de Cooperación Transnacional Madeira-Azores-Canarias (PTC-MAC 2007-2013), o las iniciativas de priorización de zonas a proteger de WWF (WWF, 2006).

Otro tipo de figura de protección que permite, en parte, la protección de estos fondos rocosos someros, es el de *Reserva Mundial de La Biosfera*. Las Reservas de la Biosfera son zonas con ecosistemas terrestres y/o costero/marinos internacionalmente reconocidos dentro del marco del Programa de la UNESCO sobre el Hombre y la Biosfera (MAB). Surgen de la necesidad de conciliar la conservación de la diversidad biológica, la búsqueda de un desarrollo económico y social, y el mantenimiento de valores culturales asociados. Contribuyen de manera importante al cumplimiento de los objetivos del Programa 21 y los acuerdos adoptados en la *Conferencia de Río* y el *Convenio sobre la Biodiversidad Biológica*. La eficacia de las Reservas de la Biosfera exige que la comunidad científica, los grupos involucrados en la conservación y el desarrollo, las autoridades administrativas y las comunidades locales, participen y trabajen juntos en la consecución de sus funciones. A su vez, las Reservas de la Biosfera constituyen un pacto entre todos los agentes que interactúan en su delimitación. Algunos países han promulgado leyes específicas para el establecimiento de sus Reservas de la Biosfera y en otros, como ocurre en España, las zonas declaradas por la UNESCO tienen todo o parte de su territorio protegido por su propia legislación. No



obstante, las Reservas de la Biosfera, aún siendo reconocidas por el Estado, carecen de cobertura jurídica propia en el sistema legal estatal y, aunque la mayoría disponen de órganos de gestión y cuentan con parte de sus zonas bajo protección legal, estos carecen de competencias suficientes para lograr sus objetivos con el dinamismo que impone el medio marino, careciendo -con excepción de alguna Comunidad Autónoma- de instrumentos legales que permitan la gestión integrada de su espacio terrestre y marino, hecho este que en el medio marino costero se hace más patente (Jordan *et al.*, 2006; Miguélez López y Corujo Saavedra, 2008). Algunas de estas Reservas de La Biosfera no comprenden zonas marinas, pero otras sí, tal es el caso de las de La Palma, El Hierro, Lanzarote, Gran Canaria y Fuerteventura.

En 1999 se propusieron 174 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) en Canarias, que fueron declarados en 2002 (Decisión 2002/11/CE). Lo que unido a la actualización de 3 LIC como medidas de compensación por la futura construcción del Puerto de Granadilla, y las 43 Zonas de Especial Protección Para las Aves (ZEPA), hacen un total de 208 espacios “protegidos” que conforman la Red Natura 2000 en Canarias. Las obligaciones derivadas de la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE) incluyen, además de la declaración de los espacios, el establecimiento de medidas de conservación, medidas preventivas, medidas compensatorias (en determinados casos), medidas de protección a las especies, vigilancia/seguimiento del estado de conservación de los hábitats, información del estado de conservación y divulgación. Es decir, que con un plazo límite de enero de 2008, los LIC declarados hasta la fecha tenían que ser declarados como Zonas Especiales de Conservación (ZEC). Dos años después se aprobó la Orden ARM/3521/2009, del 23 de diciembre, por la que se declararon zonas especiales de conservación los lugares de importancia comunitaria marinos y marítimo terrestres de la región Macaronésica de la Red Natura 2000 aprobados por las Decisiones 2002/11/CE de la Comisión, de 28 de diciembre de 2001 y 2008/95/CE de la Comisión, de 25 de enero de 2008, la cual ha quedado recientemente derogada por la Orden ARM/2417/2011, de 30 de agosto, por la que finalmente se declaran zonas especiales de conservación los lugares de importancia comunitaria marinos de la región biogeográfica Macaronésica de la Red Natura 2000 y se aprueban sus correspondientes medidas de conservación. De esta forma, actualmente Canarias cuenta con 3 ZEC de ámbito marítimo terrestre y 24 ZEC de ámbito estrictamente marino.

Conforme a los Anexos de Hábitats y Especies a proteger de la directiva europea, los ZEC Canarios fueron establecidos por diversas razones:

Presencia del *Hábitat 1110 “Bancos de Arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda”*: Seadales del Sur de Tenerife, Sebadal de San Andrés, Seadales de Antequera y Franja Marina Teno-Rasca en Tenerife, Playa de El Cabrón, Bahía de Gando, Seadales de Playa del Inglés, Franja Marina de Mogán, Seadales de Güigüí y Bahía del



Confital en Gran Canaria, Sebadales de Guasimeta, Playas de sotavento de Jandía y Sebadales de Corralejo en Fuerteventura y Sebadales de La Graciosa en Lanzarote. Debe mencionarse que hay otros criterios, que no se ciñen a la conservación de la biodiversidad, que dan lugar a que sebadales de gran valía presentes en Canarias hayan quedado fuera de la protección de los ZEC (como es el sebadal de Granadilla) y que, tras el nuevo catálogo de especies protegidas de Canarias (Ley 4/2010, BOC nº 112 de 9 de junio), tampoco la seba (*Cymodocea nodosa*), como especie, queda protegida, al quedar catalogada como “Especie de Interés para los Ecosistemas Canarios” (lo que significa protección siempre que la especie se encuentre dentro de un espacio protegido). Esto no tiene ninguna base científica ni criterio que lo sustente, y menos si se tiene en cuenta que convenios internacionales de protección del medio marino como el Convenio OSPAR o el Convenio de Barcelona, tienen en sus listas de especies amenazadas a *Cymodocea nodosa*, además de contemplar también este tipo de hábitat a proteger.

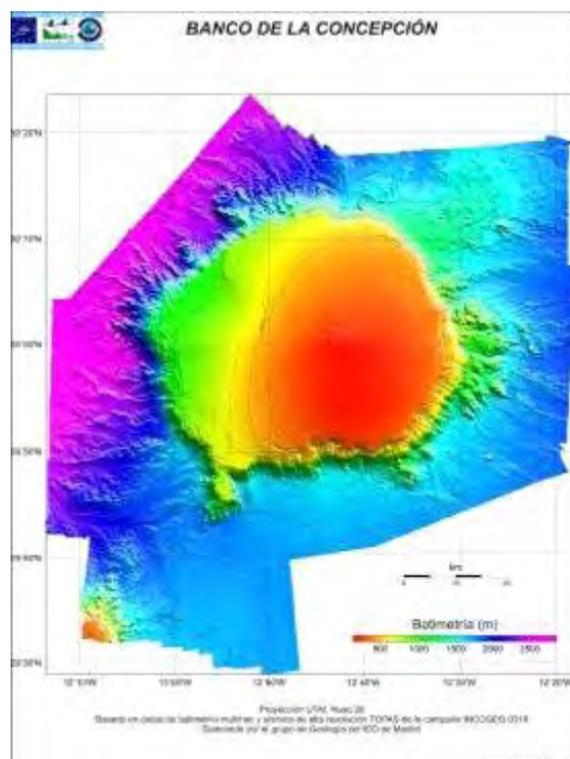
Presencia del *Hábitat 8330 “Cuevas Marinas sumergidas o semisumergidas”*: Costa de San Juan de La Rambla y Cueva Marina de San Juan en Tenerife, Costa de Los Órganos en La Gomera, Mar de Las Calmas en El Hierro, Costa de Garafía y Franja Marina de Fuencaliente en La Palma, Costa de Sardina del Norte en Gran Canaria, Cueva de Lobos en Fuerteventura y Cagafrecho y Los Jameos en Lanzarote.

Para la adecuación a la Red Natura 2000 en el campo marino dentro de los plazos previstos, el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino tiene en marcha un proyecto LIFE+ 2009-2013 (Inventario y Designación de la Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español, INDEMARES) para la caracterización como posibles áreas marinas protegidas de una serie de zonas *off shore* dentro de la Zona Económica Exclusiva del Estado Español. En Canarias, las dos zonas elegidas, ya propuestas en su momento por el informe de WWF de 2006, son el Banco de La Concepción, al noreste de Alegranza, y los Bancos de Amanay y el Banquete, al suroeste de Fuerteventura conocida esta zona en el proyecto INDEMARES como “Sur de Fuerteventura”. El Banco de La Concepción se alza desde los 2.541 m hasta su cima a 170 m de profundidad. Amanay y El Banquete son montañas submarinas que se elevan desde los 2.000 m de profundidad hasta los 50-100 m en sus cimas, con bajas de hasta 30 m de profundidad en el caso de El Banquete.

La influencia del afloramiento africano y de surgencias locales en la costa occidental hacen de esta región la más productiva de Canarias. A pesar de que las montañas submarinas están contempladas como hábitat esencial por su sensibilidad en la lista de OSPAR (“*Seamounts*”), la Directiva Hábitats aún no las contempla como tal, aunque sí se considera el *Hábitat 1170 “Arrecifes”*. Este tipo de estructuras submarinas soportan otros tipos de hábitats especiales, también contemplados por la lista OSPAR, como son las agregaciones profundas de esponjas (“*Deep-sea sponge aggregations*”), o los arrecifes de coral de aguas frías (“*Lophelia pertusa*”).



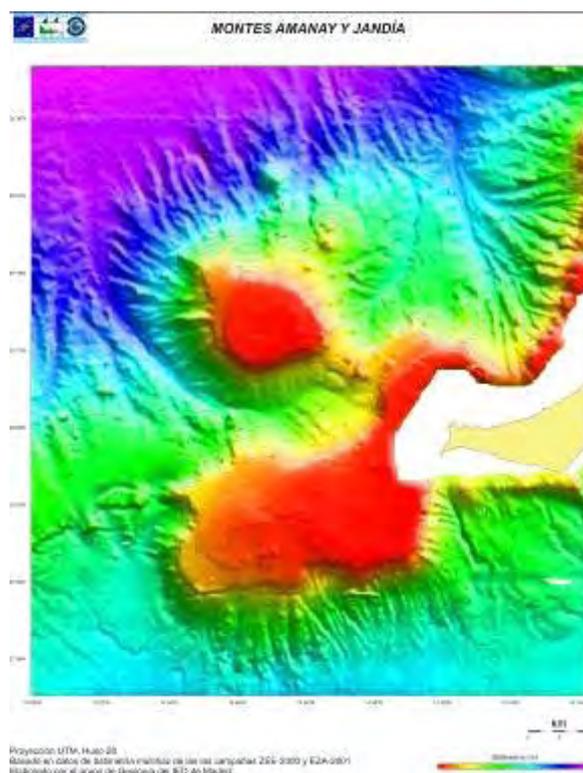
reefs”), u otros como los bosques de gorgonias y otros antozoos.



Modelo digital del terreno del **Banco de la Concepción**. Autor: Grupo de Geología de Madrid, IEO.

En ambas zonas están presentes varios tiburones de profundidad y de cetáceos protegidos por OSPAR, así como varias especies de peces de interés comercial incluidas en el Anexo III del Protocolo de Acción sobre Áreas Marinas Protegidas y Diversidad Biológica de la Convención de Barcelona, bajo el epígrafe de “Especies cuya explotación debe ser regulada”.

Los trabajos de INDEMARES en la Demarcación Canaria, llevados a cabo por varias instituciones participantes en este proyecto, entre las que se encuentra el Instituto Español de Oceanografía, están dando sus frutos en la actualidad. El personal del Centro Oceanográfico de Canarias ya ha realizado varias campañas para la caracterización de los fondos, las especies y los hábitats presentes en ambas zonas (Jiménez *et al.*, 2010a, 2010b, 2011; Martín-Sosa *et al.*, 2010a, 2010b, 2011). Otras montañas submarinas presentes a tener en cuenta en la Demarcación Canaria para la aplicación de la Ley de Protección del Medio Marino son, al suroeste del archipiélago, Endeavour (también conocido como Echo) y The Paps, mientras que en el noreste, cerca del Banco de La Concepción, Dacia y el Fantasma. Por otro lado, el 1 de diciembre de 2006 entraron en vigor las medidas asociadas a la declaración de Canarias como *Zona Marítima Especialmente Sensible* (ZMES) por parte de la Organización Marítima Internacional (OMI).



Modelo digital del terreno de los **Bancos Amanay y El Banquete**. Autor: Grupo de Geología de Madrid, IEO.

La declaración de Canarias como ZMES tiene por objeto la protección especial en atención a su importancia por motivos ecológicos, socioeconómicos o científicos reconocidos, ya que su medio ambiente puede sufrir daños como consecuencia de las actividades marítimas. Esta declaración tiene tres medidas asociadas para la regulación del tráfico marítimo y la protección del ecosistema marino:

1. Dos rutas de navegación o Dispositivos de Separación de Tráfico (DST) entre Gran Canaria y Tenerife, y entre Gran Canaria y Fuerteventura.
2. Notificación obligatoria para los buques de mercancías peligrosas.
3. El establecimiento de cinco áreas o zonas a evitar para los buques que transiten por la ZMES (permitida en determinadas condiciones para tráfico interinsular y pesca artesanal).

En cuanto a las zonas de exclusión al tráfico marítimo, para evitar riesgos de contaminación y daños al medio ambiente en áreas marinas especialmente sensibles, todos los buques tanque y los buques de arqueo bruto superior a 500 GT que transporten cargas de hidrocarburos o cargas peligrosas a granel deben evitar cinco zonas, de las que tres son Reservas Mundiales de La Biosfera (ya mencionadas anteriormente) y las otras dos se establecen como especialmente sensibles por la *cría de cetáceos*: a la altura de la isla de Tenerife, la zona delimitada por el meridiano de longitud 17° 22' O y la costa meridional de



la isla y los paralelos de latitud 28° 0' N y 28° 21' N, y a la altura de la isla de Gran Canaria, la zona delimitada por el meridiano de longitud 16° 0' O y la costa y los paralelos de latitud 27° 44' N y 28° 0' N.

Para ampliar la información detallada anteriormente, se incluyen los mapas cartográficos de los hábitats especiales de Canarias en el Anexo II del presente documento.

3.2. Especies

Según Brito (1984), desde el punto de vista de la fauna marina, las islas Canarias están bien encuadradas en la región Atlántico-Mediterránea (desde el Canal de la Mancha hasta cabo Blanco), guardando mayor afinidad con un sector que abarca desde las costas del sur de Portugal hasta el extremo sur de la misma, incluyendo el Mediterráneo Occidental, si bien presentan una fauna con características peculiares debido a una mayor presencia de especies pantropicales y anfiatlánticas tropicales y subtropicales, a una ligera influencia de la fauna propia del Atlántico Oriental tropical, y a un cierto grado de endemismo.

El número de especies marinas identificadas en Canarias hasta 2003 asciende a 5.232 y 63 subespecies. De ellas, los endemismos ascendieron a 164 especies y 5 subespecies (Moro *et al.*, 2003). El número de taxa endémicos marinos es bajo en comparación con el medio terrestre, lo que se explica por la mayor uniformidad de sus características físicas, tanto espacial como temporalmente, más patente en las zonas más profundas. A su vez, la mayoría de los organismos marinos cuentan en alguna fase de su desarrollo con una alta capacidad de dispersión. El origen volcánico de las islas Canarias y su posición en la Macaronesia es el factor más importante en cuanto a la distribución y singularidad de las especies marinas que las habitan. Este origen confiere a las islas unas elevadas pendientes en los fondos marinos, limitando el área de los rangos batimétricos y haciendo de la luz el factor crucial que determina la distribución de los ecosistemas. De esta forma encontramos que entre los 5 y 50 m se encuentran 2.379 especies, un 45 % del total. Esta concentración de especies en una franja tan reducida es una característica de las costas de los ecosistemas insulares, y pone de manifiesto la importancia de una buena administración del litoral con el objetivo de proteger los recursos naturales costeros, como la mejor vía de conservación de la biodiversidad marina.

Los peces están representados en Canarias por 691 especies (85 condríctios y 606 osteíctios) (Brito *et al.*, 2002), siendo el tercer grupo con mayor riqueza en el medio marino, después de los moluscos (1.170 especies) y los artrópodos (1.096 especies). La diversidad de peces en Canarias es notablemente mayor que en Azores y Madeira, a pesar de que las zonas profundas (mesopelágica, batipelágica, abisal o batial) están mucho más investigadas en Madeira. El incremento en el número de especies está claramente relacionado con el



esfuerzo investigador, pero también se ha producido un fenómeno de aparición de especies nuevas de tendencias cálidas atribuible al proceso de calentamiento de las aguas a partir de mediados de los años noventa (Brito *et al.*, 2001). Las circunstancias ambientales actuales de Canarias, como también parece haber ocurrido en épocas geológicas pasadas, favorecen la presencia de un elevado número de especies, pero al mismo tiempo son poco favorables para que se generen procesos evolutivos importantes, de forma que la endemidad a nivel regional es baja (Aguilera-Klink *et al.*, 1994) y, en el caso de los vertebrados, prácticamente nula. Solo tres especies de peces están señaladas con seguridad exclusivamente para Canarias, pero se trata de especies de profundidad, poco conocidas, que probablemente presentan distribuciones más amplias. Por el contrario, es considerable el número de endemismos a una escala mayor, a nivel de los archipiélagos atlánticos que integran la llamada región macaronésica, pues 18 especies presentes en Canarias parecen tener ese modelo de distribución compartida con alguno o varios de los archipiélagos próximos (Azores, Madeira y Cabo Verde), una vez que se han investigado de forma exhaustiva dichas islas y las áreas continentales próximas.

Con respecto a la flora marina, las islas Canarias están situadas en la posición meridional de la Región templado cálida del Atlántico oriental (Hoek, 1984), que abarca desde el sur de las islas Británicas hasta las costas de Senegal, incluyendo también el mar Mediterráneo. Esta región es la que muestra una mayor riqueza florística en la costa este del Atlántico (Hoek, 1975). Las algas bentónicas en Canarias (*Rhodophyta*, *Phaeophyta*, *Chlorophyta* y *Cyanophyta*) están representadas por 702 especies (Moro *et al.*, 2003), con un claro dominio de las algas rojas (56 %), seguidas por las algas pardas (19 %), y las algas verdes (17 %) y por último las cianofitas (9 %). Según Sansón *et al.* (2001), y sobre un catálogo florístico de 621 especies, el predominio de las algas rojas con respecto al resto de las divisiones es característico por la proximidad de las islas Canarias a los trópicos. Estos mismos autores apuntan que aproximadamente el 31 % de las especies de algas presentan un área de distribución restringida dentro de los límites de la región templado cálida del Atlántico oriental y, por tanto, son endémicas de esta región fitogeográfica. Por el contrario, los endemismos exclusivos de las islas Canarias son muy escasos, apenas 16 especies (Afonso-Carrillo y Sansón, 1999). El resto de los componentes de la flora marina se reparten entre especies características de las costas tropicales y subtropicales (30 %), especies ampliamente repartidas por la mayor parte de las costas de todo el mundo, y que pueden ser tratadas como cosmopolitas y subcosmopolitas (19 %), especies características de las costas templadas frías que en muchos casos tienen en las islas Canarias sus límites meridionales de distribución (16 %) y, por último, un reducido número de especies de distribuciones disjuntas (4 %), para las que resulta muy difícil explicar el origen de sus áreas de distribución fragmentadas. Las islas Canarias muestran, como particularidad dentro de la Región templado cálida del Atlántico oriental, un elevado número de especies de distribución



anfiatlántica y con estas islas como únicas localidades conocidas en este lado del Atlántico. Mientras que en el caso de las algas rojas los elementos endémicos y tropicales-subtropicales son claramente dominantes, en las algas pardas y las verdes, la proporción es similar para todos los grandes grupos fitogeográficos. El porcentaje relativo de especies con similar distribución es parecido en cada una de las islas, siendo las especies endémicas de la región, las tropicales-subtropicales y las cosmopolitas-subcosmopolitas los grupos mejor representados.

3.2.1. Fitoplancton y zooplancton

Fitoplancton

En líneas generales, la diversidad de especies de la comunidad fitoplanctónica del archipiélago canario está dominada por flagelados de pequeño tamaño, dinoflagelados y diatomeas, apareciendo también especies de otros grupos menos representados como cianobacterias, prasinofíceas, criptófitas, euglenófitas y silicoflagelados. Según el estudio de Ojeda (1986), realizado en aguas de todo el archipiélago canario, los organismos más abundantes fueron los flagelados de pequeño tamaño y los dinoflagelados *Katodinium rotundatum*, *Amphidinium acutissimum*, *Gymnodinium simplex* y *Prorocentrum balticum*. Con menor frecuencia aparecen los dinoflagelados de mayor tamaño de los géneros *Protoperidinium* (*P. bispinum*, *P. brevipes*, *P. cerasus*, *P. ovum*, *P. curtipes*, *P. depressum*, *P. divergens*, *P. minutum*, *P. pyrum* y *P. steinii*), *Prorocentrum* (*P. balticum*, *P. compressum*, *P. dentatum*, *P. gracile*, *P. lima*, *P. rostratum*, *P. triestinum*), *Gonyaulax* (*G. polyedra*, *G. polygramma*, *G. sousae*), *Oxytoxum* (*O. laticeps*, *O. mediterraneum*, *O. scolopax*, *O. turbo*), *Ceratium* (*C. azoricum*, *C. extensum*, *C. fusus*, *C. kofoidii*, *C. macroceros*, *C. pentagonum*, *C. teres*, *C. tripos*, *C. symmetricum*) y *Corythodinium* (*C. tessellatum*), y con formas aisladas de gran envergadura de los géneros *Hitioneis* (*H. cymbalata*), *Ornithocercus* (*O. magnificus*) y *Dinophysis* (*Dinophysis* sp.).

Las diatomeas tuvieron una menor representación, por la época en la que se realizó el estudio, pero aparecieron individuos de los géneros *Amphora* (*A. angularis*, *A. ocellata*, *A. ostrearia*, *A. proteus*), *Diploneis* (*D. bombus*, *D. chersonensis*, *D. didyma*, *D. fusca*, *D. rouchalensis*), *Coscinodiscus* (*C. radiatus*, *C. eccentricus*), *Pleurosigma* (*P. rigidum*), *Thalassionema* (*T. nitzschoides*, *T. rotula*), *Navicula* (*N. abrupta*, *N. cancellata*, *N. digitodariata*, *N. lira*, *N. palpebralis*, *ramosissima*) y *Nitzschia* (*N. angularis*) entre otros. También se encuentran coccolitofóridos (*Emiliania huxleyi*, *Coccolithus pelagicus*, *Syracosphaera cf pulchra*, *Thoracosphaera* sp.), y un único representante de los silicoflagelados (*Dictyocha fibula*).

García-Rojas (2011), en un estudio centrado en las aguas próximas al litoral de la Isla de Gran



Canaria, concluye que los grupos mayoritarios en la comunidad fitoplanctónica son las diatomeas y los dinoflagelados, y señala que también están presentes especies de cianobacterias (*Aphanocapsa* sp., *Arthrospira* sp., *Calothrix* sp., *Chroococcus turgidus*, *Lyngbya aestuarii*, *Microcoleus* sp., *Oscillatoria princeps*, *Phormidium laetevirens*, *Spirulina subsalsa*), prasinofíceas, criptófitas, euglenófitas (*Eutreptiella* sp.) y silicoflagelados (*Octactis octonaria*). También apunta que, a pesar de que las diatomeas y los dinoflagelados son los grupos con mayor número de especies, las prasinofíceas y las criptófíceas son las que presentan las agrupaciones fitoplanctónicas más abundantes con respecto al total de organismos en la columna de agua.

Zooplankton

Considerando la biodiversidad del zooplankton de Canarias, el grupo de los copépodos (géneros *Oncaea*, *Clausocalanus*, *Oithona*, *Temora* y *Paracalanus*) es el más importante, seguido de los anfípodos, sifonóforos, apendicularias, ostrácodos, moluscos pterópodos y heterópodos, eufausiáceos, quetognatos y cladóceros, entre otros (Hernández, 2001). Teniendo en cuenta la biomasa del mesozooplankton, los copépodos constituirían también el grupo más importante (60-75 % del total), además de las apendicularias, cladóceros, ostrácodos, quetognatos y otros.



Muestra de zooplankton. Autora: F. Hernández



En cuanto al ictioplancton, Moyano y Hernández-León (2009) identificaron en la isla de Gran Canaria un total de 156 taxa, pertenecientes a 51 familias y 15 órdenes. La familia *Myctophidae* (*Lampanyctus* sp., *Ceratoscopelus warmingii*, *Diaphus holti*, *Diogenichthys atlanticus*, *Hygophum benoiti*) fue la más abundante (30 %), seguida por *Sparidae* (11 %), *Clupeidae* (*Sardina pilchardus*, *Sardinella aurita*) (9 %) y *Gonostomatidae* (*Cyclothone braueri*, *Gonostoma elongatum*) (7 %). Los taxa neríticos y oceánicos contribuyeron en proporciones similares, propio de una isla oceánica. Fueron identificadas dos zonas de retención para huevos y larvas de especies neríticas, a sotavento y barlovento de la isla. Se observaron dos asociaciones estacionales de larvas correspondiendo con los dos períodos más característicos en la columna de agua: periodo de mezcla (invierno) y de estratificación (verano). Además, se encontró una relación significativa entre la iluminación lunar y la biomasa del zooplancton de pequeño tamaño, que podría ser extensible a las larvas neríticas. Las larvas neríticas más abundantes (*Sparidae*) mostraron una relación con el ciclo lunar, apoyando parcialmente una hipótesis reciente sobre el efecto de la iluminación lunar en la supervivencia larvaria y su desarrollo en aguas subtropicales (Bécognée *et al.*, 2006). Estos autores pusieron de manifiesto, a través del estudio de un ciclo anual, que la abundancia de larvas de alacha (*Sardinella aurita*) en la isla de Gran Canaria durante la luna llena fue el 38 % de la encontrada durante la luna nueva.

3.2.2. Peces

En un análisis global de la fauna íctica, aparece un dominio claro de las formas de amplia distribución (pantropicales, cosmopolitas y anfiatlánticas tropicales y subtropicales) (Brito *et al.* 1996), que se mantiene en el análisis por grandes unidades o ictiocenosis. Este patrón es menos marcado en los ecosistemas pelágicos litorales y en los fondos batiales superiores, y no se cumple para los fondos litorales, que presentan un mayor número de modelos y un predominio de formas de distribución más restringidas (Brito *et al.*, 2001). Así, para las especies litorales de fondo y aquellas pelágicas ligadas a la costa, se observa un predominio de las especies distribuidas por sectores cálido-templados del Atlántico oriental y de aquellas de más amplia distribución por dicho sector, una notable representación de las distribuidas extensamente por sectores tropicales (anfiatlánticas y pantropicales), la escasa entidad de las típicamente guineanas y la confirmación de la existencia de un apreciable contingente macaronésico, representando casi al 7 % de las especies. A nivel insular, los patrones biogeográficos muestran también una distribución particular en relación con las características ambientales de las islas, de forma que las especies de apetencias cálidas se incrementan hacia las islas occidentales, las más oceánicas y cálidas, y las de carácter templado hacia las orientales, influidas por las aguas frías del afloramiento africano.



3.2.2.1. Peces pelágicos

En Canarias, debido a la baja productividad existente, hay una biomasa reducida de especies nectónicas en relación con otras regiones, aunque existe una gran diversidad de especies. El necton epipelágico se puede dividir en litoral, integrado por especies que permanecen siempre en las mismas aguas, aunque no tienen que ser exclusivamente neríticas, y en oceánico, formado por especies que realizan migraciones a través del océano (túnidos y algunos tiburones principalmente), pero que tampoco son exclusivos de la región oceánica y pueden encontrarse en aguas costeras.

Muchas especies epipelágicas de pequeño tamaño y vida corta tienen una gran capacidad de reproducción y se agrupan formando cardúmenes (como sistema de localización del alimento y protección). Destacan entre ellas (Franquet y Brito, 1995; Espino *et al.*, 2006):

-Caballa (*Scomber colias*): es la especie pelágico-costera más abundante y capturada en aguas canarias. Epipelágica y migratoria, se encuentra en aguas litorales y oceánicas próximas, hasta los 250-300 m de profundidad. Realiza migraciones estacionales, acercándose y alejándose de la costa, y penetrando en ocasiones en aguas litorales someras. Se alimenta de organismos planctónicos y de pequeños peces, y constituye el alimento de varias especies pelágicas como medregales, atunes, etc.

-Sardina (*Sardina pilchardus*): especie migratoria que habita las aguas de la plataforma insular, desde la superficie hasta los 250 m de profundidad. Se alimenta de fito y zooplancton (principalmente crustáceos planctónicos).

-Alacha (*Sardinella aurita*): se distribuye sobre la plataforma insular hasta los 250 m de profundidad. Es migratoria y se alimenta de pequeños invertebrados planctónicos, de larvas de peces y de fitoplancton. Durante la década de los noventa y dos mil se ha detectado una sustitución de sardina por alacha en aguas del archipiélago canario que se ha relacionado con el aumento de la temperatura superficial del agua de mar (Santamaría *et al.*, 2008).

-Machuelo (*Sardinella maderensis*): se distribuye sobre la plataforma insular hasta los 100 m de profundidad. Realiza migraciones de acercamiento y alejamiento de la costa de poca intensidad. Se alimenta de pequeños invertebrados planctónicos, de larvas de peces y de fitoplancton.

-Jurel (*Trachurus picturatus* y *T. trachurus*): habitan las aguas hasta los 300 m de profundidad. Suele ser pelágico litoral, pero con frecuencia se les puede localizar cerca del fondo, sobre sustratos arenosos. Realizan migraciones estacionales, acercándose y alejándose de la costa, donde se localizan los juveniles. Se alimentan de peces, crustáceos y cefalópodos.

-Guelde (*Atherina presbyter*): pelágico litoral que forma cardúmenes compactos cerca de la



superficie y próximos a la costa, generalmente en ensenadas de fondo rocoso, zonas acantiladas y escolleras hasta una profundidad próxima a los 20 m. Se alimentan de pequeños crustáceos, juveniles de moluscos y larvas de peces, y son las presas de medregales, barracudas, entre otros.

-Longorón (*Engraulis encrasicolus*): Habita en aguas costeras, donde forma grandes cardúmenes. Se encuentra en las aguas de la plataforma insular y del borde superior del talud. Tiende a migrar hacia aguas más someras en verano, regresando y descendiendo en invierno a profundidad. Se alimenta de organismos planctónicos.

-Boga (*Boops boops*): se encuentra sobre toda clase de fondos de la plataforma insular (rocosos, mixtos y arenosos) hasta los 250 m de profundidad. En aguas costeras se suele encontrar sobre todo en los bordes de los veriles. Forma cardúmenes cerca de la superficie o a media agua, aunque no son muy compactos. En ocasiones nadan en formaciones alargadas, siguiendo el relieve del fondo. Se alimenta principalmente de pequeños crustáceos y son las presas preferidas de muchos predadores pelágicos como atunes, medregales, barracudas, etc.



Cardumen de Bogas (*Boops boops*).Autor: A. Sancho.



Las especies *Decapterus macarellus* y *D. punctatus* han sido consideradas hasta principios del año 2000 como especies raras y de presencia esporádica en las islas occidentales del archipiélago canario (Brito *et al.*, 2002). Sin embargo, a partir de 2007 empiezan a registrarse pescas de forma más o menos continuada en la mayoría de las Islas. De forma paralela, se han encontrado con relativa frecuencia ejemplares de esta especie en los contenidos estomacales de peces como peto (*Acanthocybium solandri*) o medregal negro (*Seriola rivoliana*). El establecimiento de estas especies en Canarias, de distribución más cálida y gran movilidad, se ha relacionado con el incremento de la temperatura superficial del agua de mar en la región (Santamaría *et al.*, 2008).

La palometa blanca (*Trachinotus ovatus*), la aguja (*Belone belone*), el palometón (*Lichia amia*), el pejerrey (*Pomatomus saltatrix*), las bicudas (*Sphyrna* spp.) y los medregales (*Seriola dumerili*, *S. fasciata*, *S. rivoliana*) son también típicos en aguas litorales. Las bicudas y los medregales frecuentan los roques y bajones costeros, donde suelen preñar sobre los pequeños peces bentónicos.

Las lisas (Mugílidos), entre las que destaca la especie *Liza auratus*, viven en las orillas, sobre todo en fondos arenosos y fangosos. Forman bandadas y nadan a media agua y en superficie, aunque son comedores de fondo, ingiriendo gran cantidad de fango (Brito *et al.*, 1984).

Muchas especies de hábitats profundos, sobre todo las que realizan migraciones verticales nocturnas hacia aguas superficiales, están plenamente integradas en la dinámica insular. Este es el caso, por ejemplo, del escolar (*Ruvettus pretiosus*) o el conejo (*Promethichthys prometheus*), que de día se encuentran sobre fondos batiales, por debajo de los 400 m de profundidad, y por la noche ascienden, siguiendo el perfil del fondo, hasta llegar cerca de la superficie.

Los peces voladores (*Exocoetus volitans*), con sus aletas pectorales extraordinariamente desarrolladas, planean sobre las aguas impulsándose con la aleta caudal.

En las aguas del archipiélago canario se han citado alrededor de una veintena de especies de tiburones pelágicos, siendo las más comunes y características de esta fauna la tintorera o tiburón azul (*Prionace glauca*), las cornudas o tiburones martillo (*Sphyrna* spp.) y el marrajo o janequín (*Isurus oxyrinchus*). La tintorera es la especie pelágica-oceánica más común y está ampliamente distribuida en la totalidad de los océanos, principalmente entre la latitud 60° N y 50° S. Es oceánica y epipelágica, con desplazamientos desde la superficie hasta los 600 m de profundidad (Nakano y Stevens, 2008). Durante los primeros años de su vida permanece en aguas costeras y neríticas hasta profundidades de alrededor de los 80 m., existiendo durante esta fase juvenil e inmadura del desarrollo una marcada segregación por sexos, formando grupos separados y encontrándose a las hembras más cerca de la costa



(Compagno, 1984). Las cornudas son especies con preferencias por aguas costeras, incluyendo bahías y también sobre la plataforma insular. Se encuentran alrededor de los bajones y roques. Suele verse en superficie, asomando la aleta dorsal, especialmente en verano y otoño. Se alimentan principalmente de peces y calamares, aunque también pueden capturar crustáceos bentónicos. El marrajo se captura con cierta frecuencia en aguas canarias. Es un potente nadador que puede acercarse a la costa para capturar peces y cefalópodos, aunque sus presas predilectas son los grandes migradores como los atunes, que captura siguiendo sus rutas migratorias. Otros tiburones epipelágicos de la familia *Carcharinidae* y *Lamnidae* están presentes en aguas del archipiélago canario, aunque sus poblaciones son muy escasas y su presencia en las capturas artesanales es anecdótica. Otro representante de esta fauna epipelágica es la manta (*Mobula mobular* y *M. tarapacana*), que frecuenta las aguas costeras y oceánicas de los alrededores de las Islas y se la suele ver nadando en superficie alimentándose de pequeños peces y animales planctónicos.

Los túnidos son peces epipelágicos que habitan en todos los mares cálidos y templados, y en menor proporción, en los fríos. Normalmente se les encuentra formando grandes cardúmenes en una capa relativamente superficial, viven en alta mar, acercándose a las costas por temporadas. Realizan notables migraciones reproductoras (migraciones genéticas) y de alimentación (migraciones tróficas). Es en el curso de estas últimas cuando llegan a las islas Canarias, donde permanecen cierto tiempo, depredando en los bancos de pequeños pelágicos, fundamentalmente, caballa, sardina, boga, guelde y trompetero, así como diversas especies de cefalópodos.

Indudablemente las condiciones del medio oceánico, tales como la temperatura, oxígeno, corrientes, o la disponibilidad de alimentos influyen, de forma definitiva, sobre todas las especies marinas, pero fundamentalmente sobre las pelágicas, tanto sobre la abundancia de sus stocks, como en las migraciones que realizan, lo que incide, directamente, en las posibilidades de su pesca o captura. La situación de las islas Canarias, así como sus características oceanográficas, determinadas por la corriente fría de Canarias, los vientos alisios y por la proximidad a las costas africanas, hacen que sus aguas puedan ser frecuentadas por varias especies de túnidos, tanto del grupo de los templados, como del grupo de especies típicamente tropicales, constituyendo el Archipiélago, para la mayoría de estas especies, la zona límite donde sus capturas adquieren cierta importancia. Las principales especies que visitan las aguas canarias son el atún o patudo (*Thunnus thynnus*), el rabil (*Thunnus albacares*), la albacora o barrilote (*Thunnus alalunga*), la tuna (*Thunnus obesus*), y el bonito o listado (*Katsuwonus pelamis*) (Brito *et al.*, 1984). Todas estas especies tienen una marcada estacionalidad, apareciendo por las Islas, cada una de ellas, en distintas épocas del año. Otros túnidos que aparecen en las Islas en algunas épocas del año, aunque en menor frecuencia, son la melva (*Auxis thazard*), la sierra o bonito (*Sarda sarda*), el peto



(*Acanthocybium solandri*), y el tasarte (*Orcynopsis unicolor*). El pez espada o emperador (*Xiphias gladius*), las grandes agujas (*Makaira nigricans* y *Tetrapturus albidus*) y el pez vela (*Istiophorus albicans*) son también especies oceánicas próximas a los túnidos y que esporádicamente se pescan en aguas canarias.

Por otro lado, las zonas mesopelágica y batipelágica carecen de productores primarios. Los organismos mesopelágicos, mediante migración vertical, pueden interferir en la zona epipelágica y aprovechar más directamente la productividad fitoplanctónica, mientras que los batipelágicos dependen principalmente de los microorganismos y de los detritos que caen desde las zonas superiores. La densidad y diversidad de organismos es mayor en la zona mesopelágica.

Ramos y Bordes (2001) determinaron que la fauna mesopelágica mantiene una elevada estabilidad y biomasa en todas las Islas entre los 400 y 700 m de profundidad durante el día, y una migración vertical ascendente en el ocaso y descendente al amanecer. Estos autores identificaron 115 especies de peces mesopelágicos pertenecientes a los siguientes órdenes: *Anguilliformes*, *Osmeriformes*, *Stomiiformes*, *Aulopiformes*, *Myctophiformes*, *Lampriformes*, *Stephanoberyciformes*, *Zeiformes*, *Syngnathiformes* y *Perciformes*.

Investigaciones de biodiversidad de peces pelágicos alrededor de las islas Canarias llevadas a cabo por Wienerroither *et al.* (2009) pusieron de manifiesto una dominancia (50 %) de peces mesopelágicos de las familias *Myctophidae* y *Gonostomatidae* respecto al total. Por otra parte, se determinaron intensas migraciones horizontales de peces mesopelágicos (principalmente *Myctophidae*) hacia la zona nerítica, así como interacciones entre los hábitats costero y oceánico.

En la zona mesopelágica muchos peces presentan coloraciones típicas de flancos plateados, y los fotóforos son numerosos y están bien desarrollados. Existen también especies con tonos rojizos como *Hoplostethus mediterraneus mediterraneus* y *Gephyroberyx darwinii*. Los ojos se desarrollan notablemente y pueden llegar a ser muy grandes. Algunas especies presentes en la zona epipelágica se pueden encontrar también en esta zona en el curso de sus movimientos migratorios, como es el caso de los trompeteros (*Macroramphosus scolopax* y *M. gracilis*) (Brito *et al.*, 1984). El pejesable negro (*Aphanopus carbo*) se encuentra en aguas profundas, cerca del fondo, desde 700 m hasta 1.500 m, ascendiendo hacia media agua durante la noche. El sable (*Lepidopus caudatus*) habita cerca del fondo, entre 350 y 1.000 m de profundidad durante el día, ascendiendo también hacia la superficie por la noche. Los peces batipelágicos, salvo algunas excepciones, son en general de color oscuro y tienen los fotóforos y los ojos pequeños o en regresión.



3.2.2.2. Peces bentónicos y demersales

Entre los peces que habitan fondos arenosos sublitorales sin vegetación destacan el pejepeine (*Xyrichthys novacula*), el bótido de nombre vulgar tapaculo (*Bothus podas*), diversos representantes de la familia Soleidae (lenguados), *Uranoscopus scaber* o pez rata (familia Uranoscopidae), las arañas (*Trachinus draco* y *T. radiatus*) de la familia Trachinidae o los rubios, de la familia Triglidae, bien representados por las especies *Trigloporus lastoviza* y *Chelidonichthys obscurus*. En determinados sectores, con estabilidad en el sedimento y sometidos a las corrientes, aparecen las poblaciones de las anguilas jardineras (*H. longissimus*) y cóngridos que viven en tubos realizados en el sedimento, y que constituyen una de las comunidades típicas de los fondos blandos. Entre los peces de hábitos nocturnos cabe destacar el cóngrido *Ariosoma balearicum*, así como varias especies de peces del grupo de los condroíctios: los chuchos (*Dasyatis pastinaca*, *Taeniura grabata*), el torpedo (*Torpedo marmorata*), la mantelina (*Gymnura altavela*) y el angelote (*Squatina squatina*). Otros condríctios frecuentes en los fondos arenosos poco profundos, si bien no presentan la capacidad de enterrarse en ellos, son los cazones (*Mustelus mustelus* y *M. asterias*). La mayor parte de las especies de epifauna mencionadas aparecen también asociadas a las praderas de fanerógamas marinas y otras comunidades vegetales presentes sobre sustratos blandos. Los fondos arenosos de transición constituyen el hábitat propio de especies como el salmonete (*Mullus surmuletus*) o la breca (*Pagellus erythrinus*), entre otras.

En los sebadales se pueden encontrar especies de peces de la familia Syngnathidae, en concreto a los pejepipas: *Syngnathus typhle*, *S. acus* y *Nerophis ophidion*, o de la familia Gobiesocidae como el chupasangre verde *Opeatogenys cadenati*.



Peje pipa (*Syngnathus typhle*), pez típico de sebadales. Autor: C. L. Hernández-González.



Mena *et al.* (1993) registraron 51 especies de peces presentes en varios seadales de Tenerife, mientras que Espino *et al.* (2008) catalogan 67 especies para los seadales de las islas orientales; en ambos estudios la familia Sparidae es la mejor representada en cuanto a riqueza específica. La mojarra (*Diplodus annularis*) y la chopo (*Spondyliosoma cantharus*) son los espáridos mejor representados en los seadales de las islas.

En las comunidades de charcos del intermareal canario existen dos especies de peces características, el caboso *Mauligobius maderensis* (familia Gobiidae) y la barriguda *Parablennius parvicornis* (Blenniidae). Habitualmente, en los charcos poco profundos y más próximos al piso supralitoral, la población de estas especies se compone casi exclusivamente de juveniles. Asimismo, es frecuente observar, como especies acompañantes de las anteriores, a juveniles de lisas (*Chelon labrosus*).

En los bordes de los charcos poco profundos del mesolitoral medio la ictiofauna sigue estando dominada por la barriguda y el caboso, que encuentran en este piso su hábitat óptimo, y en los que se concentra su población adulta. También es posible encontrar al gobiesócido *Lepadogaster lepadogaster*.

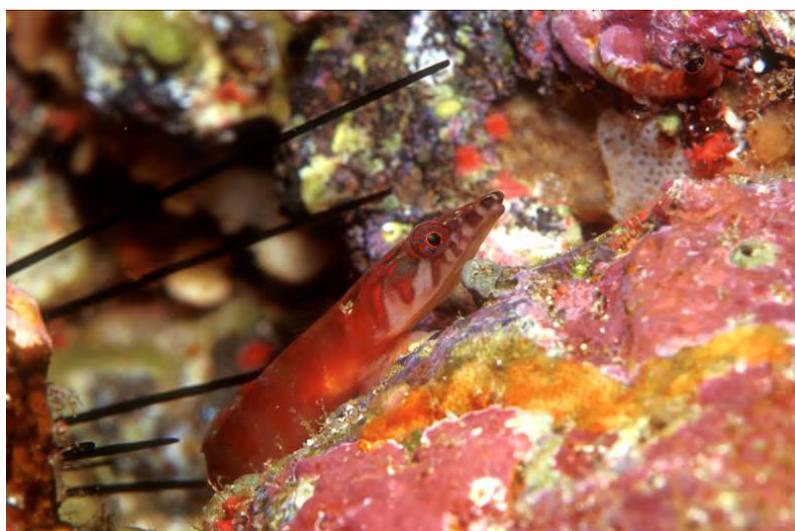
En las comunidades de charcos del mesolitoral inferior existe una sustitución de las especies típicas del mesolitoral alto y medio por *Gobius paganellus* y varias especies de blénidos, respectivamente. De estos últimos, los blénidos más frecuentes en estos charcos son *Lipophrys pholis* y *Coryphoblennius galerita*, entre otros. Además del gobiesócido *Lepadogaster lepadogaster*, es posible encontrar a *L. zebrina* y *L. candolii*. Entre las especies típicamente infralitorales son frecuentes el pejeverde (*Thalassoma pavo*), la fula negra (*Abudefduf luridus*), la barriguda mora (*Ophioblennius atlanticus*), juveniles de sargos (*Diplodus* spp.) o el rascacio (*Scorpaena maderensis*). Por último, destacar el papel fundamental de esta zona del intermareal como guardería para alevines de especies de peces de interés comercial, entre los que podemos destacar al mero (*Epinephelus marginatus*).

En las complejas redes tróficas de las comunidades infralitorales de sustratos duros participan peces característicos de estos fondos recubiertos de algas como la vieja (*Sparisoma cretense*), la salema (*Salpa salpa*), las barrigudas (*Ophioblennius atlanticus*; *Scartella cristata*; *Parablennius pilicornis*), los romeros (*Symphodus* spp.) o el pejeverde (*Thalassoma pavo*), entre otros. Por otra parte, estos fondos sirven de zona de cría y refugio para alevines y juveniles de numerosas especies de peces costeros (Fernández-Palacios *et al.*, 2001). Para algunas de estas especies, como los romeros (géneros: *Symphodus* y *Labrus*), estos fondos de algas son fundamentales para el mantenimiento de sus poblaciones pues constituyen los únicos lugares en los que pueden realizar sus puestas



en forma de nidos.

La comunidad de peces de los fondos rocosos sublitorales presentan una notable riqueza de especies y alta complejidad estructural. En estudios ecológicos sobre la composición específica de la ictiofauna costera de estos fondos, en la isla de El Hierro se encontraron unas 50 especies, un número medio de 6,71 especies, 128,95 ejemplares y una diversidad media de 1,19 por 100 m² (Bortone *et al.*, 1991). Falcón *et al.* (1993) señalan la presencia sobre estos fondos de un total de 132 especies para el conjunto de las islas también mediante muestreos similares. Las especies más frecuentes en los muestreos sobre este tipo de fondos son la fula negra (*Abudefduf luridus*), la fula blanca (*Chromis limbata*), el pejeverde (*Thalassoma pavo*), la vieja (*Sparisoma cretense*) y el tamboril azul (*Canthigaster rostrata*), todas ellas de bajo nivel trófico (Brito *et al.*, 1995).



Chupasangre (*Lepadogaster candolii*). Autor: C. L. Hernández-González.

La composición ictiológica del blanquizal está caracterizada fundamentalmente por la fula blanca (*Chromis limbata*), morena negra (*Muraena augusti*), murión (*Gymnothorax unicolor*), cabrilla (*Serranus atricauda*), abade (*Mycteroperca fusca*), pejeperro (*Bodianus scrofa*), espáridos del género *Diplodus* -*Dentex* o *Paganellus*- y gallos (*Balistes capriscus*, *Stephanolepis hispidus*), entre otros peces. Algunas especies forman cardúmenes en estos fondos, colocándose incluso a media agua, pero normalmente se distribuyen cerca del fondo, entre las rocas, buscando refugio, comida o realizando sus puestas en pequeñas oquedades.

En las anfractuosidades y oquedades de los fondos rocosos encontramos las morenas (*Muraena helena*, *Enchelycore anatina*) y los rascacios o rocaces (*Scorpaena* spp.), así como



el alfonsiño o alfonsito (*Apogon imberbis*) y la catalufa o alfonsiño (*Priacanthus cruentatus*). Esta última especie utiliza como refugio diurno los fondos rocosos con cuevas, mientras que de noche actúa como predador pelágico. Las oquedades, sobre todo en la parte inferior de la zona infralitoral, sirven de refugio a predadores demersales como el mero (*Epinephelus marginatus*), el abade (*Mycteroperca fusca*), las cabrillas (*Serranus cabrilla* y *S. atricauda*) o el congrio (*Conger coger*), comedores de peces y crustáceos (Brito *et al.*, 1984).

Los peces asociados a hábitats de cuevas sumergidas y semisumergidas son, entre otros, los rascacios (*Scorpaena maderensis*, principalmente), las catalufas (*Heteropriacanthus cruentatus*), los alfonsiños (*Apogon imberbis*), y ocasionalmente los chuchos (*Dasyatis pastinaca* y *Taeniura grabata*), congrios (*Conger conger*) y las brotas (*Phycis phycis*), estas últimas se refugian aquí durante el día. En cuevas con sustrato arenoso habita generalmente el caboso de las cuevas *Thorogobius ephippiatus*.



Alfonsiño (*Apogon imberbis*). Autora: Catalina Perales-Raya.

Entre los peces característicos de los fondos blandos circalitorales tenemos los osteíctios *Uranoscopus scaber* o pez rata, la araña *Trachinus radiatus*, los rubios *Trigloporus lastoviza* y *Chelidonichthys obscurus* y entre los condroíctios: los chuchos (*Dasyatis pastinaca*, *Taeniura grabata*), el torpedo (*Torpedo marmorata*), la mantelina (*Gymnura altavela*), el angelote (*Squatina squatina*) y los cazones (*Mustelus mustelus* y *M. asterias*).



Uranoscopus scaber, semienterrado en la arena. Autor: C. L. Hernández-González.

La comunidad íctica de sustratos duros en la zona circalitoral está representada por numerosas especies, muchas de ellas de notable interés comercial y es en esta zona donde se desarrollan las principales actividades pesqueras artesanales de Canarias. Junto a las especies ya señaladas anteriormente para la zona infralitoral, son características otras como las samas y pargos (*Dentex* spp.), el bocinegro (*Pagrus pagrus*), los verrugatos (*Umbrina ronchus* y *U. canariensis*), el Congrio (*Conger coger*), el tres colas (*Anthias anthias*), el ochavo (*Capros aper*), la brota (*Phycis phycis*) o los pequeños espáridos del género *Pagellus* (aligotes, brecas, besugos). Algunas de las especies señaladas para el infralitoral son aquí más abundantes y con ejemplares de tamaños mayores como es el caso de las morenas y espáridos. Entre los condríctios aparecen algunas especies como chuchos (*Taeniura grabata*, *Dasyatis pastinaca*), la altavela o mantelina (*Gymnura altavela*), galludos (*Squalus acanthias*, *Squalus megalops*) o el cazón (*Mustelus mustelus*).

En la parte más profunda de los fondos blandos batiales y abisales aparecen especies de peces con interés comercial, algunas con poblaciones numerosas constituyendo importantes recursos pesqueros. Se pueden encontrar poblaciones de palometas rojas (*Beryx decadactylus* y *B. splendens*), gádidos como el jediondo (*Mora moro*) o la merluza blanca (*Merluccius merluccius*), escorpénidos como la boca negra (*Helicolenus dactylopterus*) o el obispo (*Pontinus kuhlii*), además de otras de las especies señaladas para la zona circalitoral. También ciertos peces bentopelágicos están presentes en estas profundidades, como el escolar (*Ruvettus pretiosus*), el conejo (*Promethichthys prometheus*) y el candil (*Epigonus telescopus*). Entre los condríctios más frecuentes se encuentran el cazón dientoso (*Galeorhinus galeus*), la sarda (*Odontaspis ferox*), el quelme (*Centrophorus granulosus*) y la gata (*Dalatias licha*) (Brito *et al.*, 1984).



Tiburones de profundidad. Fondos Batiales-Abisales. Autor: P. Pascual-Alayón.

La información existente sobre la parte más profunda de la zona batial y hasta las profundidades abisales del archipiélago canario (Zona abisal) (Figura 3.1, franjas verde y azul), está fragmentada y es menos detallada. La comunidad de peces se empobrece muchísimo en diversidad, las familias Macrouridae (*Bathygadus* spp., *Coryphaenoides* spp. y *Nezumias* spp.) y Moridae (*Antimora rostrata*, *Gadella* spp. y *Laemonema* spp.) junto a diversas familias de condriictios, caracterizan el poblamiento ictiológico de esta zona. Desde la zona media del talud hasta la parte más profunda de las islas, existe una comunidad de tiburones de profundidad diversa y con poblaciones numerosas en algunas especies. Estos tiburones de profundidad pertenecen principalmente a las familias Centrophoridae (*Centrophorus* spp. y *Deania* spp.), Somniosidae (*Centroscymnus* spp., *Zameus squamulosus* y *Somniosus* spp.) y Etmopteridae (*Etmopterus* spp.).



Holocéfalo: *Hydrolagus affinis* Fauna Abisal Autor: Sergio Cansado



Bathyraya richardsoni Fauna Abisal Autor: P. Pascual-Alayón



Estas especies se distribuyen en diferentes cotas batimétricas, según su capacidad biológica, hasta alcanzar los fondos abisales a más de 2.500 m de profundidad. Otras especies como la quimera gigante (*Hydrolagus affinis*) o la raya de profundidad (*Bathyraja richardsoni*) también están presentes en estas cotas batimétricas más profundas del archipiélago canario.

3.2.3. Mamíferos marinos

Los mamíferos marinos son animales con una gran movilidad geográfica. Las áreas de distribución de muchas especies se extienden sobre amplias regiones oceánicas, superando los límites de una sola demarcación. Aunque las características geológicas y oceanográficas de las demarcaciones condicionan la presencia de especies, su estatus debe considerarse en el contexto más amplio de las poblaciones biológicas a las que pertenecen.

La demarcación Canaria se encuadra en la Subregión Atlántica macaronésica. Las poblaciones de mamíferos marinos de la demarcación pertenecen biogeográficamente al Atlántico Nororiental. El archipiélago canario es de origen volcánico y tiene una estrecha plataforma continental, lo que facilita la presencia de especies netamente oceánicas, además de otras más costeras. Las islas actúan como pantallas frente a las corrientes y vientos dominantes, produciendo un “efecto masa” en las vertientes sudoccidentales, con aguas en calma y temperaturas más elevadas, que favorece la presencia de colonias estables de cetáceos.

El conocimiento sobre las poblaciones de cetáceos proviene de los registros de los varamientos en las costas, observaciones en el mar y campañas sistemáticas de avistamiento. En las Islas Canarias se han contabilizado unas 27 especies de cetáceos (5 misticetos y 22 odontocetos). Las más características son el calderón tropical, el delfín común, el delfín listado, el delfín moteado atlántico, el delfín mular, el delfín gris, el cachalote y el zifio de Cuvier.

Algunas de estas especies están presentes a lo largo de todo el año, con poblaciones permanentes, como ocurre con los calderones, delfines mulares y grises y cachalotes. Otros son estacionales y su presencia en el archipiélago canario probablemente coincide con un movimiento migratorio (rorcuales). La alimentación de los delfines (listados, comunes y mulares) se basa en varias especies de peces y cefalópodos. Otros cetáceos como calderones, zifios y cachalotes son exclusivamente teutófagos.

Los cetáceos compiten con el hombre por los recursos pesqueros. La existencia de poblaciones estables en las Islas Canarias ha permitido un importante desarrollo de la industria de observación de cetáceos. Las principales amenazas para la conservación de algunas especies (en particular de los cachalotes) son el riesgo de colisiones con barcos, debido al intenso tráfico de embarcaciones rápidas entre las islas, y el efecto a largo plazo de



los cruceros turísticos sobre las poblaciones que los soportan, principalmente los calderones.

3.2.4. Reptiles marinos

El grupo de los reptiles está representado por cinco de las ocho especies reconocidas actualmente de tortugas marinas: la tortuga boba (*Caretta caretta*), la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la tortuga golfina (*Lepidochelys kempii*), además se ha constatado también la aparición de la tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea*) (un ejemplar fue observado en El Hierro en otoño de 1997). Estos animales se alimentan de medusas, sifonóforos y otros elementos pelágicos en aguas oceánicas, y de fauna y flora bentónica (cangrejos, erizos, moluscos, algas, etc.) en aguas litorales.

3.2.5. Aves marinas

En los acantilados, islotes y roques del archipiélago canario se reproducen de forma habitual, diez especies de aves marinas: el charrán común (*Sterna hirundo*), la gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*), la gaviota sombría (*Larus fuscus*), el paíño de Madeira (*Oceanodroma castro*), el paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*), el paíño pechialbo (*Pelagodroma marina*), la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*), la pardela chica (*Puffinus assimilis*), la pardela pichoneta (*Puffinus puffinus*), y el petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*).

Es de destacar el elevado número de especies (7) del orden Procellariiformes. Para varias de ellas las colonias canarias representan los únicos enclaves de cría de toda España: el petrel de Bulwer, la pardela pichoneta, la pardela chica, el paíño pechialbo y el paíño de Madeira. Todas estas aves se alimentan en aguas estrictamente pelágicas, o en áreas de elevada productividad en la cercana plataforma continental africana.

Debido a su situación geográfica, las islas Canarias también son atravesadas por numerosas especies europeas durante sus migraciones (Arcos *et al.*, 2009). Para más información consultar el documento específico elaborado para este grupo.

3.2.6. Especies protegidas

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad crea, en su artículo 53, el *Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial*, que incluye especies, subespecies y poblaciones merecedoras de una atención y protección particular, en función de su valor científico, ecológico, cultural, por su singularidad, rareza o grado de amenaza, así como aquellas que figuren como protegidas en Directivas y convenios internacionales ratificados por España.



La inclusión de especies en el Listado conlleva prohibiciones específicas suplementarias al régimen de protección general, principalmente dirigidas a su recolección o captura del medio silvestre, así como transporte y comercialización, tanto de los individuos como de sus restos o partes.

En el seno del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, se establece el *Catálogo Español de Especies Amenazadas* que incluirá, cuando exista información técnica o científica que así lo aconseje, los taxones o poblaciones de la biodiversidad amenazada. El Catálogo integra especies en las categorías:

- *En peligro de extinción*: taxones o poblaciones cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando.
- *Vulnerable*: taxones o poblaciones que corren el riesgo de pasar a en peligro de extinción en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellos no son corregidos.

El Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, desarrolla el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y el Catálogo Español de Especies Amenazadas, especificando las especies, subespecies o poblaciones que los integran, el procedimiento de inclusión cambio de categoría o exclusión de especies, la creación de un comité científico asesor así como la gestión de la información que contiene.

La Comunidad Autónoma de Canarias ha carecido de un cuerpo legal actualizado que enmarque y dé coherencia al conjunto normativo existente. La Ley 4/2010, BOC nº 112 de 9 de junio, del Catálogo Canario de Especies protegidas, viene a cumplir esa función, integrando los criterios necesarios para adaptar la legislación canaria sobre protección de especies a las exigencias de la legislación básica estatal y de la normativa comunitaria, con el fin de favorecer una aplicación coordinada y eficaz de toda esa normativa, basada además en los más recientes conocimientos que ponen de manifiesto la oportunidad y necesidad de actualizar el Catálogo Canario de Especies Protegidas.

La Comunidad Autónoma de Canarias, al amparo de las competencias exclusivas en materia de conservación de la naturaleza y regulación de los recursos naturales, se ha dotado de normas propias en la materia, como el Decreto 151/2001, BOC nº 97 de 1 de agosto, por el que se crea el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias, y la Orden de 13 de julio de 2005, BOC nº 143 de 22 de julio, por la que se determinan los criterios que han de regir la evaluación de las especies de la flora y fauna silvestres amenazadas.

En la presente evaluación inicial se van a tener en cuenta las especies marinas que se incluyen en el Anexo I. A continuación de cada listado se han incluido las erratas y sinonímias



detectadas (Froese y Pauly, 2011; Appeltans, *et al.*, 2011; Guiry y Guiry, 2011).

La Ley del Catálogo de Especies Protegidas de Canarias recoge, en su artículo 3, las categorías de las especies, subespecies o poblaciones de biodiversidad amenazada, o de interés para los ecosistemas canarios o de protección especial: 1) *Especies amenazadas* (a. *Especies “en peligro de extinción”* (Anexo I); b. *Especies “vulnerables”* (Anexo II). 2) *Especies de “interés para los ecosistemas canarios”* (Anexo III). 3) *Especies de “protección especial”* (Anexo IV).

En los anexos V y VI de esta ley se incluyen la categorías “sensible a la alteración de su hábitat” o de “interés especial”, y en el anexo VII se incluyen aquellas especies, presentes en Canarias, que tienen algún tipo de protección por la legislación comunitaria o por acuerdos internacionales, que no están incluidas en la Ley 4/2010, BOC nº 112 de 9 de junio, del Catálogo Canario de Especies protegidas.

Tursiops truncatus (delfín mular) y *Caretta caretta* (tortuga boba) son las dos únicas especies protegidas por la Directiva de Hábitats que han podido provocar impacto a la hora de proteger en Canarias (de nuevo se echan en falta criterios de protección de estas latitudes por parte de la UE). Con el criterio de la protección de una o ambas especies, los ZEC declarados por la presencia de estas especies prioritarias son: Franja Marina Santiago-Valle Gran Rey en La Gomera y Área Marina de La Isleta en Gran Canaria. Otras zonas, protegidas a la vez por su presencia de hábitat 1110 y de una o ambas especies son: Sebadales del Sur de Tenerife, Franja Marina de Teno-Rasca, Mar de Las Calmas, Franja Marina de Fuencaliente, Bahía de Gando, Sebadales de Playa del Inglés, Franja Marina de Mogán, Bahía del Confital, Cueva de Lobos, Playas de sotavento de Jandía, Sebadales de Corralejo y Sebadales de La Graciosa.

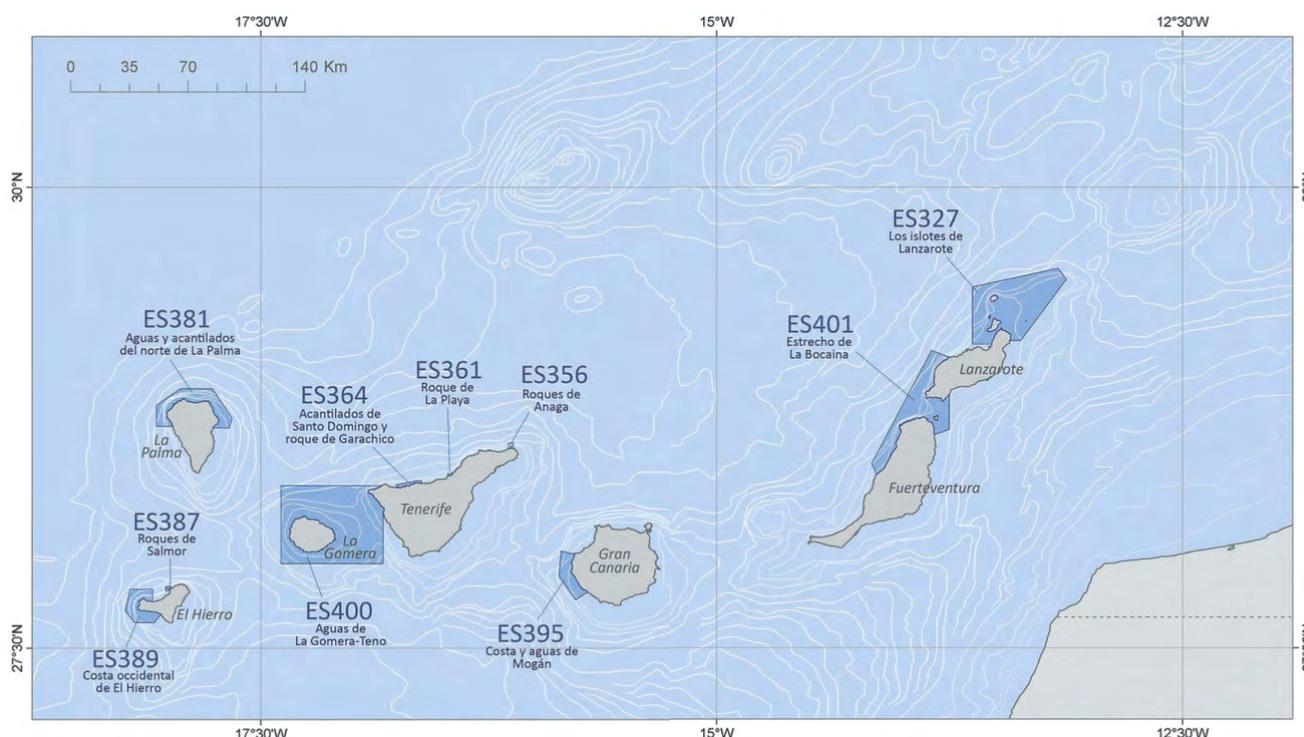
En el caso particular de las aves marinas, las siete especies del orden Procellariiformes que crían en Canarias se encuentran amenazadas (por la pérdida de hábitat, depredación de mamíferos introducidos, luces artificiales, etc.), por lo que, a excepción de la pardela pichoneta, se incluyen todas en el Anexo I de la Directiva de Aves.

En las islas Canarias se han identificado 10 Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas (IBA, *Important Bird Areas*), la mayoría de las cuales son extensiones marinas de colonias reproductoras (6 especies, 10 IBA). También se han identificado algunas áreas de concentración en el mar (1 especie, 3 IBA), pero la mayor parte de las aves reproductoras en el Archipiélago se alimentan en aguas de la plataforma continental del NO de África, o bien en aguas estrictamente oceánicas, de forma muy dispersa.

La IBA ES389 (costa occidental de El Hierro) es una extensión marina a las importantes colonias de petrel de Bulwer y pardela cenicienta del sector occidental de El Hierro, mientras que en el entorno de los Roques de Salmor se localiza la ES387, también como extensión



marina a los mismos, y en los que se encuentran importantes colonias de petrel de Bulwer, pardela chica, paíño europeo y paíño de Madeira. En aguas y acantilados del norte de La Palma se localiza la IBA ES381, extensión marina definida para las colonias de petrel de Bulwer, pardela cenicienta y pardela chica.



Mapa de las IBA marinas en Canarias. Fuente: Arcos *et al.*, 2009.

Las aguas costeras de La Gomera y las interinsulares entre ésta y el noroeste de Tenerife (costa occidental del macizo de Teno y acantilados de Los Gigantes) definen la IBA ES381, que constituye una importante zona marina con marcada presencia estival de pardela cenicienta y, en menor medida, de petrel de Bulwer; esta IBA, asimismo, concentra un alto porcentaje de la población reproductora canaria de estas especies junto, a aves en paso que frecuentan estas aguas para alimentarse o descansar. Tenerife alberga 3 IBA marinas, la ES364 (Acantilados de Santo Domingo y roque de Garachico), la ES361 (Roque de La Playa) y la ES356 (Roques de Anaga). Todas ellas se identifican como extensión marina a colonias reproductoras de petrel de Bulwer, y colonias de pardela chica y paíño de Madeira en la ES364 y ES356. En Gran Canaria, y más concretamente desde la Punta de la Aldea hasta el Puerto de Mogán, se localiza la ES395, que constituye una extensión marina a importantes colonias de pardela cenicienta y petrel de Bulwer. La ES401, comprende las aguas del estrecho de la Bocaina, como se conoce localmente el canal entre Lanzarote y



Fuerteventura, e incluye los alrededores del islote de Lobos. Esta zona actúa como embudo para la mayor población reproductora mundial de pardela cenicienta (la de las islas Salvajes), en sus viajes de alimentación a la plataforma continental noroeste africana. Asimismo, en las costas e islotes adyacentes a esta IBA, existen varias colonias de cría, de importancia a nivel regional, de esta especie de pardela, así como de pardela chica, paíño común y paíño de Madeira. Por último, la IBA marina de los islotes de Lanzarote (ES327), constituida por La Graciosa, Montaña Clara y Alegranza y el área marina en torno a ellos, es uno de los mejores lugares de nidificación de aves marinas de la región macaronésica. En ella se combinan importantes áreas de alimentación así como extensiones marinas de colonias de nidificación. En esta zona nidifican 6 de las 7 especies de Procellariiformes canarios: petrel de Bulwer, pardela cenicienta, pardela chica, paíño pechialbo, paíño europeo y paíño de Madeira.

3.2.7. Especies alóctonas

La presencia de especies alóctonas en los ecosistemas ha sido reconocida como una de las mayores amenazas a la biodiversidad a escala mundial. En el medio marino son numerosos los vectores que facilitan su introducción: aguas de lastre e incrustaciones en embarcaciones, actividades de acuariofilia y acuicultura, apertura de canales interoceánicos etc. Además, la degradación de los ecosistemas inducida por otro tipo de presiones puede favorecer el asentamiento de esas especies y potenciar su carácter invasor, al igual que las variaciones ambientales resultantes del actual proceso de cambio climático acelerado.

La existencia de grandes puertos abiertos a un intenso tráfico internacional, como el Puerto de la Luz en Las Palmas de Gran Canaria, base tradicional de escala y avituallamiento de buques en su paso por el Atlántico Medio que representa un punto de conexión entre Europa, África y América, y que es también puerto de arribada de flotas pesqueras internacionales que operan en los caladeros africanos, representa una importante vía de entrada potencial de especies invasoras. Su ubicación geográfica, en la zona de transición entre clima templado y tropical, puede favorecer también el asentamiento de especies propias de ambas zonas.

Debido a la fragilidad de los ecosistemas insulares frente a la introducción de especies alóctonas esta cuestión ha sido objeto de una especial atención por parte de las administraciones, pero por desgracia los esfuerzos se han dirigido mayoritariamente al ámbito terrestre. Por ello, a pesar de la importancia de este descriptor para definir el BEA del medio marino, la información disponible a día de hoy no permite llevar a cabo una caracterización exhaustiva del estado de la demarcación en relación al mismo.

Dicha carencia de datos es no solo atribuible a limitaciones en los recursos dedicados a esta línea de investigación en el área considerada, sino también a una serie de dificultades



intrínsecas. De entrada, el proceso de recopilación de datos relevantes se ve afectado porque algunos trabajos califican como alóctonas especies que se están expandiendo desde sus áreas de distribución habitual por medios naturales, y que por tanto no lo serían en realidad, atendiendo a la definición adoptada en el contexto de las EEMM, que las restringe a aquellas en las que al menos alguna fase de su proceso de dispersión se ha asociado a un vector antrópico. Este podría ser el caso de algunas especies de peces propias de zonas costeras africanas tropicales, que han sido calificadas de alóctonas en las Canarias, como *Chaetodon sanctaehelenae* u *Holocentrus ascensionis*, entre otras, que figuran en listados de especies introducidas cuando es muy posible que hayan arribado al archipiélago mediante procesos de dispersión totalmente naturales, quizás en relación al fenómeno de tropicalización ligado al cambio climático observado en otras zonas templadas, como el Mediterráneo.

Sin embargo, la mayor dificultad para evaluar la introducción de especies alóctonas en el medio marino de las Islas Canarias es el de las denominadas especies criptogénicas, aquellas en las que no es posible determinar con seguridad si son o no nativas. Es un problema que afecta en mayor o menor medida a todas las demarcaciones; pero en el archipiélago canario representa una especial dificultad debido al desconocimiento de las biotas marinas nativas, que sólo en las últimas décadas ha alcanzado un nivel aceptable. De hecho, en la lista de especies marinas de Canarias publicada en 2003 (Moro *et al.*, eds., 2003), puede comprobarse que en la mayoría de grupos taxonómicos el nº acumulado de especies citadas no se estabiliza hasta las décadas de los 80 y 90, y en algunas clases sigue presentando aún una tendencia positiva apreciable. Además, en ese mismo listado, que contiene 5.232 especies, los taxa calificados como nativos probables o posibles son más que aquellos considerados como nativos seguros, y sólo 36 son definidas como introducidas. Por ello, si bien en otras demarcaciones resulta factible incluir, por precaución, especies criptogénicas en los listados de posibles especies alóctonas, en el caso de Canarias resulta obligado limitarse a las que existe una cierta seguridad de que son en realidad especies no nativas.

Con todo, el principal problema es la falta de programas de seguimiento de amplia cobertura espacial, con puntos de muestreo representativos y que en conjunto abarquen la totalidad de la demarcación. Además, la gran heterogeneidad de organismos susceptibles de muestreo, desde bacterias, virus o protozoos parásitos y fito o zooplancton a peces o macrobentos, pasando por pequeños individuos del meiobentos y otros, implica una enorme variedad de aproximaciones metodológicas tanto de muestreo como de análisis y supone por tanto una dificultad añadida. Finalmente, la escasez de datos cuantitativos sobre distribución y abundancia de especies alóctonas, impide distinguir aquellas con carácter invasor y, sobre todo, la escasez de información sobre los impactos reales de cada una de esas especies en los ecosistemas afectados, que a la postre es lo que se debe tener en



cuenta para evaluar su estado, impide por ahora la aplicación de indicadores rigurosos y precisos. En realidad sólo 4 de las referencias bibliográficas disponibles incluyen datos cuantitativos útiles en este sentido, pero muy puntuales.

A pesar de la relativa escasez de trabajos científicos detallados sobre especies autóctonas marinas en Canarias (hasta el momento se han podido analizar 17 publicaciones), el exhaustivo trabajo antes mencionado, el listado de especies marinas de Canarias elaborado en el 2003, en el que se indica el posible origen de cada uno de los taxa citados, y también una reciente “Base de Datos de Especies introducidas en Canarias” (<http://www.interreg-bionatura.com/especies/index.php>), desarrollada gracias a los proyectos Bionatura e Interreg III y hecha pública en el 2011. En el caso de especies marinas sólo incluye información sobre algas y algunos peces, pero no se limita a mencionar las especies presentes, sino que recoge toda la información complementaria disponible relativa a su presencia en la demarcación, dando una perspectiva general del estado de la biodiversidad en la demarcación.

Se sintetiza a continuación la información extraída de esas fuentes de información. Se han identificado:

-21 algas: *Asparagopsis armata*, *Caulerpa racemosa*, *Codium fragile*, *Colpomenia peregrina*, *Colpomenia sinuosa*, *Grateloupia imbricata*, *Gymnophycus hapsiphorus*, *Predaea huismannii*, *Scinaia australis*.

-1 anfípodo: *Caprella scaura*.

-4 ascidias: *Botrylloides leachi*, *Botryllus schlosseri*, *Diplosoma listerianum* y *Cystodites dellechiaiei*.

-22 briozoos: *Aetea anguina*, *Aetea ligulata*, *Aetea longicollis*, *Aetea sica*, *Aetea truncata*, *Beania mirabilis*, *Bugula avicularia*, *Bugula fulva*, *Bugula neritina*, *Bugula simplex*, *Bugula stolonifera*, *Chorizopora brongiartii*, *Electra pilosa*, *Escharina vulgaris*, *Fenestrulina malusii*, *Membranipora tuberculata*, *Microporella ciliata*, *Puellina innominata*, *Reptadeonella violácea*, *Schizoporella errata*, *Schizoporella unicornis* y *Scruparia ambigua*.

-2 gasterópodos: *Haminoea callidegenita* y *Terebra corrugata*.

-11 peces: *Acanthurus monroviae*, *Argyrosomus regius*, *Cephalopholis nigri*, *Cephalopholis taeniops*, *Chaetodon sanctaehelenae*, *Dicentrarchus labrax*, *Holocentrus ascensionis*, *Monodactylus sebae*, *Pomacanthus maculosus*, *Prognathodes marcellae*, *Selene dorsalis* y *Sparus aurata*, más 1 parásito mixozoo de éstos (*Sphaerospora testicularis*).

El análisis del resto de estudios disponibles podría aumentar esas cifras y cambiar ligeramente las proporciones de los distintos grupos; pero resulta obvio que en cualquier caso esa información proporciona una visión sesgada de la realidad. Ello es debido a que la



mayor parte de estudios se dirigen a especies del macrobentos, como algas y briozoos. En realidad, el relativamente alto número de briozoos no proviene de estudios diversos, sino que es atribuible a la inclusión de todas estas especies por parte de un único experto en la BD sobre especies invasoras marinas en Europa DAISIE <http://www.europe-aliens.org/>, y esa información ha sido, probablemente, la única referencia directa para la obra de Moro *et al.* eds. (2003).

También la fauna de especies ícticas alóctonas parece haber sido bien estudiada, si bien, como se ha mencionado anteriormente, varias de estas especies podrían no ser estrictamente alóctonas, sino especies Atlánticas tropicales que han ampliado su área de distribución de forma natural. Sin embargo, algunas de ellas han llegado a las islas, o a algunas de ellas, asociadas a actividades de acuicultura, como es el caso de *Sparus aurata*, *Dicentrarchus labrax* (nativas en las islas orientales pero introducidas en las occidentales) y *Argyrosomus regius*, y con ellos el parásito *Sphaerospora testicularis*.

Por tanto, las especies planctónicas de menor talla, como dinoflagelados, diatomeas, copépodos u otros organismos del nano-, micro- y mesozooplankton, y también las del meiobentos, en los que muy posiblemente existen también una proporción apreciable de especies alóctonas, no son contemplados en los programas de muestreo. En realidad, y más aún si llegamos a considerar virus o bacterias en los que la propia definición de especie es difusa, como se ha apuntado anteriormente, ni se dispone de inventarios faunísticos completos de las especies nativas. Sin embargo, el contar con información sobre los principales macroorganismos alóctonos, en especial aquellos con un papel estructural en los ecosistemas, como pueden ser las macroalgas, permite realizar una evaluación preliminar del estado de esta demarcación marina en función de este descriptor. En este sentido, cabe señalar que ninguna de las especies citadas parece presentar un carácter invasor con impactos apreciables en el archipiélago, si bien esta interpretación puede deberse en parte precisamente a la falta de estudios sobre esos impactos. Los peces procedentes de plantas de cultivo pueden obviamente competir con especies similares nativas y además ser vectores de enfermedades para las poblaciones locales, si bien las especies con mayor potencial para modificar hábitat podrían ser las macroalgas. Por ello a continuación se resume la información más relevante sobre algunas de esas especies, que al menos han sido calificadas de invasoras en otras demarcaciones ibéricas y que hayan demostrado algún tipo de impacto allí donde han sido localizadas o que presenten potencial invasor de acuerdo con la bibliografía al uso.

-*Asparagopsis armata* Harvey, 1855: Rodófito anual oportunista originaria de Australia que crece en sustratos duros y como epífita sobre otras algas en zonas bien iluminadas del infralitoral superior. En Canarias se ha distribuido por todas las islas, donde la fase gametangial se encuentra en la zona eulitoral inferior y en la sublitoral superior,



ocasionalmente en charcos del eulitoral medio. La fase tetrasporangial se encuentra en el eulitoral, epífita y epilítica. (Haroun *et al.*, 2003).

Fue observada por primera vez en Canarias en 1965 en Lanzarote (Johnston, 1969). Sin embargo es difícil precisar el periodo de introducción debido a la ausencia de estudios ficológicos y a la presencia en la flora marina nativa de otra especie, *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan, con gametófitos morfológicamente distintos pero con esporófitos no distinguibles morfológicamente (Afonso-Carrillo *et al.*, 2002).

Podría haber sido introducida mediante esporófitos creciendo en cascotes de barcos (Afonso-Carrillo *et al.*, 2002). Su éxito expansivo se debería a la capacidad de reproducción vegetativa de ambas fases y a su tolerancia a bajas temperaturas y a la producción de metabolitos para evitar los depredadores (Maggs y Stegenga, 1999). No se conocen los impactos en Canarias, pero en algunas zonas del Mediterráneo ha cambiado la fisonomía de los fondos y causado pérdidas de biodiversidad.

-*Caulerpa racemosa* var. *Cylindracea*: Alga nativa del sudoeste de Australia localizada en Tenerife, Lanzarote y Gran Canaria. Es una especie psamófila, aunque puede habitar cualquier biotopo en los primeros 60 m de profundidad y cualquier sustrato ya sea duro o blando (Verlaque *et al.*, 2003), si bien su hábitat preferido es el sublitoral arenoso, donde en Canarias ha sido vista en profundidades entre 10-50 m, en zonas próximas a sebadales, y también formando poblaciones densas entre 21 y 30 m de profundidad, creciendo junto a *Halophylla decipiens* Ostefeld.

Se reproduce mediante holocarpia, todo el talo participa en la formación de los gametos (Panayotidis y Zuljevic 2001). Su gran capacidad de expansión es debida a la reproducción asexual mediante la formación de propágulos y por fragmentación (Renoncourt y Meinesz 2002; Haroun *et al.*, 2003). Presenta comportamiento estacional, mostrando sus máximos valores de cobertura, densidad y presencia en verano y primavera, mientras que en otoño e invierno desaparece prácticamente en su totalidad.

Fue observada por primera vez en el Archipiélago Canario en los inicios de la década de 1990, de forma regular a partir de 1997-1998 (datos sin publicar). El primer espécimen, citado en Verlaque *et al.* (2004) fue depositado en el herbario en 2000 (TFC Phyc 10977).

Dado que todas las poblaciones se han encontrado en las proximidades de puertos deportivos y comerciales, y cercanas a concesiones de cultivos marinos, la hipótesis más probable es la dispersión desde el mar Mediterráneo por el transporte marítimo, ya sea por el vertido de aguas de lastre o por pequeños fragmentos enganchados a las anclas o adheridos al casco (fouling), que encuentran condiciones favorables (nutrientes) en zonas próximas a jaulas de engorde de peces.

-*Womersleyella setacea*, (Hollenberg) R.E. Norris [Norris, R.E. (1992)]. Ceramiales: Alga



filamentosa de color rojizo nativa de las Islas Hawai, Islas Johnston, Samoa, Islas Fiji, Islas Sociedad, Islas Carolina, Islas Marshall, Filipinas, Indonesia y costa atlántica de Costa Rica y El Salvador. Ha sido observada en varias de las islas Canarias: La Palma, la Gomera, el Hierro, Tenerife, Gran Canaria y Lanzarote, donde crece en charcos de marea de zonas tanto expuestas como protegidas, mezclada con otras algas cespitosas o como epífitas. También ha sido recolectada en zonas portuarias creciendo sobre cabos de fondeo de barcos pesqueros (Rojas-González y Afonso-Carrillo, 2000). Su ciclo de vida es poco conocido, mostrando propagaciones masivas impredecibles.

Fue citada por primera vez para Canarias en 2000 por Rojas-González y Afonso-Carrillo, basándose en el estudio de pliegos recogidos desde 1983, concretamente en Gran Canaria (1983), Tenerife (1990), El Hierro (1991), La Gomera (1992), La Palma (1993) y Lanzarote (1993), probablemente introducida en las aguas de lastre.

En cuanto a su impacto, parece inducir un elevado empobrecimiento específico de las comunidades que invade y lo hace, en parte, por su capacidad de retener sedimento que impide crecer a las especies autóctonas. Los valores de diversidad son inversamente proporcionales al incremento de los céspedes de esta especie (Piazzi y Cinelli, 2000).

3.3. Recursos pesqueros de la Demarcación Marina Canaria

Los condicionantes físicos, geológicos y climáticos que conforman el archipiélago canario y su entorno, ya descritos en anteriores capítulos, hacen que sus recursos marinos se caractericen por su diversidad, originalidad y fragilidad. Las aguas canarias son de baja producción, lo que contribuye a determinar que la densidad de población de cada especie sea pequeña y, por tanto, la capacidad productiva global del ecosistema sea muy limitada.

A pesar de estos condicionantes, la pesca ha tenido históricamente una gran importancia en la economía de Canarias como actividad artesanal, alrededor de unos recursos pesqueros constituidos en poblaciones de pequeño tamaño y con una capacidad de renovación limitada.

Los recursos pelágicos están divididos en costeros y oceánicos. Los pelágicos costeros están constituidos por unas quince especies entre las que destacan la caballa (*Scomber colias*), la alacha (*Sardinella aurita*), el chicharro (*Trachurus picturatus*), la sardina (*Sardina pilchardus*) y el machuelo (*Sardinella maderensis*). La caballa es la especie pelágica costera con mayores volúmenes de captura en aguas canarias. El chicharro también es frecuente y abundante en las capturas, aunque sin llegar a la importancia de la caballa. La sardina, abundante en otros tiempos en determinadas localidades del archipiélago, tiene una presencia bastante inestable en los mares canarios, y se ha constatado la sustitución de su nicho ecológico por la alacha, que ha aumentado claramente su presencia en los últimos años.



Entre los recursos pelágicos oceánicos, destacan varias especies de atunes, principalmente la tuna (*Thunnus obesus*), el bonito (*Katsuwonus pelamis*), el rabil (*Thunnus albacares*), el barrilote (*Thunnus alalunga*) y el patudo (*Thunnus thynnus*). Debido al comportamiento altamente migratorio de estos recursos, su presencia en el entorno de las Islas es muy variable, de marcado carácter estacional y con un alto grado de incertidumbre sobre lo que van a aportar cada año a la economía local del sector pesquero isleño. En abundancia (aunque no siempre en biomasa, dado su menor tamaño) el bonito es casi siempre la especie más pescada, y también la más estable en las capturas.



Pesca de bonitos en La Palma. Autor: RESMARCAN-IEO.

En los últimos años se ha producido un descenso en las capturas de tuna, si bien ésta se ha debido a la reducción en el esfuerzo pesquero, ya que tras varios años de sobreexplotación de su población los niveles de explotación actuales están próximos al RMS (Rendimiento Máximo Sostenible). En cuanto al patudo, en la actualidad se considera la existencia de dos stocks atlánticos, uno oriental y otro occidental. En general se puede decir que las especies relevantes para la economía canaria están a un nivel de explotación máxima de sus poblaciones.

Los recursos demersales litorales, objetivo de las pesquerías artesanales (unas veinticinco especies), son el mero (*Epinephelus marginatus*), el abae (*Mycteroperca fusca*), la cabrilla negra (*Serranus atricauda*), la cabrilla reina (*Serranus cabrilla*), el salmonete (*Mullus surmuletus*), las samas (*Dentex dentex* y *D. gibbosus*), la mugarra (*Diplodus annularis*), el



sargo breado (*Diplodus cervinus cervinus*), el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*), el sargo (*Diplodus sargus cadenati*), la seifía (*Diplodus vulgaris*), el bocinegro (*Pagrus pagrus*), la salema (*Sarpa salpa*), la chopa (*Spondylisoma cantharus*), los gallos (*Balistes carolinensis* y *Canthidermis sufflamen*), el Gallito (*Stephanolepis hispidus*), la Vieja (*Sparisoma cretense*), la morena negra (*Muraena augusti*), la morena picopato (*Enchelycore anatina*), el murión (*Gymnothorax unicolor*), entre los peces, y el choco (*Sepia officinalis*) y el calamar (*Loligo vulgaris*) entre los moluscos.



Gran ejemplar de pejeperro (*Bodianus scrofa*). Autor: RESMARCAN-IEO.

Meros y abaes son capturados con aparejos de anzuelo y nasas en todas las islas, mientras que cabrillas, samas, mugarras, sargos, seifías, bocinegros, salemas, chopas y viejas lo son con aparejos de anzuelo, nasas y trasmallos (la vieja también con redes izadas), y salmonetes y gallitos únicamente con nasas y trasmallos. Los gallos, por su parte son objetivo de pescas con aparejos de anzuelo y trasmallo. Las morenas se capturan tanto con métodos de pesca específicos (pesquerías dirigidas): tambores de orilla e instrumentos de pesca (lazos), como con nasas; también son capturadas por los campesinos en la orilla, utilizando pulpo y canciones como reclamo. En cuanto a los moluscos, el calamar es objetivo marcadamente



estacional de la pesca con poteras, mientras que el choco es capturado con nasas durante casi todo el año.

De manera general, estos recursos se encuentran en estado de sobreexplotación y, desde una perspectiva precautoria, es necesaria la adopción inmediata de medidas drásticas para su recuperación, el establecimiento de bases para su explotación sostenible y la aplicación de las medidas de gestión que garanticen su conservación. Caso aparte sería el del salmonete, gallito, calamar y choco, que no están en estado de sobrepesca, por un lado, y la sama (*D. dentex*), los gallos y las morenas por otro, de las que no existe suficiente información. La pesca recreativa puede estar contribuyendo a la presión pesquera existente sobre la mayor parte de estas especies.



Captura de tabletas (*Beryx decadactylus*). Autor: CAMPAC-IEO.

Los recursos de aguas profundas suman una treintena de especies. Entre los cefalópodos podemos encontrar la pota (*Illex coindetii*), el calamar del alto (*Loligo forbesi*), la pota negra o pota europea (*Todarodes sagittatus*), el volador (*Ommastrephes bartramii*), y la pota de ley (*Sthenoteuthis pteropus*), mientras que entre los peces encontramos la morena papuda



(*Gymnothorax polygonius*), la morena pintada (*Muraena helena*), el dientón o calé (*Dentex maroccanus*), el pejesable o sable plateado (*Lepidopus caudatus*), el pejeconejo (*Promethichthys prometheus*), el congrio (*Conger conger*), el obispo o volón (*Pontinus kuhlii*), el gorás (*Pagellus bogaraveo*), el cherne o romerete (*Polyprion americanus*), la merluza europea (*Merluccius merluccius*), la bocanegra (*Helicolenus dactylopterus dactylopterus*), la fula de altura o alfonsiño (*Beryx splendens*), la tableta o fula ancha (*Beryx decadactylus*) y los pejesables negros (*Aphanopus carbo* y *A. intermedius*), y entre los crustáceos, el camarón narval (*Plesionika narval*), el camarón soldado (*Plesionika edwardsii*), el cangrejo buey canario (*Cancer bellianus*), el camarón cabezudo (*Heterocarpus ensifer*) y el cangrejo rey (*Chaceon affinis*).

En el caso concreto de los cefalópodos, y a pesar de la presencia en Canarias de todas las especies mencionadas, las potas no son claro objetivo de pesquerías artesanales en las Islas, al igual que les pasa al calamar del alto, cuyas capturas pueden llegar a ser importantes ocasionalmente, y al volador, que puede ser capturado ocasionalmente con traíña y potera. La pota de ley es objetivo de pesquerías artesanales estacionales en algunas islas y, en base a los datos obtenidos y a otros resultados de estudios indirectos, en Canarias podría considerarse, al menos por el momento, un recurso estacional de abundancia interanual muy variable y predominante en las aguas que bordean a las islas más occidentales. En el caso de la pota negra, las capturas han sufrido fuertes oscilaciones, con caídas máximas de aproximadamente el 75 % en un año, motivadas por la combinación de la sobrepesca y de condiciones climáticas adversas para la especie. De ninguno de los moluscos nombrados se dispone de información biológica para el conocimiento del estado de las poblaciones ni para la implementación de medidas de regulación y gestión pesquera.

En cuanto a los peces, las morenas son objetivo durante todo el año de una pesquería artesanal, dirigida en algunos casos, como es la pesca con tambores de profundidad, y en otros casos no, como es la pesca con nasas y palangres de fondo. La merluza se constituye como recurso pesquero únicamente en algunos caladeros del noreste del archipiélago, en las proximidades de la reserva marina de La Graciosa, donde actualmente es capturada con liñas con carrete eléctrico por la población local, aunque históricamente (y aún hoy por parte de flotas foráneas) fue sobreexplotada con palangres de fondo. El dientón y el gorás también son más frecuentes en las islas orientales y se capturan como especie objetivo o accesoria con anzuelo, nasa y palangre de fondo. El pejesable es especie acompañante o descartada en las pesquerías artesanales efectuadas con aparejos de anzuelo (liñas y palangres verticales) prácticamente todo el año, mientras que el pejeconejo es objetivo de una pesquería artesanal dirigida, practicada con aparejos de anzuelo (palangres verticales), fundamentalmente localizada en El Hierro (prácticamente todo el año), lo mismo que le pasa al alfonsiño, que además se pesca en Gran Canaria durante una zafra relativamente corta y



marcadamente estacional. De la pesca del alfonsiño es especie secundaria la tableta.

En Canarias se obtienen buenas capturas de congrio, sobre todo en las islas orientales, mediante nasas, tambores, palangres de fondo y liñas. El obispo es una especie no muy abundante en el archipiélago y que habitualmente ha formado parte de la captura accesoria en la pesca de otra especie objetivo como es la bocanegra, de la que se obtienen buenas capturas, sobre todo en las islas orientales, mediante nasas, palangres de fondo y liñas. El cherne es frecuente en la pesca con anzuelo y palangre de fondo como especie objetivo o accesoria. En el área macaronésica, los pejesables negros son objeto de una pesquería semiindustrial con un aparejo altamente especializado: el palangre maderense de deriva a media agua, aparejo en el que los anzuelos actúan entre 200 y 500 m por encima del fondo oceánico. En el sector de Canarias, fundamentalmente en la zona del norte y noroeste de La Palma, por fuera de las 12 millas, una parte de la flota palangrera maderense pesca sobre este recurso desde hace cerca de diez años.

Entre los crustáceos, los camarones se encuentran en fase de explotación con nasas bentónicas tradicionales (como especie objetivo, aunque en una pesquería multiespecies) en diferentes islas según la especie. Así, el camarón narval se explota con estas nasas sobre todo en Tenerife y el camarón soldado en El Hierro, La Palma, La Gomera, Tenerife y Gran Canaria (con el camarón cabezudo como principal especie secundaria). Además, en Gran Canaria ha comenzado a utilizarse la nasa camaronera semiflotante como método para la captura del camarón soldado. El cangrejo buey se encuentra en fase inicial de explotación con nasas bentónicas tradicionales en Gran Canaria (sector norte-noroeste), Tenerife (sector este), La Gomera (sector sur) y La Palma. Se trata de una pesquería mixta cuyas especies objetivo son el cangrejo buey canario y el camarón soldado. Por último, en Gran Canaria existe una pesquería de cangrejo rey en fase de desarrollo que se lleva a cabo por medio de nasas bentónicas tradicionales. Los stocks insulares de crustáceos profundos nunca han sido prospectados ni evaluados.

Los recursos profundos necesitan ser investigados y evaluados en su mayoría, para establecer las bases para su gestión sostenible y abordar el desarrollo de nuevas pesquerías. Estos recursos (peces, crustáceos y cefalópodos) pueden representar una alternativa o complemento a los actualmente explotados.

No existe información para indicar el estado de la morena papuda, el dientón, el gorás y el cherne. No existen indicios razonables para pensar que el pejesable, el pejeconejo, el alfonsiño y la tableta se encuentre en estado de sobreexplotación. La pesca recreativa contribuye a la presión pesquera sobre el dientón, el pejeconejo, el cherne, el gorás, el alfonsiño y la tableta.

Los recursos marisqueros litorales están representados por una quincena de especies,



pertenecientes al grupo de los poliquetos, los moluscos, los crustáceos y los equinodermos. Los poliquetos nereidos (miñocas), constituidos por varias especies del género *Perinereis* y *Nereis*, son capturados para su uso como carnada, para el cebado de anzuelos, tanto en la pesca recreativa como profesional. Existe información científica sobre su distribución y biología, pero no está cuantificada su explotación en Canarias. Debido a la disponibilidad de otras especies para su uso como cebo, su captura ha descendido en los últimos años.

Diferentes especies de crustáceos decápodos son recursos habituales, capturados para el consumo humano (cangrejos y centollos) o para su uso como carnada en la pesca con anzuelo. Las especies que deben ser consideradas recurso son: *Grapsus adscensionis*, *Plagusia depressa*, *Percnon gibessi*, *Pachygrapsus* spp., *Xantho* spp. y *Eriphia verrucosa*. Los percebes (*Pollicipes pollicipes*) y las clacas (*Megabalanus* spp.) son recolectados ocasionalmente, pero tienen un consumo menor debido a su escasez. Dado lo reducido de sus poblaciones, su lento crecimiento y el carácter local de su distribución, no deben ser considerados como recurso marisquero. Las langostas son un recurso escaso y en declive, por lo que se encuentra prohibida su captura, excepto en el caso del santiaguíño (*Scyllarus arctus*), la cual no tiene stocks suficientes en Canarias para ser considerada un recurso.

Entre los moluscos, el pulpo (*Octopus vulgaris*) es habitualmente capturado con fija en el mesolitoral, aunque también puede ser pescado con nasa en la zona infralitoral. La almeja canaria (*Haliotis tuberculata coccinea*) tiene su captura prohibida por la legislación pesquera. Otras especies de moluscos que constituyen recursos marisqueros son las lapas (diferentes especies del género *Patella*) y burgados (género *Osilinus*). El bucio (*Stramonita haemastomo*) es capturado frecuentemente en algunas localidades para su consumo.

En lo que respecta a equinodermos, diversas especies de erizos de mar son recolectadas para consumo humano o para su uso como carnada en la pesca con pandorgas y nasas. Las especies potenciales como recurso marisquero (ya que ninguna de ellas se puede decir que actualmente constituya un verdadero recurso) son: *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus* y *Diadema aff. antillarum*.

Los recursos marisqueros litorales también se encuentran en estado de sobreexplotación y, desde un enfoque precautorio, es necesaria la toma inmediata de medidas adecuadas para su recuperación y mejora de su valor económico, así como la adopción del Código Técnico Sanitario que garantice la seguridad alimentaria.

Para concluir este apartado, es importante destacar que la infraestructura de puntos de descarga y primera venta, establecida en Canarias, tiene importantes carencias relativas al control de descargas, como son la identificación incorrecta de especies, la inexistencia en el programa informático de especies presentes en el área, la no correspondencia entre nombres comunes, oficiales y locales, o la no realización de muestreos de tallas periódicos



de las especies más importantes. La resolución de estas cuestiones es esencial para la evaluación del estado de los recursos.



Pulpo (*Octopus vulgaris*). Autor: CAMPAC-IEO.



4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, J.; Uchupi, E.; Muñoz, A.; Herranz, P.; Palomo, C.; Ballesteros, M. y ZEE Working Group; 2005. En: Clift, P. y Acosta, J. (Eds.). *Geophysics of the Canary Islands. Results of Spain's Exclusive Economic Zone Program*. págs. 1-40.

Afonso-Carrillo, J., M. C. Gil-Rodríguez y W. Wildpret. 1984. Algunas consideraciones florísticas, corológicas y ecológicas sobre las algas Corallinaceae (Rhodophyta) de las Islas Canarias. Secretariado de publicaciones, Universidad de Murcia. *Anales de Biología* (sección especial 2): 23- 37.

Afonso-Carrillo, J.; Sansón, M.; 1999. *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave analítica*. Secret. Publ. Uni. La Laguna, La Laguna.

Afonso-Carrillo, J.; Sansón, M.; Reyes, J.; Rojas-González, B.; 2002. Morfología y distribución de la rodófito alóctona *Neosiphonia harveyi*, y comentarios sobre otras algas marinas probablemente introducidas en las islas Canarias. *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, XIV (3-4): 83-98. (Publicado en 2003).

Aguilera-Klink, F.; Brito, A.; Castilla, C.; Díaz-Hernández, A.; Fernández-Palacios, J.M.; Rodríguez-Rodríguez, A.; Sabaté, F.; Sánchez-García, J.; 1994. *Canarias. Economía, Ecología y Medio Ambiente*. La Laguna, Francisco Lemus Ed.: 365 págs.

Ancochea, E.; Barrera, J.L.; Bellido, F.; Benito, R.; Brändle, J.M.; Cebriá, J.M.; Coello, J.; Cubas, C.R.; De la Nuez, J.; Doblas, M.; Gómez, J.A.; Hernán, F.; Herrera, R.; Huertas, M.J.; López-Ruiz, J.; Martí, J.; Muñoz, M.; Sagredo, J.; 2004. Canarias y el vulcanismo neógeno peninsular. En: Vera, J.A. (Ed.). (2004): *Geología de España*. Sociedad Geológica de España-Instituto Geológico y Minero de España, págs. 635-682.

Anguita, F; Hernán, F.; 1975. A propagating fracture model versus a hot spot origin for the Canary islands. *Earth and Planetary Science Letters*, 27: 11-19.

Appeltans, W.; Bouchet, P.; Boxshall, GA.; Fauchald, K.; Gordon, DP.; Hoeksema, BW.; Poore, GCB.; van Soest, RWM.; Stöhr, S.; Walter, TC.; Costello, MJ. (eds). 2011. *World Register of Marine Species*. Accessed at <http://www.marinespecies.org>

Araña, V.; Ortiz, R.; 1991. The Canary Islands: Tectonic, magmatism and geodynamic framework. En: A.B. Kampunzu y R.T Lubala: (Eds.). *Magmatism in Extensional Structural Settings-the Phanerozoic African Plate*. Springer, New York, págs. 209-249.

Arcos, J.M.; Bécares, J.; Rodríguez, B.; Ruiz, A.; 2009. *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves Marinas en España*. LIFE04NAT/ES/000049-Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife). Madrid: 380 págs.



Aristegui, J.; Brito, A.; Cruz, T.; Bacallado, J.J.; Barquín, J.; Núñez, J.; Pérez-Dionis, G.; 1987. El poblamiento de los fondos de *Dendrophyllia ramea* (Antozoa: Scleractinia) en las Islas Canarias. *Cuad. Marisq. Publ. Téc.*, 11: 163-181.

Babcock, R.C.; Kelly, S.; Shears, N.T.; Walker, J.W.; Willis, T.J.; 1999. Changes in community structure in temperate marine reserves. *Mar Ecol Prog Ser*, 189: 125-134.

Bacallado, J.J.; Cruz, T.; Brito, A.; Barquín, J.; Carrillo, M.; 1989. *Reservas marinas de Canarias*. Consejería de Agricultura y Pesca del Gobierno de Canarias: 199 pp.

Ballesteros, E.; 1993. Algunas observaciones sobre las comunidades de algas profundas en Lanzarote y Fuerteventura (Islas Canarias). *Vieraea*, 22: 17-27.

Barberá, C.; Tuya, F.; Boyra, A.; Sánchez-Jerez, P.; Blanch, I.; Haroun, R.J.; 2005. Spatial variation in the structural parameters of *Cymodocea nodosa* seagrass meadows in the Canary Islands: a multiscaled approach. *Botánica Marina*, 48: 122-126.

Barquín-Diez, J.; González-Lorenzo, G.; Marín-García, L.; Gíl-Rodríguez, M.C.; Brito, A.; 2005. Distribución espacial de las comunidades bentónicas submareales de los fondos someros de Canarias. I: Las comunidades de sustrato blando de las costas de Tenerife. *Vieraea*, 33: 435-448.

Barton, E.D.; Aristegui, J.; Tett, P.; Cantón, M.; García-Braun, J.; Hernández-León, S.; Nykjaer, L.; Almeida, C.; Almunia, J.; Ballesteros, S.; Basterretxea, G.; Escánez, J.; García-Weill, L.; Hernández-Guerra, A.; López-Laatzén, F.; Molina, R.; Montero, M.F.; Navarro-Pérez, E.; Rodríguez, J.M.; van Lenning, K.; Vélez, H.; Wild, K. 1998. The transition zone of the Canary Current upwelling region. *Progress in Oceanography*, 41 (4): 455-504.

Basterretxea, G.; Aristegui, J.; 2000. Mesoscale variability in phytoplankton biomass distribution and photosynthetic parameters in the Canary-NW African coastal transition zone. *Marine Ecology Progress Series*, 197: 27-40.

Bécognée, P.; Almeida, C.; Barrera, A.; Hernández-Guerra, A.; Hernández-León, S.; 2006. Annual cycle of clupeiform larvae around Gran Canaria Island, Canary Islands. *Fisheries Oceanography*, 15: 293-300.

Birkett DA.; Magss, C.; Dring, M.J.; 1998. Maerl. An overview of dynamics and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. *Scottish Association for Marine Science*, 5: 1-116.

Bortone, S. A.; Van Tassell, J.; Brito Hernández, A.; Falcón, J. M.; Bundrick, C. M.; 1991. A visual assessment of the inshore fishes and fishery resources off El Hierro, Canary Islands: a baseline survey. *Scientia Marina*, 55(3), 529-541.

Braun, J.G.; 1980. Estudios de producción en aguas de las Islas Canarias. I, hidrografía,



nutrientes y producción primaria. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 285: 149-154.

Braun, J.G.; 1981. Estudios de producción en aguas de las Islas Canarias. II. Producción del zooplancton. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 290: 89-96.

Breen, P.A.; Carson, T.A.; Foster, J.B.; Stewart, E.A.; 1982. Changes in subtidal community structure associated with British Columbia sea otter transplants. *Mar Ecol. Prog. Ser.*, 7: 13-20.

Brito, A.; 1984. El medio marino. Págs. 27-41. En: *Fauna Marina y Terrestre del Archipiélago Canario*. Edirca S. L. Ed. Las Palmas de Gran Canaria: 356 págs.

Brito, A.; Cruz, T.; Moreno, E.; Pérez, J.M.; 1984. Fauna Marina de las islas Canarias. Págs. 42-60. En: *Fauna Marina y Terrestre del Archipiélago Canario*. Edirca. S.L. Ed. Las Palmas de Gran Canaria: 356 págs.

Brito, A.; Barquín, J.; Falcón, J.M.; González, G.; Pascual, P.; Dorta, C.; 1995. *Informe sobre la propuesta de creación de una reserva marina en el Mar de las calmas* (El Hierro, Isla Canarias): 25 pp.

Brito, A.; Falcón, J. M.; Aguilar, N.; Pascual, P.; 2001. Fauna vertebrada marina. Págs. 218-229. En: *Naturaleza de las Islas Canarias. Ecología y Conservación*. Fernández-Palacios, J.M. y J.L. Martín (Dirs. y Coords.). Turquesa. Santa Cruz de Tenerife: 474 págs.

Brito, A.; Lozano, I. J.; Falcón, J. M.; Rodríguez, F. M.; Mena, J.; 1996. Análisis biogeográfico de la ictiofauna de las Islas Canarias. Págs. 241-269. En: Llinás O.; J. González y M. J. Rueda (Eds.) *Oceanografía y recursos marinos en el Atlántico Centro-Oriental*. Consejería De Educación, Cultura y Deportes. Gobierno de canarias. Las Palmas de Gran Canaria.

Brito, A.; Pascual, P.; Falcón, J.M.; Sancho, A.; González, G.; 2002. *Peces de las Islas Canarias, Catálogo comentado e ilustrado*: 419 págs.

Brito, A.; Ocaña, O.; 2004. *Corales de las Islas Canarias. Antozoos con Esqueleto de los Fondos litorales y Profundos*. Francisco Lemus Editor, La Laguna: 477 pp.

Brito, M.C.; Martín, D.; Núñez, J.; 2005. Polychaetes associated to a *Cymodocea nodosa* meadow in the Canary Islands: assemblage structure, temporal variability and vertical distribution compared to other Mediterranean seagrass meadows. *Marine Biology*, 146 (3): 467-481.

Bruno, M.; 2008. Suratlántico y Macaronesia. En: *Mares de España: The Seas of Spain*. Secretaría General del Mar. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-8320-423-8.

Compagno, L.J.V.; 1984. FAO species catalogue, Sharks of the world. *FAO Fishery Synopsis*,



125 (IV), Part 1: 249 págs.

Dañobeitia, J.J.; Collette, B.J.; 1989. Estudio mediante sísmica de reflexión de un grupo de estructuras submarinas situadas al Norte y al Sur del archipiélago Canario. *Acta Geológica Hispánica*, 24 (2): 147-163.

Davenport, R.; Neuer, S.; Helmke, P.; Pérez-Marrero, J.; Llinás, O.; 2002. Primary productivity in the northern Canary Islands region as inferred from SeaWiFS imagery. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 49 (17): 3481-3496.

De León, A.R.; Braun, J.G.; 1973. Ciclo anual de la producción primaria y su relación con los nutrientes en aguas Canarias. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 167: 1-24.

Doney, S.C.; Fabry, V.J.; Feely, R.A.; Kleypas, J.A.; 2009. Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Ann. Rev. Mar. Sci.*; 1: 169-192. 10.1146/annurev.marine.010908.163834.

Duggins, D.O.; 1980. Kelp beds and sea otters: an experimental approach. *Ecology*, 61: 447-453.

Espino, F.; Boyra, A.; Tuya, F.; Haroun, R. J.; 2006. *Guía visual de Especies Marinas de Canarias*. Oceanográfica: Divulgación, Educación y Ciencia S.L.: 482 págs.

Espino, F.; Tuya, F.; Blanch, I.; Haroun, R.J.; 2008. *Los sebadales en Canarias. Oasis de vida en los fondos arenosos*. BIOGES, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria: 68 pp.

Fabry, V. J.; B. Seibel, B.; R. A. Feely, and J. C. Orr; 2008. Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. *ICES J. Mar. Science*, 65: 414.

Falcón, J.M.; Carrillo, M.; 2005. Plan de gestión y monitorización ecológica del LIC ES-7020017 Punta de Teno-Punta Rasca (Tenerife). Proyecto OGAMP. Interreg III. Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias: 81 pp.

Falcón, J.M.; Mena, J.; Brito Hernández, A.; Rodríguez, F.M.; Mata, M.; 1993. Ictiofauna de los fondos infralitorales rocosos de las islas Canarias. Observaciones mediante muestreos visuales in situ. *Publicaciones Especiales Instituto Español de Oceanografía*, 11, 205-215.

Fernández-Palacios, J.M.; Vera, A.; Brito, A.; 2001. Los Ecosistemas. 156-165 pp. En: *Naturaleza de las Islas Canarias. Ecología y Conservación*. Fernández-Palacios, J.M. y J.L. Martín (Dir. y Coords.). Turquesa. Santa Cruz de Tenerife: 474 pp.

Franquet, F.; Brito, A.; 1995. *Especies de interés pesquero de Canarias*. Gobierno de Canarias: 143 págs.

Froese, R.; Pauly, D. Editors. 2011. FishBase. World Wide Web Electronic publication. www.fisbase.org. Versión (06/2011).

García Rojas, A.P.; 2011. Evaluación ambiental de las aguas costeras y puertos deportivos a



partir de la comunidad fitoplanctónica en las Islas Canarias, España. Tesis Doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Biología.

Gazeau, F.; Quiblier C.; Jansen J. M.; Gattuso J. P.; Middelburg J. J. and Heip C. H. R.; 2007. Impact of elevated CO₂ on shellfish calcification, *Geophysical Research Letters* 34 (L07603). <http://dx.doi.org/10.1029/2006GL028554>

Gil-Rodríguez, M.C.; Afonso-Carrillo, J.; Haroun-Tabraue, R.J.; 1992. *Flora fitológica de las Islas Canarias*. pp. 95-122. En: *Flora y vegetación del Archipiélago Canario*. Tratado florístico. 1ª parte. Ed. EDIRCA S.L., 295 pp. (1992).

Gil-Rodríguez, M.C.; Del Arco, M.; Wildpret, W.; Hernández-González, C.L.; Haroun, R.J.; 2007. Biological information and comments on *Halophila decipiens* meadows of the Canary Islands (Hydrocharitaceae, Magnoliophyta). *Vieraea*, 35: 77-85.

González N.; Rodrigo, J.; Suarez, C.; 1986. *Flora y vegetación del archipiélago Canario*. EDIRCA, Las Palmas de Gran Canaria. 335 pp.

González-Dávila, M.; Santana-Casiano, J. M.; Rueda, M.-J.; Llinás, O.; González-Dávila, E.-F.; 2003. Seasonal and interannual variability of sea-surface carbon dioxide species at the European Station for Time Series in the Ocean at the Canary Islands (ESTOC) between 1996 and 2000. *Global Biogeochemical Cycles*, 17(3): 1076-1090.

Guiry, M.D.; Guiry, G.M.; 2011. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on March 2011.

Gyory, J.; Mariano, A.J.; Edward H. Ryan, E.H.; 2005. "The Canary Current." Ocean Surface Currents. <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/atlantic/canary.html>

Hall-Spencer J.M.; Kelly, J.; Maggs, C.A.; 2010. Biodiversity Series, Background Document for Maërl beds. *OSPAR COMMISSION*: 34 pp.

Haroun, R. J.; Prud'homme, W.F.; Müller, D.G.; Serrao, E.; Herrera, R.; 1993. Deep-water macroalgae from the Canary Islands: new records and biogeographical relationships. *Helgoländer Meeresunters*, 47: 125-143. (22).

Haroun R. J.; Gil-Rodríguez, M.C.; Wildpret de la Torre, W.; 2003. *Plantas marinas de Canarias*. Canseco Editores, Talavera: 320 págs.

Havenhand, J. N.; F.-R. Butler, M. C. Thorndyke, and J. E.; 2008. Williamson, Near-future levels of ocean acidification reduce fertilization success in a sea urchin. *Current Biology*, 18 (15) R651-R652.

Hay, M.E.; 1984. Patterns of fish and urchin grazing on Caribbean coral reefs: are previous results typical?. *Ecology*, 65: 446-454.



Hernández, F. (Coordinadora principal). 2001. Biodiversidad pelágica de canarias. *Secretaría de Estado de Universidades e Investigación (SEUI). Acciones Especiales de I+D. Referencia MAR-1999-0722E*. 2000-2001: 209 págs.

Hernández-León, S.; Llinás, O.; Braun, J.G.; 1984. Nota sobre la variación de la biomasa del mesozooplankton en aguas de Canarias. *Investigación Pesquera*, 48: 495-508.

Hernández-León, S.; Almeida, C.; Gómez, M.; Torres, S.; Montero, I.; Portillo-Hahnefeld, A.; 2001. Zooplankton biomass and indices of feeding and metabolism in island-generated eddies. *Journal of Marine Systems*, 30: 51-66.

Hernández-León, S.; Rodríguez, J.M.; Moyano, M.; Arístegui, J.; 2007a. The coastal-ocean transition zone in the Canary Current system. *Globec international newsletter* October 2007: 26-28.

Hernández-León, S.; Gómez, M.; Arístegui, J.; 2007b. Mesozooplankton in the Canary Current System: The coastal–ocean transition zone. *Progress in Oceanography*, 74: 397-421.

Hoek, C. van den; 1975. Phytogeographic provinces along the coasts of the northern Atlantic Ocean. *Phycologia*, 14, (4): 317-330.

Hoek, C. van den; 1984. World-wide latitudinal and longitudinal seaweed distribution patterns and their possible causes, as illustrated by the distribution of Rhodophyten genera. *Helgoländer Meeresunters*, 38:227-257.

IPCC; 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

Jiménez, S.; Druet, M.; Pérez, L.; Gómez, R.; Bécares, M.A.; Muñoz, A.; Alfageme, V.; Contreras, D.; Rodríguez, B.; 2010a. Informe Preliminar de Campaña “INCOGEO 0310”. *Proyecto Life INDEMARES, Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias*: 27 págs.

Jiménez, S.; Martín-Sosa, P.; González-Porto, M.; González, J.; González-Irusta, J.M. 2010b. Informe de Campaña “INFUECO 0710”. *Proyecto Life-INDEMARES. Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias. Memoria científico-técnica*: 22 págs. + Anexos.

Jiménez, S.; Martín-Sosa, P.; González-Irusta, J.M.; Bartolomé, A.; Villegas, N.; González, J.; 2011. Informe de Campaña “INFUECO 1010”. *Proyecto Life-INDEMARES. Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias. Memoria científico-técnica*: 13 págs.

Johnston, C. S. 1969. Studies on the ecology and primary production of Canary Islands



marine algae. *Proc. Intl. Seaweed Symp.* (Santiago de Compostela, 1968), 6: 213-222.

Jordan-González de Chaves, V.; Herrera-Pérez, R.; Marrero-Escudero, M.F.; Báez-Acosta, A.; Sánchez-Fuentes, Y.; Vega-García, E.; 2006. Estrategia Insular: Parques Marinos de Gran Canaria. Cabildo de Gran Canaria: 87 págs.

Landeira, J.M.; Lozano-Soldevilla, F.; Hernández-León, S.; Barton, E.D.; 2009. Horizontal distribution of invertebrate larvae around the oceanic island of Gran Canaria: the effect of mesoscale variability. *Scientia Marina*, 73 (4): 761-771.

Llanes, P.; 2006. *Estructura de la litosfera en el entorno de las Islas Canarias a partir del análisis gravimétrico e isostático: implicaciones geodinámicas*. Universidad Complutense de Madrid. 195 p.

Llinás, O.; Rueda, M.J.; 2008. El mar de Canarias. En: Mares de España: The Seas of Spain. Secretaría General del Mar. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-8320-423-8.

Lomoschitz, A.; Canals, M.; Urgeles, R.; Ferrer, M.; 2005. Los deslizamientos de flanco insular de Canarias. Métodos y criterios de reconocimiento. En E. Alonso, J. Corominas, L. Jordá, M. Romana, J.B. Serón (Eds.). *VI Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables*. Valencia, Vol. II: 806-817.

López-Bedoya, J.; Pérez-Alberti, A.; 2009. 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas. En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino: 152 pp.

Maggs, C.A.; Stegenga, H.; 1999. Red algal exotics on North Sea coasts. *Helgoländer Meeresunters*, 52: 243-258.

Martin, L.; Barquín-Diez, J.; González-Lorenzo, G.; Toledo, K.; 2004. Sobre la presencia de *Bispira viola* (Grube 1830) (Polychaeta: Sabellidae) en Canarias. Resultados preliminares. *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, XVI (4): 117-123.

Martin, S.; Clavier, J.; Guarini, J.M.; Chauvaud, L.; Hily, C.; Grall, J.; Thouzeau, G.; Jean, F.; Richard, J.; 2005. Comparison of *Zostera marina* and maërl community metabolism. *Aquatic Botany*, 83: 161-174.

Martín-Serrano, A. (Ed.); 2005. *Mapa Geomorfológico de España y del margen continental*. Escala 1:1.000.000. Instituto Geológico y Minero de España. 232 p + 2 mapas.

Martín-Sosa, P.; Revenga, S.; 2008. Seguimiento científico de las reservas marinas canarias. *Revista del Instituto Español de Oceanografía*, 10: 41-50.

Martín-Sosa, P.; Jiménez, S.; González, J.; Pascual, P.; Sarralde, R.; Boza, C.; 2010a. Informe



de Campaña “INFUECO 1009”. *Proyecto Life-INDEMARES. Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias. Memoria científico-técnica: 19 págs.*

Martín-Sosa, P.; Jiménez, S.; González-Porto, M.; González, J.; González-Irusta, J.M.; 2010b. Informe de Campaña “INCOECO 0710”. *Proyecto Life-INDEMARES. Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias. Memoria científico-técnica: 25 págs. + Anexos.*

Martín-Sosa, P.; Jiménez, S.; González-Irusta, J.M.; Bartolomé, A.; Villegas, N.; González, J.; 2011. Informe de Campaña “INCOECO 1010”. *Proyecto Life-INDEMARES. Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias. Memoria científico-técnica: 27 págs.*

Masson, D.; Watts, A.; Gee, M.; Urgeles, R.; Mitchell, N.; Le Bas, T.; Canals, M.; 2002. Slope failures on the flanks of the western Canary Islands. *Earth Science Reviews*, 57: 1-35.

McClanahan, T.R.; Muthiga, N.A.; 1988. Changes in Kenyan coral reefs. Community structure and function due to exploitation. *Hydrobiologia*, 166: 269 – 276.

McClanahan, T.R.; Shafir, S.H.; 1990. Causes and consequences of sea urchin abundance and diversity in Kenyan coral reefs. *Oecologia*, 83: 362 – 370.

McClanahan, T.R.; 1992. Resource utilization competition and predation: a model and example from coral reef grazers. *Ecol. Mod.*, 61: 195-215.

McClanahan, T.R.; Nugues M.; Mwachireya, S.; 1994. Fish and sea urchin herbivory and competition in Kenyan coral reef lagoons: the role of reef management. *J Exp Mar Biol Ecol*, 184: 237-254.

Meehl, G.A.; Stocker, T.F.; Collins, W.D.; Friedlingstein, P.; Gaye, A.T. Gregory, J.M. Kitoh, A.; Knutti, R.; Murphy, J.M.; Noda, A.; Raper, S.C.B.; Watterson, I.G.; Weaver, A.J.; Zhao, Z.-C.; 2007: Global Climate Projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S.; D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (2007).

Mena, J.; Falcón, J.M.; Brito, A.; Rodríguez, F.M.; Mata, M.; 1993. Catálogo preliminar de la ictiofauna de las praderas de fanerógamas marinas de la isla de Tenerife, Islas Canarias. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía*, 11: 217-222.

Miguélez López, A.; Corujo Saavedra, R.; 2008. Memoria del Primer Congreso de Reservas de La Biosfera Españolas, Lanzarote, octubre de 2006: 279 págs.

Morgan, W.J.; 1971. Convection plumes in the lower mantle. *Nature*, 23: 42-43.

Moro, L.; Martín, J.L.; Garrido, M.J.; Izquierdo, I.; 2003. *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales)*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente.



Gobierno de Canarias: 248 págs. Disponible en la dirección web: <http://www.gobiernodecanarias.org/cmayot/medioambiente/medionatural/biodiversidad/especies/bancodatos/>

Moyano, M.; Hernández-León, S.; 2009. Temporal and long-shelf distribution of the larval fish assemblage at Gran Canaria, Canary Islands. *Scientia Marina*, 73: 85-96.

Nakano, H.; Stevens, D.; 2008. The biology of the blue shark, *Prionace glauca*. In: *Sharks of the open Ocean*. 2008 Ed.: Merry Camhi and Ellen K. Pikitch and E. Babcock, Blackwell Scientific UK: 140-159.

Normark, W.R.; Posamentier, H.; Mutti, E.; 1993: Turbidite systems: state of the art and future directions. *Reviews of Geophysics*, 31: 91-116.

Ojeda, A.; 1986. Biomasa fitoplanctónica y clorofila *a* en las Islas Canarias occidentales. Mayo 1986. En: Llinás, O.; González, J.A.; Rueda, M.J. (ed). *Oceanografía y recursos marinos en el Atlántico Centro-Oriental - Las Palmas de Gran Canaria*, 641 págs.

Orr, J.C.; Caldeira, K.; Fabry, V.; Gattuso, J.-P.; Haugan, P.; Lehodey, P.; Pantoja, S.; Pörtner, H.-O.; Riebesell, U.; Trull, T.; Hood, M.; Urban, E.; Broadgate, W.; 2009. Research Priorities for Ocean Acidification, report from the Second Symposium on the Ocean in a High-CO₂ World, Monaco, October 6-9, 2008, convened by SCOR, UNESCO-IOC, IAEA, and IGBP, 25 págs.; (available at <http://www.ocean-acidification.net/Symposium2008/>).

Palomo, C.; Acosta, J.; Sanz, J.L.; Herranz, P.; Muñoz, A.; Uchupi, E.; Escartin, J.; 1997. Morphometric interpretation of the northwest and southeast slopes of Tenerife, Canary Islands. *Journal of Geophysical Research*, 102 (B9): 20325-20342.

Panayotidis, P.; Zuljevic, A.; 2001. Sexual reproduction of the invasive green alga *Caulerpa racemosa* var. *occidentalis* in the Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta* 24(2): 199-203.

Pavón-Salas, N.; Herrera, R.; Hernández-Guerra, A.; Haroun, R.J.; 2000. Distributional pattern of seagrasses in the Canary islands (Central- East Atlantic Ocean). *Journal of Coastal Research*, 16 (2): 329-335.

Piazzì, L.; Cinelli, F.; 2000. Effets de l'expansion des Rhodophyceae introduites *Acrothamnion preissii* et *Womersleyella setacea* sur les communautés algales des rhizomes de *Posidonia oceanica* de Méditerranée occidentale. *Cryptogamie, Algology*, 21 (3): 291-300.

Pohnert G.; Jung, V.; 2003. Intracellular compartmentation in the biosynthesis of caulerpenyne: Study on intact macroalgae using stable-isotope-labeled precursors. *Organic Letters*, 5: 5091-5093.

Ramírez, R.; Tuya, F.; Haroun, R.J.; 2008. *El Intermareal Canario. Poblaciones de lapas*,



- burgados y cañadillas*. BIOGES, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria: 52 págs.
- Ramos, A.G.; Bordes, F.; 2001. Evaluación acústica de los recursos epipelágicos en aguas de la plataforma insular del Archipiélago Canario. Resultados de la campaña ECOS0499. *Documento científico-técnico*: 94 págs.
- Renoncourt L.; Meinesz A.; 2002. Formation of propagules on an invasive strain of *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta) in the Mediterranean Sea. *Phycologia*, 41:533-535.
- Reyes, J.; Sansón, M.; 1996. Las algas epífitas en *Cymodocea nodosa* en El Médano, isla de Tenerife (Cymodoceaceae, Magnoliophyta). *Vieraea*, 25: 45-56.
- Rodríguez, J.M.; Hernández-León, S.; Barton, E.D.; 1999. Mesoscale distribution of fish larvae in relation to an upwelling filament off Northwest Africa. *Deep Sea Research Part I Oceanographic Research Papers*, 46: 1969-1984.
- Rodríguez, J.M.; Barton, E.D.; Hernández-León, S.; Arístegui, J.; 2004. The influence of mesoscale physical processes on the larval fish community in the Canaries CTZ, in summer. *Progress in Oceanography*, 62: 171-188.
- Rojas-González, B.; Afonso-Carillo, J.; 2000. Notes on Rhodomelaceae (Rhodophyta) from the Canary islands: observations on Reproductive Morphology and New Records. *Bot. Mar.*, 43: 147-155.
- Sabine, C.L.; Feely, R.A., Gruber, N.; Key, R.M.; Lee, K.; 2004. The oceanic sink for anthropogenic CO₂. *Science*, 305: 367-71.
- Sala, E. ; Zabala, M.; 1996. Fish predation and the structure of the sea urchin *Paracentrotus lividus* population in the NW Mediterranean. *Mar Ecol Prog Ser*, 140: 71–81.
- Sansón, M.; Reyes, J.; Afonso-Carrillo, J.; 2001. Flora Marina. En, *Naturaleza de las Islas Canarias. Ecología y Conservación*, págs. 193-204. J.M. Fernández-Palacios Martínez y J.L. Martín Esquivel (Dir. y Coords.). Turquesa. Santa Cruz de Tenerife.
- Santamaría, M.T.G.; Balguerías, E.; López Abellán, L.J.; Pascual, P.; González, J.F.; Hernández-González, C.L.; Martín-Sosa, P.; Díaz, J.A.; Villegas, N.; Hernández, E.; Vélez, P.; López, F.; 2005. "INFORME CALADERO NACIONAL. Islas Canarias". Documento Científico-Técnico. Instituto Español de Oceanografía: 128 págs.
- Santamaría, M.T.G.; González, J.F.; Barrera, A.; López Abellán, L.J.; Quintero, M.E.; Balguerías, E.; 2008. Substitution of Sardine (*Sardina pilchardus*) for Round Sardinella (*Sardinella aurita*) in the Canary Island waters. *Symposium "Eastern Boundary Upwelling Ecosystem"*, Las Palmas de Gran Canaria (Póster).
- Santana-Casiano, J. M.; González-Dávila, M.; Rueda, M.-J.; Llinás, O.; González-Dávila, E.-F.; 2007. The interannual variability of oceanic CO₂ parameters in the northeast Atlantic



subtropical gyre at the ESTOC site. *Global Biogeochem. Cycles*, 21(1): 1015-1031.

Shears, N.T. y R.C. Babcock. 2003. Continuing trophic cascade effects after 25 years of no-take marine reserve protection. *Mar Ecol Prog Ser*, 246: 1-16.

Suarez, C.; 2005. Islas Canarias. El Litoral. Caracterización de la vegetación y la flora. *En: Directrices de Ordenación del Litoral Canario: Informes Sectoriales, 2009*. Gobierno de Canarias, GESPLAN y Universidad Politécnica de Cataluña.

Tegner, M.J.; Levin, L.A.; 1983. Spiny lobsters and sea urchins: analysis of a predator-prey interaction. *J Exp Mar Biol Ecol*, 73: 125-150.

Tegner, M.J.; Dayton, P.K.; 1981. Population structure, recruitment and mortality of two sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis* and *S. purpuratus*) in kelp forest. *Mar Ecol Prog Ser*, 5: 255-268.

Verlaque, M.; Afonso Carrillo, J.; Gil Rodríguez, M.C.; Durand, C.; Boudouresque, C.F.; Le Parco, Y.; 2004. Blitzkrieg in a marine invasion: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Bryopsidales, Chlorophyta) reaches the Canary Islands (north-east Atlantic). *Biological Invasions*, 6: 269-281.

Verlaque, M.; Durand, C.; Huisman, J.M.; Boudouresque, C.F.; Le Parco, Y.; 2003. On the identity and origin of the Mediterranean invasive *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 38:325-339.

Wienerroither, R.; Uiblein, F.; Bordes, F.; Moreno, T.; 2009. Composition, distribution, and diversity of pelagic fishes around the Canary Islands, Eastern Central Atlantic. *Marine Biology Research*, 5: 328-344.

Wilson, J.T.; 1963. A possible origin of the Hawaiian Islands. *Canadian Journal of Physics*, 41: 863-870.

WWF; 2006. Conservando nuestros paraísos marinos. Propuesta de Red Representativa de Áreas Marinas Protegidas en España. Archipiélago Canario: 26 págs.

Wynn, R.B.; Masson, D.G.; Stow, D.A.V.; Weaver, P.P.E.; 2000. Turbidity current sediment waves on the submarine slopes of the western Canary Islands. *Marine Geology*, 163 (1-4): 185-198.

Zibrowius, H.; 1980. Les Scléreactiniales de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-oriental. *Mém. Inst. Océanogr.*, Monaco, 11 (tres tomos) : 1-284.



Anexo I. Anexos de la Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas. BOC nº 112, del 9 de junio de 2010.

Anexo I			
ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN			
GRUPO	SUBGRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Flora	Algas	<i>Gracillaria cervicornis</i> *	Glaciliaria cornuda
Fauna	Artrópodos	<i>Panulirus echinatus</i>	Langosta pintada
Fauna	Mamíferos	<i>Monachus monachus</i>	Foca monje
Flora	Espermatófitos	<i>Zostera noltii</i>	Seba fina

Lista de erratas:

* Donde pone *Gracillaria cervicornis* debe poner *Gracilaria cervicornis*

Anexo II			
ESPECIES VULNERABLES			
GRUPO	SUBGRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Flora	Algas	<i>Alsidium corallinum</i>	Alsidio
Fauna	Peces	<i>Anguilla Anguilla</i>	Anguila
Fauna	Poríferos	<i>Corallistes nollitangere</i>	Esponja cerebro
Flora	Algas	<i>Cystoseira mauritanica</i>	Mujo mauritano
Flora	Algas	<i>Cystoseira tamaricifolia</i> *	Mujo ramudo
Flora	Algas	<i>Gelidium arbuscula</i> **	Gelidio rojo
Flora	Algas	<i>Gelidium canariense</i>	Gelidio negro
Fauna	Mamíferos	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote

Lista de erratas:

* Donde pone *Cystoseira tamaricifolia* debe poner *C. tamariscifolia*

** Donde pone *Gelidium arbuscula* debe poner *G. arbusculum*

Anexo III			
ESPECIES DE INTERÉS PARA LOS ECOSISTEMAS CANARIOS			
GRUPO	SUBGRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Flora	Algas	<i>Acetabularia acetabulum</i>	Piragüita de mar común
Fauna	Moluscos	<i>Aldisa expleta</i>	Babosa marina morada
Fauna	Equinodermos	<i>Asterina gibbosa</i>	Estrella de capitán
Flora	Algas	<i>Avrainvillea canariensis</i>	Abanico de fondo
Fauna	Moluscos	<i>Charonia tritonis variegata</i> ^a	Bucio de hondura
Flora	Espermatófitos	<i>Cymodosea nodosa</i> *	Seba
Flora	Algas	<i>Cystoseira abies-marina</i>	Mujo amarillo



Fauna	Cnidarios	<i>Dendrophyllia laboreli</i>	Cabezuelo
Fauna	Equinodermos	<i>Echinaster sepositus</i> ^b	Estrella rugosa
Fauna	Peces	<i>Gaidropsarus guttatus</i>	Brota de tierra
Fauna	Anélidos	<i>Gesiella jameensis</i>	Gesiela de Los Jameos
Fauna	Peces	<i>Gymnothorax bacalladoi</i>	Murión atigrado
Fauna	Moluscos	<i>Hacelia attenuata</i>	Estrella naranja
Fauna	Moluscos	<i>Haliotis coccinea canariensis</i> ^c	Almeja canaria
Flora	Espermatofitos	<i>Halophila decipiens</i>	Hojitas de arena
Fauna	Peces	<i>Hippocampus ramulosus</i> (= <i>H. hippocampus</i>) ^{¿?}	Caballito de mar
Fauna	Cnidarios	<i>Isaurus tuberculatus</i>	Isauro
Fauna	Peces	<i>Labrus bergylta</i>	Romero capitán
Flora	Algas	<i>Lamprothamnium succintum</i>	Alga breve
Fauna	Equinodermos	<i>Marthasterias glacialis</i>	Estrella picuda
Fauna	Moluscos	<i>Mytilaster minimus</i>	Almejillón enano
Fauna	Equinodermos	<i>Narcissia canariensis</i>	Estrella canaria
Fauna	Equinodermos	<i>Ophiaster ophidianus</i>	Estrella púrpura
Fauna	Cnidarios	<i>Palythoa canariensis</i> ^d	Palitoa canaria
Fauna	Cnidarios	<i>Palythoa caribaea</i> ^e	Palitoa caribeña
Fauna	Moluscos	<i>Phalium granulatum</i> ^f	Yelmo estriado
Fauna	Peces	<i>Pomatoschistus microps</i>	Cabozo enano
Flora	Algas	<i>Risoella verruculosa</i> ^{**}	Risoela
Flora	Algas	<i>Sargassum filipendula</i>	Sargazo llorón
Flora	Algas	<i>Sargassum vulgare</i>	Sargazo común
Flora	Artrópodos	<i>Scyllarides latus</i>	Langosta mocha
Fauna	Moluscos	<i>Taringa ascitica</i>	Taringa de La Santa
Fauna	Moluscos	<i>Taringa bacalladoi</i>	Taringa de Bacallado
Fauna	Moluscos	<i>Tonna galea</i>	Tonel
Fauna	Moluscos	<i>Tonna maculosa</i> ^g	Tonel manchado

Lista de erratas:

* Donde pone *Cymodosea nodosa* debe poner *Cymodocea nodosa*

** Donde pone *Risoella verruculosa* debe poner *Rissoella verruculosa*

Lista de sinonimias:

^a *Charonia tritonis variegata* sinonimia de *C. variegata*

^b *Echinaster sepositus* sinonimia de *E. (Echinaster) sepositus*

^c *Haliotis coccinea canariensis* sinonimia de *H. tuberculata coccinea*

^d *Palythoa canariensis* sinonimia de *Protopalythoa canariensis*

^e *Palythoa caribaea* sinonimia de *Palythoa caribbaeroum*

^f *Phalium granulatum* sinonimia de *Semicassis granulata*

^g *Tonna maculosa* sinonimia de *T. pennata*

Lista de especies mal identificadas:

^{¿?} *Hippocampus ramulosus* no está presente en Canarias. Se trata de identificaciones erróneas de *H. guttulatus* (Brito et al., 2002)



Anexo IV				
ESPECIES DE PROTECCIÓN ESPECIAL				
GRUPO	SUBGRUPO	MEDIO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
NO HAY NINGUNA ESPECIE DEL MEDIO MARINO POR EL MOMENTO				

Anexo V					
CATEGORÍA SUPLETORIA EN EL CATÁLOGO CANARIO EN CASO DE DISMINUCIÓN DE LA PROTECCIÓN EN EL CATÁLOGO NACIONAL DE LAS ESPECIES CON PRESENCIA SIGNIFICATIVA EN CANARIAS					
GRUPO	SUBGRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA CATÁLOGO NACIONAL	CATEGORÍA SUPLETORIA EN EL CATÁLOGO CANARIO
Fauna	Mamíferos	<i>Balaenoptera borealis</i>	Rorcual norteño	Vulnerable	Protección especial
Fauna	Mamíferos	<i>Balaenoptera musculus</i>	Rorcual azul	Vulnerable	Protección especial
Fauna	Mamíferos	<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorcual común	Vulnerable	Protección especial
Fauna	Moluscos	<i>Charonia lampas</i>	Bucio de hondura	Vulnerable	Interés para los ecosistemas canarios
Fauna	Peces	<i>Chilomycterus atringa</i>	Tamboril espinoso	Vulnerable	Interés para los ecosistemas canarios
Fauna	Mamíferos	<i>Eubalaena glacialis</i>	Ballena franca	En peligro de extinción	Protección especial
Fauna	Mamíferos	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Roaz	Vulnerable	Protección especial
Fauna	Artrópodos	<i>Munidopsis polymorpha</i>	Jameito	En peligro de extinción	Interés para los ecosistemas canarios
Fauna	Moluscos	<i>Patella candei</i>	Lapa mayorera	En peligro de extinción	Vulnerable
Fauna	Artrópodos	<i>Speleonectes ondinae</i>	Remípedo de Los Jameos	En peligro de extinción	Interés para los ecosistemas canarios
Fauna	Mamíferos	<i>Tursiops truncatus</i>	Tonina	Vulnerable	Protección especial



Anexo VI			
ESPECIES INCLUIDAS EN LA CATEGORÍA DE INTERÉS ESPECIAL EN EL CATÁLOGO ESTATAL AFECTADAS POR EL APARTADO 4 DE LA DISPOSICIÓN TRANSITORIA ÚNICA			
GRUPO	SUBGRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Fauna	Reptiles	<i>Caretta caretta</i>	Tortuga boba
Fauna	Reptiles	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde
Fauna	Mamíferos	<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común
Fauna	Reptiles	<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laúd
Fauna	Reptiles	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey
Fauna	Mamíferos	<i>Globicephala melas</i>	Calderón común
Fauna	Mamíferos	<i>Grampus griseus</i>	Calderón gris
Fauna	Mamíferos	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo
Fauna	Mamíferos	<i>Megaptera novaeanglicae</i>	Yubarta
Fauna	Mamíferos	<i>Orcinus orca</i>	Orca
Fauna	Mamíferos	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín listado

Lista de erratas:

* Donde pone *Megaptera novaeanglicae* debe poner *M. novaeangliae*

Anexo VII			
GRUPO/ESPECIE	Legislación Española, Comunitaria y acuerdos internacionales		
	LES	DH	OSPAR
ALGAS			
<i>Lithothamnium coralloides</i> *		X (Anexo IV)	
<i>Phymatholithon calcareum</i> **		X (Anexo IV)	
INVERTEBRADOS			
<i>Centrostephanus longispinus</i>	X	X (Anexo IV)	
<i>Corallium rubrum</i>		X (Anexo IV)	
<i>Dendropoma petraeum</i>	X		
<i>Lophelia pertusa</i>			X (Habitats)
<i>Patella ulyssiponensis</i>	X		
<i>Patella aspera</i> ^a			X
<i>Pinna nobilis</i>	X		
PECES			
<i>Centrophorus granulosus</i>			X
<i>Centrophorus squamosus</i>			X
<i>Centroscymnus coelolepis</i>			X
<i>Cetorhinus maximus</i>	X (Atlántico Ibérico)		X
<i>Dipturus (Raja) batis</i> ^b			X
<i>Dipturus (Raja) montagui</i> ^c			X



Anexo VII			
GRUPO/ESPECIE	Legislación Española, Comunitaria y acuerdos internacionales		
	LES	DH	OSPAR
<i>Hoplostethus atlanticus</i>			X
<i>Raja clavata</i>			X
<i>Rostroraja alba</i>			X
<i>Squalus acanthias</i>			X
<i>Squatina squatina</i>			X
<i>Thunnus thynnus</i>			X
REPTILES			
<i>Lepidochelys kempii</i>	X	X (Anexo IV)	
AVES			
<i>Morus bassanus</i>	X		
<i>Oceanodroma castro</i>	X		
<i>Pelagodroma marina</i>	X		
<i>Puffinus assimilis</i>	X		X
<i>Puffinus gravis</i>	X		
<i>Puffinus puffinus</i>	X		
<i>Sterna hirundo</i>	X		
MAMÍFEROS			
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	X	X (Anexo IV)	
<i>Balaenoptera edeni/brydei</i> ^d	X	X (Anexo IV)	
<i>Hyperoodon ampullatus</i>	X	X (Anexo IV)	
<i>Kogia sima</i>	X	X (Anexo IV)	
<i>Lagenodelphis hosei</i>	X	X (Anexo IV)	
<i>Mesoplodon europaeus</i>	X	X (Anexo IV)	
<i>Mesoplodon densirostris</i> ^e	X	X (Anexo IV)	
<i>Phocoena phocoena</i>	X	X (Anexo II)	X
<i>Pseudorca crassidens</i>	X	X (Anexo IV)	
<i>Stenella frontalis</i>	X	X (Anexo IV)	
<i>Stenella longirostris</i>		X (Anexo IV)	
<i>Steno bredanensis</i>	X	X (Anexo IV)	
<i>Ziphius cavirostris</i>	X	X (Anexo IV)	

Lista de erratas:

* Donde pone *Lithothamnium coralloides* debe poner *Lithothamnion coralloides*

** Donde pone *Phymatholithon calcareum* debe poner *Phymatolithon calcareum*

Lista de sinonimias:

^a *Patella aspera* sinonimia de *P. ulyssiponensis*

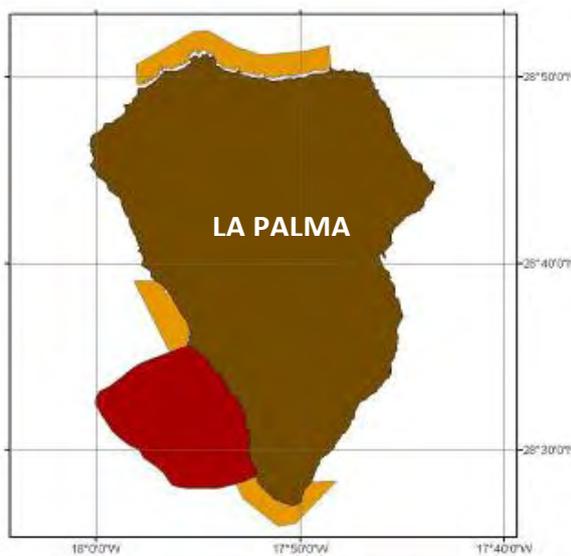
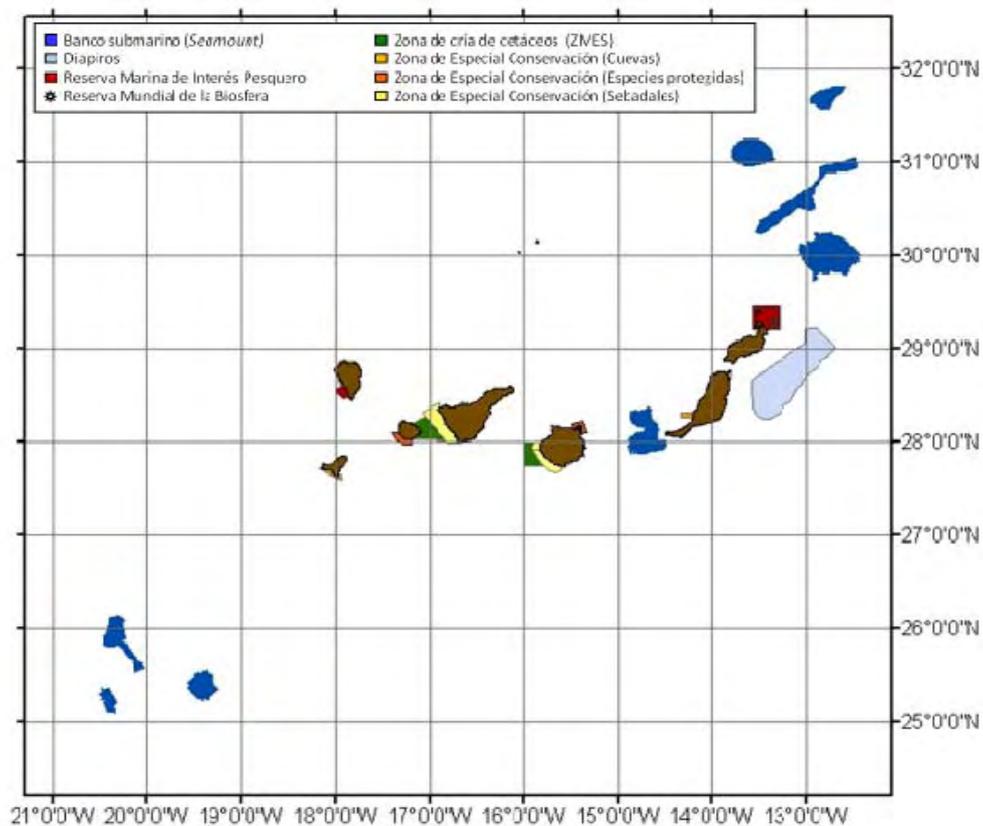
^b *Dipturus (Raja) batis* sinonimia de *D. batis*

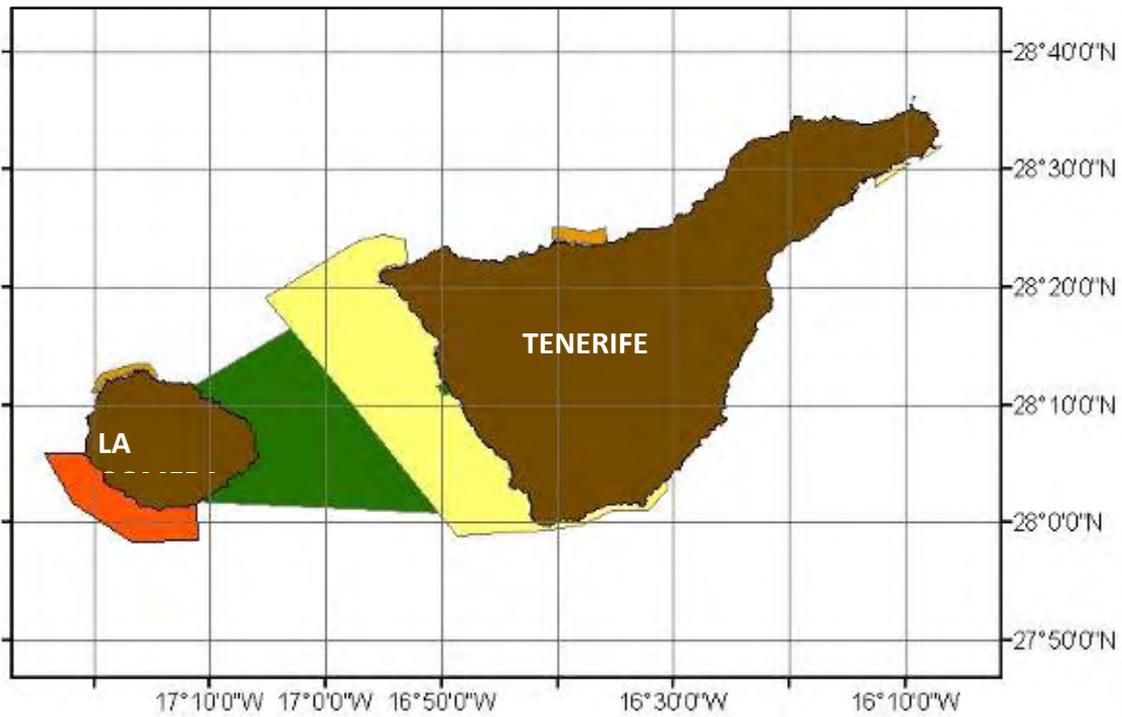
^c *Dipturus (Raja) montagui* sinonimia de *Raja montagui*

^d *Balaenoptera brydei* sinonimia de *B. edeni*

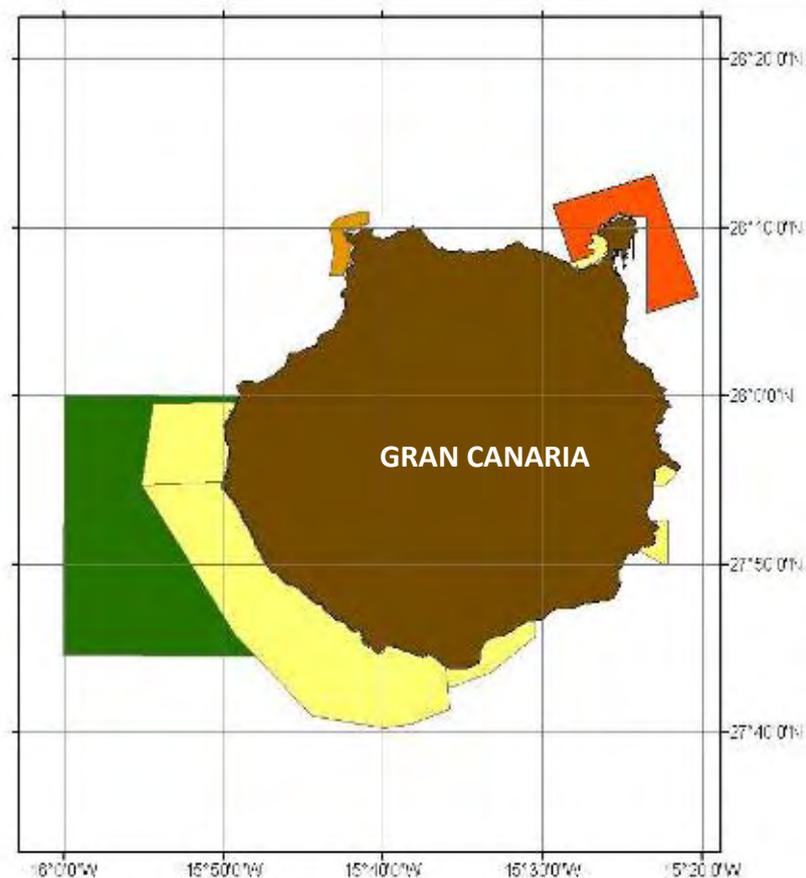
^e *Mesoplodon densirostris* sinonimia de *M. ginkgodens*

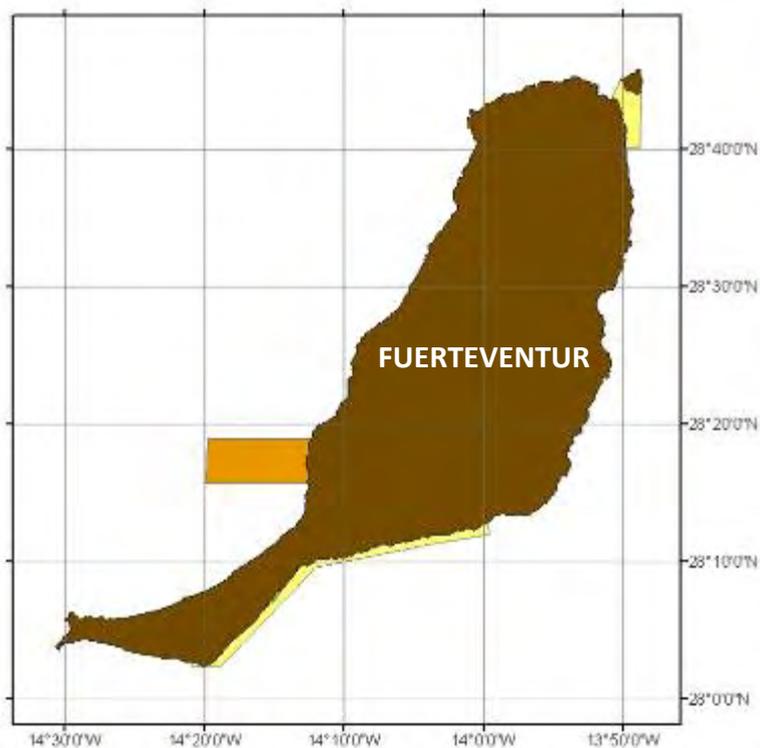
Anexo II. Mapas Cartográficos de los Hábitats Especiales de Canarias





- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Banco submarino (<i>Seamount</i>) | Zona de cría de cetáceos (ZMES) |
| Diapiros | Zona de Especial Conservación (Cuevas) |
| Reserva Marina de Interés Pesquero | Zona de Especial Conservación (Especies protegidas) |
| Reserva Mundial de la Biosfera | Zona de Especial Conservación (Sebadales) |





- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Banco submarino (<i>Seamount</i>) | Zona de cría de cetáceos (ZMES) |
| Diapiros | Zona de Especial Conservación (Cuevas) |
| Reserva Marina de Interés Pesquero | Zona de Especial Conservación (Especies protegidas) |
| Reserva Mundial de la Biosfera | Zona de Especial Conservación (Sebedales) |

